

# DIE TALSPERREN ÖSTERREICHS

SCHRIFTENREIHE HERAUSGEGEBEN VON DER  
ÖSTERREICHISCHEN STAUBECKENKOMMISSION,  
DEM ÖSTERREICHISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBAND  
UND DEM ÖSTERREICHISCHEN NATIONALKOMITEE  
DER INTERNATIONALEN TALSPERRENKOMMISSION  
SCHRIFTFÜHRUNG: PROF. DR. HELMUT SIMMLER

## HEFT 27

FERNÜBERWACHUNG ÖSTERREICHISCHER  
TALSPERREN

*BEITRÄGE VERFASST VON*

*Ing. A. Aglassinger*

*Ing. F. Breitenstein*

*Dipl.-Ing. K. Kropf*

*Dipl.-Ing. H. Ludescher*

*Ing. W. Moshhammer*

*Dipl.-Ing. H. Neyer*

*Dipl.-Ing. P. Petutschnig*

*Dipl.-Ing. Dr. techn. E. Pürer*

*Dipl.-Ing. G. Schönmayr*

*Dipl.-Ing. H. Schwab*

*Ing. H. Sedlacek*

*Dipl. Ing. Dr. techn. P. Tschernutter*

*Ing. A. Wassermann*

*Dipl.-Ing. A. Weninger*

*Dipl.-Ing. Dr. techn. R. Widmann*







# DIE TALSPERREN ÖSTERREICHS

FERNÜBERWACHUNG ÖSTERREICHISCHER  
TALSPERREN

*BEITRÄGE VERFASST VON*

*Ing. A. Aglassinger*

*Ing. F. Breitenstein*

*Dipl.-Ing. K. Kropf*

*Dipl.-Ing. H. Ludescher*

*Ing. W. Moshhammer*

*Dipl.-Ing. H. Neyer*

*Dipl.-Ing. P. Petutschnig*

*Dipl.-Ing. Dr. techn. E. Pürer*

*Dipl.-Ing. G. Schönmayr*

*Dipl.-Ing. H. Schwab*

*Ing. H. Sedlacek*

*Dipl. Ing. Dr. techn. P. Tschernutter*

*Ing. A. Wassermann*

*Dipl.-Ing. A. Weninger*

*Dipl.-Ing. Dr. techn. R. Widmann*



Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.  
Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung,  
des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung,  
der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und  
der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben,  
auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

© 1984 by Österreichischer Wasserwirtschaftsverband  
An der Hülben 4, A-1010 Wien

Druck: Akademische Druck- u. Verlagsanstalt Graz,  
Printed in Austria

Eigenverlag des Österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes, Wien  
In Kommission bei Springer-Verlag Wien - New York

ISBN 3-211-81826-X Springer Verlag Wien - New York  
ISBN 0-387-81826-X Springer Verlag New York - Wien



## VORWORT DER SCHRIFTFLEITUNG

Die Sicherheit von Talsperren hängt wesentlich von ihrem Verhalten ab. Um dieses zu kontrollieren, werden in Abhängigkeit von Größe und Bedeutung der Bauwerke zahlreiche Meßeinrichtungen eingebaut. Im Hinblick auf die laufende Überwachung dieser Meßeinrichtungen werden in vielen Fällen die für die Sicherheit wichtigen Meßdaten in ständig besetzte Zentralen fernübertragen. Es lag daher nahe, diese Entwicklung und den derzeitigen Stand der Fernüberwachung in einem eigenen Heft darzulegen. Herr Dipl.-Ing. Dr. techn. R. Widmann hat dazu im ersten Kapitel des Heftes grundsätzliche Gedanken zur Auswahl der Meßeinrichtungen und zur Festlegung von Grenzwerten sowie der Entscheidungsstrategien bei abnormalem Verhalten entwickelt.

Das vorliegende Heft gliedert sich sodann nach den Eigentümern der Talsperren. Eine tabellarische Zusammenfassung aller fernüberwachten Talsperren mit Angaben von Kenndaten, Angaben zur Fernmessung und Grenzwertüberwachung findet sich im zweiten Kapitel des Heftes.

Soweit Ordnungsnummern bei einzelnen Talsperren angegeben sind, beziehen sie sich auf die gleiche Ordnungsnummer im Heft 24 der Talsperrenstatistik, sodaß ein Bezug zu anderen Talsperrendaten und den Plandarstellungen gefunden werden kann.

Den Kraftwerksgesellschaften und allen Verfassern gebührt Dank für ihre mühevollen Arbeit zur Ordnung und Abfassung der einzelnen Beiträge. Dieser Dank gilt aber auch Herrn Dipl.-Ing. J. Wellacher für seine Mitarbeit.

Helmut Simmler







|  |    |
|--|----|
| 1. <u>Gedanken zur Automatisierung der Talsperrenüberwachung</u><br>(Dipl.-Ing. Dr.techn. R. WIDMANN)              | 7  |
| 1.1 Einleitung   | 7  |
| 1.2 Auswahl der Meßeinrichtungen   | 8  |
| 1.3 Zur Frage der Grenzwerte   | 10 |
| 1.4 Entscheidungsstrategien bei abnormalem Verhalten   | 12 |
| 1.5 Zusammenfassung  | 13 |
| 2. <u>Zum Stand der Fernüberwachung österreichischer Talsperren</u><br>(Dipl.-Ing. Dr.techn. R. WIDMANN)           | 15 |
| 3. <u>ENNSKRAFTWERKE A.G. (EKW)</u><br>(Ing. W. MOSHAMMER, Dipl.-Ing. G. SCHÖNMAYR)                                | 19 |
| 3.1 Die Fernüberwachung der Sperre Klaus   | 19 |
| 3.2 Auswahl der Meßwerte   | 19 |
| 3.3 System der Fernübertragung   | 19 |
| 3.4 Zuverlässigkeit  | 20 |
| 3.5 Zusammenfassung  | 20 |
| 4. <u>KÄRNTNER ELEKTRIZITÄTS-A.G. (KELAG)</u><br>(Dipl.-Ing. Dr.techn. P. TSCHERNUTTER, Dipl.-Ing. P. PETUTSCHNIG) | 23 |
| 4.1 Einleitung   | 23 |
| 4.2 Die Fernüberwachung der Kraftwerksgruppe Fragant   | 23 |
| 4.3 Die Fernüberwachung der Sperre Freibach  | 25 |
| 4.4 Die Fernüberwachung der Sperre Wiederschwing   | 26 |
| 5. <u>NIEDERÖSTERREICHISCHE ELEKTRIZITÄTWERKE A.G. (NEWAG)</u><br>(Ing. H. SEDLACEK)                               | 29 |
| 5.1 Entwicklung der Fernüberwachung  | 29 |
| 5.2 Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung   | 29 |
| 5.3 Ansprechen der Grenzkontakte   | 30 |
| 6. <u>OBERÖSTERREICHISCHE KRAFTWERKE A.G. (OKA)</u><br>(Dipl.-Ing. K. KROPF)                                       | 33 |
| 6.1 Sperre Ranna   | 33 |
| 6.2 Gosau-Staudamm   | 33 |
| 7. <u>ÖSTERREICHISCHE BUNDESBAHNEN (ÖBB)</u><br>(Ing. A. AGLASSINGER)  | 35 |
| 7.1 Entwicklung der Fernüberwachung  | 35 |
| 7.2 Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung   | 38 |
| 8. <u>ÖSTERREICHISCHE DRAUKRAFTWERKE A.G. (ÖDK)</u><br>(Dipl.-Ing. H. LUDESCHER)                                   | 49 |
| 8.1 Die Fernüberwachung der Kölnbreinsperre  | 49 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 9.   | <u>SALZBURGER AG FÜR ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT (SAFE)</u>     | 61  |
|      | (Dipl.-Ing. A.WENINGER)                                     |     |
| 9.1  | Einleitung  | 61  |
| 9.2  | Entwicklungsgeschichte der Fernüberwachung                  | 61  |
| 10.  | <u>STEIRISCHE WASSERKRAFT-UND ELEKTRIZITÄTS-AG (STEWAG)</u> | 63  |
|      | (Ing.A. WASSERMANN)   |     |
| 10.1 | Entwicklung der Fernüberwachung                             | 63  |
| 10.2 | Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung    | 64  |
| 11.  | <u>TAUERNKRAFTWERKE AG (TKW)</u>                            | 69  |
|      | (Ing.F.BREITENSTEIN)  |     |
| 11.1 | Die Entwicklung der Fernüberwachung                         | 69  |
| 11.2 | Derzeitiger Stand der Fernüberwachung                       | 71  |
| 11.3 | Erfahrungen und Folgerungen                                 | 77  |
| 11.4 | Zusammenfassung und Ausblick                                | 80  |
| 12.  | <u>TIROLER WASSERKRAFTWERKE AG (TIWAG)</u>                  | 85  |
|      | (Dipl.-Ing. H.SCHWAB)                                       |     |
| 12.1 | Entwicklung der Fernüberwachung                             | 85  |
| 12.2 | Beschreibung des derzeitigen Zustandes der Fernüberwachung  | 87  |
| 12.3 | Zuverlässigkeit und Erfahrungen                             | 103 |
| 13.  | <u>VORARLBERGER ILLWERKE A.G. (VIW)</u>                     | 107 |
|      | (Dipl.-Ing.Dr.techn.E.PÜRER)                                |     |
| 13.1 | Entwicklung der Fernüberwachung                             | 107 |
| 13.2 | Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung    | 107 |
| 13.3 | Betriebserfahrungen   | 109 |
| 13.4 | Zukünftige Entwicklung                                      | 110 |
| 14.  | <u>VORARLBERGER KRAFTWERKE AG (VKW)</u>                     | 111 |
|      | (Dipl.-Ing. H.NEYER)  |     |
| 14.1 | Entwicklung der Fernüberwachung                             | 111 |
| 14.2 | Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung    | 111 |



# 1. GEDANKEN ZUR AUTOMATISIERUNG DER TALSPERRENÜBERWACHUNG

## 1.1 Einleitung

Bei der Planung und Ausführung technischer Anlagen gilt seit jeher die Vorsorge für eine ausreichende Sicherheit gegen Versagen als oberstes Gesetz der Ingenieure. Da auch die durch die Medien sicher beeinflusste öffentliche Meinung gegenüber Sicherheitsfragen in den letzten Jahren sensibler wurde, wird auch die Sicherheit der Talsperren mehr und mehr diskutiert. Talsperren zählen ohne Zweifel zu jenen Ingenieurbauten unserer Zeit, deren Versagen große Katastrophen auslösen kann und in der Vergangenheit auch einige Male ausgelöst hat. Da sie auch nicht, wie zum Beispiel Brücken, vor der Inbetriebnahme einer Probelastung, vielleicht sogar Überlastung unterzogen werden können, gehören Talsperren auch seit Jahrzehnten zu den wenigen Bauwerken, die einer ständigen meßtechnischen Überwachung unterliegen.

Die Sicherheit einer Talsperre hängt aber nicht nur von der Qualität des Entwurfes und der Bauausführung ab, auch die Instandhaltung und Überwachung während des Betriebes ist von wesentlicher Bedeutung. Die folgenden Überlegungen beziehen sich ausschließlich auf den Bereich Sperrkörper und -untergrund, nicht aber auf die Betriebseinrichtungen. Es braucht nicht besonders betont zu werden, daß die Funktionstüchtigkeit der Betriebseinrichtungen durch eine sorgfältige Wartung und fallweise Überprüfung gewährleistet werden muß. Dies gilt besonders für die Hochwasserentlastungsanlagen vor jenem Zeitraum, in dem erfahrungsgemäß mit Hochwasser zu rechnen ist. Sollten Erfahrungswerte die ausreichende Dimensionierung und zweckmäßige Anordnung der Hochwasserentlastungsanlage als unzureichend erscheinen lassen, müssen entsprechende bauliche oder betriebliche Maßnahmen getroffen werden.

Bei allen Talsperren werden je nach ihrer Größe, Bauweise und Bedeutung Meßeinrichtungen eingebaut, um exakte Daten über ihr Verhalten zu bekommen. Allerdings ist darüber hinaus auch die regelmäßige Begehung der Talsperre weiterhin unbedingt erforderlich, da nicht alle Veränderungen durch gemessene Daten frühzeitig erkennbar sein müssen.

Wenn auch plötzliche Veränderungen im Verhalten einer Talsperre, die zu einem plötzlichen Bruch führen können, äußerst unwahrscheinlich sind, so ist doch eine ständige Kontrolle anzustreben. Nun ist fachlich geeignetes, verlässliches Personal für tägliche Routinearbeit nicht nur kostenaufwendig, sondern es besteht auch die Gefahr, daß durch die Einförmigkeit einer jahrelangen Führung gleichbleibender Meßwertprotokolle Veränderungen übersehen werden. Daher ist die meß- und nachrichtentechnische Entwicklung der letzten Jahrzehnte auch für die Automatisierung der Messung, der Fernübertragung in ständig besetzte Zentralen, die Sammlung und die Auswertung der Meßdaten, vor allem im Hinblick auf eine laufende Grenzwertkontrolle eingesetzt worden. Dies ermöglicht nicht nur die Schaffung besserer Unterlagen für die Beurteilung des Zustandes einer Talsperre, sondern auch die ständige Kontrolle von Talsperren, die entweder entlegen oder zu manchen Jahreszeiten kaum zugänglich sind.

Nun dienen die Überwachungseinrichtungen einer Talsperre im wesentlichen zwei Zielen:

- der Kontrolle der Sicherheit im Hinblick auf Veränderungen mit zunehmendem Alter oder einen Bruch, um rechtzeitig gegebenenfalls notwendige Maßnahmen zur Erhaltung des Bauwerkes und seiner Sicherheit einleiten zu können und
- der Analyse ihres strukturellen Verhaltens aus wissenschaftlicher Sicht, um verbesserte Grundlagen für künftige Talsperren zu erhalten.

Die Gesamtheit der Überwachungseinrichtungen wird vor allem von der Größe und Type des Bauwerkes sowie von dessen Bedeutung abhängen. In der Praxis wird allerdings

auch zwischen bereits seit langer Zeit bestehenden und neu zu errichtenden Talsperren zu unterscheiden sein. Bei alten Talsperren, deren Verhalten gleichbleibend unbedenklich ist, wird man im allgemeinen mit einigen wenigen Meßwerten zur Kontrolle der Sicherheit das Auslangen finden. Bei neuen Talsperren wird man ein umfangreiches Meßsystem einbauen, um zumindest in den ersten Betriebsjahren auch eine theoretische Analyse zur Überprüfung der Entwurfsdaten durchführen zu können.

Bei den Meßeinrichtungen ist weiters zu unterscheiden zwischen jenen, die Einflüsse auf das Bauwerk und jenen, die die Reaktion des Bauwerkes auf diese Einflüsse messen. Zu den ersteren gehören klimatologische und hydrologische Daten, die Stauspiegelhöhe, aber auch Poren-, Berg- und Kluftwasserdrücke, die allerdings bereits stauabhängig sein können. Zu den letzteren gehören alle Verformungsmessungen von Bauwerk und Untergrund sowie die Messung von Wassermengen, sei es aus Dränagen oder anderen Durchtrittsstellen.

Die Häufigkeit der Ablesung der Meßeinrichtungen hängt von der Bedeutung, der Betriebsphase und vom Alter der Talsperre ab. Während des ersten Aufstaus ist eine kontinuierliche Überwachung und Auswertung aller Meßdaten unerlässlich. Bei erwartungsgemäßem Verhalten wird in den Folgejahren eine laufende Grenzwertkontrolle und die Auswertung der Meßdaten in größeren Zeitabschnitten genügen. Besonders wird auf Veränderungen gegenüber den Vorjahren bei gleichbleibenden äußeren Einflüssen zu achten sein. Wenn sich derartige Veränderungen anzeigen, ist eine eingehende Analyse unumgänglich, um die Ursachen feststellen und erforderlichenfalls Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

## 1.2 Auswahl der Meßeinrichtungen

Die automatische Erfassung und Registrierung der Meßdaten wäre zwar grundsätzlich für alle Meßgeräte anzustreben, da eine umfangreiche Datenbank eine Strukturanalyse wesentlich erleichtert. Dies wird allerdings meist auf Grund von Überlegungen bezüglich Aufwand und Erfolg nicht vertretbar sein, umsomehr als zumindest in den späteren Betriebsjahren bei vielen Meßgeräten eine wöchentliche oder gar monatliche Ablesung genügt, die während den aus anderen Gründen erforderlichen regelmäßigen Kontrollgängen durchgeführt wird.

Die Höhe des Speicherspiegels wird wohl bei allen Talsperren schon aus betrieblicher Sicht automatisch gemessen, in die Kraftwerkszentrale übertragen und registriert. Anzustreben ist weiters auch eine automatische Erfassung, Grenzwertkontrolle und Registrierung jener Meßwerte, die für die Sicherheitskontrolle der Talsperre erforderlich sind. Zumindest die Überschreitung von Grenzwerten muß in einer ständig besetzten Zentrale optisch oder akustisch dem Überwachungspersonal angezeigt werden, damit den Ursachen derartiger Überschreitungen nachgegangen werden kann.

Die Auswahl der für die Sicherheit einer Talsperre maßgebenden Meßeinrichtungen kann zunächst nach allgemeinen Leitlinien erfolgen, muß aber jedenfalls unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenheiten jedes Bauwerkes ergänzt werden. Für diese Auswahl gibt die Ausarbeitung eines ICOLD-Komitees (ICOLD, 1981) eine wertvolle Hilfe, das sich mit Schadensfällen an Talsperren, deren Entdeckung und Sanierung befaßt hat. Dieser Ausarbeitung ist zunächst zu entnehmen, daß die meisten Schadensfälle anlässlich einer Begehung visuell festgestellt wurden. Es muß daher immer wieder darauf hingewiesen werden, daß regelmäßige Begehungen der Talsperren einen wesentlichen Bestandteil der Sicherheitskontrolle darstellen.

|                     |        | Staudämme  |               |       |       | Staumauern |          |               |       |
|---------------------|--------|------------|---------------|-------|-------|------------|----------|---------------|-------|
|                     |        | Untergrund | Sperrenkörper | beide | Summe | Untergrund | Material | Sperrenkörper | Summe |
| Direkte Beobachtung |        | 92         | 250           | 59    | 401   | 51         | 145      | 81            | 277   |
| Wasser              | Mengen | 37         | 30            | 17    | 84    | 28         | 29       | 7             | 64    |
|                     | Drücke | 26         | 10            | 7     | 43    | 12         | 2        | 2             | 16    |
| Verformungen        |        | 8          | 52            | 9     | 69    | 10         | 12       | 11            | 33    |
| Materialprüfungen   |        | -          | -             | -     | -     | 4          | 32       | 6             | 42    |
| Sonstige            |        | 13         | 16            | 5     | 34    | 5          | 25       | 29            | 59    |

Bei der Planung der Überwachungseinrichtungen einer Talsperre ist zu unterscheiden zwischen jenen Meß- und Beobachtungseinrichtungen, die für die Beurteilung der Sicherheit während des späteren Betriebes erforderlich sind und jenen, die für die Analyse ihres Verhaltens, insbesondere während der Bauzeit und der ersten Stau-perioden erforderlich sind. Im folgenden sollen nur jene Einrichtungen behandelt werden, die für die automatische Sicherheitsüberwachung während des späteren Betriebes zweckmäßig erscheinen.

### 1.2.1 Verformungen

Bezüglich der Bedeutung des Verformungsverhaltens für die Sicherheitsüberwachung muß nach Talsperrentypen unterschieden werden. Bei Dämmen dürften die Horizontal- und Vertikalverschiebungen für die Beurteilung der Standsicherheit kaum maßgebend sein, solange sie die Dichtheit der Sperre nicht beeinflussen.

Bei Gewichtsmauern, deren vertikale Blockfugen nicht injiziert sind, müßten eigentlich die Verschiebungen jedes Blockes überwacht werden. Bei dieser Talsperrentype dürften auch die Verschiebungsmessungen an der Krone, sei es durch Lotanlagen, kombiniert mit Verschiebungsmessungen an den Blockfugen oder auch geodätische Messungen, genügen, da sich jede Verschiebung an der Aufstandsfläche zumindest in der gleichen Größenordnung auch an der Krone widerspiegelt.

Bei monolithischen Mauern, seien es Gewichtsmauern mit injizierten Blockfugen oder Bogenmauern, ist die Verschiebung der Krone sicher in Hinblick auf die Beurteilung des Langzeitverhaltens von Bedeutung. Für die momentane Beurteilung des Verhaltens von Mauer und Untergrund dürften jedoch die Kronenverschiebungen allein kaum geeignet sein, da örtliche Schwächezonen, sei es im Sperrenkörper oder im Sperrenuntergrund, jedenfalls zunächst durch Kraftumlagerungen vom gesamten Sperrenkörper weitestgehend ausgeglichen und sich zumindest im Frühstadium kaum auf die Kronenverschiebung auswirken werden.

Da allfällige Schäden eher vom Untergrund des Sperrenkörpers ausgehen, dürften Verformungsmessungen an der Aufstandsfläche für die Beurteilung der Sicherheit eher maßgebend sein. Allerdings sind größere Untergrundverformungen meist auch von einer



Zunahme der Wasserdurchtritte begleitet, sodaß auch hier die Bedeutung der Wassermengenmessungen zu unterstreichen ist.

### 1.2.2 Wasserdrücke

Bei großen Dämmen sind Porenwasserdruckmessungen im Dichtungskern und allenfalls im luftseitig des Dichtungselementes gelegenen Stützkörper anzustreben. Sohl-, Berg- und Kluftwasserdruckmessungen sollten luftseits des Dichtungselementes bei allen Talsperren vorgesehen werden. Die Anzahl der Meßstellen, die Häufigkeit der Messungen werden für jede Talsperre nach den örtlichen Gegebenheiten festzulegen sein. Die Überwachung der Wasserdrücke ist auch zur Überprüfung der Dränagewirkung zweckmäßig.

### 1.2.3 Wassermengen

#### 1.2.3.1 Im Einzugsgebiet

Bei Hochwasserentlastungsanlagen mit mechanischen Verschlüssen sollten, wenn eine sinnvolle Möglichkeit gegeben ist, im Einzugsgebiet des Speichers Niederschlag- oder Abflußmeßstellen angeordnet werden, um bei Hochwasserwellen rechtzeitig die Verschlüsse in Betrieb setzen zu können.

#### 1.2.3.2 Wasserdurchtritte

Für die Überwachung am wichtigsten sind bei allen Talsperrentypen die Wassermengenmessungen aus zweckmäßig angeordneten Dränagesystemen entlang der gesamten Aufstandsfläche und luftseits des Dichtungselementes bei Dämmen. Wassermengenmessungen stellen bei geeigneter Anordnung Summenmessungen über das gesamte Bauwerk dar. Eine abschnittsweise Unterteilung der Wassermengenmessung ist zur rascheren Ortung allfälliger undichter Bereiche und zur Erhöhung der Genauigkeit jedenfalls zweckmäßig, für die Fernübertragung dürfte jedoch im allgemeinen die Summenmessung genügen. Bei einem richtig angeordneten und funktionierenden Dränagesystem können höhere Sohl- und Kluftwasserdrücke über große Flächen (und nur dann können sich diese zu bedeutenden Kräften summieren) ausgeschlossen werden. Bei größeren Wassermengen sind auch Messungen des Schwebstoffgehaltes zweckmäßig.

#### 1.2.4 Seismische Messungen

Die vielfach geforderten seismischen Meßeinrichtungen sind vor allem in Gebieten mit geringer Seismizität nur von wissenschaftlichem Interesse, da eine Erdbebenvorhersage nach dem derzeitigen Stand des Wissens kaum möglich ist. Die Schadensstatistik zeigt eine überraschend geringe Anzahl von Schäden, die auf Erdbebenwirkungen zurückzuführen sind. Daher gehören diese Messungen mehr in das Gebiet der Grundlagenforschung als zur Sicherheitskontrolle.

Eine endgültige Festlegung der für die Dauerüberwachung der Sicherheit einer Talsperre erforderlichen Meßwerte kann im allgemeinen erst auf Grund der Erfahrungen der ersten Betriebsjahre erfolgen.

### 1.3 Zur Frage der Grenzwerte

#### 1.3.1 Einleitung

Eine teilweise Automatisierung der Sicherheitsüberwachung muß zunächst eine Plausibilitätskontrolle der Meßwerte und dann einen Vergleich mit Soll- bzw. Grenzwerten einschließen.

Die vor jeder automatischen Registrierung durchzuführende Plausibilitätskontrolle soll Fehler im Meßgerät, im Meßverfahren oder auch in der Übertragung der Meßwerte aufzeigen. Im einfachsten Fall genügen unmittelbar anschließend durchgeführte Wie-

derholungsmessungen, um zufällige Fehler auszuschalten. Bestätigen sich jedoch die Abweichungen auch bei der Wiederholung der Messungen, so ist ebenso wie bei einer Grenzwertüberschreitung zunächst durch einen Spezialisten die Verlässlichkeit der Messungen gegebenenfalls durch eine händische Messung vor Ort zu überprüfen. Bestätigt sich die Richtigkeit des außergewöhnlichen Meßergebnisses, sind eine sofortige Besichtigung des gesamten Bauwerkes durch zuständige Fachleute und eine fundierte Analyse aller Meßwerte vorzunehmen. Die weitere Vorgangsweise ist jedenfalls von qualifizierten Fachleuten festzulegen und soll nicht durch einen automatisch ausgelösten Alarm präjudiziert werden.

Für die Festlegung von Grenzwerten sind zwei zeitlich unterschiedliche Phasen zu unterscheiden: Während des ersten Aufstaus ist lediglich ein Vergleich mit den vom Entwurf der Talsperre her verfügbaren theoretischen Daten und Erfahrungen bei ähnlichen Talsperren möglich. In dieser ersten Phase soll daher ein umfangreicheres Meß- und Beobachtungsprogramm durchgeführt werden, als für die Automatisierung vorgesehen ist. Auch soll sich in dieser Phase ein Team von Fachleuten mit der Talsperre beschäftigen, sodaß eine Automatisierung oder Grenzwertkontrolle höchstens zur Überprüfung der Übertragungseinrichtungen sinnvoll ist.

Während der späteren Stauperioden stehen jedoch zusätzlich bereits Erfahrungswerte zur Verfügung, die jedenfalls in die Festlegung der zulässigen Grenzwerte einzubeziehen sind. Daraus ergeben sich nun verschiedene Möglichkeiten für die Festlegung der Grenzwerte.

#### 1.3.2 Festlegung von Extremwerten

Die einfachste Möglichkeit besteht in der Festlegung von Extremwerten, die dann stau- und jahreszeitunabhängig als Kriterium herangezogen werden. Dies ist insofern berechtigt, da diese Extremwerte wenigstens annähernd auch tatsächlich bereits aufgetreten sind, ohne daß die Talsperre einen Schaden erlitten hätte. Bei einer derartigen Festlegung werden aber die äußeren Einflüsse auf die Talsperre nicht berücksichtigt. So kann ein Ansteigen der Wasserdurchtritte bei niedrigem Stau auf Werte, die normalerweise erst bei höherem Stau auftreten, bereits ein Anzeichen für sich anbahnende nachteilige Veränderungen sein. Es wird daher von Fall zu Fall zu überprüfen sein, ob diese einfachste Form der Grenzwertüberwachung ausreicht.

#### 1.3.3 Gleitende Grenzwerte

Wesentlich aussagekräftiger ist der Vergleich der Meßwerte mit Grenzwerten, die aus dem Beanspruchungszustand der Talsperre abgeleitet werden, also im wesentlichen stau- und jahreszeitabhängig sind.

Im allgemeinen wird die Festlegung derartiger Grenzwerte, die stufenweise monatlich eingestellt oder für jeden Meßzeitpunkt aus einer Formel abgeleitet werden, mit Hilfe von mathematischen Modellen erfolgen müssen. Hiefür stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, in denen die verschiedenen äußeren Einflüsse auf die Sperre Berücksichtigung finden.

##### 1.3.3.1 Deterministische Modelle

Das dem Sperrenentwurf zugrundeliegende Berechnungsverfahren ermöglicht es, bei mehr oder weniger bekannten physikalischen und rheologischen Eigenschaften des Sperrenkörpers und -untergrundes eine Beziehung zwischen beliebigen äußeren Einflüssen und der Reaktion des Bauwerkes herzustellen. Die deterministischen Modelle bieten während des ersten Aufstaus die einzige Möglichkeit für einen Vergleich mit den Meßwerten, doch müssen die kritische Beurteilung und insbesondere die aus den Vergleichen zu ziehenden Schlußfolgerungen unbedingt Fachleuten überlassen werden.

Deterministische Modelle können normalerweise nicht für Wasserdurchtritte verwendet werden. Auch dürfte es mit deterministischen Modellen derzeit noch kaum möglich sein, in umfassender Weise das Verhalten von Schüttdämmen zu beschreiben.

#### 1.3.3.2 Statistische Modelle

Nach Vorliegen einer ausreichend langen Meßreihe ist es meist möglich, durch Korrelationsrechnungen bzw. Regressionsanalysen den Anteil einzelner äußerer Einflüsse auf die Reaktion der Talsperre zurückzurechnen. Damit wird es dann möglich, aus den im allgemeinen leicht zu erfassenden äußeren Einflüssen, wie den Stauspiegel und bei Betonmauern die Luft- und Wassertemperatur, "Normalwerte" für die Reaktion der Talsperre abzuleiten, die dann mit den tatsächlich gemessenen Reaktionen verglichen werden können.

#### 1.3.3.3 Hybride Modelle

Hybride Modelle, die letztlich eine Kombination der beiden vorgenannten Modelle darstellen, erfordern längere Meßreihen von möglichst vielen Kennwerten für die Reaktion von Talsperre und Untergrund. Bei diesem Verfahren wird zunächst mittels der statistischen Verfahren die betrachtete Gesamtreaktion auf einzelne Einflußfaktoren zurückgeführt, dann werden die physikalischen und rheologischen Eigenschaften von Sperrkörper und Untergrund im deterministischen Modell so variiert, daß die Ergebnisse mit der gemessenen Reaktion übereinstimmen.

Wenn die sich dabei ergebenden Materialeigenschaften plausibel sind, können Berechnungsverfahren und Verhalten der Talsperre als zufriedenstellend betrachtet werden. Ergeben sich unwahrscheinliche Materialeigenschaften bei äußerlich zufriedenstellendem Verhalten der Talsperre, so ist das Berechnungsverfahren zu überprüfen und zu verbessern. Mit diesem Verfahren bietet sich die Möglichkeit zur Verbesserung der theoretischen Grundlagen für den Entwurf künftiger Talsperren, die weitestgehend genutzt werden sollte.

#### 1.3.4 Die Toleranzgrenzen

Bei allen Modellen ist die Annahme gewisser Toleranzgrenzen erforderlich, die sich aus Meßungenauigkeiten, aber auch geringfügigen, in den zwangsläufig vereinfachten Modellen nicht erfaßten äußeren Einflüssen zusammensetzen. Bei den statistischen Modellen ist die Festlegung dieser Toleranzgrenzen verhältnismäßig einfach, da sich bei diesem Verfahren die Streubreite der Verteilung der beobachteten Abweichungen im normalen Verhaltensbereich während eines ausreichend langen Zeitraumes bereits rechnerisch ergibt. Bei den anderen Verfahren wird dieser Toleranzbereich unter Berücksichtigung der Erfahrungen mit anderen vergleichbaren Talsperren festzulegen sein.

Weiters hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Messungen für die Sicherheitsüberwachung während der späteren Betriebsjahre nicht auf den Meßbeginn zu beziehen, sondern auf einen späteren Zeitpunkt bei möglichst tiefem Stau, da die bei allen Talsperren normalerweise auftretenden bleibenden Veränderungen während der ersten Stauperioden kaum von Bedeutung sind.

### 1.4 Entscheidungsstrategien bei abnormalem Verhalten

Wenn also nun tatsächlich das Verhalten des Bauwerkes nicht den Erwartungen entspricht, so muß zunächst entschieden werden, ob eine akute Verminderung der Sicherheitsreserven des Bauwerkes und damit eine Gefährdung der im öffentlichen Interesse erforderlichen Sicherheit gegeben ist. Diese Entscheidung wird jedenfalls erleichtert, je umfangreicher das für die zuständigen Fachleute zur Verfügung stehende Datenmaterial und dessen Analyse sind. Allgemein gültige Richtlinien



können für einen derartigen Fall nicht gegeben werden, daher entzieht sich eine derartige Entscheidung auch der Möglichkeit einer Automatisierung.

Im Falle einer akuten Gefährdung bleibt nur die Absenkung des Stauspiegels und, wenn dies nicht in der erforderlichen Zeit möglich ist, die Alarmierung der sich unterhalb der Talsperre aufhaltenden Bevölkerung in einem nach den örtlichen Gegebenheiten festzulegenden Bereich.

Im allgemeinen bleibt jedoch bei zweckmäßiger Anordnung und ausreichend dichter Ableseung der Meßeinrichtungen genügend Zeit, um die Schadensursache eingehend zu analysieren und Abhilfemaßnahmen einzuleiten. Die Auswirkungen der ins Auge gefaßten Abhilfemaßnahmen müssen vor ihrer Inangriffnahme jedoch insofern eingehend geprüft werden, ob damit die eigentliche Schadensursache mit Sicherheit erfaßt und sekundäre ungünstige Auswirkungen auf das weitere Verhalten von Bauwerk oder Untergrund ausgeschlossen werden können.

### 1.5 Zusammenfassung

Zunächst ist festzustellen, daß derzeit das Ziel einer vollautomatischen verlässlichen Sicherheitskontrolle unter Ausschaltung menschlicher Eingriffe nicht erreichbar scheint. Die häufigen Besichtigungen durch das Betriebspersonal und die periodische Besichtigung durch Fachleute sind unentbehrlich, um die Sicherheit und die Entwicklung von Alterungserscheinungen zu überprüfen.

Die Automatisierung der meßtechnischen Überwachung zusammen mit dem Aufbau einer umfassenden Datenbank mit allen Meßwerten bietet jedoch mehrere wesentliche Vorteile.

- Sie ermöglicht die ständige Kontrolle der für das betreffende Bauwerk als maßgeblich erkannten Meßwerte, ob sie in dem als zulässig festgelegten Bereich bleiben, ohne daß ständig Personal damit befaßt ist. Hiefür ist eine verlässliche Wartung der gesamten Meßanlage erforderlich.
- Die Datenbank ermöglicht auch weit zurückreichende Analysen des Verhaltens von Bauwerk und Untergrund, sodaß Tendenzen zur Veränderung frühzeitig erkannt werden können.
- Die Ergebnisse einer wissenschaftlichen Analyse werden umso verlässlicher, je umfangreicher das zur Verfügung stehende Grundmaterial ist. Damit können aber auch bessere Grundlagen für die Projektierung künftiger Talsperren geschaffen werden.
- Im Falle eines abnormalen Verhaltens bietet eine umfangreiche Datenbank den zuständigen Fachleuten die Möglichkeit, ihre Beurteilung und allfällige Entscheidungen besser untermauern zu können.

In kritischen Situationen liefert die Fernübertragung unmittelbar jene charakteristischen Meßwerte, die eine außerordentliche Hilfe für rasche Entscheidungen bilden können.

Es wird daher zweckmäßig sein, die derzeitige Tendenz zur Automatisierung der meßtechnischen Überwachung von Talsperren und die Auswertung der Meßergebnisse fortzusetzen, wobei allerdings Überlegungen zur Vertretbarkeit des wirtschaftlichen Aufwandes in Hinblick auf den erreichbaren Erfolg angestellt werden müssen. Jedenfalls können für den Umfang der Meßeinrichtungen und den Grad der Automatisierung keine allgemein gültigen Richtlinien angegeben werden, diese Frage muß immer von Fall zu Fall entschieden werden.

LITERATUR-VERZEICHNIS

Automated Observation for the Safety Control of Dams  
ICOLD - Bulletin Nr. 41, 1982

Committee on Deterioration of Dams and Reservoirs  
Final report, reduced edition, January 1984

Petzny H., Widmann R.  
Instrumentation and Interpretation Procedures in Large Dams in Austria  
ICOLD - G.P.5., 1970

Petzny H., Schober W., Widmann R.  
Messungen an österreichischen Talsperren  
Die Talsperren Österreichs, Heft 23, 1977

## 2. ZUM STAND DER FERNÜBERWACHUNG ÖSTERREICHISCHER TALSPERREN

Die Notwendigkeit von Fernmessungen ergab sich aus der Forderung nach ständiger Überwachung während des ganzen Jahres bei vielen österreichischen Talsperren, die in größerer Entfernung von Dauersiedlungen liegen, zusammen mit der Schwierigkeit, verlässliches Personal für einen Schichtdienst zu finden. Der Einsatz der in den letzten Jahrzehnten entwickelten Möglichkeiten der Fernmelde- und Computertechnik brachte nicht nur eine intensiviertere, kontinuierliche Überwachung, sondern auch eine meist kurzfristige Amortisation durch die Verringerung des Personalaufwandes.

Über die allgemeine meßtechnische Überwachung der österreichischen Talsperren wurde unter anderem bereits früher (PETZNY, 1977) in dieser Schriftenreihe berichtet. Über den derzeitigen Stand der Fernüberwachung österreichischer Talsperren geben die folgenden Tabellen einen Überblick, gegliedert in Betonmauern (Bogen- und Gewichtsmauern) und Schüttdämme.

Die Übersicht zeigt, daß aus betrieblichen Gründen bei allen Talsperren unabhängig von ihrer ganzjährigen Erreichbarkeit eine Fernübertragung der Stauhöhe in die Zentralwarte eingerichtet wurde. Weiters wird bei fast allen Betonmauern die Lufttemperatur an der Sperrenstelle in die Fernübertragung einbezogen, während dies bei den Schüttdämmen eher eine Ausnahme ist.

Bei allen Betonmauern werden weiters die Verformungen meist nur des Sperrenkörpers für eine Fernübertragung erfaßt, während bei Schüttdämmen keine Verformungsmessungen und nur in einem Sonderfall Untergrundverformungen übertragen werden. Wasserdrukmessungen werden bei allen Sperrentypen nur in Sonderfällen durchgeführt, wohl weil ihre Aussagekraft wegen der nur örtlichen Erfassung der Druckverhältnisse im allgemeinen gering ist. Hingegen sind bei allen Staudämmen Sickerwassermengenmessungen in die Fernüberwachung einbezogen. Bei den meisten Staumauern unter etwa 50 m Höhe wird eine Fernüberwachung der Wasserdurchtritte nicht durchgeführt, wohl weil die Gründung auf einem ausreichend dichten, nicht erosionsgefährdeten und infolge der geringen Mauerhöhe wenig beanspruchten Felsuntergrund erfolgen konnte.

Betontemperaturmessungen werden im allgemeinen nur bei Bogenmauern fernübertragen, da sie bei diesen für die Deutung der Verformungen von Interesse sein können.

Bei einigen österreichischen Talsperren erfolgt auch die Überwachung von Sperre und Stauraum mit einer Fernsehanlage.

Im allgemeinen werden die Fernmeßwerte in der Zentralwarte registriert, in einigen Fällen wird schon an der Sperre der Meßwert mit einem Grenzwert verglichen und nur eine Grenzwertüberschreitung in der Zentralwarte angezeigt. Zur Grenzwertüberwachung ist festzustellen, daß im allgemeinen eine konstante, allenfalls periodisch nachgestellte Grenzwerteinstellung als ausreichend angesehen wird und eine gleitende Grenzwertüberwachung nur bei einigen größeren Talsperren in Planung begriffen ist. Für die grenzwertüberwachten Daten ist im allgemeinen ein optisches oder akustisches Signal in der Zentralwarte vorhanden.

Zusammenfassend kann daher festgestellt werden, daß

- zwar für die neueren Talsperren mehr Meßwerte in die Fern- und Grenzwertüberwachung einbezogen sind,
- aber auch für fast alle alten Talsperren mindestens für einen als maßgebend erachteten Meßwert eine Grenzwertüberwachung nachträglich installiert wurde und
- die mit der Entwicklung der Computer möglich gewordene gleitende Grenzwertüberwachung schrittweise bei den größeren österreichischen Talsperren eingeführt wird.

| Nummer gemäß österr. Tal-sperrstatistik 1977 | Name der Sperre | Eigentümer | Kenndaten |  | ganztjährig erreichbar | Fernmessung    |              |             |              |                      |                | Grenzwertüberwachung |              |             |              |              |             |              |              |             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|-----------------|------------|-----------|--|------------------------|----------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|----------------|----------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |                 |            | Höhe<br>m | Speicher-<br>inhalt<br>m <sup>3</sup><br>1 000 |                        | Lufttemperatur | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen | Betontempe-<br>ratur | bei der Sperre | *                    | konstant     |             |              | periodisch   |             |              | gleitend     |             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  |                 |            |           |  |                        |                |              |             |              |                      |                |                      | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12   | Gerlos          | TKW        | 39        | 700  | ja                     | •              | 5            | -           | -            | •                    | 0              | •                    | (5)          | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |   |
| 15   | Salza           | STEWEAG    | 52        | 11 000   | ja                     | •              | 1            | -           | 1            | -                    | •              | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |   |
| 17   | Hierzmann       | STEWEAG    | 58        | 7 600  | ja                     | •              | 1            | -           | 1            | -                    | •              | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |   |
| 18   | Ranna           | OKA        | 45        | 2 350  | ja                     | •              | 1            | -           | 1            | -                    | •              | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |   |
| 19   | Limberg         | TKW        | 120       | 83 000   | ja                     | •              | 3            | -           | 2            | -                    | •              | 3                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |   |
| 21a  | Möll            | TKW        | 93        | 3 200  | nein                   | •              | 5            | -           | 5            | -                    | •              | 5                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |   |
| 22   | Dobre           | NEWAG      | 52        | 21 000   | ja                     | •              | 2            | -           | -            | -                    | -              | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |
| 26b  | Drossen         | TKW        | 112       | 85 000   | ja                     | •              | 2            | -           | 2            | -                    | -              | 2                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |
| 27   | Ottenstein      | NEWAG      | 69        | 73 000   | ja                     | •              | 2            | -           | -            | -                    | -              | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |
| 38   | Kops            | VIW        | 120       | 44 500   | ja                     | •              | 5            | -           | 0            | (106)                | •              | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |
| 43   | Schlegeis       | TKW        | 131       | 127 000  | nein                   | •              | 17           | 12          | 3            | 6                    | -              | •                    | 1            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |
| 50   | Klaus           | EKW        | 55        | 12 600   | ja                     | •              | 1            | -           | 1            | 1                    | •              | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |
| 54   | Kölnbrein       | ÖDK        | 200       | 200 000  | nein                   | •              | 104          | 147         | 10           | 63                   | •              | •                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 55   | Sölk            | STEWEAG    | 39        | 1 700  | ja                     | •              | 1            | -           | -            | 2                    | -              | •                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 25   | Wiederschwing   | KELAG      | 30        | 1 150  | ja                     | •              | 1            | -           | -            | -                    | -              | •                    | (1)          | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -            | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |   |



G E W I C H T S M A U E R N

| Nummer gemäß österr. Taif-Sperrenstatistik 1977 | Name der Sperre         | Eigentümer | Kenndaten |   |          | ganzjährig erreichbar | Fernmessung    |              |             |                 |          | Grenzwertüberwachung |             |              |              |             |              |                |   |   |
|---|-------------------------|------------|-----------|---|----------|-----------------------|----------------|--------------|-------------|-----------------|----------|----------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|---|---|
|   |                         |            | Höhe<br>m | Speicher-<br>inhalt<br>1 000 m <sup>3</sup> | Stauhöhe |                       | Lufttemperatur | Sperrung     |             |                 | Stauhöhe | konstant             |             | periodisch   |              | gleitend    |              | Fernseh-Anlage |   |   |
|   |                         |            |           |   |          |                       |                | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen    |          | Verformungen         | Wasserdücke | Wassermengen | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen |                |   |   |
|   |                         |            |           |   |          | Speicher              | Anzahl         |              |             | bei der Sperre. | *        |                      |             |              |              |             |              |                |   |   |
| 6a  | Spullersee-Süd          | ØBB        | 39        | 15 700                                      | •        | nein                  | •              | 1            | 12          | 1               | -        | •                    | -           | -            | 1            | -           | -            | -              | - | - |
| 6b  | Spullersee-Nord         | ØBB        | 28        |   | •        |                       | •              | 1            | -           | 1               | -        | •                    | 0           | -            | 1            | -           | -            | -              | - | - |
| 9   | Vermunt                 | VIW        | 50        | 5 400                                       | •        |                       | -              | 1            | -           | -               | -        | •                    | -           | -            | -            | -           | -            | -              | - | - |
| 13a   | Silvretta               | VIW        | 80        | 39 100                                      | •        | ja                    | -              | 1            | -           | 0               | -        | •                    | -           | -            | -            | 1           | -            | -              | - | - |
| 21b   | Margaritze              | TKW        | 40        | 3 200                                       | •        | nein                  | •              | 3            | -           | 1               | 3        | -                    | •           | -            | -            | -           | -            | 1              | - | 0 |
| 24  | Weißsee                 | ØBB        | 38        | 16 000                                      | •        | ja                    | •              | 1            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | 3            | -           | -            | -              | - | - |
| 26a   | Mooser                  | TKW        | 107       | 85 000                                      | •        | ja                    | •              | 5            | -           | 2               | -        | -                    | -           | -            | 5            | -           | -            | -              | 5 | 2 |
| 29  | Großer Mühlendorfersee  | ØDK        | 46,5      | 7 700                                       | •        | ja                    | •              | 1            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | -            | -           | -            | -              | - | - |
| 30  | Kleiner Mühlendorfersee | ØDK        | 41        | 2 800                                       | •        | ja                    | •              | 1            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | -            | -           | -            | -              | - | - |
| 31  | Hochalm                 | ØDK        | 24,5      | 4 100                                       | •        | nein                  | •              | -            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | -            | -           | -            | -              | - | - |
| 33  | Lünersee                | VIW        | 28        | 94 100                                      | •        | ja                    | •              | 1            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | -            | -           | -            | -              | - | - |
| 35  | Amer                    | ØBB        | 31        | 5 500                                       | •        | ja                    | •              | 1            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | 1            | -           | -            | -              | - | - |
| 41  | Raggal                  | VKW        | 48        | 2 400                                       | •        | ja                    | •              | 5            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | -            | (5)         | -            | -              | - | - |
| 46  | Tauerntmoos             | ØBB        | 53        | 55 300                                      | •        | ja                    | •              | 2            | -           | -               | -        | -                    | -           | -            | 8            | -           | -            | -              | 5 | - |

\*) in ständig besetzte Dienststelle

| Nummer gemäß Österr. Tal-<br>sperrenstatistik 1977 | Name<br>der<br>Sperrung | Figentümer | Kenndaten |                     | ganzjährig erreichbar | Fernmessung    |              |             |              | Grenzwertüberwachung |              |             |              |              |             |              |              |             |                |              |              |             |              |
|--|-------------------------|------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
|  |                         |            | Höhe      | Speicher-<br>inhalt |                       | Speicher       | Sperrung     |             |              | * bei der Sperrung   |              |             | konstant     |              | periodisch  |              | gleitend     |             | Fernseh-Anlage |              |              |             |              |
|  |                         |            | m         | 1 000 m³            |                       | Lufttemperatur | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen | Anzahl               | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen | Verformungen | Wasserdücke |                | Wassermengen | Verformungen | Wasserdücke | Wassermengen |
| 3  | Gosau                   | OKA        | 17        | 24 700              | ja                    | •              | -            | -           | 1            | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 16   | Hollersbach             | SAFE       | 16        | 135                 | ja                    | •              | -            | -           | 1            | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 28   | Rotgüldensee            | SAFE       | 18        | 3 000               | nein                  | •              | -            | -           | 1            | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 37   | Freibach                | KELAG      | 41        | 5 500               | ja                    | •              | -            | -           | 2            | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 39   | Gepatsch                | TIWAG      | 153       | 138 000             | ja                    | •              | -            | -           | 1            | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | 0            |
| 40   | Dießbach                | SAFE       | 36        | 4 800               | nein                  | •              | -            | -           | 2            | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 42   | Dur Taßboden            | TKW        | 83        | 52 000              | ja                    | •              | •            | 1           | 2            | 0                    | 0            | 0           | 9            | 2            | 4           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 44   | Eberlaste               | TKW        | 28        | 6 900               | nein                  | •              | •            | -           | 7            | 10                   | -            | -           | -            | -            | 7           | 10           | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 45   | Wurten                  | KELAG      | 42        | 2 800               | ja                    | •              | -            | -           | -            | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 48   | Galgenbichl             | ÖDK        | 53        | 4 400               | nein                  | •              | -            | -           | 1            | -                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 49   | Oscheniksee             | KELAG      | 81        | 33 000              | nein                  | •              | -            | -           | -            | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 51   | Großsee                 | KELAG      | 57        | 13 300              | nein                  | •              | -            | -           | -            | 1                    | -            | -           | 0            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 52   | Hochwurten              | KELAG      | 55        | 12 700              | nein                  | •              | -            | -           | -            | 1                    | -            | -           | 0            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 53   | Göbkar                  | ÖDK        | 57        | 1 800               | nein                  | •              | -            | -           | -            | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 56   | Längental               | TIWAG      | 42        | 3 000               | ja                    | •              | •            | -           | -            | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 57   | Finstertal              | TIWAG      | 149       | 60 000              | ja                    | •              | •            | 4           | 4            | 2                    | -            | -           | -            | 4            | -           | 2            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 58   | Boigenach               | VKW        | 92        | 8 350               | ja                    | •              | •            | -           | -            | 2                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
| 59   | Bockhartsee             | SAFE       | 33        | 14 000              | nein                  | •              | -            | -           | -            | 1                    | -            | -           | -            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |
|  | Zirmsee                 | KELAG      | 44        | 8 700               | nein                  | •              | -            | -           | -            | 2                    | -            | -           | 0            | -            | -           | -            | -            | -           | -              | -            | -            | -           | -            |

### 3. ENNSKRAFTWERKE A.G. (EKW)

#### 3.1 Die Fernüberwachung der Sperre Klaus

Die Ennskraftwerke AG nutzen das Wasserkraftpotential des unteren Ennsgebietes. Neben zehn Flußkraftwerken an der Enns wurde im Jahr 1975 das Kraftwerk Klaus in Betrieb genommen. Die Steyr wird dabei durch eine doppelt gekrümmte schlanke Gewölbemauer aufgestaut.

Die Mauer hat bei einer Höhe von 55 m eine Kronenlänge von 188 m. Das Normalstauziel beträgt 463 m ü.A., die Sperre ist das ganze Jahr über erreichbar. Das in unmittelbarer Nähe der Sperre befindliche Krafthaus ist ganzjährig besetzt, zu Nachtzeiten werden die Gefahrenmeldungen in den in nächster Nähe befindlichen Bereitschaftsraum übertragen.

Das Kraftwerk wird über die ca. 40 km entfernte Steuerstelle Rosenau für die Kraftwerksgruppe Mittlere Enns gesteuert. Diese Warte ist ständig von zwei Mann besetzt.

Die Betriebsweise der Kraftwerke wird vom Lastverteiler in Steyr festgelegt. Auch diese Stelle ist ständig besetzt.

#### 3.2 Auswahl der Meßwerte

Das Berechnungshochwasser für die Sperre Klaus ist mit 1000 m<sup>3</sup>/s das mit Abstand größte aller Österreichischen Talsperren. Es wird daher großer Wert auf die frühzeitige Erkennung von Hochwasserwellen gelegt. Zu diesem Zweck werden Meßwerte von drei Niederschlagsmeßstellen und die Pegelstände der drei wichtigsten Zubringer zum Kraftwerk Klaus übertragen und hier in einem Prozeßrechner bei Überschreiten einer bestimmten Niederschlagsmenge eine Hochwasserprognose angeregt. Zur Überwachung des Sperrenbauwerkes wird ein Lot mit Grenzwertmeldungen übertragen. Der Stau wird im Regelfall auf Normalstauziel gehalten, die Durchbiegung der Sperre ist dann nur vom Temperaturverhalten abhängig und folgt dabei mit einer gewissen Verzögerung den meteorologischen Werten. Zur Überwachung wurde ein Betonthermometer in solcher Lage eingebaut, daß es dieselbe Verzögerung gegenüber der Lufttemperatur wie die Ganglinie des Lotes zeigt. Durch diese Anordnung ist die Überwachung der Durchbiegung mit einer Schwankungsbreite von nur  $\pm 1,5$  mm möglich.

Der Hochwasserüberfall über die Sperre fördert bei 3 m Überstau 340 m<sup>3</sup>/s. Zur Überwachung von eventuellen dadurch ausgelösten Schwingungen ist an der Sperrenkrone ein Schwingungsaufnehmer angebracht, dessen Meßwert in das Krafthaus übertragen wird.

#### 3.3 System der Fernübertragung (siehe Zeichnung)

Die Werte für die Hochwasserprognose aus dem Einzugsgebiet werden über Postmitleitungen in das Krafthaus übertragen, dort werden sie einerseits auf Punktdrucker aufgezeichnet, und andererseits werden sie direkt in den Prozeßrechner eingespeist. Die Meßwerte an der Sperre werden über eigene Leitungen in das Krafthaus übertragen und auf Punkt- bzw. Linienschreiber aufgezeichnet.

Bei Überschreiten der Grenzwerte wird die örtliche Gefahrenmeldung mit optischen und akustischen Signalen ausgelöst. Wird die Meldung im Krafthaus Klaus nicht quittiert, wird die Gefahrenmeldung im Bereitschaftsraum angeregt.

Vom Krafthaus Klaus werden neben einer großen Anzahl von Betriebsdaten auch Meßwerte, Gefahrenmeldungen und vom Prozeßrechner Klaus errechnete Hochwasserprognosewerte über eine Funkstrecke in die Steuerstelle Rosenau übertragen und dort am Schreiber ausgedruckt bzw. auf Punktdruckern laufend aufgezeichnet. Ebenso werden auch die Gefahrenmeldungen durch optische und akustische Signale angezeigt. Ein Teil der Meßwerte wie Stauziel, Hochwasserprognose, Pegel und Regensmesser werden von dieser Steuerstelle weiter zum Lastverteiler in Steyr übertragen.

#### 3.4 Zuverlässigkeit

Für die Übertragung der Meldungen und Meßwerte werden keine redundanten Systeme (überzählige Systeme aus Sicherheitsgründen) verwendet. Bei Ausfall von Meßgrößen wird durch eine Ruhestromschaltung sofort Alarm ausgelöst. Die Spannungsversorgung dieser Überwachungseinrichtungen erfolgt über die ständig geladene Stationsbatterie des Kraftwerkes Klaus und ist daher unabhängig von Netzausfällen. In den ersten Betriebsjahren traten vereinzelt Schäden durch atmosphärische Überspannung auf. Diese Mängel wurden durch Einbau entsprechender Filter und Varistoren beseitigt. Seit zwei Jahren sind keine Ausfälle zu verzeichnen.

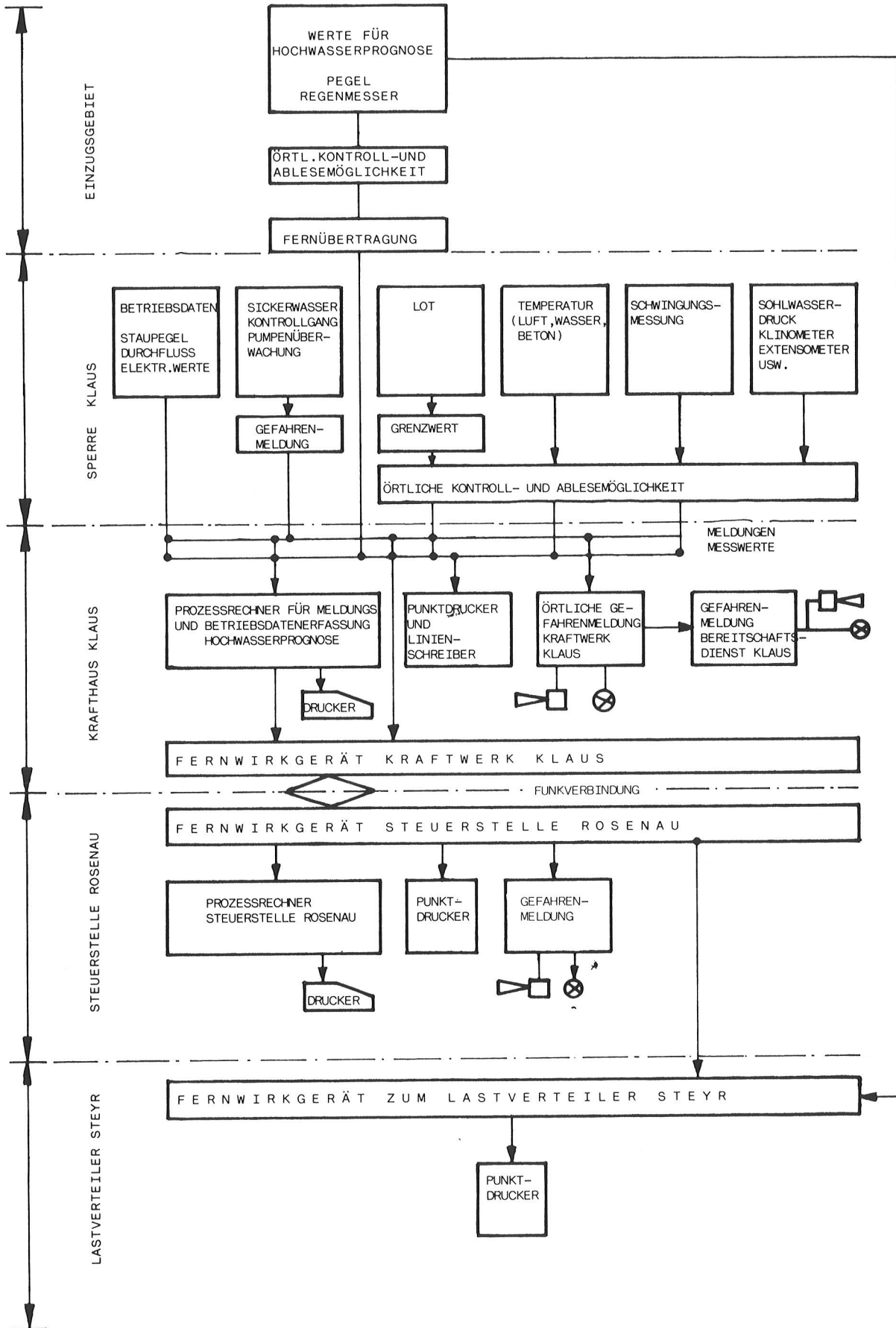
Die Lotabtastung war ursprünglich eine mechanische Abtastung mit einem Drehwinkelgeber. Trotz der geschützten Lage in der Mitte des massiven Sperrenbetons traten induktive Überspannungen am Lotdraht auf und verursachten Störungen. Es wurde daher ein induktives System (ein Ferritkern am Lotdraht befindet sich berührungslos zwischen zwei Feldsonden und bewirkt eine Dämpfungsänderung der beiden Spulenhälften) mit elektronischen Grenzwertmeldern gewählt. Seit dem Einbau 1977 sind keine Störungen aufgetreten.

Alle elektrisch übertragenen Meßwerte werden periodisch mechanisch bzw. durch andere Systeme überprüft. So kann eine eventuelle auftretende Nullpunktstrift frühzeitig erkannt werden. Der piezoelektrische Schwingungsaufnehmer an der Sperrenkrone, dessen Einsatz nur bei dem sehr selten auftretenden Ansprechen des Hochwasserüberfalles nötig wäre, wird laufend in Betrieb gehalten und zeigt seine Funktionsbereitschaft etwa bei Fahrzeugverkehr über die Sperrenbrücke. Ein nur fallweises Inbetriebnehmen nach oft jahrelangem Stillstand würde Fehler erst bei der Messung selbst aufscheinen lassen.

#### 3.5 Zusammenfassung

Die Sperre Klaus wird durch ein Fernübertragungssystem mit Schwerpunkt auf Hochwassererkennung und Lotausschläge überwacht. Das gewählte System gestattet eine zuverlässige und rationelle Kontrolle sowohl vom ganzjährig besetzten Kraftwerk wie auch von der ca. 40 km entfernten Steuerstelle. Eine Funktionskontrolle des Systems ergibt sich, wenn fallweise bei weit entfernten Erdbeben die Grenzwertmeldungen durch den schwingenden Lotdraht ausgelöst werden.

KRAFTWERK KLAUS  
EINRICHTUNG ZUR SPERRENÜBERWACHUNG







#### 4. KÄRNTNER ELEKTRIZITÄTS A.G. (KELAG)

##### 4.1 Einleitung

Die teils exponierte Lage von Dämmen der Kärntner Elektrizitäts-AG. in großen Höhen und die Bewirtschaftung als Jahresspeicher bedingen, daß Indikatoren zur Beurteilung des Zustandes der Sperren in eine dauernd besetzte Dienststelle möglichst fernübertragen werden.

Dieses Konzept entspricht dem modernen Sicherheitsdenken und wird durch die vielfältigen Möglichkeiten der Nachrichtentechnik erleichtert. Der Auswahl von Indikatoren - soweit diese zur Sicherheitsbeurteilung der Sperren dienen - kommt ebenso eine entscheidende Rolle zu, wie der Zuverlässigkeit der Fernübertragung.

Für die bei uns üblichen Dammkonstruktionen dienen erstens die Sickerwasserverluste und zweitens die Stauhöhe als Beurteilungskriterium. Bei der einzigen höheren Betonmauer ist dies die Bewegung der Sperre in Abhängigkeit von Stauhöhe und Temperaturgang.

Ist eine ganzjährige Zugänglichkeit von Sperren und Meßeinrichtungen gegeben, so reicht zumeist eine Grenzwertüberwachung. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, ist eine laufende Aufzeichnung von Indikatoren günstig und wird allgemein angestrebt.

Die Meßwertausgabe erfolgt in den dauernd besetzten Zentralen (KW Innerfragant, Hauptschaltleitung Klagenfurt).

Grenzwerte werden optisch und akustisch bzw. protokollarisch und durch laufende Aufzeichnungen über ein Schreibgerät ausgegeben.

##### 4.2 Die Fernüberwachung der Kraftwerksgruppe Fragant

Die Kraftwerksgruppe Fragant umfaßt 5 Hauptspeicher und zwei Pump- bzw. Ausgleichsbecken mit Fernüberwachung sowie eine Reihe kleinerer Sperren, die über keine fernüberwachten Meßgeräte verfügen.

Von den Hauptspeichern wurden 3 Talsperren als Steinschüttdämme mit Asphaltoberflächendichtung ausgeführt (Zirmsee, Groß- und Oscheniksee). Dieser Dammtyp bestimmt aufgrund seiner hohen Sicherheit gegen Durchströmung die Wahl und Ausrüstung mit automatisierten und fernübertragenen Meßeinrichtungen.

Der Hochwurtendamm besteht aus Kies-, Moränen- bzw. im obersten Bereich Steinbruchmaterial und besitzt ebenso wie der Wurtenalmdamm eine Asphaltoberflächendichtung. Der Stützkörper des Wurtenalmdammes besteht im wesentlichen aus Moränen- und Steinbruchmaterial.

Für die gesamte Kraftwerksgruppe Fragant laufen alle Einsatz-, Steuer- und Überwachungsmeldungen in der dauernd besetzten Warte des Krafthauses Innerfragant bzw. in der Hauptschaltleitung in Klagenfurt zusammen.

##### 4.2.1 Beschreibung der Grundausrüstung

Die nachrichtentechnische Aufgabe ist die Auswahl von Gebereinrichtungen, die Bereitstellung der Nachrichtenwege und der Fernwirkeinrichtungen und letztlich die Art der Ausgabe der übertragenen Daten in den Zentralstellen. Die Stauhöhe wird entweder mittels Druckwaage oder bei Pump- bzw. Ausgleichsbecken nach dem Schwimmerprinzip erfaßt. Die Sickerwassermengen werden nach dem Schwimmerprinzip mit nachgeschaltetem Analoggeber erfaßt. Diskrete Grenzwerte der Sickerwasser-

menge werden mittels Schwimmschalter in Grenzwertmeldungen umgestaltet. Die Messung erfolgt in Behältern mit genormten Dreiecksblenden.

Rittmeyer Druckwaagen zur Stauhöhenerfassung sind zuverlässig und von hohem Auflösungsvermögen. Meßwertgeber nach dem Schwimmerprinzip und unabhängige Grenzwertgeber in der Ausführung als Schwimmerschalter gewährleisten die nötige Sicherheit in der Erfassung der Sickerwassermengen.

Die Nachrichtenübertragungskanäle sind aufgrund der baulichen Situierung von Meßstellen und Apparatekammern im Bereich der Sperren grundsätzlich über ein Fernmeldekabel geführt. Dasselbe gilt für die Strecke Apparatekammer - zentrale Warte.

Die Sicherheitsüberlegungen erstrecken sich im wesentlichen auf die gesamte Übertragungskette, die vom Geber an der Meßstelle bis zur Ausgabe in der Zentrale reicht. Die einfach vorhandenen Nachrichtenwege werden in jedem Abschnitt mit periodischen Prüfsignalen beauftragt, deren Rückmeldungen zusammen mit den von den eingesetzten Geräten selbst im Störfalle abgegebenen Gestörtmeldungen zur Auswertung verfügbar sind. Gezielte Kombinationen dieser Meldungen ermöglichen die sofortige Selektion der der Zentrale nächstgelegenen gestörten Einrichtung.

Durch gezielte Entstöreinsätze des Fachpersonals können damit Ausfallzeiten stark verringert werden.

Diese Maßnahmen gestatten eine Gleichverteilung der Vorkehrungen gegenüber Ausfallsicherheit über die gesamte Einrichtungskette und gewährleisten ein sofortiges Erkennen von Ausfällen.

Die nächsten effizienten Schritte zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Fernüberwachungseinrichtungen, wie zum Beispiel die konsequente Dopplung aller Einrichtungen unter Voraussetzung deren örtlich getrennter Situierung zur Erzielung unabhängiger Störeinflüsse, sind im Hochgebirge undurchführbar (Gewitter).

Für Teillösungen zur Erhöhung der Verfügbarkeit ist die Aufwendung von Kosten nur so weit vertretbar, als damit eine Schwachstelle der Einrichtungskette auf das Niveau des nächstschwächsten Gliedes angehoben wird. Durch statistische Auswertung der Protokolle über die Gestörtmeldungen können solche Teillösungen gezielt noch nachträglich vorgenommen werden.

Die Fernmeldekabel sind gegen Überspannungen konsequent geschützt, wobei auch nicht beschaltete Adern einbezogen sind. Zum Schutz der Kabel und zur Erhöhung des Reduktionsfaktors für Beeinflussung sind durchwegs Erdungsbänder in einem Abstand von ca. 20 cm oberhalb des Kabels verlegt. Das generelle System der Fernübertragung ist in Abbildung 1 dargestellt.

#### 4.2.2 Spezielle Ausrüstung der einzelnen Sperren:

##### 4.2.2.1 Sperre Zirmsee:

An der erstmals 1984 genutzten Sperre ist die Grundausrüstung zur Stauspiegel- und Sickerwassererfassung (Summe), wie allgemein beschrieben, für drei Grenzwertmeldungen installiert.

Die Errichtung einer zweiten Meßstelle, welche gesondert etwa 2/3 der Asphalt-dichtungsfläche erfaßt, ist vorgesehen.

#### 4.2.2.2 Sperre Großsee:

Die Summenmeßstelle, welche die Drainagewässer der rechten und linken Seite erfaßt, ist mit einer Grundausrüstung für drei Grenzwertmessungen versehen.

#### 4.2.2.3 Sperre Hochwurten:

Derzeit ist die Grundausrüstung bei einer Summenmeßstelle für drei Grenzwertmeldungen installiert.

Für die Überwachung von eventuell nicht im Kontrollgang der Sperre Hochwurten erfaßbaren Sickerwässern und als zusätzlicher Alarmindikator ist vorgesehen, Stauhöhenunterschiede im Unterliegerspeicher Weißsee zu erfassen.

#### 4.2.2.4 Sperre Oscheniksee:

Die Stauhöhe wird im unteren Bereich pneumatisch, im oberen Bereich hydrostatisch über Druckwaagen erfaßt. Drei Sickerwassergrenzwerte aus der Summenmeßstelle werden ferngemeldet.

#### 4.2.2.5 Wurtenalm:

Es ist die Grundausrüstung für drei Grenzwertmeldungen eingebaut.

#### 4.2.2.6 Pumpbecken Haselstein:

Die Stauhöhenerfassung erfolgt nach dem Schwimmerprinzip. Ein Sickerwassergrenzwert wird ferngemeldet.

#### 4.2.2.7 Ausgleichsbecken Innerfragant:

Fernübertragen wird nur die Stauhöhe.

#### 4.2.3 Einstellung der Sickerwassergrenzwerte:

Die Sickerwassergrenzwerte sind derzeit unabhängig von der jeweiligen Speicherspiegellage bei allen Sperren konstant eingestellt. Bei geringen Sickerwassermengenanstiegen über den gesamten Staubereich ist diese Methode durchaus ausreichend, zumal die erste Alarmauslösung nur etwa 10 - 15 % über den höchsten beobachteten Mengen des Normalfalles erfolgt.

Verändert sich die Sickerwassermenge bei zunehmender Staudruckhöhe stärker, so ermöglicht eine gleitende Grenzwerteinstellung eine frühere und zuverlässigere Anzeige von Unregelmäßigkeiten. Aus diesem Grunde ist für die Sperren Zirmsee, Hochwurten, Großsee, Oscheniksee und Wurtenalm ab dem Jahre 1984 zu den bereits installierten drei konstanten Grenzwerteinstellungen (Grundausrüstung) zusätzlich eine unabhängige variable Grenze vorgesehen. Die Ausgabe, Einstellung und Überwachung erfolgt über ein zentrales Erfassungsgerät in der Warte Innerfragant bzw. der Hauptverwaltung Klagenfurt.

#### 4.3 Die Fernüberwachung der Sperre Freibach

Der erstmals 1959 eingestaute 41 m hohe Erddamm erforderte aufgrund schwieriger geologischer Untergrundverhältnisse sehr aufwendige Dichtungsmaßnahmen.

Die Quellschüttungen aus den verschiedensten wasserführenden Horizonten des Urzustandes bilden noch heute neben den Piezometerbeobachtungen das wichtigste

Beurteilungskriterium für den Dammbestand.

#### 4.3.1 Spezielle Ausrüstung der Sperren

Für die Quellen Q 3 (aus der rechten Bergflanke) und Q 5 (aus dem Rotschutt) wird je ein Grenzwert (mittels Schwimmer) fernübertragen.

Die Stauhöhe wird mit einer Rittmeyer Druckwaage erfaßt und gemeinsam mit den Sickerwassermeldungen über ein Fernmeldekabel in das Kraftwerk Freibach gemeldet. Die Stauhöhe wird dort angezeigt. Stauhöhe und Grenzwertmeldungen werden über die zur Fernsteuerung des Kraftwerkes vorhandenen Fernwirkgeräte in die Hauptschaltleitung weitergeleitet und, wie für die Speicher der Kraftwerksgruppe Fragant beschrieben, ausgegeben.

#### 4.4 Fernüberwachung der Sperre Wiederschwing

Für die 30 m hohe Bogenmauer ist die Fernübertragung eines Schwimmlotes, der Luft- und der Wassertemperatur vorgesehen. Derzeit werden die Werte zweier Hängelote direkt abgelesen und telefonisch in die Hauptverwaltung gemeldet.



# FERNÜBERWACHUNG DER KW-GRUPPE FRAGANT

(SCHEMATISCHE DARSTELLUNG)

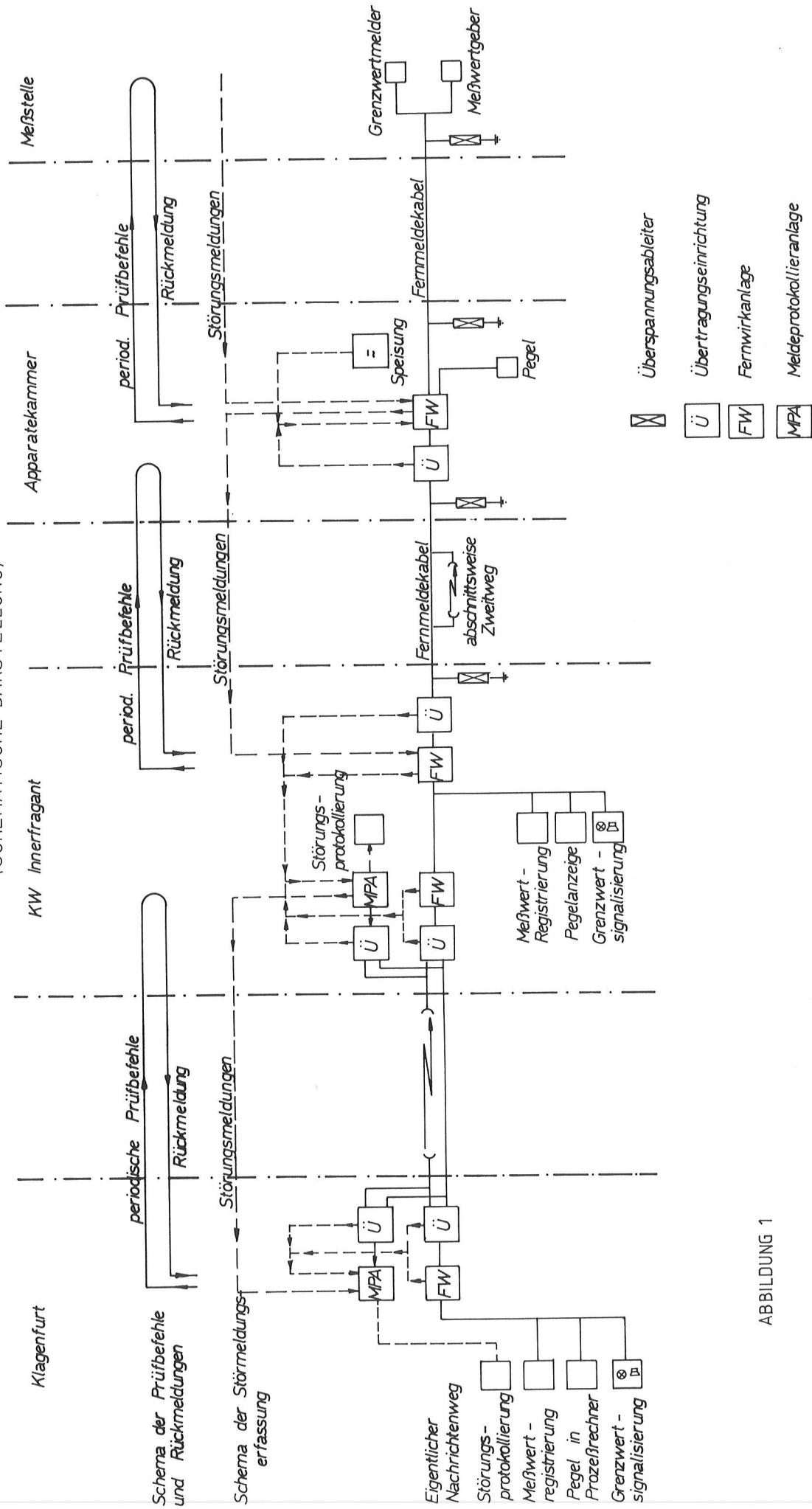


ABBILDUNG 1



## 5. NIEDERÖSTERREICHISCHE ELEKTRIZITÄTWERKE AG (NEWAG)

### 5.1 Entwicklung der Fernüberwachung

Die Kraftwerksgruppe der NEWAG am oberen Kamp, zwischen Zwettl und Wegscheid, wurde in den Jahren 1950 bis 1957 errichtet. Bei den drei Talsperren, Ottenstein, Dobra und Thurnberg erfolgten bei den einzelnen Meßeinrichtungen jedoch vorerst keine Fernüberwachungen. Erstens war die technische Entwicklung von Meßwertgebern, Registriereinrichtungen und Übertragungssystemen zu dieser Zeit noch nicht entsprechend weit gediehen und außerdem war die Notwendigkeit einer Fernüberwachung nicht gegeben, da die genannten Talsperren jederzeit und auch das ganze Jahr über leicht erreichbar sind.

Die allgemeine Entwicklung zeigte in der Folge, daß die Widerlagereinbindungen und die Sperrregründungen stärker als bisher in bereits bestehende Meßsysteme einbezogen werden. Auch in Ottenstein wurde es als Mangel empfunden, daß etwaige Hangbewegungen bzw. Gebirgsveränderungen, die durch verschiedene Stauzustände und durch das natürliche Kräftespiel, d.h. durch die normale Felshydraulik entstehen, nicht erfaßt werden konnten. Es sollten daher Meßmöglichkeiten bis zu einer Tiefe von 30 m in Richtung linke Sperrereinbindung geschaffen werden.

Wie schon erwähnt, waren bei der Errichtung der Sperren für die Bestimmung der Sperrredeformation, des Sohlwasserdruckes, der Betontemperatur, der Fugenweiten u.s.w., nur stationäre Meßeinrichtungen mit der Messung vor Ort vorgesehen.

Der technischen Entwicklung folgend, wurden in den Mittelblöcken der Sperren Dobra und Ottenstein, nachdem durch langjährige Meßreihen und entsprechende Regressionsanalysen der Bewegungsbereich dieser Blöcke festlag, Grenzwertüberwachungen bei den Deformationsmeßeinrichtungen erstellt.

Die drei Staukoten und die beiden Hauptzuflüsse in den Stausee Ottenstein werden schon seit Betriebsbeginn erfaßt und in der ständig besetzten Schaltwarte des Kraftwerkes Ottenstein digital aufgezeigt. Seit dem Jahre 1975 nimmt der Prozeßrechner diese fünf Werte auf und überträgt sie zum Lastverteiler in Ma.Enzersdorf.

### 5.2 Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung

Für die Messung von Felsbewegungen, in unserem speziellen Fall zur Feststellung eines eventuellen Talzschubes, werden in der Regel Telerometer (Stahlstangen) oder Draht-Extensometer eingesetzt. In Ottenstein wurden die robuster wirkenden Stahlstangen mit der direkten Übertragung der Bewegungen an die Fühler von Meßuhren gewählt. Der Einbau von zwei dreifach-Telerometer am linken Sperrrenhang erfolgte im Jahre 1966 und es erschien zweckmäßig, die beiden Meßpunkte am jeweiligen Bohrlochende für die Fernübertragung vorzusehen. Diese Meßwerte werden mit Potentiometern abgenommen und in die Warte des Kraftwerkes Ottenstein übertragen und dort gleichzeitig mit einem Zweikanalschreiber registriert. Zur Erfassung der Temperaturen im Bereich der Telerometer wurden in den entsprechenden Bohrungen zwei Telethermometer eingesetzt und die Temperaturwerte sind mittels einer Widerstandsmeßbrücke ebenfalls in der Warte abzulesen.

Die weiterhin vor Ort mit Meßuhren festgestellten Werte zeigen Deformationen von nur wenigen Zehntel Millimetern an und die registrierten Werte am Schreiber sind praktisch konstant.

Da in den Jahren 1969 und 1970 bei Gewittern immer wieder Geräteausfälle auftraten, wurden im Schreiber Spannungsbegrenzer-Dioden eingebaut, um Überspannungen und damit ein Abbrennen der Widerstände zu vermeiden. Ab dieser Zeit arbeitet die Anlage einwandfrei.

Bei den Loten der Hauptmeßquerschnitte in den Sperren Ottenstein und Dobra wurden die Grenzwertüberwachungen im Jahre 1979 installiert. Bei außergewöhnlichen Lotabweichungen werden akustische und optische Signale in der Schaltwarte Ottenstein ausgelöst. Für die Meldung des Erreichens bestimmter Grenzwerte bei den einzelnen Lotanlagen wurden berührungslose Grenztaster gewählt. In der radialen (x) und tangentialen (y) Richtung der Sperre erfolgte die Anordnung von je zwei Kontakten die bei Annäherung eines am Lotdraht befindlichen Stahlzylinders ( $\varnothing$  150 mm, h=60 mm) die Schaltung zur Warnanlage elektronisch auslösen. Durch die runde Bauform der Kontakteinheiten bzw. durch das Außengewinde wird der Einbau in den ca. 250x250 mm großen Hüllrahmen erleichtert und die Einstellung des gewünschten Schaltpunktes vereinfacht. Infolge der Lotbewegung, die ungefähr einen Bereich von 4 mm (y) mal 30 mm (x) im Jahr bestreicht, war es notwendig, den Rahmen verstellbar auszuführen. Bei der Sperre Ottenstein wird derselbe im Jahr bei den jeweils 14-tägigen Meßintervallen 19 mal und bei der Sperre Dobra 16 mal einem vorgegebenen Stufendiagramm nachgeführt. Da der Schaltabstand nur 2-4 mm beträgt, sind die Abstände der Kontakte zum Auslösezylinder (Steuerfahne) sehr knapp und die Lotlage bzw. die aktuelle Sperrendeformation kann bei Kontrollen grob mit Augenmaß abgeschätzt werden. Um Fehlauflösen der Kontakte bei Schwingungen zu vermeiden, betragen die Ansprechzeiten bei der Anlage Ottenstein 15 Sekunden und bei der Sperre Dobra 6 Sekunden.

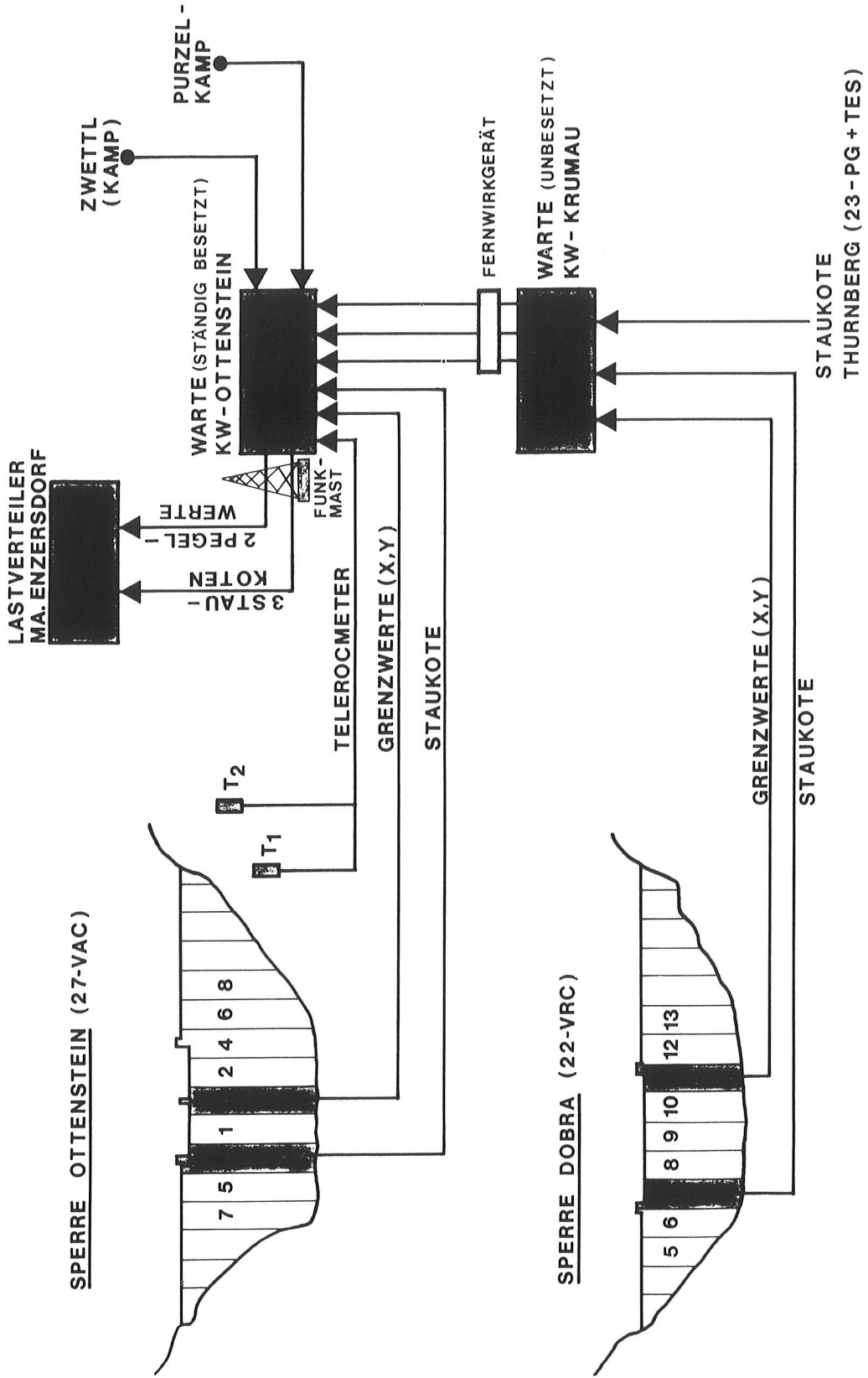
### 5.3 Ansprechen der Grenzkontakte

Da bei den Sperren Dobra und Ottenstein kein automatisches Meßwertprotokoll aufgenommen werden kann, ist beim Ansprechen eines Grenzkontaktes die augenscheinliche Kontrolle der jeweiligen Sperre, deren Hänge sowie das Kurzprogramm der Sperrmessungen so rasch als möglich durchzuführen.

Ein entsprechendes Aufnahmeprotokoll und eine Maßnahmen-Aufstellung (Checkliste) wurde erstellt und liegt dem Wartendienst bzw. dem Diensthabenden vor. Nach diesem fixen Schema sind die erforderlichen Verständigungen und die notwendigen Überprüfungen vorzunehmen.

Bei den einzelnen Grenzwerteinrichtungen sind Telefone installiert; daher ist auch eine direkte Gesprächsverbindung zwischen dem Kontrollorgan in der Sperre und dem Talsperrenverantwortlichen im Ernstfall möglich.

**MESSWERTÜBERTRAGUNGEN BEI DEN  
SPERREN DOBRA UND OTTENSTEIN**







6.1 Sperre Ranna

Die Sperre Ranna ist über eine Lokalstraße ganzjährig erreichbar. Diese Straße führt direkt über die Sperrenkrone.

An der Sperre selbst werden die Verformungen in zwei Richtungen, die Luft- und Betontemperatur an je einer Stelle gemessen und ebenso wie die Stauhöhe laufend zur immer besetzten Zentrale in Kramesau an der Donau fernübertragen. Diese Werte sind jederzeit abfragebereit und werden außerdem ausgedruckt. Zusätzlich können 4 weitere Betontemperaturmeßstellen wahlweise über einen Wählschalter übertragen und abgefragt werden.

Da die wichtigsten Daten der Sperre fernüberwacht werden, ist das Sperrenwärterhaus nur mehr gelegentlich besetzt. Die Grenzwerteinstellungen sind konstant und lösen bei Erreichen in der Zentrale einen Alarm aus.

6.2 Gosaustaudamm

Der Gosaustaudamm überstaut seit 1913 den ehemals natürlichen Gosausee um rund 13 m und speichert etwa 12 Mio m<sup>3</sup> Nutzwasser. Es handelt sich um einen Schüttdamm mit innenliegender Dichtung in Form einer Kernmauer, die in den letzten Jahren an den Talflanken durch Schlitzwände ergänzt wurde, um Undichtheiten bzw. Umströmungen zu unterbinden. Der Damm ist ganzjährig über eine Autostrasse erreichbar.

Die Stauhöhe wird über eine Pegelanlage zur Zentrale Steeg fernübertragen. Ebenfalls wird die Gesamtsickerwassermenge ständig registriert und in die dauernd besetzte Zentrale übertragen. Bei Überschreiten eines eingestellten Grenzwertes wird ein Alarm ausgelöst.



## 7. ÖSTERREICHISCHE BUNDESBAHNEN (ÖBB)

### 7.1 Entwicklung der Fernüberwachung

#### 7.1.1 Einleitung

Die Österreichischen Bundesbahnen, welche ein eigenes Stromversorgungsnetz betreiben und einen Großteil des Bedarfes an Spitzenstrom und Winterenergie in eigenen Kraftwerken erzeugen, errichteten die ersten Talsperren in den Jahren zwischen 1920 und 1930. Der Speicher Spullersee im Vorarlberger Klostertal (Meereshöhe ca. 1800 m, mit den Gewichtsmauern Südsperre und Nordsperrre) wurde im Jahre 1925 in Betrieb genommen; der Speicher Tauernmoos im salzburgischen Stubachtal (Meereshöhe ca. 2000 m, mit der Gewichtsmauer "Alte" Tauernmoossperrre) im Jahre 1928. Ein Ausgleichsbecken am Enzingerboden im Stubachtal (Meereshöhe ca. 1460 m) mit der gleichnamigen kleinen Sperrre - auf Blockwerk gegründet - ist seit 1940 in Betrieb.

Bald nach dem 2. Weltkrieg wurden im Stubachtal drei weitere Speicher, in Höhenlagen nahe 2300 m, ebenfalls mittels Gewichtsmauern, geschaffen und zwar der Speicher Weißsee mit der Weißsee-Nordsperrre (die nur wenige Meter hohe Ostsperrre ist Hochwasserüberfall) und die Speicher Amersee und Salzplattensee. Diese drei Speicher sind dem Hauptspeicher Tauernmoos vorgelagert, das Gefälle ist vorerst nicht genutzt. Die Weißseesperren wurden 1952 fertiggestellt, die Amersperre und die Salzplattensperre im Jahre 1958. Alle vorgenannten Talsperren waren ohne Fernüberwachungseinrichtungen erstellt und in der Folge auch betrieben worden.

| KRAFT-<br>WERKS-<br>GRUPPE | S P E I C H E R |                       | S P E R R E |                  |     |                          |              |                                     |                                  |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|-------------|------------------|-----|--------------------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|                            | N A M E         | In<br>hm <sup>3</sup> | Nr.         | N A M E          | Typ | H<br>m                   | L<br>m       | V<br>10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> | FERTIG-<br>STEL-<br>LUNG<br>JAHR |
| STUBACHTAL                 | TAUERNMOOS      | 55,3                  | 46          | TAUERNMOOS (neu) | PG  | 53                       | 1100         | 250                                 | 1973                             |
|                            | WEISZSEE        | 16,0                  | 24          | WEISZSEE-NORD    | PG  | 38                       | 239          | 64                                  | 1952                             |
|                            |                 |                       | --          | WEISZSEE-OST     | PG  | 7                        | 64           | 1                                   | 1952                             |
|                            | AMERSEE         | 5,5                   | 35          | AMER             | PG  | 31                       | 161          | 20                                  | 1958                             |
|                            | SALZPLATTENSEE  | 1,1                   | 34          | SALZPLATTEN      | PG  | 17                       | 88           | 5                                   | 1958                             |
|                            | ENZINGERBODEN   | 0,2                   | 11          | ENZINGERBODEN    | PG  | 15                       | 40           | 5                                   | 1940                             |
| KLOSTER-<br>TAL            | SPULLERSEE      | 1)<br>15,7            | 6a          | SPULLERSEE SÜD   | PG  | 39 <sup>1)</sup><br>(35) | 298<br>(280) | 67<br>(63)                          | 1925                             |
|                            |                 | (13,1)                | 6b          | SPULLERSEE NORD  | PG  | 28 <sup>1)</sup><br>(24) | 200<br>(186) | 27<br>(24)                          | 1925                             |

Tabelle 1: Übersicht der ÖBB-Talsperren

1) Erhöhung 1965 mit Vorspannung durch Ankereinbau

Nach der Erhöhung der beiden Spullerseesperren um rund 5 m mittels Spannankerkonstruktion (Abb. 1 Spullersee-Südsperre) in den Jahren 1962 bis 1965 wurde dort ein Fernüberwachungssystem geplant und 1972 in Betrieb genommen. Mit dem Bau der "Neuen" Tauernmoossperrre in den Jahren von 1969 bis 1973 wurden bereits bei der Planung Fernüberwachungseinrichtungen vorgesehen und auch ausgeführt. (Diese "Neue" Tauernmoossperrre ersetzt die seit 1928 in Betrieb stehende "Alte" Sperrre, - Nr. 8 der Talsperrenstatistik 1961, H = 28 m, L = 190 m, V = 28.500 m<sup>3</sup> -, welche durch die Erhöhung des Stauzieles um 20 m nun eingestaut ist.)

Etwa im Jahre 1980 begannen die Planungen für einen Ausbau der damals in nur bescheidenem Umfang und nur bei den 3 letztgenannten Sperren vorhandenen Fernüberwachungseinrichtungen. Im Stubachtal ist dieses neue erweiterte Fernüberwachungssystem nun bereits in Betrieb, im Klostertal (KW Spullersee) ist die neue Anlage im Anfangsstadium der Verwirklichung. Die kleinen Sperren Salzplattensee, Weißsee-Ost und Enzingerboden werden nicht fernüberwacht.

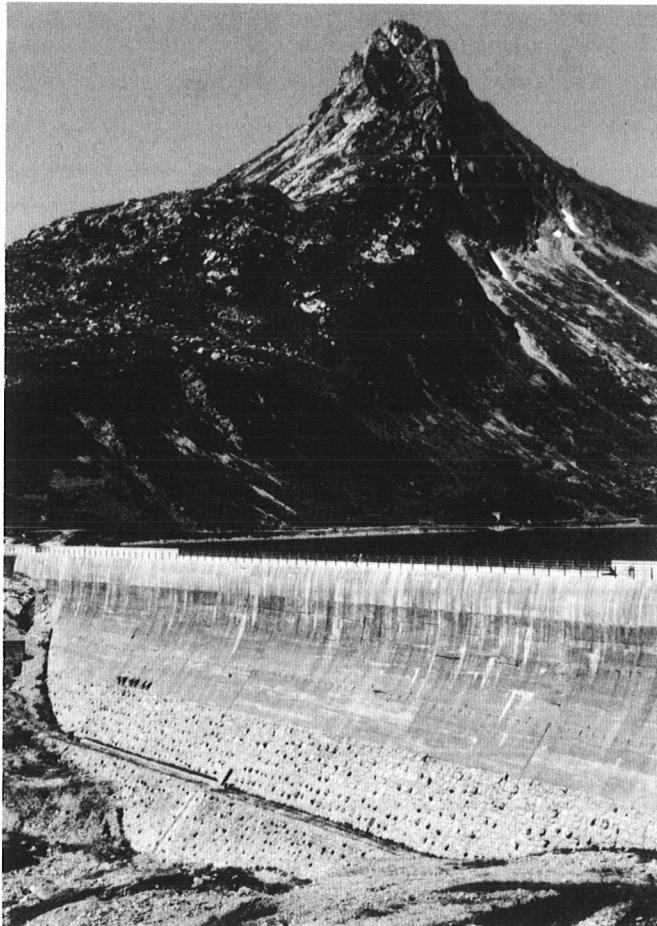


Abb. 1  
Spullersee-Südsperre  
nach der Erhöhung

#### 7.1.2 Grundsätze für die Fernüberwachung aus der Sicht des Verfassers

Bei dem ab 1980 erfolgten Ausbau des Fernüberwachungssystems für die ÖBB-Talsperren waren nachstehende Grundsatzgedanken und Richtlinien maßgebend.

In den Vordergrund gestellt wird die ständige Überwachung der Sicherheit. Hiefür leistet ein Fernüberwachungssystem wertvolle Hilfestellung.

Die meßtechnische Erfassung des Sperrenverhaltens im Hinblick auf Verformungen (Lote, Extensometer, Klinometer, Blockfugenmeßeinrichtungen), Wasserdurchtritte, Sohlwasserdrücke und dergleichen erfolgt aber grundsätzlich durch Messungen vor Ort in regelmäßigen Intervallen, gleichzeitig mit den unerläßlichen Kontrollbegehungen. Es wird die Meinung vertreten, daß Fernmeßeinrichtungen und Fernüberwachungssysteme regelmäßige Kontrollbegehungen mit Ortsaugenschein durch fachkundige Techniker und die Vornahme von Ortsmessungen nicht ersetzen können, wohl aber eine Er-streckung der Meß- und Kontrollintervalle rechtfertigen. Hiebei ist aber zu gewähr-

leisten, daß durch Kontrollmessungen vor Ort die Funktionstüchtigkeit der Fernmeß- und -übertragungseinrichtungen regelmäßig überprüft wird.

Die Fernüberwachungseinrichtungen sollen bereits kleine außergewöhnliche Zustandsveränderungen am Sperrenkörper, im Gründungsbereich und im Speicherraum - welche keineswegs bereits erste Anzeichen eines entstehenden Sperrengebrechens sein müssen - rasch und verläßlich erfassen und an einer Meldetafel in einer ständig besetzten Zentralwarte anzeigen. Es ist vorzusorgen, daß von solchen Meldungen der Talsperrenverantwortliche umgehend Kenntnis erhält. Diesem wird damit die Möglichkeit gegeben, rechtzeitig allenfalls notwendige Maßnahmen setzen zu können. Dadurch wird gewährleistet, daß akute Gefahrensituationen nicht unbemerkt entstehen können und somit auch mögliche Flutwellenereignisse durch Sperrengebrechen sehr frühzeitig erkannt und daher nach menschlichem Ermessen überhaupt vermieden werden können.

Daher wird auch jenen Einrichtungen, welche zur Signalisierung von unvermutet eingetretenen Katastrophenereignissen dienen, - wie Reißleinen, Flutwellenpegel, Sunk- und Schwallmelder und dergleichen - heute weniger Bedeutung beigemessen. (Solche waren früher vereinzelt üblich.)

Ein automatisierter Alarm (Information von Behörden und Warnung der Bevölkerung) erscheint unzweckmäßig. Wegen der damit verbundenen Gefahr von Fehlalarmen, welche erfahrungsgemäß weitere Alarme bald unglaubwürdig werden lassen, sollte ein menschliches Gehirn das Zwischenglied zwischen den automatischen Meßwerten und dem Alarm sein.

Moderne Rechneranlagen sind in den Fernüberwachungssystemen der Talsperrenüberwachung maßgebliche Bauglieder und tragen viel zur Erhöhung der Sicherheit und auch zur Rationalisierung der Messungen und Auswertungen bei, können aber nicht durch eine Vollautomatisierung den denkenden Menschen gänzlich ersetzen.

### 7.1.3 Spezielle Gedanken zur Sicherheitsüberwachung von Gewichtsmauern

Da die Österreichischen Bundesbahnen ausschließlich Speicher mit Gewichtsmauern mäßiger Größenordnung betreiben, hat sich die Konzeption ihres Fernüberwachungssystems insbesondere an den Eigenheiten dieses Sperrentyps orientiert. So kam es zur Entwicklung einer speziellen Blockfugenüberwachung mittels Grenzwerttaster. Nachstehende Gedanken führten zu dieser Konstruktion.

Bei einer Gewichtsmauer mit unverpreßten (atmenden) Blockfugen wirkt sich, im Gegensatz zu einer monolithischen Bogenmauer, eine allfällige Bewegung eines Einzelblockes nicht unbedingt auf die benachbarten Blöcke aus; kleinere Verschiebungen (Neigungen) sicherlich nicht auf weiter entfernte Blöcke. Als Leitbild für diese Betrachtung gilt die langgezogene "Neue" Tauernmoossperrre mit insgesamt 69 Blöcken (Abb. 4). Zur lückenlosen Sicherheitsüberwachung müßte eigentlich jeder Sperrblock hinsichtlich Setzung, Horizontalverschiebung und Neigung überwacht werden, was aber mittels der üblichen Meßeinrichtungen - Lote, Neigungsgeber, Extensometer - nicht praktikabel ist. Mit einer Grenzwertüberwachung aller Blockfugen hinsichtlich ihrer Öffnung sowie der horizontalen und vertikalen Relativverschiebung (also dreidimensional), kombiniert mit üblichen Verformungsmessungen an ausgewählten "Meßblöcken", kommt man der lückenlosen Sicherheitsüberwachung einer Gewichtsmauer sehr nahe.



Die zwischen den "Meßblöcken" stehenden Sperrenblöcke sind durch eine Art "Signalkette" (die Grenzwerttaster an den Blockfugen) miteinander verbunden. Diese Grenzwerttaster (Abb. 2) - eine einfache, nicht kostenaufwendige Fernüberwachungseinrichtung mit in Sektionen (Gruppen) zusammengefaßter Signalisierung - sind etwa in Höhe des Stauzieles (im Kronengang) installiert. Sie sprechen schon bei geringen Relativverschiebungen an und bewirken ein Signal an der Meldetafel in der Zentralwarte.

In Kronenhöhe werden Verschiebungen an der Gründungssohle in eher größerem Maße wahrnehmbar als an der Sohle, insbesondere wenn solche Verschiebungen bzw. Setzungen zur Neigungsbewegungen der Sperre führen.

Blockfuge

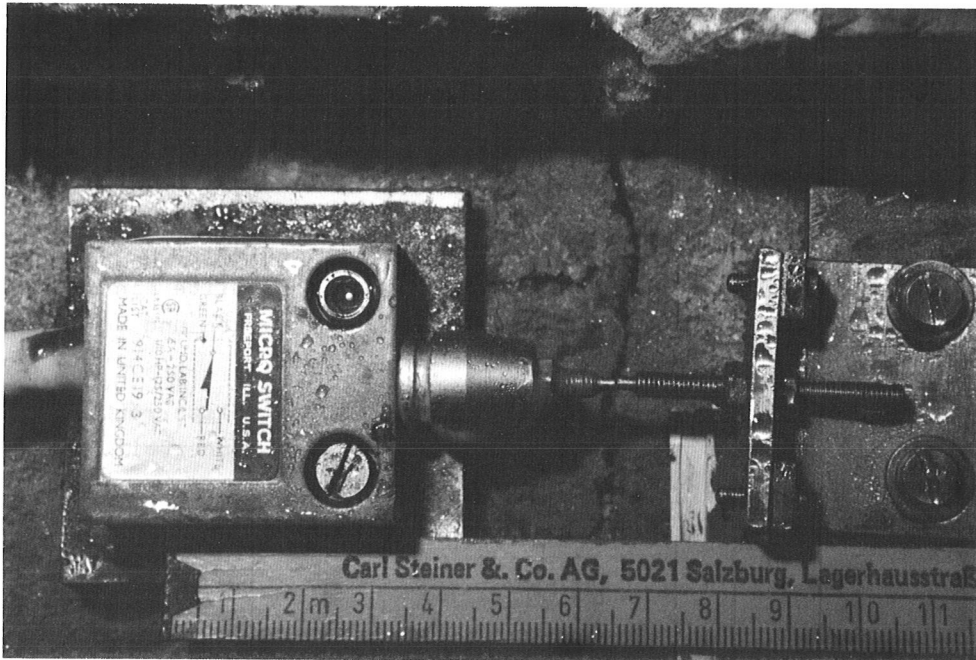


Abb. 2 Grenzwerttaster der sektionierten Blockfugenüberwachung

Da mäßig hohe Gewichtsmauern im Normalverhalten keine großen Verformungen erfahren und meistens auch nur sehr geringe Wasserdurchtritte auftreten, erscheint eine Sicherheitsüberwachung vorwiegend mittels konstant eingestellter Grenzwertmelder, welche in Sektionen zu Meldungen zusammengefaßt sein können, und welche zweckmäßig als eigenständige robuste Geräte unabhängig von nahestehenden Meßeinrichtungen auszuführen sind, sehr zielführend.

## 7.2 Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung

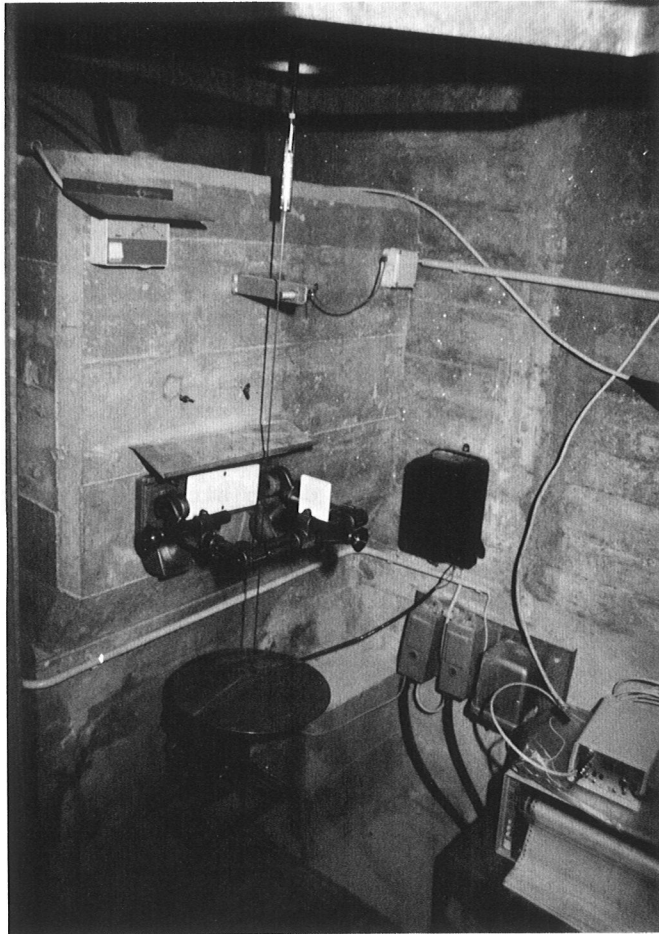
### 7.2.1 Allgemeine Beschreibung

Das Fernüberwachungssystem der ÖBB-Talsperren im nachgenannten Sinne ist für die Sperren der Kraftwerksgruppe Stubachtal bereits voll verwirklicht, für den Speicher Spullersee erst zum Teil; dort ist diese Anlage in Arbeit.

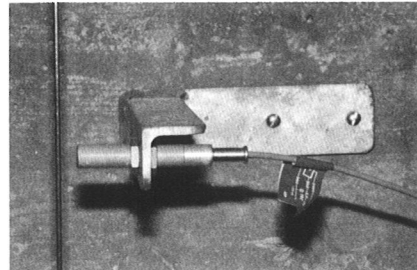
### Meßwertaufnehmer

Das neu entwickelte Fernüberwachungssystem besteht überwiegend aus von Meßwertaufnehmern unabhängigen Grenzwertgebern vor Ort mit konstanter Einstellung (Abb. 3 und 5) sowie einer Meldetafel (mit akustischen und optischen Signalen) in einer

ständig besetzten Zentralwarte (Meldezentrale). Die Grenzwertgeber sind aus Gründen der Betriebssicherheit möglichst einfach und robust gestaltet.



Grenzwertgeber  
(Näherungsschalter)



Ortmeßstelle (Koordiskop)

Meßwertaufnehmer  
(Drehwinkelaufnehmer)

Abb. 3 Lotmeßstelle mit Meßwertaufnehmer und separiertem Grenzwertgeber (Tauernmoosperre / Kronengang)

Einige prädestinierte Ortsmeßstellen der ÖBB-Talsperren sind aber auch mit Fernmeßeinrichtungen ausgestattet. Die Fernmeßwerte werden in die Meldezentrale fernübertragen und dort auf Schreiber oder Drucker dauerregistriert. Eine automatische weitere Verarbeitung der Fernmeßdaten erfolgt nicht. Diese Fernmeßeinrichtungen ermöglichen eine Beurteilung des Sperrenverhaltens (bereits innerhalb des durch die Grenzwertüberwachung gegebenen Spielraumes) anhand einiger wichtiger Meßdaten auch dann, wenn durch Wetterunbilden Ortsbesichtigungen und -messungen unmöglich sind. Auch bei besonderen Ereignissen ist damit für eine rasche erste Beurteilung des Sperrenverhaltens vorgesorgt. Zusätzlich zeigen die Fernmessungen Extremwerte auf, welche mittels der nur in Intervallen von 1 bis 2 Wochen auszuführenden Messungen vor Ort nicht erfaßbar sind. Sie liefern des weiteren Daten zur Erarbeitung theoretischer Grundlagen, was wiederum zur Verbesserung der Sicherheit beiträgt. Von wenigen ausgewählten Fernmeßstellen (Seestand, Lot, Neigungsaufnehmer, Sickerwasser) einiger Sperren werden weitere Grenzwerte abgeleitet, und diese ergänzen die Sicherheitsüberwachung.

Bei der Auswahl der Orte, wo Fernmeßstellen und Grenzwertmelder anzuordnen sind, wurden die Eigenheiten jeder Sperre entsprechend berücksichtigt. Bei der mittels Spannankerkonstruktion erhöhten Spullersee-Südsperr werden z. B. im Hinblick auf

die besondere Bedeutung des Auftriebes die Felswasserdrücke im Gründungsbereich fernüberwacht. Der Sperrenquerschnitt wurde aufgehöhht aber nicht verbreitert, somit ist auch die Aufstandsfläche nicht vergrößert worden.

#### Meldezentrale (Zentralwarte)

Der in der Meldezentrale in den Anlagen der Fernüberwachung integrierte Prozeßrechner übernimmt die über die Fernwirkanlage eingehenden Meßwerte und Meldungen. Die übertragenen Meßwerte werden vom Rechner aufbereitet und an die Registriergeräte weitergeleitet. Die Meldungen - Störungsmeldungen und Zustand- (Grenzwert-) meldungen - werden vom Rechner kontrolliert, allenfalls mit anderen Meldungen verknüpft und an die Meldetafel und an einen Meldungsdrucker weitergeleitet. Dem Diensthabenden in der Meldezentrale (sie ist aus betrieblichen Gründen ständig besetzt) werden alle Meldungen an der Meldetafel akustisch und optisch zwingend erkenntlich. Diese Meldungen lösen einen internen Verständigungsvorgang aus. Je nach Zuständigkeit werden Störungstrupps, der Sperrenwärter oder (bei Gefahrenmeldungen) der Talsperrenverantwortliche direkt und umgehend informiert.

Im Rechner erfolgt eine Verknüpfung von einzelnen Zustandsmeldungen (Grenzwertüberschreitungen) zu einer "Gefahrenmeldung" nur dann, wenn diese sich sinnvoll ergänzen (z. B.: Lotgrenzwert und Sickerwassergrenzwert aus derselben Sektion einer Sperre) oder einander bestätigen (z.B.: ein von der Fernmeßeinrichtung abgeleiteter Lotgrenzwert und der Lotgrenzwert vom separiert installierten, konstant eingestellten Grenzwertgeber derselben Lotanlage) und wenn außerdem der Stauspiegel über einem vorgegebenen Schwellenwert liegt, unterhalb welchem auch bei einem Sperrerebrechen keine Gefahr für die Unterlieger eintreten kann.

Dem Talsperrenverantwortlichen geben die an der Meldetafel anstehenden Signale eine Entscheidungshilfe, ob bzw. welche Sofortmaßnahmen oder Alarmierungen einzuleiten sind.

Für die Verarbeitung der Rohwerte der Ortsmessungen und der ergänzenden fernübertragenen Meßdaten - sowie auch für die Auswertung der geodätischen Sperrenmessungen - steht den mit Talsperrenüberwachungsaufgaben betrauten Bearbeitern ein Tischrechner zur Verfügung. Dadurch werden die monotonen Tätigkeiten der Auswertung von Meßdaten weitgehend eingeschränkt und die Auswertung wird erheblich beschleunigt. Die Ergebnisse werden in Protokollen ausgedruckt, die Daten für weitere Verwertungen gespeichert.

#### Notstromversorgung

Für die Grenzwertaufnehmer, faßt alle Meßwertaufnehmer, die Fernwirkanlagen, die Richtfunkstrecke und die Meldezentrale besteht eine Notstromversorgung mit Akkumulatoren. Die Kapazität dieser Akkus ist in der Lage, einen Stromausfall von ca. 3 Tagen in den Sperren und von ca. einem Tag in der Meldezentrale ohne Einschränkung des Betriebes der Fernüberwachungsanlage zu überbrücken.

#### Blitzschutzmaßnahmen

Es wurde in erster Linie getrachtet, von der allgemeinen Stromversorgung galvanisch getrennt zu arbeiten und mit 24 V-Gleichstrom die Aufnehmer und die Fernwirkanlage zu betreiben. Vor dem 24 V-Ladegerät wurde primärseitig noch ein Trenntrafo (Konstantspannungshalter, Paraformer) mit einem hohen Unterdrückungsfaktor dazwischengeschaltet. Die Versorgung mit 24 V wird erdfrei betrieben.

Bei längeren Leitungen sind die Aufnehmer noch mit Varistoren geschützt. Weiters wird vermieden, mit längeren Rohren, Lotdrähten usw. galvanisch in Kontakt zu tre-

ten. Die Grenzwertaufnehmer sind aus diesem Grund auch möglichst einfach aufgebaut (Schwimmerschalter, mechanische Taster und dergleichen). Vor der Fernwirkanlage sind zur galvanischen Trennung noch Relais bzw. Optokoppler dazwischengeschaltet. Diese Maßnahmen können natürlich eine Beschädigung durch einen direkten Blitzschlag nicht gänzlich verhindern, reduzieren aber die Ausfälle auf ein erträgliches Maß.

#### Weitere Ausbaupläne

An einen weiteren Ausbau der Fernüberwachung der ÖBB-Talsperren ist nur insofern gedacht, daß vereinzelt weitere Grenzwertmelder (unabhängig von den Fernmeßeinrichtungen und mit konstanter Einstellung) bei Erfordernis installiert und allenfalls auch von hierfür prädestinierten Fernmeßdaten gleitende Grenzwerte abgeleitet (etwa radiale Kronendurchbiegung in Verknüpfung mit Temperaturmessungen und dem Seestand) und in das Fernüberwachungssystem integriert werden können.

Eine umfassende Automatisierung der Messungen ist nicht geplant.

### 7.2.2 Talsperren der Kraftwerksgruppe Stubachtal (Abb. 6)

#### 7.2.2.1 Übertragungsweg und Meldezentrale

In der Kraftwerksgruppe Stubachtal werden der Speicher Tauernmoos und die Fernspeicher Weißsee und Amersee fernüberwacht. Als zentrale Empfangsstelle der Fernüberwachung dieser Sperren (Meldezentrale) wurde das am Talausgang gelegene Kraftwerk Uttendorf (die 3. und letzte Stufe der Kraftwerkskette) ausgewählt. Die Warte dieses Kraftwerkes ist durchgehend besetzt.

Die Sicherheit der übertragenen Meßwerte und Grenzwertmeldungen ist zum einen auf die Redundanz des Übertragungsweges (es besteht ein flutwellensicherer Richtfunkweg und parallel dazu ein Kabelweg) und zum anderen auf die Übertragungsart bezogen.

Bei der Übertragungsart wird außer der bei Fernwirkanlagen standardmäßig üblichen Übertragungssicherheit (wie Paritätskontrolle, Zeichenlängenprüfung, Telegrammsicherungsblock, alt-neu Vergleich, digitale Filter und dergleichen) eine Fehlmeldung durch zweimalige Übertragung einer Grenzwertmeldung mit zwei verschiedenen Adressen (bei einem Übertragungszyklus) an zwei Rechner auf ein Minimum beschränkt. Der Inhalt dieser Adressen, die nicht unmittelbar aufeinander folgen, wird in beiden Rechnern miteinander verglichen. Bei Übereinstimmung wird von einem Rechner der Plus-Pol und vom anderen Rechner der Minus-Pol zur Meldelampe ausgegeben. Analog werden auch die Verknüpfungen der Meldungen in beiden Rechnern durchgeführt, miteinander verglichen und ausgegeben.

Für die eingehenden bzw. in der Meldezentrale entstehenden Meldungen gibt es einen Drucker, der diese mit Datum und Uhrzeit protokolliert.

#### 7.2.2.2 Tauernmoossperrre (Abb. 4)

##### Fernmeßeinrichtungen

Von der Tauernmoossperrre werden derzeit die Stauhöhe, die Lufttemperatur sowie zwei radiale Kronendurchbiegungen fernmeßtechnisch erfaßt, in der örtlichen Meßzentrale der Sperrre angezeigt, zur Meldezentrale (Kraftwerk Uttendorf) übertragen und dort digital angezeigt bzw. auf einem Schreiber registriert. Dazu verwendete Meßgeräte:

Stauhöhe: Diese wird mittels einer hydrostatischen Druckwaage erfaßt. Mit einem mechanisch gekoppelten Codierschalter wird der Meßwert digitalisiert. Davon werden Grenzwerte abgeleitet, (vom Rechner in der Meldezentrale) und zwar ein Schwellenwert des Stauspiegels sowie Sunk- und Schwallmeldungen, wenn die Änderung

des Seestandes den Wert  $dH/dt = 1 \text{ cm/1 min}$  überschreitet.

Lufttemperatur: Widerstandstemperturfühler PT 100 (3-Leiter-Schaltung) mit Digitalanzeige.

Lotauslenkung: Die Schwimmlote in den beiden Meßblöcken 19 und 38 werden im Kronengang mit "Drehwinkelnehmern" in radialer Richtung mechanisch abgetastet (siehe Abb. 3). Das Meßsystem beruht auf einem Differentialdrehkondensator. Der Meßbereich beträgt 50 mm; die Stellkraft ist  $< 10^{-3} \text{ N}$ .

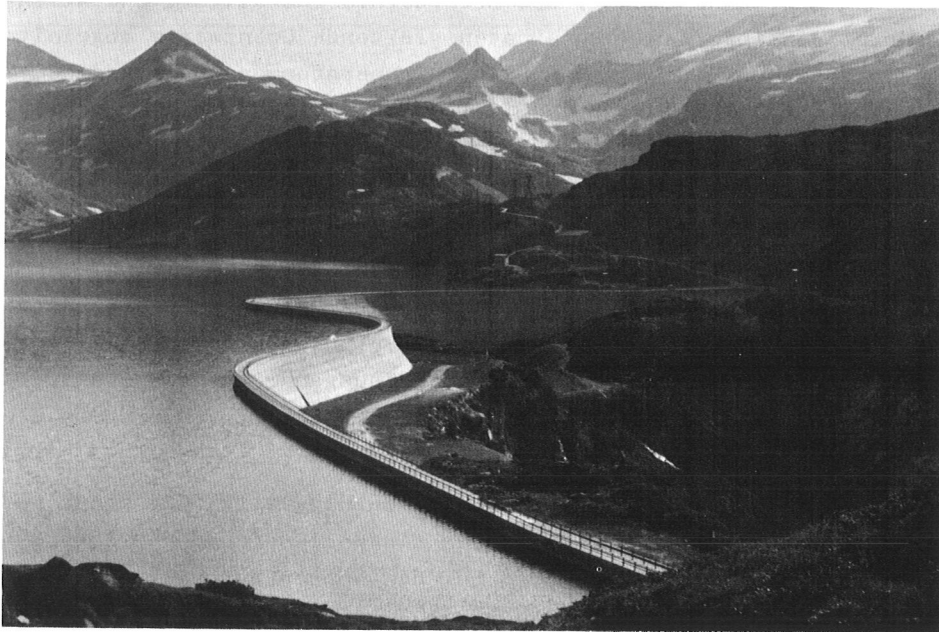


Abb. 4 Tauernmoosperre - Kronenlänge 1100 m

#### Grenzwertüberwachung

Die Fernüberwachung erfolgt im wesentlichen durch unabhängige, konstant eingestellte Grenzwertgeber. Auch von der Seestandsmeßeinrichtung werden Grenzwerte abgeleitet.

3 Lotgrenzwerte (induktive Näherungsschalter). Sie erfassen die zur Luftseite gerichteten Kronendurchbiegungen bei den Schwimmloten der Blöcke 19, 38 und 47; (siehe Abb. 3).

1 Extensometergrenzwert (induktiver Näherungsschalter) im Block 21. Dieser spricht auf eine radiale Sohlverschiebung zur Luftseite hin an.

4 Fugengrenzwert-Signalketten im Kronengang. Es sind an 54 Blockfugen (Blöcke 10 bis 64) Grenzwerttaster (siehe Abb. 2) montiert, welche zu 4 Gruppenmeldungen zusammengefaßt wurden (die Sperre ist in 4 Sektionen aufgeteilt).

Die Grenzwerttaster sind eingestellt auf ein Überschreiten einer radialen oder vertikalen Relativverschiebung von 2 mm an der Blockfuge bzw. einer Fugenöffnung von ca. 2 mm über das maximale durch Temperatureinwirkung gegebene Maß (die Fugenweiten erfahren im Jahresgang eine Veränderung von etwa 3 mm).

5 Sickerwassergrenzwert-Signalgruppen. Je eine Gruppe ist analog der Blockfugenüberwachung den 4 Sperrsektionen zugeteilt, die 5. Gruppe umfaßt die Sickerwassermeßstellen in den Drainagestollen. In den 5 Gruppen sind zusammen 7 Wassermeßstellen im Sohlgang und 3 in den Drainagestollen mit Grenzwertgebern (Schwimmerschalter) ausgerüstet. Sie sind bei den Dreieckswehr-Meßstellen in-



stalliert und sprechen an, wenn über einige Zeit eine definierte Ausflußmenge - welche durch eine Blende am Dreieckswehr konstant vorgegeben ist - überschritten wird (siehe Abb. 5).

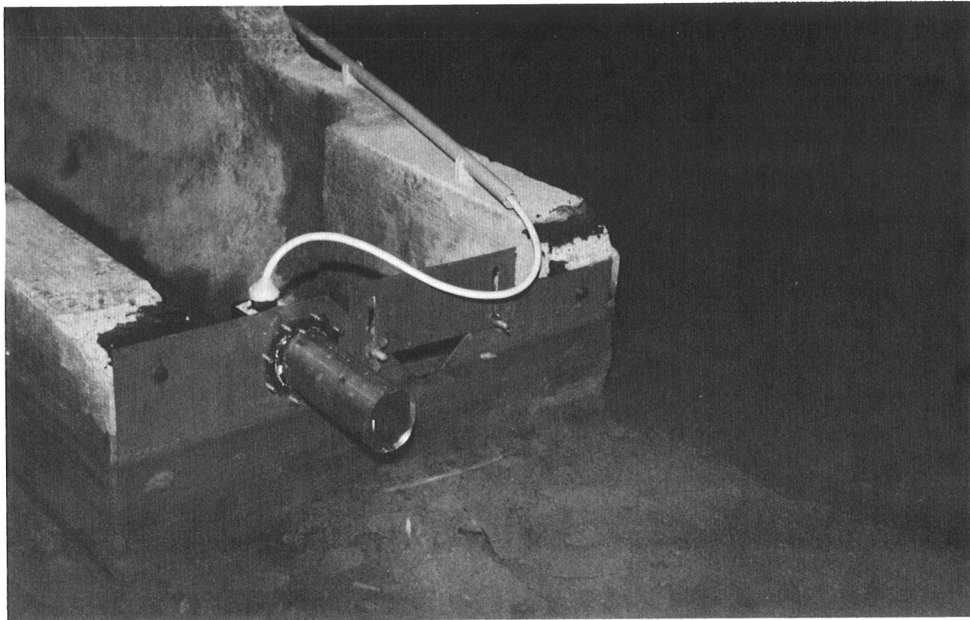


Abb. 5 Sickerwasser-Ortsmeßstelle mit Grenzwertgeber

#### 7.2.2.3 Weißsee-Nordsperre

##### Fernmeßeinrichtungen

Von der Weißseesperre wird nur die radiale Lotauslenkung zur Meldezentrale in der Zentralwarte übertragen.

Die Stauhöhe, derzeit noch mit einer alten Schwimmermessung erfaßt, wird nur in das Kraftwerk Enzingerboden (Oberstufe der Kraftwerksgruppe) übertragen und dort registriert. Ein Sunk/Schwall-Signal und ein Schwellenwert können nicht abgeleitet werden. Eine Erneuerung dieser veralteten Meßeinrichtung ist geplant.

**Lotauslenkung:** Das in Kronenhöhe verankerte Hängelot wird im unteren Kontrollgang in radialer Richtung elektrooptisch abgetastet, daneben digital angezeigt, zur Meldezentrale übertragen und dort ebenfalls digital angezeigt und auf einem Schreiber registriert.

**Meßprinzip des elektrooptischen Sensors:** Eine Speziallampe im Optikkopf wirft einen gebündelten Lichtstrahl auf einen am Lotdraht befestigten Reflexionszylinder. Von dort wird der Strahl diffus in den Optikkopf reflektiert. Dadurch wird je nach Abstand der eine oder andere Fotowandler mehr oder weniger belichtet. Der Quotient dieser so gewonnenen elektrischen Signale ist proportional dem Abstand des Optikkopfes zum Reflexionszylinder. Meßbereich  $\pm 3,7$  mm.

##### Grenzwertüberwachung

Der Schwellenwert des Stauspiegels für die Ableitung von "Gefahrenmeldungen" wird manuell ein- bzw. ausgeschaltet. Die Fernüberwachung besteht aus folgenden unabhängigen, konstant eingestellten Grenzwertmeßstellen:

- 1 Lotgrenzwert radial, Ansprechrichtung zur Luftseite, (induktiver Näherungsschalter) im unteren Kontrollgang Block 4.



- 2 Fugengrenzwert-Signalketten im Kronengang. Bauart wie Tauernmoos; diese Sperre ist jedoch nur in 2 Sektionen geteilt. Es sind an 14 Blockfugen (Blöcke 1 bis 15) Grenzwerttaster installiert, welche zu 2 Gruppenmeldungen zusammengefaßt sind.
- 2 Sickerwassergrenzwerte. Einer erfaßt im unteren Kontrollgang das gesamte Sickerwasser, Bauart wie Tauernmoos. Der zweite Grenzwert wird von der gepumpten Sickerwassermenge im Lotschacht elektronisch in Abhängigkeit von der Pumpdauer und Pumppause abgeleitet.

#### 7.2.2.4 Amersperre

##### Fernmeßeinrichtungen

Fernmeßtechnisch werden von der Amersperre der Stauspiegel und die radiale Sohlneigung im höchsten Block erfaßt, in der Sperre angezeigt, zur Meldezentrale übertragen und dort digital angezeigt und auf einem Schreiber registriert. Verwendete Meßgeräte:

Stauhöhe: Diese wird mit einer hydrostatischen Druckwaage aufgenommen. Mit einem mechanisch gekoppelten Codierschalter wird die Meßgröße digital umgesetzt. Davon abgeleitet wird der Schwellenwert des Stauspiegels, analog Tauernmoos, aber keine Sunk/Schwallmeldung.

Neigungsaufnehmer: Die radiale Neigung wird im Kontrollgang im Block 10, nahe der Aufstandsfläche, mit einem Inklinometer (System "elektrisches Pendel") aufgenommen. Dieses Gerät wurde nachträglich - als Ersatz für ein Lot - eingebaut.

Meßprinzip: Die Lage eines Pendels wird mit einem Näherungssensor - Servoverstärker - Drehspulsystem konstant gehalten. Der dadurch im Drehspulsystem fließende Strom erzeugt also die Gegenkraft für die Schwerkraft des Pendels. Dieser Strom ist proportional dem Neigungswinkel und wird als Meßgröße verwendet. Meßbereich  $\pm 1^\circ$ , Linearitätsfehler  $\pm 0,05\%$ .

##### Grenzwertüberwachung

In die Fernüberwachung sind neben dem Schwellenwert des Stauspiegels folgende Grenzwert-Meßstellen einbezogen:

- 1 Neigungsgrenzwert, radial, Ansprechrichtung zur Luftseite in 2 Stufen. Diese sind abgeleitet vom Meßwert des Neigungsaufnehmers und am Doppelkomparator digital einstellbar.
- 1 Sickerwassergrenzwert. Dieser erfaßt in der ersten Stufe das gesamte Sickerwasser im Kontrollgang, in der zweiten einen erhöhten Wasserstand in der Pumpenkammer im Block 10. Bauart wie Tauernmoos.

#### 7.2.2.5 Salzplattensperre

##### Fernmeßeinrichtungen

Bei der Salzplattensperre wird auf Grund ihrer kleinen Abmessung und der geringen Größe des Speichers keine Fernüberwachung durchgeführt. Es ist hier lediglich eine Seestandsmessung mit einem einfachen DMS-Druckaufnehmer installiert. Genauigkeit: ca.  $\pm 30$  cm.

Der Stauspiegel wird bei der Meßstelle im Einlaufstollen und in der Meldezentrale digital angezeigt und in letzterer auch auf einem Schreiber registriert.

Grenzwertüberwachung ist keine eingerichtet.

### 7.2.3 Spullerseeesperren (Abb. 7)

#### Übertragungsweg und Meldezentrale

Der Speicher Spullersee ist nord- und südseitig mit einer Gewichtsmauer abgeschlossen. Da beide Sperren im Winter oft für längere Zeit wegen Lawinengefahr nicht zugänglich sind, wurde kurz nach erfolgter Sperrenerhöhung im ganzjährig erreichbaren Einlaufbauwerk eine Meßzentrale eingerichtet. In dieser Meßzentrale am Westufer des Stausees befindet sich ein 6-Farben Punktdrucker für die Lot- und Sickerwassermeßwerte beider Sperren, sowie für die Lufttemperatur. Die Übertragung der Meßwerte erfolgt über Erdkabel.

In der Zentralwarte des Krafthauses ist die Meldezentrale untergebracht; sie ist ständig besetzt. Es werden dort der Stauspiegel und die Lufttemperatur digital angezeigt und auf einem Schreiber festgehalten. Auch die Felswasserdrücke der Südsperre werden angezeigt und mit Datum, Uhrzeit und Meßstellenbezeichnung auf einem Drucker täglich einmal registriert. Auf einer Meldetafel werden Grenzwertüberschreitungen und Störungsmeldungen optisch und akustisch signalisiert.

Die Fernübertragung der Meßwerte von der Meßzentrale am See zur Zentralwarte (Meldezentrale) erfolgt auf einem Kabelweg durch den Rohrstollen und entlang der Druckrohrleitung. Ein Zweitweg ist nicht vorhanden.

#### Fernmeßeinrichtungen

Fernmeßtechnisch erfaßt werden die Stauhöhe und die Lufttemperatur beim Einlaufbauwerk, die radialen Lotauslenkungen und die Sickerwassermenge in den Kontrollgängen beider Sperren sowie die Felswasserdrücke an 12 Stellen im Gründungsbereich der Südsperre. Die Meßdaten werden auf einem Kabelweg zur Meßzentrale am Westufer bzw. in die Zentralwarte übertragen und dort registriert. Es sind nachstehende Meßgeräte in Verwendung:

**Stauhöhe:** Der Seestand wird von zwei verschiedenen Meßeinrichtungen erfaßt. Eine Schwimmermessung mit einer gekoppelten Relaiswählapparatur überstreicht den gesamten Staubeereich (in 5 cm Abstufungen). Eine pneumatische Druckwaage kontrolliert dagegen nur die oberen 10 m des Stauspiegels (Genauigkeit:  $\pm 1$  cm). Aus diesem Meßwert wird in der Zentralwarte elektronisch eine Sunk/Schwall-Meldung (Gradienten-Grenzwert  $dH/dt = 3 \text{ cm}/3 \text{ min}$ ) abgeleitet.

**Lufttemperatur:** Diese wird mit einem PT 100 Widerstandsfühler aufgenommen.

**Lotauslenkung (radial):** In beiden Sperren ist im höchsten Sperrenblock eine elektroofptische Abtastung wie bei der Weißsee-Nordsperre installiert. Das Hängelot ist in Kronenhöhe verankert, die Meßstelle befindet sich im Kontrollgang. Die Fernübertragung erfolgt von beiden Sperren zur Meßzentrale am Westufer. Dort werden von den Fernmeßwerten Grenzwerte abgeleitet.

**Sickerwassermenge:** Diese wird in beiden Sperren im Kontrollgang mit einem Trommelzähler erfaßt.

**Meßprinzip:** Die zu messende Wassermenge fließt in eine Meßkammer mit bekanntem Inhalt. Diese kippt bei erreichter Wassermenge und dreht die Trommel weiter. Jede Entleerung wird von einem mechanischen Zählwerk registriert und löst auch einen elektrischen Impuls aus, der zur örtlichen Meßzentrale übertragen wird. Dort erfolgt die Registrierung der ermittelten Sickerwassermenge auf einem Punktdrucker und die Ableitung der Grenzwerte.

**Felswasserdruck im Gründungsbereich der Südsperre (12 Meßstellen):** Es sind Druckaufnehmer bis in die Meßstrecke der Piezometer abgesenkt. Im Kontrollgang der Sperren werden die Kabel zusammengeführt, die Meßsignale verstärkt und an den

elektronischen Meßstellenumschalter-Modulator-Demodulator weitergeleitet, in die Zentralwarte übertragen und dort registriert. Grenzwerte werden derzeit nicht abgeleitet.

#### Grenzwertüberwachung

Ein Fernüberwachungssystem zur ständigen Überwachung der Sicherheit, wie es im Stubachtal bereits verwirklicht wurde, ist auch für den Speicher Spullersee geplant, aber derzeit noch nicht in Betrieb. Die seit 1972 existierenden Fernüberwachungseinrichtungen bestehen aus:

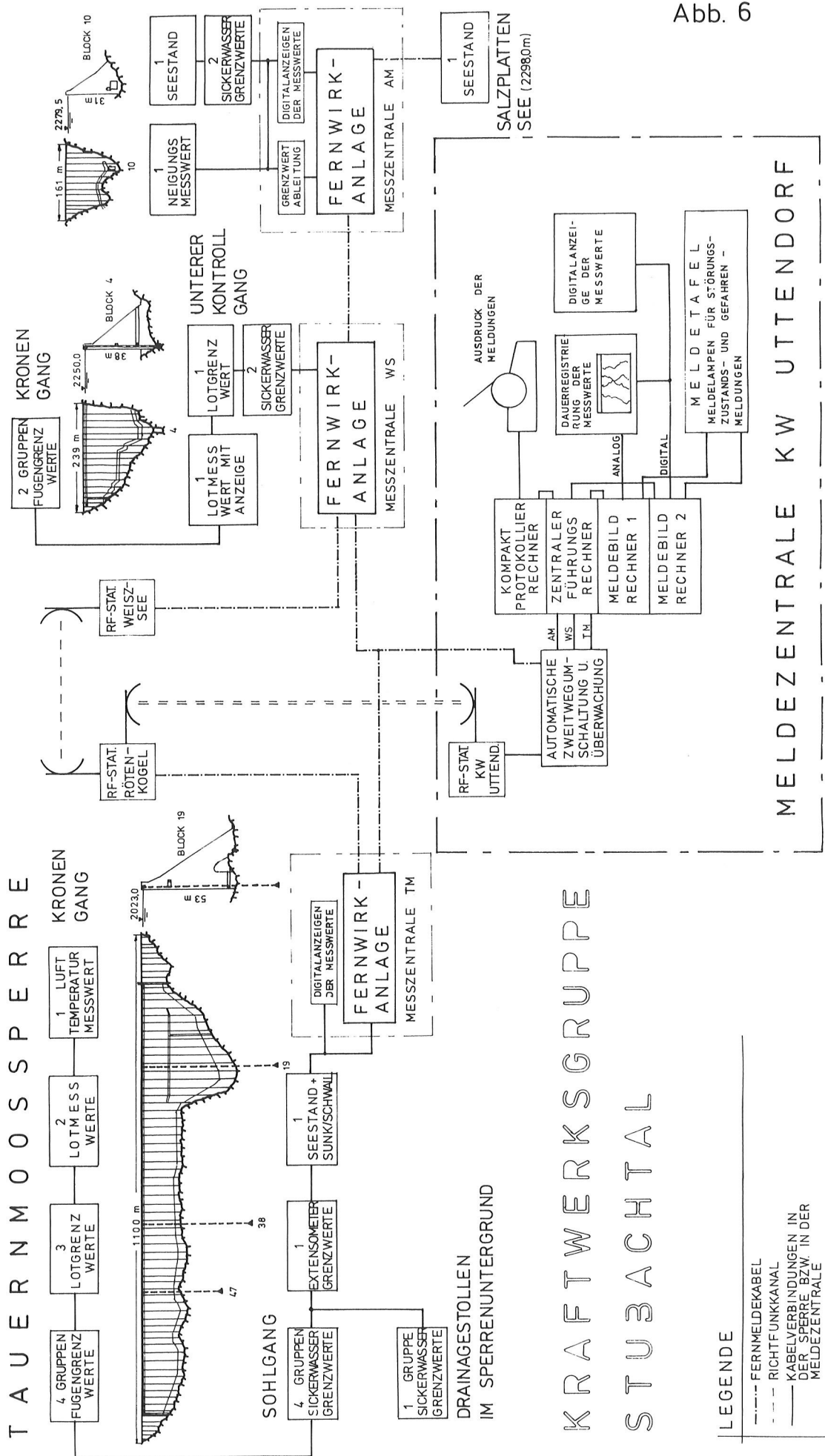
Lotgrenzwert: Die Lote jeder Sperre sind mit Fernmeßeinrichtungen ausgestattet; vom Fernmeßwert wird ein radialer, zur Luftseite gerichteter, konstant eingestellter Grenzwert abgeleitet. Überschreitungen werden in der Meldezentrale an der Meldetafel angezeigt.

Sickerwassergrenzwerte: Vom Fernmeßwert der Mengenmessung jeder Sperre wird ein konstant eingestellter Grenzwert abgeleitet und Überschreitungen werden, analog Lotgrenzwert, gemeldet.

Flutwellenkontakte: Im unmittelbaren Sperrenvorland sind sogenannte "Flutwellenkontakte" (Tauchelektroden) situiert, welche allenfalls abfließende größere Wassermengen an der Meldetafel in der Meldezentrale anzeigen.

Eine einfache elektromechanische Verknüpfung der vorgenannten Grenzwertmeldungen mit der Sunk/Schwalmeldung ist so konzipiert, daß mehrere Meldungen zur Auslösung einer "Gefahrenmeldung" an der Meldetafel führen können.

# FERNÜBERWACHUNG DER TALSPERREN IM STUBACHTAL



- LEGENDE**
- FERNMEDEKABEL
  - - - RICHTFUNNKANAL
  - KABELVERBINDUNGEN IN DER SPERRE BZW. IN DER MELDEZENTRALE
  - MASZSTAB HÖHE UND QUERSCHNITTE 1:2000
  - MASZSTAB LÄNGE 1:8000

Abb. 6

WEISZSEESPERRE AMERSPERRE

WEISZSEESPERRE AMERSPERRE

MELDEZENTRALE KW UTTENDORF

KRAFTWERKSGRUPPE STUBACHTAL

# FERNÜBERWACHUNG DER SPULLERSEESPERREN

## NORDSPERRE      SÜDSPERRE

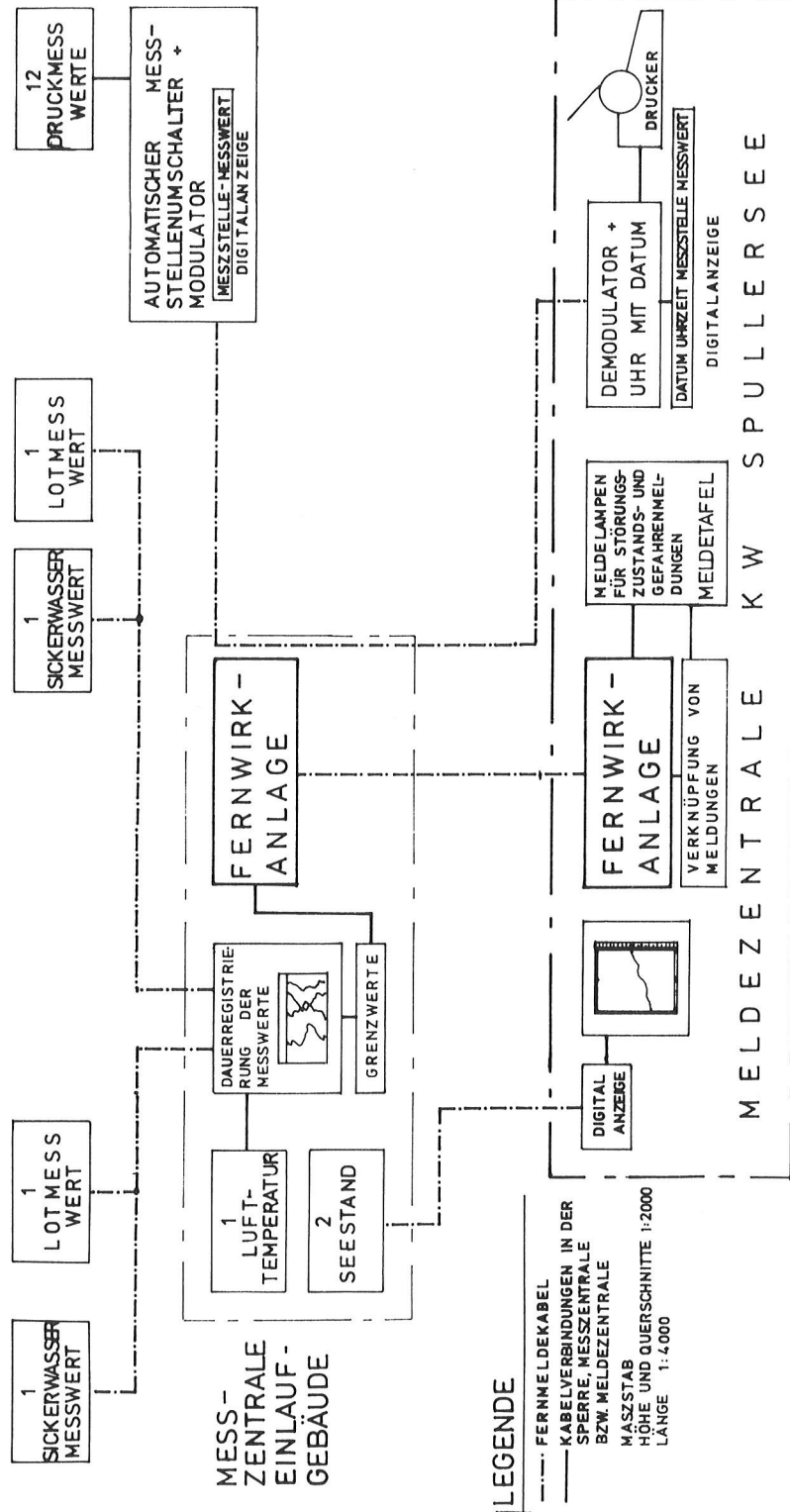
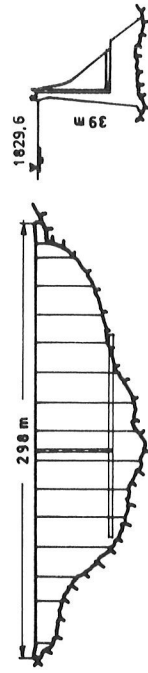


Abb. 7

## 8. ÖSTERR. DRAUKRAFTWERKE A.G. (ÖDK)

### 8.1 Die Fernüberwachung der Kölnbreinsperre

#### 8.1.1 Einleitung

Die Kölnbreinsperre ist mit einer Höhe von 200 m, einer Kronenlänge von 626 m und einer Betonkubatur von 1,6 Mio. m<sup>3</sup> die größte Talsperre Österreichs. Sie wurde im Zuge des Baues der Kraftwerksgruppe Malta in den Jahren 1974 bis 1977 errichtet. (Siehe ÖZE 1/2 1979)

Schon bei der Planung stand fest, daß dieses kühne Bauwerk mit einem modernen und verlässlichen Meß- und Beobachtungssystem ausgestattet wird. Dabei kam der automatischen Erfassung der wichtigsten Meßwerte sowie ihrer Fernübertragung zu den zuständigen Entscheidungszentren besondere Bedeutung zu. Das Grundkonzept für die Fernüberwachung der Kölnbreinsperre stammt aus dem Jahre 1976. Die Anlage selbst wurde von der Firma SIEMENS in den Jahren 1978 und 1979 eingebaut und erfüllt heute folgende Aufgaben:

- Automatische Erfassung der Meßwerte von rund 450 Ablesestellen im Zeitabstand von 4 Minuten.
- Weiterleiten der Rohwerte über 9 Übertragungsstrecken zu einer zentralen Prozeßrechneranlage im Sperrenhaus.
- Umrechnung der Rohwerte zu physikalischen Meßwerten, Überprüfung der Meßwerte auf Plausibilität und Grenzwertverletzung sowie Speicherung der Meßwerte jeder vollen Stunde.
- Fernübertragung der Meßwerte in die Zentralwarte Rottau und in die Hauptverwaltung nach Klagenfurt.
- Graphische Darstellung der Meßwerte mit einem Plotter.

Das Schema (Flußbild) der Fernüberwachung zeigt die Abb. 2.

#### 8.1.2 Überblick über die Meßeinrichtungen

Bei der Planung und beim Einbau der Meßeinrichtungen wurde darauf geachtet, daß die Meß- mit den Rechenwerten direkt verglichen werden können. Die Ablesestellen wurden daher weitgehend dem Bogen- und Kragträgersystem der statischen Berechnung angepaßt. Die Abb. 1 zeigt die Anordnung der Meßeinrichtungen in der Sperre.

Zur Beurteilung des Gesamtverhaltens von Sperre und Untergrund werden folgende statische und dynamische Beanspruchungen gemessen:

- die Staukote
- der Sohlenwasserdruck an der Aufstandsfläche
- der Kluftwasserdruck im Gründungsfelsen
- die Luft- und Betontemperatur
- Erschütterungen aus Erdbebenereignissen.

Die aufgezählten Einwirkungen haben zur Folge, daß an der Sperre radiale, tangentielle und vertikale Verschiebungen und Verdrehungen entstehen, die mit folgenden Meßeinrichtungen beobachtet werden:

- Schwimm- und Hängelotanlage
- Klinometer
- Invardrahtextensometer
- Stangenextensometer
- Gleitmikrometer
- Blockfugenweitengeber

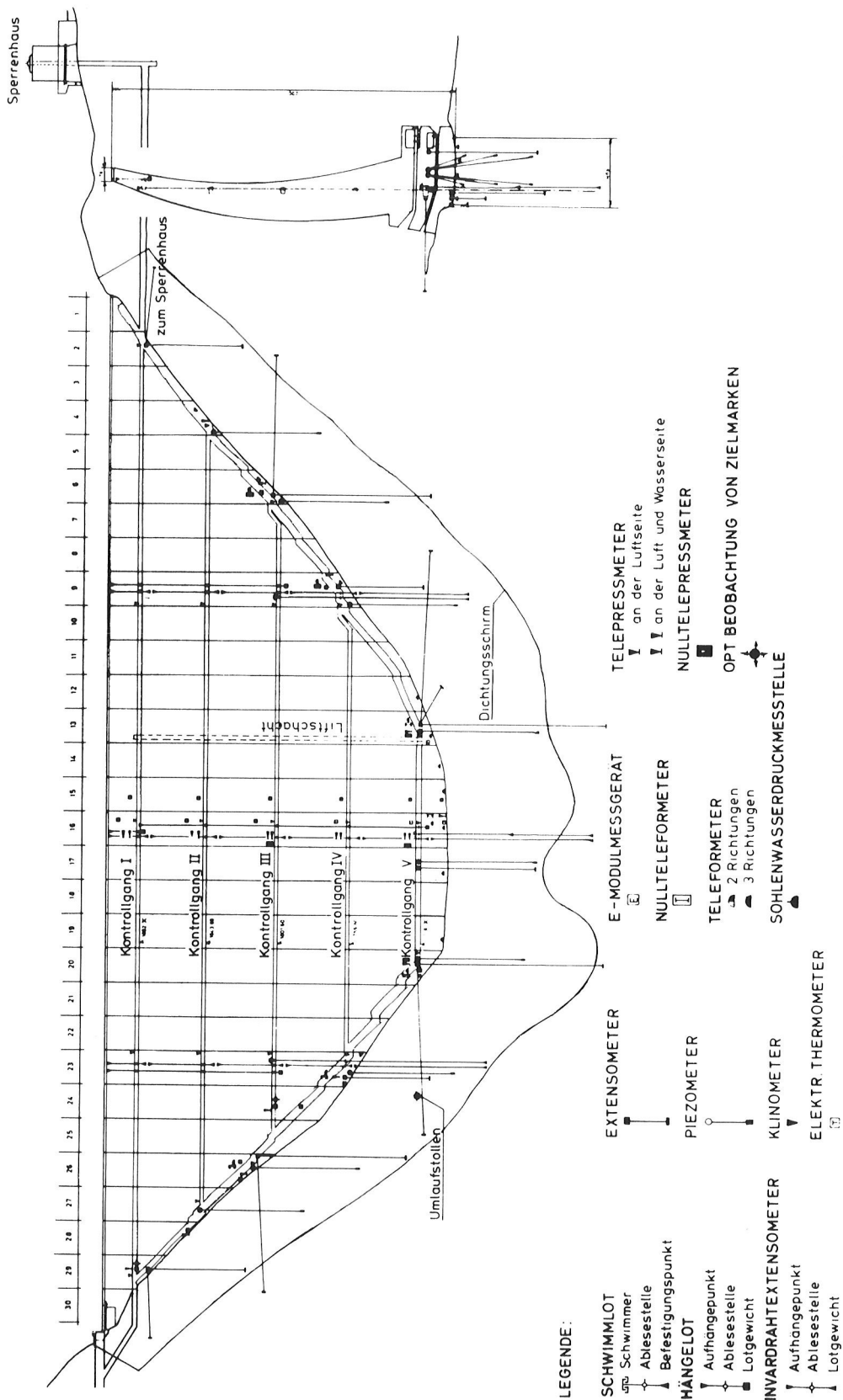


Abb. 1, Anordnung der Meßeinrichtungen in der Sperre



- Geodätische Messungen (Nivellement, Polygonzug, optische Felsbeobachtungen).

Die Dehnungen und Spannungen im Sperrbeton werden mit

- Teleformetern
- Telepreßmetern

gemessen.

Als besonders wichtige, aussagestarke und verlässliche Meßeinrichtungen haben sich an der Kölnbreinsperre die eingebauten Meßwehre zur Messung

- des Sickerwassers

herausgestellt.

|                               | Bezeichnung   | Symbole                       | Anzahl<br>Meßein-<br>richtungen | Anzahl<br>Ablesestellen |                         |
|-------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                               |   |                               |                                 | Gesamt                  | davon<br>Fernübertragen |
| Lasteinwirkung<br>(Belastung) | Druckwaage zur<br>Messung der Staukote  |                               | 1                               | 1                       | 1                       |
|                               | Sohlenwasserdruck-<br>meßglocke   |                               | 41                              | 41                      | 25                      |
|                               | Piezometerstand-<br>rohre   |                               | 154                             | 154                     | 124                     |
|                               | Betontemperaturegeber   |                               | 79                              | 79                      | 63                      |
| Verschiebungen                | Lotanlage   |                               | 17                              | 34                      | 17                      |
|                               | Klinometer  |                               | 52                              | 52                      | 0                       |
|                               | Invardrahtextenso-<br>meter   |                               | 16                              | 16                      | 16                      |
|                               | Stangenextensometer   |                               | 137                             | 137                     | 76                      |
|                               | Gleitmikrometer   |                               | 26                              | 982                     | 0                       |
|                               | Blockfugenweiten-<br>geber  |                               | 115                             | 137                     | 0                       |
|                               | Geodätische Meß-<br>punkte<br>- Nivellement<br>- Polygonzug<br>- Opt.Zielmarken |                               | 205                             | 262                     | 0                       |
|                               | Dehnung<br>Spannung   | Teleformeter<br>Telepreßmeter |                                 | 84<br>29                | 84<br>29                |
| Durch-<br>fluß                | Sickerwassermenge   |                               | 12                              | 12                      | 12                      |
| Seismik                       | Mikroseismik  |                               | 1                               | 1                       | 1                       |
|                               | Makroseismik  |                               | 2                               | 6                       | 6                       |
|                               | Schallemission  |                               | 2                               | 4                       | 4                       |
|                               | Meteorologische<br>Werte  |                               | 7                               | 7                       | 7                       |
|                               | Summe   |                               | 980                             | 2038                    | 444                     |

Tab. 1, Meßeinrichtungen an der Kölnbreinsperre  
Stand Feber 1984

- Die Schallemissionsanlage

ist eine Sondermeßeinrichtung, mit der eventuelle Rißbildungen im aufstandsnahen Sperrbereich frühzeitig festgestellt werden sollen.

Nach Fertigstellung der Sperre im Jahre 1977 waren zur Überwachung des Sperrverhaltens 400 Meßeinrichtungen eingebaut, von denen rund 320 Ablesestellen an die automatische Meßwerterfassungsanlage angeschlossen waren. 1984 werden die Sperre, der wasserseitige Vorboden und das luftseitige Vorland mit rund 980 Meßeinrichtungen beobachtet, von denen rund 450 Ablesestellen automatisch erfaßt und ihre Werte fernübertragen werden. Die Tab. 1 gibt einen Überblick über die Anzahl der einzelnen Meßeinrichtungen. Der Grund für diese Zunahme der Meßeinrichtungen liegt im "unerwarteten" Verhalten der Kölnbreinsperre.

### 8.1.3 Erfassung der Rohwerte in der Sperre und ihre Übertragung zur zentralen Prozeßrechnereinheit

Mit Ausnahme der Klinometer, Gleitmikrometer, Blockfugenweitengeber und der geodätischen Meßpunkte, werden von allen Instrumententypen Meßstellen in das Fernüberwachungssystem eingebunden. Die Übernahme der Meßwerte an der Meßstelle erfolgt mit sogenannten Meßwertumformern (MU), die auch als Aufnehmer oder Geber bezeichnet werden. Jeder Instrumententyp erfordert einen entsprechenden Umformer, der die Meßwerte mit unterschiedlicher Genauigkeit und Langzeitstabilität erfaßt. In der Tab. 2 sind die verwendeten Meßwertumformer angeführt.

Die Lotmeßwerte werden mit fotoelektrischen Kameras mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1$  mm,

die Meßwerte von Invardraht- und Stangenextensometer mit induktiven Wegumformern mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,005$  mm,

die Meßwerte von Piezometer- und Sohlenwasserdruck-Meßeinrichtungen mit sogenannten Dehnmessstreifen-Druckumformern mit einer Genauigkeit von  $\pm 5$  % des Meßbereiches,

der Sickerwasserdurchfluß an den Meßwehren wird mit Membran-Druckumformern auf eine Genauigkeit von  $\pm 2$  % und

die Meßwerte von Telefor- und Telepreßmetern werden über elektrische Widerstandsänderungen nach dem Carlson-Prinzip mit einer Genauigkeit von  $\pm 2$  % erfaßt.

Da der Erfassung der Daten an der Ablesestelle sowie ihrer Übertragung bis zur Prozeßrechneranlage größte Bedeutung zukommt, wird dieser Vorgang kurz beschrieben. Das Prinzip der Datenerfassung ist auch in der Abb. 3 dargestellt.

Die mechanische Veränderung der Ablesestelle wird mittels eines Meßwertumformers (Aufnehmer, Geber) in Zeitabständen von 4 Minuten erfaßt, analog als elektrischer Impuls (50 ms) über einen Verstärker geführt und in einem sogenannten Analog-Digitalumsetzer (ADU) binär verschlüsselt und als sogenannter Rohwert über eine verkabelte Übertragungsstrecke zur zentralen Prozeßrechneranlage übertragen. Da jeder Meßwert vom Umformer bis zu seiner binären Verschlüsselung im Analog-Digitalumsetzer äußeren (atmosphärischen) Einflüssen unterworfen ist, soll die Wegstrecke dahin möglichst kurz gehalten werden. An der Kölnbreinsperre wurde dieser Forderung durch den Einbau von 9 sogenannten Betriebsdaten-Erfassungsstationen (BDE) Rechnung getragen. Die maximale Kabellänge zwischen Umformer und Analog-Digitalumsetzer beträgt derzeit rund 50 m.

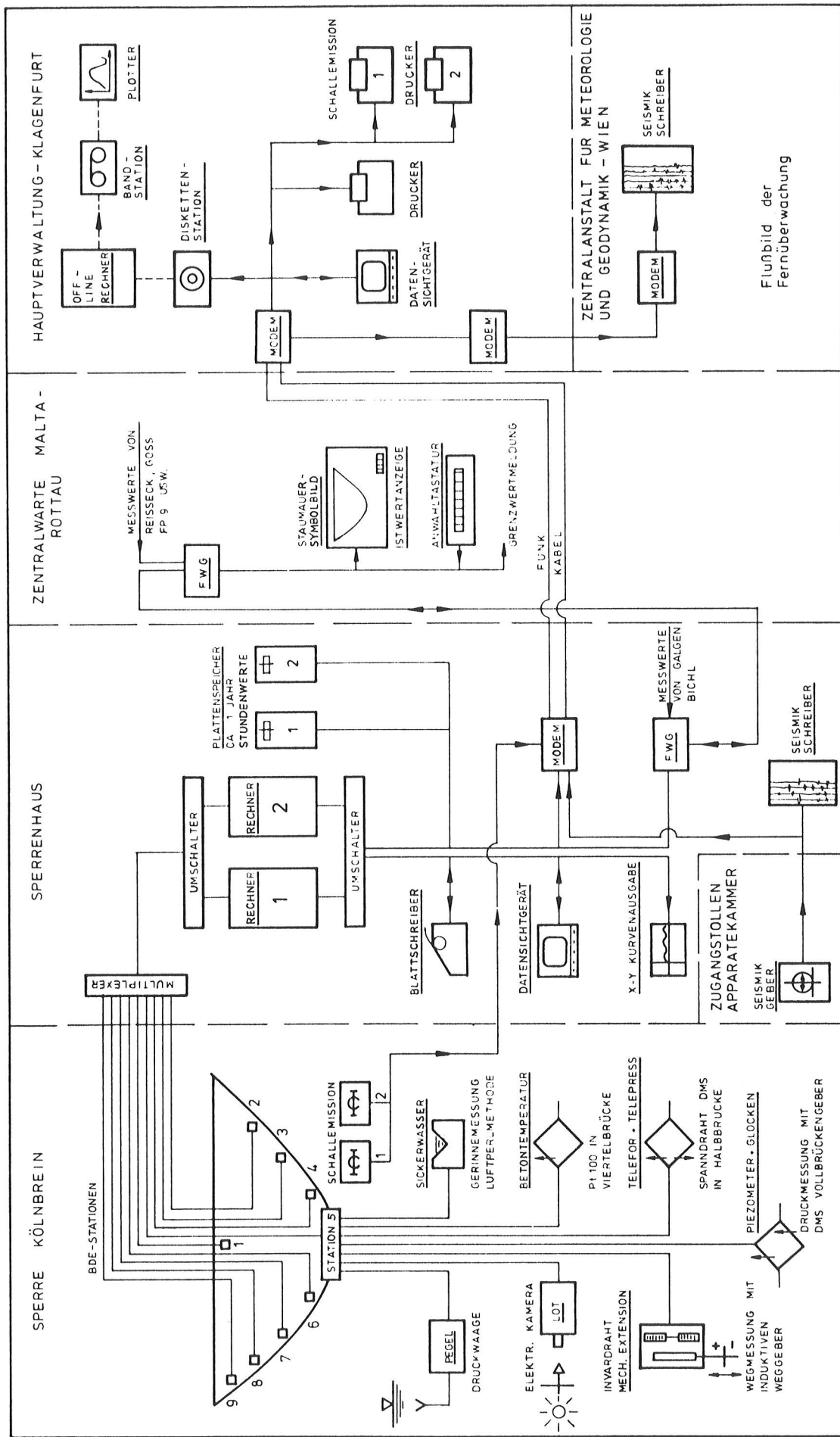


Abb. 2, Flußbild der Fernüberwachung

Die zur Umrechnung von Rohwerten in physikalische Meßwerte notwendige, anlagenabhängige Konstante  $k$  wird vom Übertragungssystem - Umformer bis Analog-Digitalumsetzer - ermittelt. Durch diese Vorgangsweise kann der Einfluß verschiedener Kabellängen und Verstärker, aber auch der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Kontrollgängen mit berücksichtigt werden.

Die beiden seismischen Stationen und die Schallemissionsanlage sind in dem oben beschriebenen Erfassungssystem nicht eingebunden. Ihre Meßwerte werden aber trotzdem fernübertragen. Die Ergebnisse der Mikroseismik werden sogar direkt nach Wien, in die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik gesendet.

Abschließend zu diesem Kapitel wird erwähnt, daß alle in das Fernüberwachungssystem eingebundenen Ablesestellen auch händisch gemessen und damit jederzeit kontrolliert werden können. Die händisch gemessenen Werte werden zeitverschoben, als sogenannte Kontrollwerte in der Rechenanlage gespeichert und in regelmäßigen Zeitabständen mit den automatisch erfaßten Werten verglichen.

| Meßeinrichtung                       | Meßwertumformung  | Meßgenauigkeit                             | Langzeitstabilität |
|--------------------------------------|---|--|--------------------|
| Lote                                 | Fotoelektronische Kamera                                | $\pm 0,1$ mm                               | sehr gut           |
| Stangen- und Invardraht-Extensometer | Induktive-Wegumformer                                   | $\pm 0,005$ mm                             | gut                |
| Temperaturen                         | Elektrische Widerstandsänderung (PT 100)                | $\pm 0,1^\circ\text{C}$                    | gut                |
| Wasserdrücke                         | DMS-Druckumformer                                       | $\pm 0,5$ %                                | mittel             |
| Wasserdurchfluß                      | Membran-Druckumformer                                   | $\pm 2,0$ %                                | gut                |
| Wasserstände                         | Elektromechanische Druckwaage                           | $\pm 2,0$ cm                               | sehr gut           |
| Dehnung Spannung                     | Elektrische Widerstandsänderung (Carlsonprinzip)        | $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ mm/mm<br>$\pm 2,0$ % | mittel             |
| Mikroseismik                         | Elektrodynamische Beschleunigungsumformer               | $\pm 5$ %                                  | sehr gut           |
| Makroseismik                         | Piezoelektrische Beschleunigungsumformer                | $\pm 5$ %                                  | gut                |
| Schallemission                       | Piezoelektrische- oder Elektrodynamische Schallumformer | $0,01_{-10}$ V/g                           | gut                |

Tab. 2, Meßwertumformer an der Kölnbreinsperre  
Stand Feber 1984

### 8.1.4 Verarbeitung der Rohwerte in der Prozeßrechneranlage und ihre Fernübertragung

Die Prozeßrechneranlage besteht aus 2 getrennten Zentraleinheiten, 2 Plattenspeichern, 1 Blattschreiber, 1 Datensichtgerät sowie 1 X/Y-Schreiber.

Jede Zentraleinheit hat eine Kernspeicherkapazität von 128 kB und eine durchschnittliche Operationszeit von 3,6 ms. Jeder der beiden Plattenspeicher hat eine Kapazität von 100 MB, das bedeutet, daß auf jedem Plattenstapel die Stundenwerte von 450 Meßstellen von mehr als einer Stauperiode gespeichert werden können.

Das Datensichtgerät und der Blattschreiber ermöglichen die Sperrenüberwachung auch vom Sperrenhaus aus.

Mit Hilfe eines Rechenprogrammes werden im Prozeßrechner nach der Funktion

$$y = k \cdot x + d$$

die Rohdaten in physikalisch deutbare Meßwerte umgerechnet. Darin bedeuten:

y - der physikalische Meßwert

k - die hardwareabhängige Konstante

x - der Rohwert

d - die Konstante zur Verschiebung des Nullpunktes.

Nach der Umrechnung erfolgt eine Überprüfung der Meßwerte auf Plausibilität und Einhaltung vorgegebener, konstanter Grenzwerte. Wird eine der beiden oder beide Kriterien nicht erfüllt, erfolgt automatisch eine Meldung in der Zentralwarte Rottau und eine Eintragung im Betriebsprotokoll.

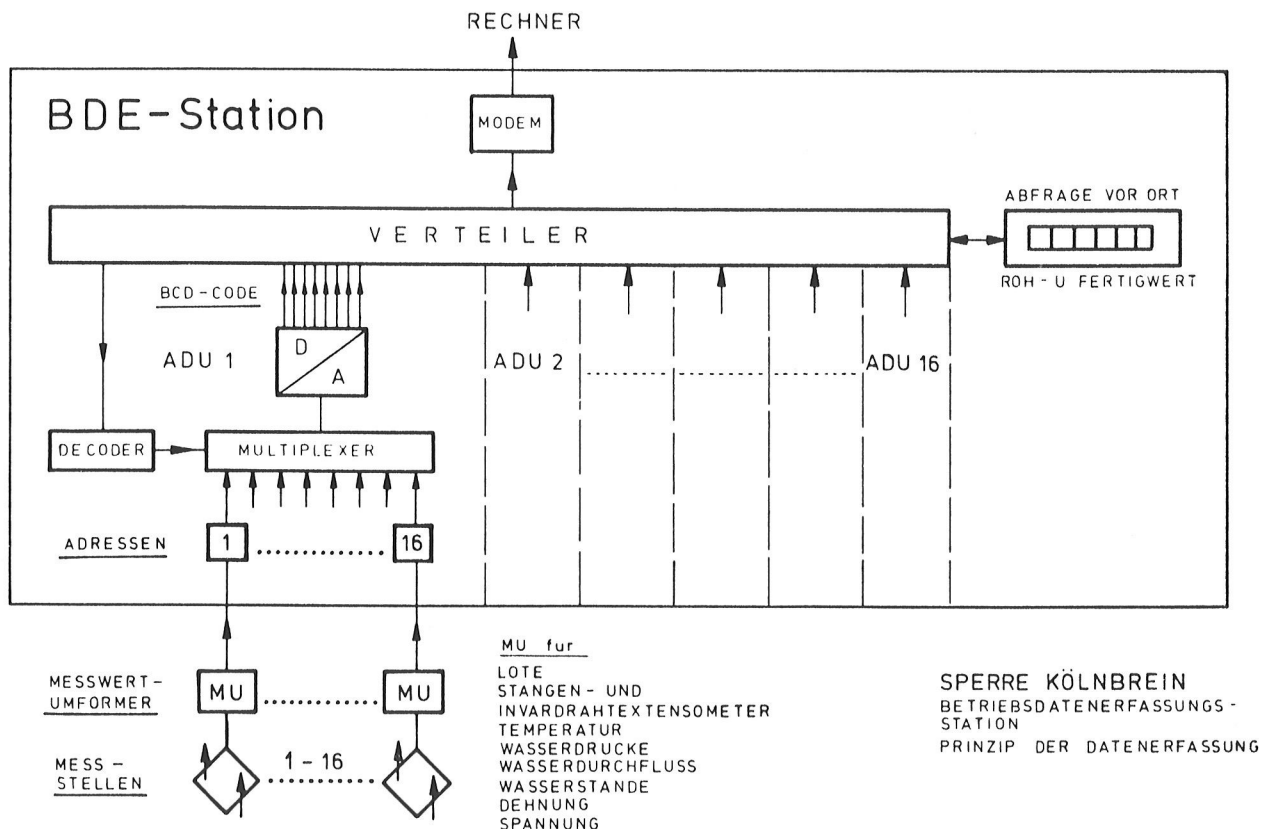


Abb. 3, Prinzip der Datenerfassung

Die Prozeßrechneranlage ist derzeit so programmiert, daß die Meßwerte der vollen Stunden an beiden Plattenspeichern automatisch gespeichert und damit stündlich gesichert werden.

Weiters erfolgt einmal täglich die Zusammenstellung des Tageswertprotokolls des Vortages. In diesem Protokoll werden von jeder Meßstelle

- die Meßwerte von 0.00 Uhr und 12.00 Uhr
- der Maximal- und Minimalwert
- sowie das arithmetische Mittel aller 4-Minuten-Meßwerte

notiert.

Zur Fernübertragung der Meßwerte in die Zentralwarte Rottau und in die Hauptverwaltung nach Klagenfurt stehen je zwei Übertragungsstrecken zur Verfügung. Die ÖDK-eigene "Richtfunkschiene Süd" und eine eigene Fernmeldeleitung (Datenkanal) der Post. Die Übertragung der Daten über die Richtfunkschiene erfolgt sicher und störungsfreier.

#### 8.1.5 Auswertung und Darstellung der Meßwerte

Sowohl von der Zentralwarte Rottau, als auch von der Hauptverwaltung in Klagenfurt können die bereitgestellten Meßwerte nach verschiedenen Gesichtspunkten abgerufen werden. Von den vielen Möglichkeiten werden die wichtigsten aufgezählt:

- Abruf beliebiger Meßwerte aus dem Archiv.  
Mit diesem Kurztelegramm kann jeder beliebige Meßwert der laufenden Stauperiode von jeder vollen Stunde abgerufen werden.  
Dieses Kurztelegramm liefert auch die eingetragenen, händisch gemessenen Kontrollwerte. Damit ist nachträglich ein Vergleich mit den automatisch gemessenen Werten möglich.
- Istwertverfolgung.  
Mit dieser Darstellungsart können Meßwerte von 18 vorgegebenen Meßstellen im Abstand von 4 Minuten verfolgt werden.
- Abruf des Tageswertprotokolles.  
Mit diesem Kurztelegramm erhält man rasch einen Überblick über die Meßwertentwicklung des vorangegangenen Tages.

Alle automatisch erfaßten Meßwerte können am Bildschirm sichtbar gemacht werden, sie können am Blattschreiber aufgelistet werden oder sie können auf einer Diskette zwischengespeichert und anschließend weiterverarbeitet werden. Die auf Disketten gespeicherten Meßwerte werden auf eine externe Rechenanlage übertragen und mit einem Plotter graphisch dargestellt.

Beispiele für diese Art der Auswertung sind in den Abb. 4 und 5 dargestellt. Abb. 4 zeigt die radiale Verschiebung der Krone in Abhängigkeit von der Zeit und Abb. 5 die radiale Verschiebung der Krone in Abhängigkeit von der Stauhöhe.

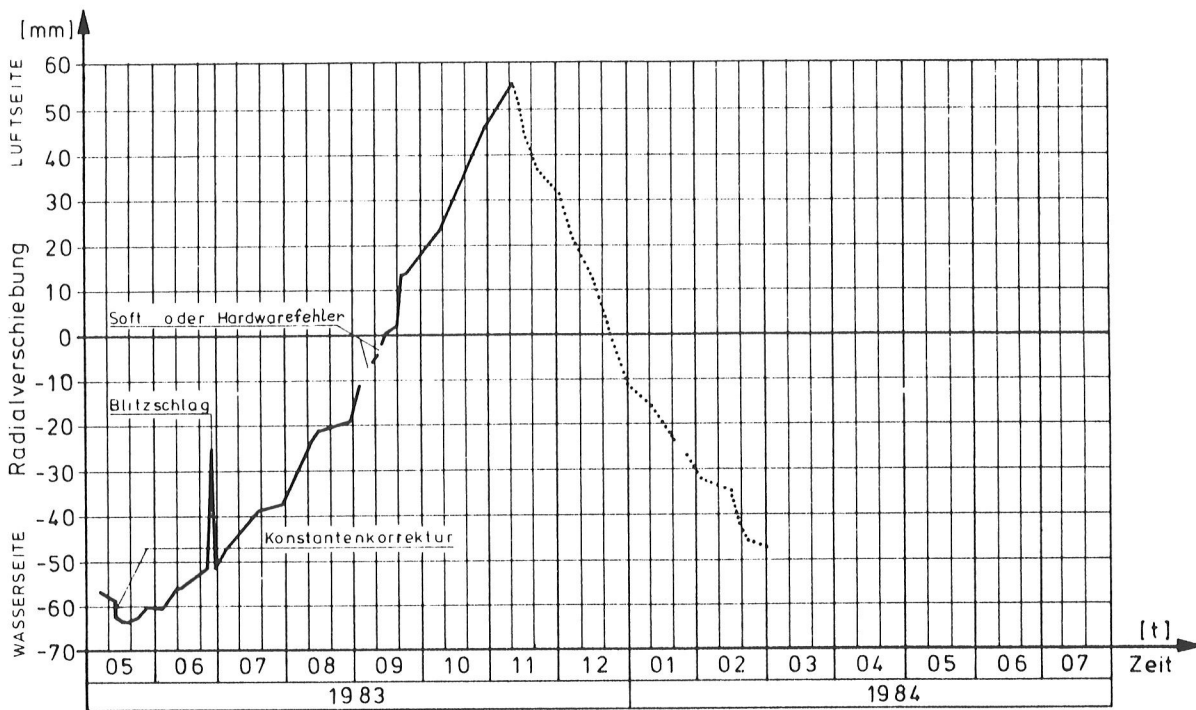


Abb. 4

**KÖLNBREINSPERRE BLOCK 16**  
 RADIALVERSCHIEBUNG DER KRONE IN  
 ABHÄNGIGKEIT VON DER ZEIT (1983/84)

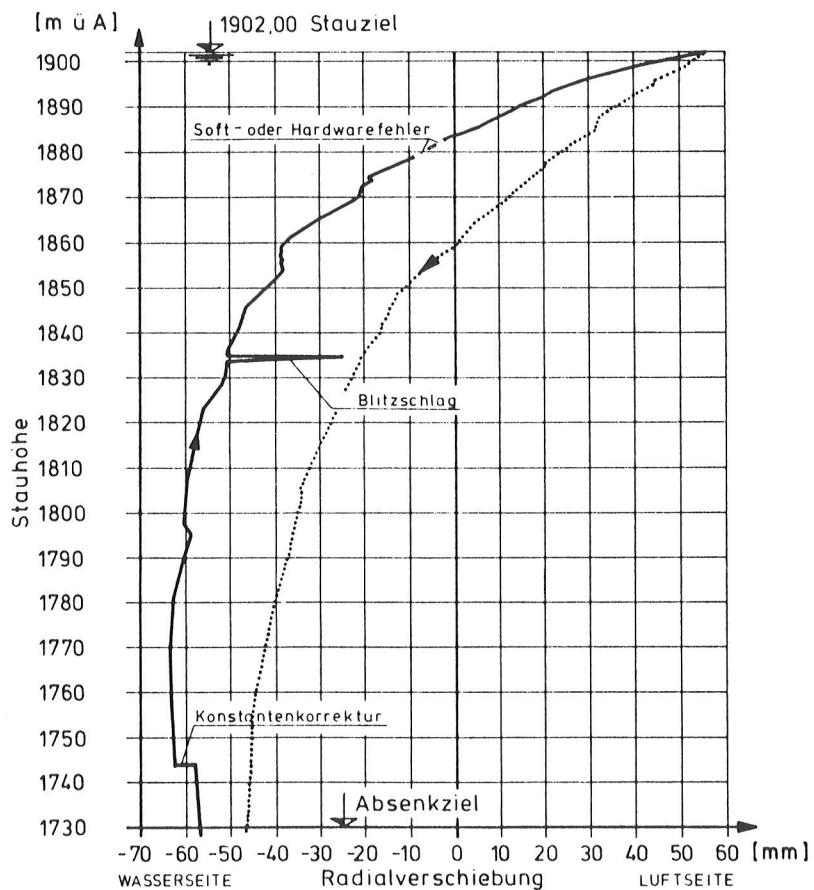


Abb. 5

**KÖLNBREINSPERRE - BLOCK 16**  
 RADIALVERSCHIEBUNG DER KRONE IN  
 ABHÄNGIGKEIT VON DER STAUHOHE (1983/84)



### 8.1.6 Erfahrungen mit der automatischen Meßwerterfassung- und Fernübertragungsanlage

Die Erfahrungen mit der Fernüberwachungsanlage an der Kölnbreinsperre sind unterschiedlich.

Als großer Vorteil hat sich die automatische Meßwerterfassungsanlage nach sprunghaften Verhaltensänderungen z. B. nach einer plötzlicher Zunahme des Sickerwasserdurchflusses herausgestellt. Die Möglichkeit, die wichtigsten Meßgrößen zu jeder Tages- und Nachtzeit annähernd kontinuierlich und fernab der Meßstelle zu beobachten, half den diensthabenden Talsperrenverantwortlichen bei so manch schwerer Entscheidung.

Ein weiterer großer Vorteil der Fernüberwachungsanlage wird im Winter genützt. Mit der Anlage können alle, auch außerhalb der Sperre befindlichen Meßstellen, ob sie nun eingestaut sind oder unter meterhohem Schnee liegen, verlässlich überwacht werden.

Daß die Sperre in Zukunft einmal im Winter für kurze Zeit nur über die Fernüberwachungsanlage beobachtet wird, ist denkbar.

Allerdings ist die Voraussetzung für eine hohe Betriebssicherheit der Fernüberwachungsanlage eine aufwendige Wartung. Seit Jahren sind dafür im Durchschnitt zwei Techniker eingesetzt. Von dem Wartungsteam werden sowohl die Anlagenteile (Hardware), als auch das Rechenprogramm (Software) betreut.

#### 8.1.6.1 Erfahrungen mit der Hardware

Bei der ersten Gruppe, also der Hardware, hat sich als Nachteil herausgestellt, daß mit Ausnahme der Zentraleinheiten und der Plattenstationen alle Umformer, Übertragungs- und Schalteinrichtungen nur einfach ausgeführt sind, die Anlage also nicht redundant ist.

Als störanfällig haben sich vor allem der Übertragungsweg vom Umformer an der Meßstelle bis zum Analog-Digitalumsetzer in den Betriebsdatenerfassungseinrichtungen erwiesen. Änderungen der Temperatur und atmosphärische Einflüsse (Nahgewitter) und die sich daraus ergebenden Schwankungen in der Stromversorgung beeinflussen die hardwareabhängige Konstante  $k$ . Die Folgen sind fatal, die Meßwerte können zwar plausibel, aber falsch sein.

Empfindliche Verstärker führen zu Drifterscheinungen, die die Meßwerte langsam aber stetig verfälschen.

Ein besonderes Problem stellen Blitzeinschläge dar. Trotz Einbau von Schutzrichtungen geraten empfindliche Anlagenteile, wie bereits oben erwähnt, immer wieder in den Bereich atmosphärischer Einflüsse und können dadurch in ihrer Genauigkeit beeinflußt oder vollkommen zerstört werden. Im günstigsten Fall ist damit der Ausfall einer Meßstelle manchmal aber einer ganzen automatischen Meßwerterfassungsgruppe verbunden. Die Dauer solcher Ausfälle ist unterschiedlich und kann mehrere Wochen betragen. Auf Kölnbrein wurde beobachtet, daß die Blitzschäden an der Anlage mit der Anzahl der außerhalb der Sperre liegenden Meßstellen zunahmten.

Als nicht optimal hat sich der Standort der zentralen Prozeßrechneranlage im Sperrenhaus herausgestellt. Bei einem Ausfall im Winter kann der Rechner üblicherweise nur mit dem Hubschrauber erreicht werden.

#### 8.1.6.2 Erfahrungen mit der Software

Die Probleme bei der Software lagen in den ersten Betriebsjahren im Bemühen, die Fernüberwachung möglichst anwenderfreundlich und komfortabel zu gestalten. Die dafür notwendigen Programmänderungen an der laufenden Anlage führten oft zu Fehlern, deren Behebung manchmal Wochen in Anspruch nahm.

Als weiterer Nachteil stellte sich die Aufnahme immer neuer Meßstellen in das im Betrieb befindliche Beobachtungssystem heraus. Bis vor kurzem war die Einbindung einer neuen Meßstelle auch mit einer Generierung des Systems verbunden. Bei der anschließenden Wiederinbetriebnahme traten Anlaufschwierigkeiten und Ausfälle auf.

Als Abschluß dieses Kapitels werden anhand eines Beispiels immer wiederkehrende, charakteristische Fehler des Fernüberwachungssystems erläutert.

Wie schon erwähnt, zeigt die Abb. 5 den vom Fernüberwachungssystem erfaßten und automatisch dargestellten Meßwertverlauf der radialen Kronenverschiebung in Abhängigkeit von der Stauhöhe.

Bei Staukote 1745 m ist die Auswirkung einer konstanten Korrektur dargestellt. Der Meßwert verändert sich sprunghaft von - 58 mm auf - 63 mm und führt dann kontinuierlich weiter.

Bei Staukote 1835 m verändert sich der Rohwert infolge eines Blitzeinschlages. Die Folge war, daß der Grenzwert überschritten und ein Alarm ausgelöst wurde.

Während des Aufstauens ab Kote 1880 m und ab 1883 m sowie während des Abstauens unter Kote 1827 m fällt die Anlage jeweils für mehrere Tage aus.

#### 8.1.7 Zusammenfassung

Die Fernüberwachungsanlage bildet heute einen festen Bestandteil des sehr aufwendigen Beobachtungssystems der Kölnbreinsperre, sie trug wesentlich dazu bei, daß trotz des unerwarteten Sperrenverhaltens bis jetzt zweimal der Vollstau (1979 und 1983) erreicht wurde und in den übrigen Jahren der Höchststau nur wenige Meter unter dem Stauziel von 1902 m blieb.

Es kann aber nicht verschwiegen werden, daß es mit der automatischen Fernüberwachungsanlage auch Enttäuschungen gab, die zur festen Überzeugung führten, daß die händischen Messungen durch den verlässlichen Bauwerksbeobachter nicht ersetzt werden können.

In Zukunft wird alles darangesetzt, daß die Zuverlässigkeit der Anlage unter anderem durch den Einbau robuster, weniger stör anfälliger Erfassungs- und Übertragungseinrichtungen erhöht wird. Die Automatisierung wird aber nicht mehr weiter ausgebaut, sondern auf die wichtigsten Meßgrößen beschränkt bleiben.

LITERATUR:

- BAUSTÄDTER K. - "Kraftwerksgruppe Malta: Das Projekt und seine Verwirklichung",  
ÖZE, 32. Jg. (1979), H. 1/2, S. 4 ... 12;
- HAUTZENBERG H. - "Die automatische Staumauerüberwachung der Kölnbreinsperre",  
Die Talsperren Österreichs, H. 25
- MAGNET E. und WIDMANN R. - "Foundation Problems of Koelnbrein Arch Dam",  
3<sup>rd</sup> I.S.R.M. Congress 1974, Denver, Colorado.
- WIDMANN R., STÄUBLE H., KLEMEN K., SCHLOSSER J. und GATTI H.  
- "Die Gewölbemauer Kölnbrein",  
ÖZE, 23. Jg. (1979), H. 1/2, S. 24 ... 36;

## 9. SALZBURGER AG FÜR ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT (SAFE)

### 9.1 Einleitung:

Von der SAFE wurde erst nach dem Jahre 1947 mit dem Bau von Speicherkraftwerksanlagen begonnen. Dabei gelangten durchwegs Dämme aus Erd- und Steinbrockenmaterial zur Ausführung. Als Dichtungselemente wurden dabei verdichtetes lehmiges Material, schrägliegende Bitumeninnendichtung, zweischichtige Asphaltbetonoberflächendichtung auf einer Bindschicht und zuletzt eine Betonkernwand mit aufgeklebtem bitumenbeschichtetem Vlies als Dicht- und Gleitschicht verwendet. Infolge der sehr geringen Dammhöhen und der zu Ausbaubeginn verhältnismäßig bescheidenen Seeinhalte sind keine fernüberwachten Dammebeobachtungseinrichtungen vorhanden. Die Dämme werden lediglich mehrmals jährlich bei unterschiedlichen Stauhöhen geodätisch kontrolliert. Aufgrund der dabei gewonnenen Erkenntnisse ist nicht beabsichtigt, fernübertragende geodätische Dammeüberwachungseinrichtungen zu installieren. Lediglich die bereits bei der Errichtung der Anlagen gebauten Dammdrainagen, welche aber nur vereinzelt regelmäßig beobachtet wurden, erhielten in den letzten Jahren durch Kontaktelektroden überwachte und in die Kraftwerkswarten fernübertragende Signaleinrichtungen. Die Fernübertragung der Speicherstauhöhe ist seit der Inbetriebnahme aller Anlagen vorhanden.

Im Folgenden wird kurz die Entwicklung vom Beginn bis zum derzeitigen Stande bei den vier Stauanlagen der SAFE geschildert.

### 9.2 Entwicklungsgeschichte der Fernüberwachung:

#### 9.2.1 Hollersbachdamm:

Die bei dieser Anlage vorhandenen Sickerwasserdrainagen wurden von 1949 bis 1951 wöchentlich gemessen. Aufgrund einer Forderung des Unterausschusses für Talsperrenüberwachung der Staubeckenkommission beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft wurde im Jahre 1982 in der 1969 errichteten Meßkammer am Dammfuß eine Tauchelektrode installiert, die bei Überschreitung einer fest eingestellten Durchflußmenge in der Warte des Kraftwerkes ein Signal auslöst. Nach Quittierung der Meldung ist der Werksleiter verpflichtet, sofort beim Damm die Ursache der Meldungsauslösung zu erkunden und dann unverzüglich mit dem Talsperrenverantwortlichen in Verbindung zu treten, der eventuelle Sofortmaßnahmen veranlassen wird.

#### 9.2.2 Rotgüldenseedamm:

Nach der Errichtung des Dammes wurden bis 1966 nur vereinzelte direkte Schüttungsmessungen an der Dammdrainage vorgenommen. Im Zuge der Aufstellung des vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft geforderten Alarmplanes erfolgte dann der Ausbau des Überwachungssystems. Dazu wurde die Fernüberwachung der Dammdrainage mittels Kontaktelektrode und Signalauslösung in der Kraftwerkswarte bei Überschreitung einer fest eingestellten Durchflußmenge installiert. Verbunden mit der seit der Inbetriebnahme vorhandenen Stauhöhenanzeige ist eine Signalauslösung bei Erreichen einer fest eingestellten Überstauhöhe. Gleichzeitig mit dieser Signalauslösung wird auch der Grundablaßverschluß des Dammes geöffnet.

#### 9.2.3 Dießbachdamm:

Bei diesem im Jahre 1963 fertiggestellten Damm werden wöchentliche Wassermengemessungen an den beiden in einer Meßkammer zusammengeführten Dammdrainagen und an zwei Hangdrainagen an den Dammflanken vorgenommen. Die Dammdrainagen werden durch Kontaktelektroden für fest eingestellte Wasserstände überwacht. Über Kabel erfolgt die Fernauslösung eines akustischen Signales in der Kraftzentrale. Bei

Ausfall der Anlage ergeht eine Störmeldung. Darüber hinaus sind im Jahre 1978 im Zuge des behördlich vorgeschriebenen Flutwellenalarmplanes zwei höhenunterschiedlich angeordnete Kontaktelektroden als Warneinrichtungen installiert worden. Die tiefer liegende Warnstelle löst über Kabelverbindung im Krafthaus ein akustisches Signal aus. Bei Ausfall ergeht wie bei den Drainagen eine Störmeldung. Bei Ansprechen der hochliegenden Warnstelle und eingeschaltetem vollautomatischem Betrieb werden über Richtfunk und Relaisstation die im Tal installierten Tyfone eingeschaltet und im Krafthaus ein Alarmsignal ausgelöst. Bei nicht automatisierter Betriebsbereitschaft erfolgt die Tyfoneinschaltung über die Funksteuerung durch den Diensthabenden der ständig besetzten Kraftwerkswarte. Ausfälle der Anlage werden mit einer Störmeldung angezeigt.

#### 9.2.4 Bockhartseedamm:

Das vorläufig letzte Dammbauvorhaben der SAFE wurde 1982 fertiggestellt und wie die bisherigen Anlagen mit geodätischen Kontrollpunkten ausgestattet, die mindestens zweimal jährlich gemessen werden. Fernüberwacht wird auch hier nur die Summe der beiden Sickerwasserdrainagen der lotrechten Betonkernwand. Die zwei getrennt in die Meßkammer führenden Drainageleitungen münden in eine gemeinsame Meßstrecke, in der sich die Kontaktelektrode für die Signalauslösung in der Kraftzentrale befindet. Die Auslösung erfolgt beim Überschreiten einer fest eingestellten Grenzwassermenge. Die Installierung einer Flutwellenwarneinrichtung ähnlich wie beim Dießbachdamm ist geplant.

## 10. STEIRISCHE WASSERKRAFT- UND ELEKTRIZITÄTS-AG (STEWEG)

### 10.1 Entwicklung der Fernüberwachung

#### 10.1.1 Bei Errichtung der Sperren eingebaute Beobachtungseinrichtungen

Die in den unmittelbaren Nachkriegsjahren errichteten Sperren Salza und Hierzmann wurden mit den damals üblichen Überwachungseinrichtungen versehen. Es wurden Hängelote zur Erfassung der Mauerbewegung, Stahlrohre zur Einführung von Verzögerungsthermometern von der Luftseite aus zur Ermittlung der Mauertemperatur sowie Bolzen, ebenfalls an der Luftseite, zur geodätischen Beobachtung der Sperre eingebaut. Die Staukote wurde durch eine Schwimmpegelanlage erfaßt. Es war vorgesehen, die Staukote jederzeit, die Radialverschiebung im Kronenscheitel einmal täglich und die Temperaturen im Mauerkörper in regelmäßigen Zeitabständen zu ermitteln. Wetterbeobachtungen und ergänzende Temperaturbeobachtungen (Luft und Wasser) sowie die in größeren Zeitabständen vorgenommene geodätische Überprüfung der Punkte an der Mauerluftseite vervollständigten das Beobachtungsprogramm.

Die Durchführung dieser Arbeiten war mühsam, gefährlich, zeitraubend und erforderte einen größeren Personaleinsatz. Zur Feststellung der Radialverschiebung mußte man durch ein Zugangsrohr zum Lotschacht kriechen und händisch mit einem von Prof. Dr. A.W. Reitz entwickelten Ablesegerät (REITZ, 1954) die Koordinaten der Pendellotanlage feststellen. Zur Ermittlung der Mauertemperatur wurde der Beobachter mit einem Korb mehrmals je Messung hochgekurbelt und er mußte die Verzögerungsthermometer in die Stahlrohre zu je drei Punkten einführen. Diese Arbeit nahm beinahe einen Arbeitstag in Anspruch.

#### 10.1.2 Erste Schritte zur Einführung einer Fernübertragung

Die vorhin dargelegte, zeitraubende Art der Ermittlung der Beobachtungswerte sowie das umständliche Hantieren mit dem tragbaren Ablesegerät ließen den Wunsch nach Verbesserungen aufkommen.

Vorerst wurde ein Thermometer in der Sperrenkrone eingebaut, welches einen "repräsentativen" Mauertemperaturwert feststellt (NIEDERL, 1964). Weiters wurde das OG-Lotmeßgerät in Eigenregie der STEWEG entwickelt (NIEDERL, 1970). In diesem Gerät sind eine Lichtquelle und ein lichtempfindlicher Widerstand so angeordnet, daß der Schatten des Lotdrahtes den Lichtstrahl unterbricht wenn der Meßkopf durch den Synchronmotor gegen den Lotdraht verschoben wird. Der dabei zurückgelegte Weg wird durch ein Zählwerk gemessen, das durch einen zweiten Synchronmotor getrieben wird. Der Meßvorgang wurde vom Sperrenwärter vorgenommen, die Werte konnten direkt am Gerät abgelesen werden, wurden aber auch bei der Sperre Salza in das Pegelhaus und bei der Sperre Hierzmann in das Schieberhaus übertragen.

Es war somit möglich, ab 1963 bei der Salza und ab 1961 bei der Hierzmann jederzeit den Stau, die Pendellotablesung und die Mauertemperatur zu ermitteln und damit das Sperrenverhalten festzustellen.

Der Wunsch, nicht nur auf Abruf die Meßdaten der Sperrenbeobachtung zu erhalten, sondern das Verhalten der Bauwerke dauernd direkt zu überwachen, führte zur Entwicklung neuer OG-Lotmeßgeräte. Diese Geräte registrieren jede Pendellotbewegung und geben Bewegungen größer als 0,1 mm an die entsprechenden Schaltschränke weiter und stellten einen weiteren entscheidenden Schritt zur Fernüberwachung der Sperren dar. Der Einbau dieser Geräte erfolgte bei Salza im Oktober 1972 und bei Hierzmann im Dezember 1971, beide Geräte erfüllen bis heute, von kleinen technischen Störungen abgesehen, klaglos ihren Dienst.

## 10.2. Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung

Der Einbau der verbesserten OG-Lotmeßgeräte sowie die vorhandenen, für eine Fernübertragung geeigneten Einrichtungen zur Ermittlung der Staukote und der "repräsentativen" Mauertemperatur ermöglichten ab 1976 eine echte Fernüberwachung der Sperre Salza und Hierzmann. Die Fernübertragung dieser Werte erfolgt in die zugehörigen, ständig besetzten Warten der Kraftwerke; somit ist eine Kontrolle des Verhaltens der Sperren möglich. Wie die Überwachung der einzelnen Sperren durchgeführt wird sowie eine detaillierte Beschreibung der Anlagen erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

Neben der ständigen Kontrolle wird parallel hiezu die Überprüfung des Langzeitverhaltens der Sperren seit deren Bestehen, also seit 1949 bzw. 1950 lückenlos durchgeführt, wobei bisher ein vollkommen normales Sperrenverhalten festgestellt werden konnte.

In der Sperre Sölk, die im Juli 1978 erstmals bis auf Vollstau belastet wurde, sind dem heutigen Stand der Technik entsprechend, eine wesentlich größere Anzahl von Überwachungseinrichtungen eingebaut. Für die Fernüberwachung werden aber nur der Stauspiegel, zwei Betontemperaturen im Bereich der Mauerkrone sowie die Werte der wichtigeren Lotwerte (Hängelot, 1 Schwimmlot) herangezogen. Für die Lotüberwachung ist eine elektronische Aufnahmekamera (digitale Zeilenkamera) der Firma Reticon vorgesehen. Der Vorteil dieser Kamera liegt darin, daß - im Gegensatz zu den OG-Lotmeßgeräten - keine mechanisch bewegten Teile vorkommen. Der von rückwärts beleuchtete Lotdraht wird von der Kamera aufgenommen, seine jeweilige Lage festgestellt, digital ausgewertet und weitergeleitet. Falls sich - was zu erwarten ist - diese elektronischen Aufnahmekameras bewähren sollten, werden sie in den nächsten Jahren bei allen Sperren der STEWEAG die Lotüberwachung übernehmen und die OG-Geräte ersetzen.

### 10.2.1 \_\_Sperre Salza

Sperrentype VAC

Höhe 53 m

Speicherinhalt 11,0 hm<sup>3</sup>

Sperrenkrone ganzjährig erreichbar

Seit Juli 1976 werden die Werte für Stau, Pendellotanlage und Mauertemperatur in die Warte des KW Salza übertragen, konnten aber weiterhin im Pegelhaus und vor Ort abgelesen bzw. ermittelt werden. Dem Sperrenwärter und dem Diensthabenden wurden modifizierte Rechenschieber übergeben, auf denen bei Einstellung von Stau und Mauertemperatur der entsprechende, aus der statischen Berechnung der Sperre ermittelte, Sollwert der Radialverschiebung abzulesen ist. Ein Vergleich mit dem gemessenen, also beobachteten Istwert, stellt ein Kriterium für das Verhalten der Mauer dar. Die Differenz von Soll- und Istwert muß innerhalb einer, über das ganze Jahr konstant angenommenen Bandbreite liegen. Falls der Differenzwert außerhalb der Bandbreite lag, mußten alle Werte kontrolliert und bei Feststellung der Richtigkeit aller ermittelten Werte die Betriebsleitung und der Talsperrenverantwortliche verständigt werden. Diese "Rechenschieberkontrolle" wurde dreimal täglich durchgeführt.

Seit dem Jahre 1979 - der Inbetriebnahme des Kraftwerkes Sölk - ist die letzte Stufe der Fernüberwachung erreicht. Stau-, Lot- und Temperaturwert können im Pegelhaus und im Kraftwerk Salza jederzeit abgelesen werden und werden im Kraftwerk Sölk in der Warte stündlich protokolliert. Außerdem überwacht ein Prozeßrechner die Werte und ermittelt ständig die Beziehung Sollwert zu Istwert



der Radialverschiebung. Ab Mai 1980 werden zusätzlich noch alle Werte in die immer besetzte Warte des Kraftwerkes Hieflau übertragen, protokolliert und ebenfalls vom Prozeßrechner überwacht.

Bei Überschreiten der vorgegebenen Kriterien (Bandbreite der Differenz von Soll- und Istwert der Pendellotlage bzw. Änderung der Pendellotwerte um mehr als 3 mm innerhalb von 24 Stunden) wird automatisch eine akustische und optische Gefahrmeldung ausgelöst. Diese Gefahrmeldung führt dann wieder zum oben beschriebenen Überprüfungs- und Verständigungsvorgang.

#### Meßgeräte

Die Lotanlage wird mit einem OG-Lotmeßgerät Bauart 1971 überwacht. Die Mauertemperatur wird mit einem Widerstands-Thermofühler, Fabrikat Ögussa ermittelt.

#### Übertragungswege

Die Lot- und Temperaturwerte werden mit Kabel in das Pegelhaus und gemeinsam mit der Staukote mittels Kabel in das Kraftwerk Salza weitergeleitet.

Die Verbindung von Salza zum Kraftwerk Sölk erfolgt auf zwei Wegen entweder über eine Ader des Postkabels oder über Richtfunk. Die Weiterleitung in die Warte des KW Hieflau ist ebenfalls auf zwei Wegen, über Postkabel oder über Trägerfrequenz auf Hochspannungsleitungen (TFH) möglich.

#### 10.2.2.2. Sperrre Hierzmann

Sperrentype VAC

Höhe 58 m

Speicherinhalt 7,6 hm<sup>3</sup>

Sperre ganzjährig erreichbar

Die Lotanlage wird an zwei Höhen auf Kote 661 (unmittelbar über der Gründungssohle) und auf Kote 649 beobachtet, wobei das OG-Lotmeßgerät auf Kote 649 eine Fernübertragung der Radialbewegungen aufweist und das OG-Gerät auf Kote 661 eine händische Ablesung der Radial- und Tangentialbewegungen erfordert. Seit Aufstellung dieser Gerätekombination im Jahre 1971 werden die Werte der Kote 649 in das Schieberhaus fernübertragen und die Werte auf Kote 661 (radial und tangential) händisch gemessen, um den Zusammenhang von Kote 649 und 661 zu kontrollieren. Zusätzlich wird auch noch die Anzahl der Bewegungsschritte des Meßkopfes auf Kote 649, zur Luft- und Wasserseite registriert. (Zur Feststellung von außergewöhnlichen Mauerbewegungen wie zum Beispiel Erdbeben.) Eine Fernübertragung der Werte für Stau, Pendellot und Mauertemperatur in die ständig besetzte Warte des Kraftwerkes Arnstein erfolgt seit dem Jahre 1976. Hier werden, wie für die Sperre Salza vor der Installierung eines Prozeßrechners im Kraftwerk Sölk, die Sollwerte der Radialverschiebung dreimal täglich mit Hilfe eines Rechenschiebers ermittelt und die Differenz zum Istwert, also dem beobachteten Lotwert, gebildet. Dieser Differenzwert muß auch hier innerhalb einer im Jahresablauf konstanten Bandbreite liegen, wenn dies nicht der Fall ist und alle Werte als richtig überprüft wurden, werden die Betriebsleitung und der Talsperrenverantwortliche verständigt.

#### Meßgeräte

Die Lotanlage wird auf Kote 649 mit einem OG-Lotmeßgerät Bauart 1971 überwacht, auf Kote 661 ist ein OG-Gerät zur händischen Ablesung aufgestellt. Die Mauertemperatur wird mit einem Widerstands-Thermofühler Ögussa Pt 100 ermittelt.

#### Übertragungswege

Die Meßwerte werden mit Kabel von der Sperre in die Schieberkammer und weiter

in das KW St. Martin geleitet. Die Weiterleitung in die Warte des KW Arnstein erfolgt dann entweder mit Richtfunk oder TFH.

### 10.2.3 Sperrre Sölk

Sperrtype VAC

Höhe 39 m

Speicherinhalt 1,7 hm<sup>3</sup>

Sperrre ganzjährig erreichbar

Die Ablesung der Werte bei den zahlreich eingebauten Meßeinrichtungen erfolgt periodisch vor Ort durch Betriebspersonal, wobei die Meßintervalle in den ersten Betriebsjahren (Erster Stau Juli 1978) sehr dicht waren und die Messungen nunmehr zweimal wöchentlich vorgenommen werden. Die Staukote wird bereits seit der Inbetriebnahme des Speichers in das Kraftwerk Sölk fernübertragen. Es ist aber weiters vorgesehen, zwei Pendellotwerte (einen Hängelotwert und einen Schwimm- lotwert) sowie zwei Mauertemperaturen ständig zu überwachen und deren Werte in die Warte des Kraftwerkes Sölk zu übertragen. Für die Pendellotüberwachung werden elektronische Kameras verwendet, welche die radiale Lage des Pendellotdrahtes feststellen und dessen Lage in das Krafthaus Sölk weiterleiten. Diese Anlagen sind derzeit in Erprobung und werden voraussichtlich bis Anfang 1984 ihren definitiven Betrieb aufnehmen. Die Weiterbehandlung der Werte im Prozeßrechner wird, ebenfalls nach einer gewissen Anlaufzeit, etwa bis Ende 1984 erfolgen können.

Dem Prozeßrechner werden ausgehend von einer Regressionsformel Daten eingegeben, die Verformungswerte zufolge Stau, jahreszeitlichem Temperaturverlauf, Ab- weichung der tatsächlichen Mauertemperatur vom jahreszeitlichen Verlauf und des plastischen Verhaltens beinhalten. Der Prozeßrechner wird in beliebigen Zeit- abständen, mit Hilfe dieser Angaben die rechnerische, radiale Durchbiegung er- mitteln und mit den beobachteten, gemessenen Lotwerten vergleichen. Für die Ab- weichungen des Soll- und Istwertes der radialen Durchbiegungen werden Grenzwerte aus der statistischen Berechnung der Regressionsanalyse vorgegeben.

### Meßgeräte

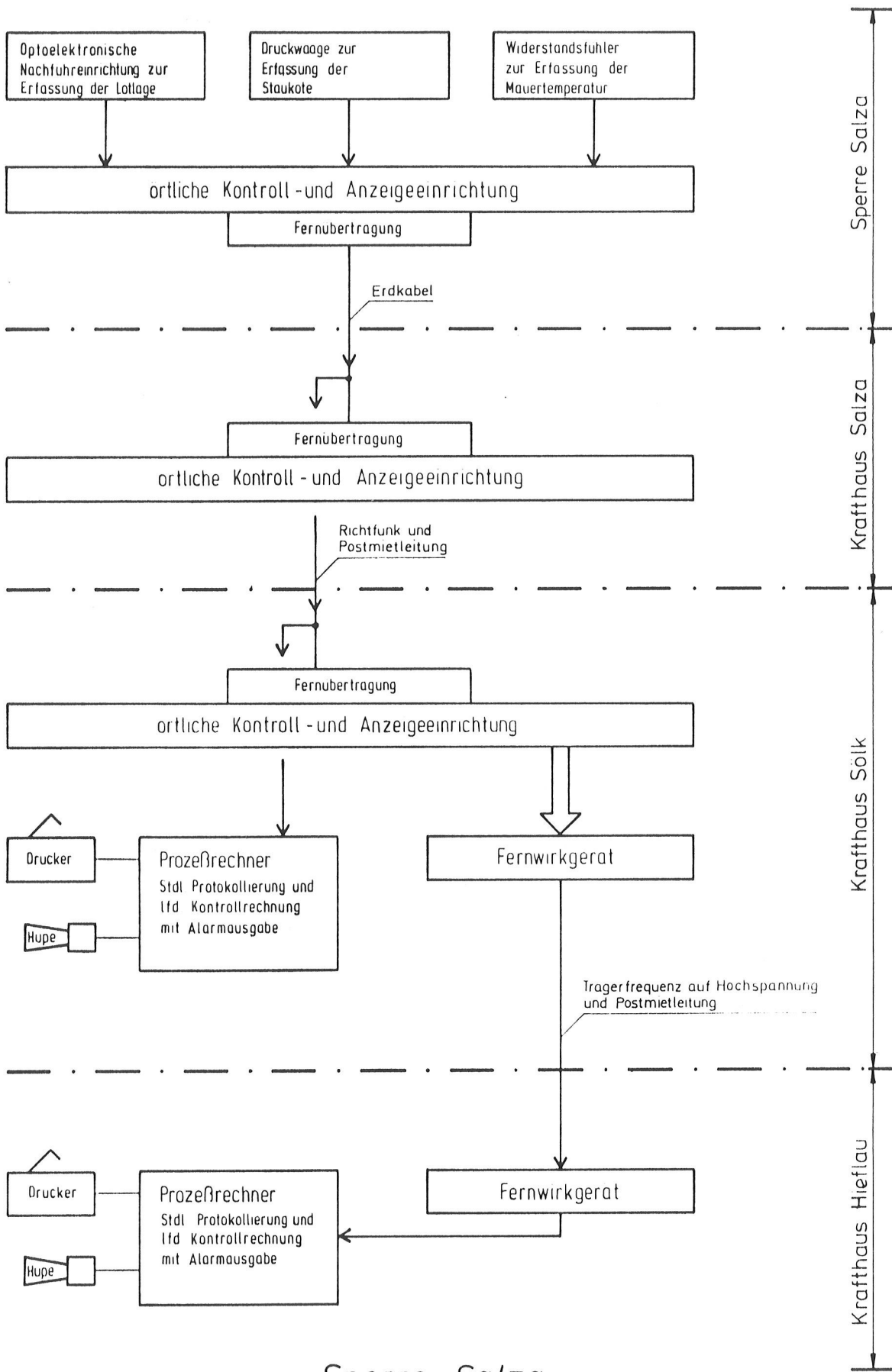
Die Hänge- und Schwimmlote der Bauart Huggenberger werden mit elektronischen Auf- nahmekameras (digitale Zeilenkamera) der Firma Reticon überwacht. Die Mauer- temperatur wird mit elektrischen Widerstandsthermometern der Firma Huggenberger ermittelt. Die gesamte Auswertelektronik für die Lote und Temperaturen sowie die Elektronik für die Übertragung dieser Werte in das KW Sölk sind eine Eigen- entwicklung der STEWEAG.

### Übertragungswege

Die Werte werden vom Kontrollgang der Sperrre mit Kabel in die Warte des Kraft- werkes Sölk geleitet.

### Literatur-Verzeichnis

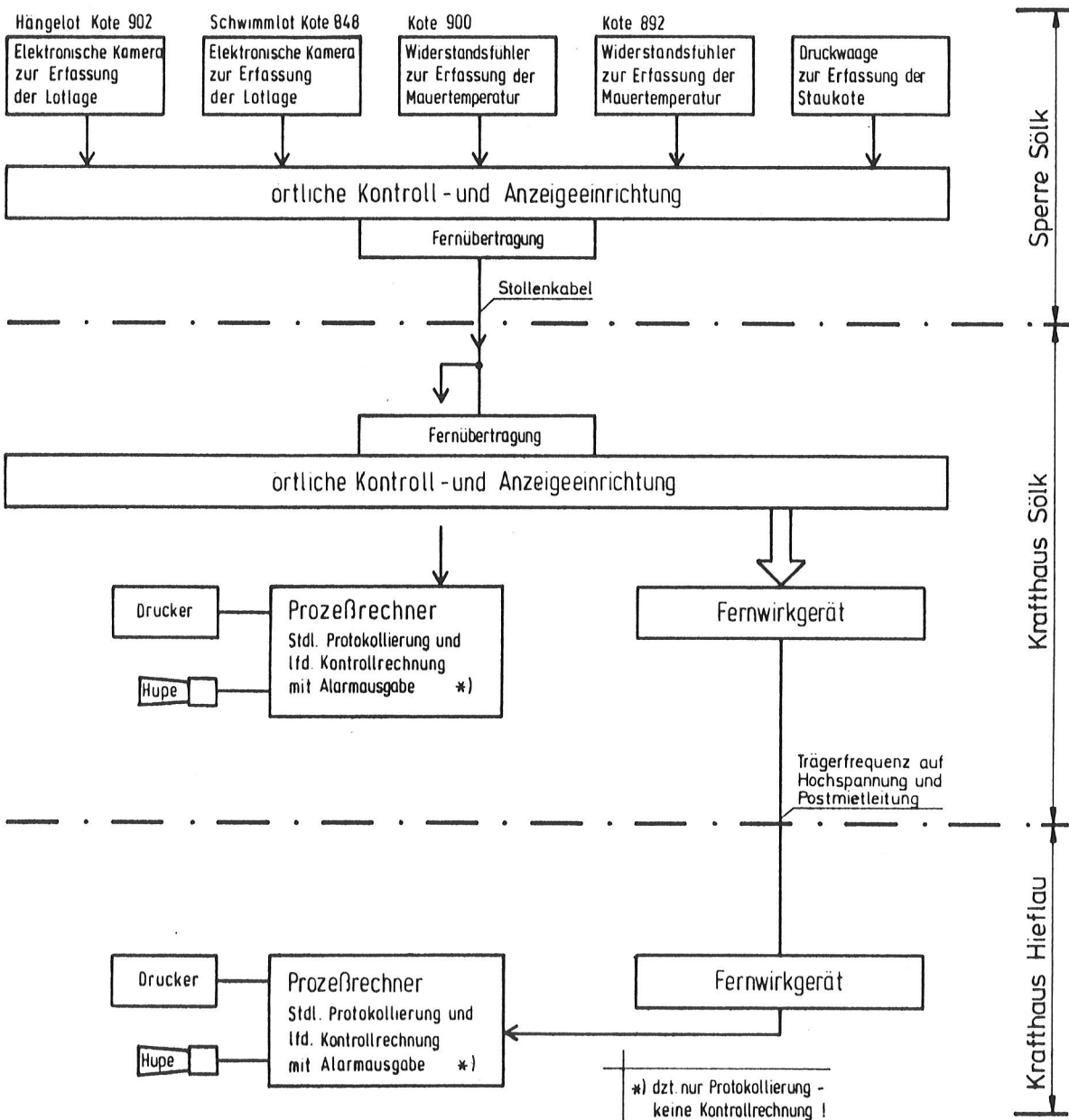
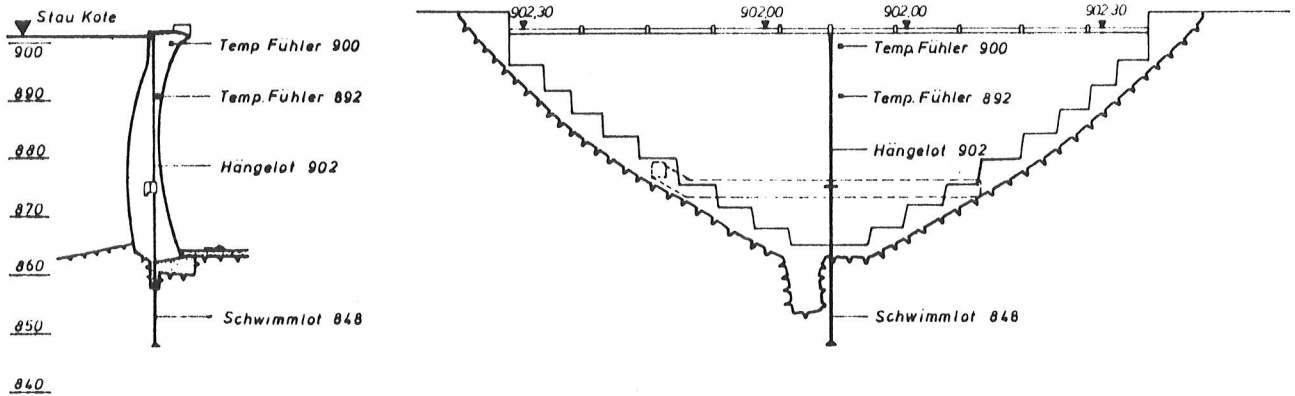
- NIEDERL H. Die laufende Überwachung von Gewölbemauern, Die Talsperren öster- reichs Heft 14, 1964
- NIEDERL H. Talsperrenmeßtechnik: Das OG-Lotmeßgerät, Österreichische Wasser- wirtschaft, Jahrgang 22, 1970, Heft 1/2
- REITZ A.W. Beobachtungseinrichtungen an den Talsperren Salza, Hierzmann, Ranna und Wiederschwing, Die Talsperren Österreichs Heft 1, 1954



*Sperre Salza*  
*Blockschaltbild Fernüberwachung*

# Sperre Sölk

## Meßeinrichtungen zur Fernüberwachung



# Sperre Sölk

## Blockschaltbild Fernüberwachung

## 11. TAUERNKRAFTWERKE AG

### 11.1 Die Entwicklung der Fernüberwachung

#### 11.1.1 Allgemein

Seit ihrer Gründung 1947 wurden von der TKW AG sieben Speicher mit neun Talsperren errichtet, ein Speicher mit einer Talsperre wurde von der TIWAG übernommen. Die Entwicklung der Überwachung dieser Talsperren, insbesondere der Fernüberwachung, spiegelt die technische Entwicklung auf diesem Gebiet der letzten 35 Jahre wider und soll im folgenden in ihren Grundzügen geschildert werden.

| Kraftwerk       | Speicher        |                     | Sperre  |             |        |     |     |                      | Jahr der Fertigstellung |
|-----------------|-----------------|---------------------|---|-------------|--------|-----|-----|----------------------|-------------------------|
|                 | Name            | I <sub>N</sub>      | Nr.   | Name        | Typ    | H   | L   | V                    |                         |
|                 |                 | Mio. m <sup>3</sup> |   |             |        | m   | m   | 1 000 m <sup>3</sup> |                         |
| Glockner-Kaprun | Wasserfallboden | 83                  | 19  | Limberg     | VAC    | 120 | 357 | 446                  | 1950                    |
|                 | Margaritze      | 3,2                 | 21a   | Möll        | VAC    | 93  | 164 | 35                   | 1952                    |
|                 |                 |                     | 21b   | Margaritze  | PG     | 39  | 175 | 33                   | 1952                    |
|                 | Mooserboden     | 85                  | 26a   | Mooser      | PG     | 107 | 494 | 665                  | 1955                    |
|                 |                 |                     | 26b   | Drossen     | VAC    | 112 | 357 | 355                  | 1955                    |
| Schwarzach      | Brandstatt      | 1,5                 | Im wesentlichen durch Aushub geschaffenes Becken mit Asphaltbetonauskleidung. |             |        |     |     |                      | 1959                    |
| Gerlos          | Gmünd           | 0,7                 | 12  | Gerlos*     | VAC+PG | 39  | 69  | 32                   | 1945                    |
|                 | Durlaßboden     | 52                  | 42  | Durlaßboden | TEC    | 83  | 470 | 2 520                | 1966                    |
| Zemm            | Stillupp        | 6,9                 | 44  | Eberlaste   | TEC    | 28  | 480 | 790                  | 1968                    |
|                 | Schlegeis       | 127                 | 43  | Schlegeis   | VA     | 131 | 725 | 960                  | 1971                    |

\*) bereits 1945 von der TIWAG errichtet, 1964 umgebaut  
 Nr. sh. Statistik der Talsperren Österreichs 1971

Schon bei der Limbergsperre, der ersten großen Bogengewichtsmauer der TKW, entsprachen Auswahl und Festlegung der Beobachtungs- und Meßsysteme den zwei Zielsetzungen

- Aufschlüsse zu erhalten, die der Überprüfung und der Weiterentwicklung der Entwurfs- und Berechnungsverfahren sowie der Analyse des Bauwerksverhaltens dienen und
- die sicherheitstechnische Überwachung des Bauwerkes auf Betriebsdauer ermöglichen

sollten. Zur Schaffung der theoretischen Grundlagen ist eine Vielzahl verschiedenster Messungen erforderlich. Die Sicherheitsbeurteilung kann jedoch durch den erfahrenen Ingenieur mit Hilfe einiger weniger für das Bauwerk charakteristischer Meßwerte erfolgen. Dies können zum Beispiel charakteristische Verformungen, Wasserdurchtritte oder auch bei besonderen Gegebenheiten andere für die Sicherheitsabschätzung notwendige Meßgrößen sein.

Für diese Verhaltensindikatoren ist es nun wesentlich, sie möglichst oft, letztlich kontinuierlich zu erfassen, in eine durchgehend besetzte Betriebswarte fernzuübertragen, dort automatisch auszuwerten und mit zulässigen Werten zu vergleichen. Eine unübliche Größe oder Tendenz des Meßwertes bzw. ein Ausfall der Anlage sollen akustisch oder optisch dem diensthabenden Wartepersonal umgehend angezeigt werden.

### 11.1.2 Die Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun

Im Jahre 1959 wurde in der Drossensperre die erste weitgehend berührungsgelöst und auf dem Prinzip des elektrolytischen Spannungsteilers arbeitende Lotregistrierungsanlage installiert. Der Meßwert wurde in eine im Sperrbereich befindliche Meßzentrale geleitet und dort mittels Schreiber dauerregistriert. Es war somit der erste Schritt zu einer Fernüberwachung getan. Zur Überwachung der physikalischen Größe wurde ein elektrischer Aufnehmer eingesetzt, um den dauernd anstehenden Meßwert zu einem in der Nähe befindlichen Meßstützpunkt weiterzuleiten und dort aufzuzeichnen. Dieses einfache System hat jedoch einen Nachteil, zeigt es doch nur das Verhalten des Meßwertes seit der letzten Begehung durch den Sperrwärter an.

Sechs Jahre später konnte ein Meßsystem in Betrieb genommen werden, welches es ermöglichte, die beiden im Bereich der Südabdachung des Glocknermassives gelegenen und während des Winterhalbjahres kaum zugänglichen Sperrn Möll und Margaritze zu überwachen. Die mit Hilfe von Schwingsaitenaufnehmern erfaßten Meßgrößen wurden durch den 11,6 km langen Möllstollen in die Meßzentrale am Mooserboden übertragen. Dort konnten dann vom Talsperrwärter die Meßsignale abgefragt werden. Eine kontinuierliche Überwachung war dies noch nicht, es konnte jedoch die Meßhäufigkeit während des ganzen Jahres deutlich gesteigert werden - ein wichtiger Punkt für die Sicherheitsbeurteilung.

Erstmals wurden dann 1967 Meßwerte der Limbergssperre in eine Betriebswarte fernübertragen, dort registriert und mit Grenzkontakten versehen. Damit wurde der Meßwert mit mechanisch oder elektrisch arbeitenden und händisch einstellbaren Grenzen verglichen. Das Erreichen bzw. das Über- oder Unterschreiten dieser Grenzwerte wird dem diensthabenden Personal angezeigt.

Der technischen Entwicklung folgend, wurde für die Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun in den letzten Jahren eine Fernüberwachung der Talsperrn konzipiert, die weitgehend die Erkenntnisse der Vergangenheit berücksichtigen wird. Diese Anlage wird zur Zeit realisiert und voraussichtlich 1984 in Betrieb gehen. Das Hauptgewicht liegt nunmehr in der rechnergestützten Meßwertverarbeitung. Aus der Anlagenkonfiguration (Abbildung 1) können die Möglichkeiten für den Anwender und den beurteilenden Talsperrverantwortlichen ersehen werden, die vor allem eine rasche und übersichtliche Zusammenstellung der Meßwerte ermöglichen sollen.

### 11.1.3 Kraftwerksgruppe Zillertal

Aus einer ca. zehnjährigen Erfahrung mit elektrischer Meßwerterfassung, Weiterleitung, Registrierung und Grenzkontaktgenerierung wurde im Zuge der Erstellung des Meßkonzeptes für die Bogenmauer Schlegeis erstmals eine Fernüberwachung von vornherein mitgeplant. Die Forderungen dafür lauteten:

- Möglichst frühe Erfassung - ab Beginn des ersten Teilstaues - und Registrierung einiger Lotmessungen vor Ort,
- Registrierung und Grenzkontaktüberwachung aller Radialverschiebungen an der Krone und an der Aufstandsfläche mittels der Hänge- und Schwimmrote im Sperrwärterhaus,
- Weiterleitung dieser Meßwerte in die Warte Mayrhofen, wobei die Kapazität der Übertragungsleitung gewisse Reserven aufweisen muß,
- die Meßwertverarbeitung und -ausgabe soll im Prozeßrechner der Warte Mayrhofen erfolgen, bei Grenzwertüberschreitungen soll eine optische oder akustische Alarmierung des Wartepersonals erfolgen. Die Ausgabe der Meßwerte ist einmal täglich,

zur gleichen Zeit in Form eines Druckerprotokolles vorgesehen. Eine Kontrolle des Meßwertverlaufes innerhalb des Protokollierzeitraumes wird durch eine Schreiberregistrierung bewerkstelligt.

Dieses Konzept wurde folgendermaßen durchgeführt: Das vor Ort gewonnene Meßsignal wurde über einen Trennverstärker in das im Sperrenbereich situierte Sperrenwärterhaus geleitet. Dort wird die Grenzwertbildung vorgenommen, der Meßwert digitalisiert und mit Hilfe einer Fernwirkanlage mit ausreichender Auflösung in die Kraftwerkswarte übertragen. In dem dort installierten Prozeßrechner, der vor allem die für die Betriebsführung der Kraftwerksanlagen erforderlichen Daten und Kontrollmessungen laufend speichert und auswertet, können nun auch die Sperrenmeßwerte weiterverarbeitet werden. Für die Ausgabe und Kontrolle der Meßwerte sowie die Alarmmeldungen wurde ein eingehendes Konzept erarbeitet. Kommt ein Grenzwertsignal, dann wird automatisch ein Meßwertprotokoll mit den aktuellen Daten ausgedruckt, um eine erste Beurteilung durchführen zu können.

## 11.2 Derzeitiger Stand der Fernüberwachung

### 11.2.1 Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun

#### 11.2.1.1 Speicher Margaritze

##### 11.2.1.1.1 Möllsperre

In der schlanken, doppelt gekrümmten Bogenmauer konnten keine Lotschächte angeordnet werden. Die Ermittlung der Radialverschiebung der Sperrenkrone erfolgt durch Errechnung der Biegelinie aus den Neigungsmessungen in fünf Höhen an der Luftseite der Sperre. In den gleichen Punkten werden auch die Betontemperaturen gemessen. In Betrieb seit 1965.

##### 11.2.1.1.2 Margaritzensperre

Bei dieser Gewichtsmauer mit ausgepreßten Fugen werden die Radialverschiebungen an der Krone ebenfalls aus drei Neigungsmessungen an der Luftseite errechnet. An den gleichen Stellen werden auch Betontemperaturen ermittelt. Ab 1984 wird noch eine im Sohlgang der Sperre neu errichtete Sickerwassermengenmessung fernübertragen. In Betrieb seit 1965.

##### 11.2.1.1.3 Meßgeräte

Die hier eingesetzten Neigungs- und Temperaturlaufnehmer arbeiten auf dem Prinzip der schwingenden Saite. Dieses allseits bekannte Meßsystem wurde seinerzeit aus Übertragungstechnischen Gründen gewählt und hat sich in 18 Jahren bestens bewährt. Die Wassermengenmessung erfolgt, bedingt durch die sehr kleinen Schüttungen, mit Hilfe einer Behältermessung.

##### 11.2.1.1.4 Übertragungswege

Für die Weiterleitung der Frequenzsignale aus den Schwingsaitenaufnehmern stehen zwei Übertragungswege zur Verfügung:

- die alte, noch immer funktionierende Leitung durch den 11,6 km langen Möllstollen in die Meßzentrale Mooserboden und
- über die Fernwirkanlage in die Zentralwarte Kaprun.

Die Meßwertausgabe erfolgt vorläufig noch alle 6 Stunden in Form eines Druckerprotokolles. Nach der Inbetriebnahme der neuen Bauwerksfernüberwachung werden die Meßwerte nicht nur protokolliert, sondern auch auf Grenzwerte und Plausibilität überwacht.



Die Übertragung der Wassermengenmeßwerte erfolgt gleichfalls über die Fernwirkanlage. Die Verarbeitung ist in der neuen Anlage vorgesehen.

#### 11.2.1.1.5 Grenzwertüberwachung

Ab 1984 ist eine gleitende Grenzwertüberwachung in der Zentralwarte Kaprun für die aus den Mauerneigungen ermittelten Radialverschiebungen der Krone vorgesehen.

#### 11.2.1.1.6 Fernsehüberwachung

Da beide Talsperren mindestens 6 Monate im Jahr kaum erreichbar sind, werden zur allgemeinen Überwachung und Beobachtung noch 1984 mindestens zwei Fernsehkameras montiert, die einen Überblick über beide Bauwerke geben werden. Die Aufstellung des Monitors ist in der Zentralwarte Kaprun vorgesehen.

#### 11.2.1.2 Speicher Mooserboden

##### 11.2.1.2.1 Drossensperre

Im Mittelschnitt der Drossensperre ist eine wegen der Krümmung der Mauer in zwei Abschnitte unterteilte Lotanlage angeordnet, wobei beide Abschnitte mit Gewichtsloten ausgerüstet sind. Im unmittelbar auf dem Fels aufstehenden Sohlstollen sind für die beiden Talflanken je ein Meßwert zur Erfassung der Wasserzutritte angeordnet.

In Betrieb seit 1959.

##### 11.2.1.2.2 Moosersperre

In vier Blöcken der Moosersperre werden die Radialverschiebungen der Krone von Schwimmlotanlagen überwacht, von denen eine am linken Widerlager 25 m tief in den Fels reicht. Ebenso wie bei der Drossensperre werden die Wasserzutritte im unmittelbar auf dem Fels aufstehenden Sohlstollen für die beiden Talflanken getrennt gemessen.

In Betrieb seit 1966.

##### 11.2.1.2.3 Meßgeräte

Zur Dauerüberwachung und Fernübertragung der mittels Lotanlagen gemessenen Mauerformungen stehen zwei Systeme zur Verfügung. Beide sind Eigenentwicklungen der Tauernkraftwerke AG und arbeiten berührungslos. In einem Fall handelt es sich um einen elektrolytischen und im anderen um einen elektrooptischen Aufnehmer, der die Lotauslenkung in eine analoge Gleichspannung umsetzt. Bis auf das obere Lot der Drossensperre, das elektrooptisch gemessen wird, werden die Verschiebungen mit elektrolytischen Aufnehmern erfaßt.

Die Messung der Wassermengen erfolgt mit Hilfe einer fernzählenden Behältermessung. Als Ausnahme ist hier die Wasserzutrittsregistrierung Drossensperre-Ost anzuführen. Hier wird über ein Meßwehr und eine induktiv arbeitende Differenzdruckzelle der Wasserzutritt erfaßt.

##### 11.2.1.2.4 Übertragungswege

Die Analogsignale werden über Trennverstärker und ein Sammelkabel in die Meßzentrale übertragen. Dort durchlaufen sie elektronische Grenzwertmelder mit vorgegebenen Minimal-Maximalkontakten. Die für den Weitertransport in die ca. 10 km entfernte Zentralwarte Kaprun notwendige Digitalisierung der Werte erfolgt dann in der Fernwirkanlage.

##### 11.2.1.2.5 Grenzwertüberwachung

Für alle Lote beider Sperren ist eine Überwachung mit konstanten Grenzwerten vorhanden. Die Überwachung mit einem gleitenden, rechnerisch ermittelten Grenzwert

ist für die Radialverschiebungen der Krone aller Lotanlagen sowie für die Tangentialrichtung des Felslotes in der Moosersperre, weiters für jeweils beide Wassermeßstellen im Sohlgang der Sperren vorgesehen. Die Anzeigen werden in der Zentralwarte Kaprun erfolgen.

#### 11.2.1.2.6\_\_Fernsehüberwachung

Zur optischen Überwachung und Gesamtbeurteilung der Sicherheitslage dient seit 1982 je eine fernsteuerbare Videokamera mit einem Schwenkkopf sowie einer Zoom-einrichtung. Die Möglichkeit einer Nachtbeobachtung wird durch eine Scheinwerferanlage sichergestellt, die sich bei der Auswahl der jeweiligen Kamera automatisch zuschaltet. Die Ruheeinstellung der Moosersperrenkamera ist so gewählt, daß beim Zuschalten der Hochwasserüberfall sichtbar wird. Die Steuereinrichtung sowie der Monitor der Anlage befinden sich in der Zentralwarte Kaprun.

#### 11.2.1.3\_\_Speicher\_Wasserfallboden

##### 11.2.1.3.1\_\_Limbergsperre

Für die Limbergsperre wurden seinerzeit drei Gewichtslotanlagen ausgeführt, sodaß die Radialverschiebungen der Krone in drei Lotschnitten im unmittelbar auf dem Fels aufsitzenden Kontrollgang gemessen werden können, in dem auch die zwei Meßwehre für die in den beiden Talflanken anfallenden Wasserdurchtritte angeordnet wurden.

In Betrieb seit 1967.

##### 11.2.1.3.2\_\_Meßgeräte

Auch hier werden die Werte der drei Lotanlagen von elektrolytischen Aufnehmern erfaßt. Die Messung der Sickerwassermengen erfolgt auf Grund der sehr geringen Wasserzutritte mittels Behältermessung, das heißt mit Hilfe zweier Kippbehälter, deren Entleerungshäufigkeit gezählt wird, die Anzeige erfolgt jedoch in l/s.

##### 11.2.1.3.3\_\_Übertragungswege

Die Meßwerte gelangen von den Aufnehmern vorerst in die Warte Limberg, werden von der Fernwirkanlage übernommen und 7 km weit in die Zentralwarte Kaprun fernübertragen.

##### 11.2.1.3.4\_\_Grenzwertüberwachung

Bisher wurden die drei Radialverschiebungen der Sperrenkrone mit einem konstanten Grenzwert verglichen, ab 1984 ist zusätzlich eine gleitende, rechnergestützte Grenzwertkontrolle für die Lote sowie die beiden Meßstellen der Wasserzutritte im Sohlgang vorgesehen. Die Anzeige erfolgt in der Zentralwarte Kaprun.

##### 11.2.1.3.5\_\_Fernsehüberwachung

Auch hier ist seit 1980 in Sperrenmitte eine Videokamera wie für den Speicher Mooserboden angebracht, mit der die Sperre, der Hochwasserüberfall sowie der Stauraum beobachtet werden können.

#### 11.2.1.4\_\_Speicher\_Brandstatt

##### 11.2.1.4.1\_\_Ausgleichsbecken\_Brandstatt

Dieses Ausgleichsbecken ist im Überlagerungsbereich mit einer Asphaltbetonauskleidung, im Felsbereich mit einer Torkretabdichtung ausgeführt. Zur Überwachung der Dichtigkeit dieser Auskleidung werden die unterhalb angeordneten Dränagen in einen umlaufenden Sohlstollen geführt, die Summenwassermengen werden laufend gemessen. Überdies wird noch ein aus der Bauzeit stammender Setzungsriß beobachtet.

In Betrieb seit 1973.

#### 11.2.1.4.2 Meßgeräte

Zur Erfassung der beiden Wassermengen dienen Meßwehre mit kapazitiven Sonden. Die Überwachung des Risses erfolgt mit einem berührungslosen Grenzwertschalter, der eine Reproduzierbarkeit der Schaltschwelle von  $\pm 0,02$  mm aufweist und auf dem Wirbelstromprinzip arbeitet.

#### 11.2.1.4.3 Übertragungswege

Die beiden Wassermeßwerte werden ebenso wie die Rißüberwachung in die 1,5 km entfernte Warte des Kraftwerkes Schwarzach übertragen. Die Wassermengen werden dort nicht nur dauerregistriert, sondern darüber hinaus von je zwei Grenzwerten unterschiedlicher Dringlichkeit kontrolliert. Es ist geplant, nach einer Verlegung der örtlichen Schaltwarte nach Kaprun auch die Meßwerte über eine Fernwirkanlage dorthin zu übertragen.

#### 11.2.1.4.4 Grenzwertüberwachung

Bei beiden Meßwerten sind konstante Grenzkontakte für jeweils zwei unterschiedliche Wassermengen und zwei Anstiegsgeschwindigkeiten für Vorwarnung und Alarm vorhanden. Zur Rißüberwachung dient gleichfalls ein konstanter Grenzkontakt. Die Anzeige erfolgt in der Warte Schwarzach. Eine gleitende, rechnergestützte Grenzwertüberwachung ist erst nach einer Verlegung der Warte nach Kaprun möglich.

### 11.2.2 Kraftwerksgruppe Zillertal

#### 11.2.2.1 Speicher Durlaßboden

##### 11.2.2.1.1 Damm Durlaßboden

Bei diesem Damm war nicht nur die Überwachung der Dränagewassermengen, sondern auch jene des rechten Hanges von Bedeutung, bei dem Rutschungen nicht auszuschließen waren. Hiefür wurden in einem 160 m langen Sondierstollen luftseits der Dammaxe vier Invardrahtmeßstrecken sowie vier Schlauchwaagenmeßstrecken angeordnet. Weiters wurde in Höhe der Dammkrone die Länge eines Stollens mit einem Invardraht und die Verformungen bergseitig der Stollenbrust mit einem Zweifachextensometer überwacht. Im Sohlgang des Dammes wurde weiters eine Schwimmlotanlage zur Überwachung der Horizontalverschiebungen des Untergrundes in zwei Richtungen angeordnet.

In Betrieb seit 1968.

##### 11.2.2.1.2 Meßgeräte

Die hier verwendeten Präzisionsschlauchwaagen mit einer Genauigkeit von 0,01 mm sind mit Grenzwertkontakten vorgesehen, welche auf ein vorgegebenes Maß eingestellt sind. Bei den vier Invardrahtextensometern im Sondierstollen und bei dem im sogenannten Extensometerstollen auf Kronenhöhe sowie für die beiden Stangenextensometer werden gekapselte Grenzwertschalter verwendet. Die Meldung bei Erreichen eines Grenzwertes an der Lotanlage erfolgt einfach durch das Schließen eines Kontaktes. Überdies werden die drei Längenänderungen in Kronenhöhe mit potentiometrischen Wegaufnehmern erfaßt und vor Ort aufgezeichnet. Die Wassermessung erfolgt im Sondierstollen mit einem Meßwehr und kapazitiver Sonde, die Gesamtmenge wird über einen Wasserzähler in der Dampfpumpenleitung gemessen.

##### 11.2.2.1.3 Übertragungswege

Vom Meßobjekt werden die Meß- und Grenzwerte zur Fernwirkanlage im Krafthaus Funsingau geleitet und gelangen von dort in die 14 km entfernte Schaltwarte Gerlos in Zell am Ziller.

#### 11.2.2.1.4 Grenzwertüberwachung

Mit Hilfe konstant eingestellter Grenzkontakte wird das Lot in zwei Richtungen überwacht, ebenso die drei Extensometer im sogenannten Extensometerstollen sowie vier Drahtextensometer im Sondierstollen Nord und die beiden Wassermeßstellen. Die Grenzwertüberwachung der vier Schlauchwaagen erfolgt mit Hilfe periodisch nachgestellter Kontakte. Die Anzeige erfolgt als Sammelmeldung in der Schaltwarte in Zell am Ziller.

#### 11.2.2.1.5 Fernsehüberwachung

Im Zuge der Errichtung der neuen Zentralwarte in Mayrhofen und der damit verbundenen Verlegung der jetzigen Warte Gerlos ist eine Überwachung des Dammes sowie des Stauraumes mit Videokameras geplant.

#### 11.2.2.2 Speicher Gmünd

##### 11.2.2.2.1 Sperre Gerlos

Bei der Bogenmauer Gerlos, die in den Kriegsjahren 1943 bis 1947 errichtet wurde, mußte wegen einer Felsgleitung luftseits des rechten Widerlagers im Jahre 1964 ein Gewichtsmauerteil vorgesetzt werden. Die Verschiebungen der Mauer werden mit einem Gewichtslot, jene des linken Widerlagers mit einer Schwimmlotanlage überwacht. Für die Beobachtung der Fuge zwischen dem alten und dem neuen Mauerteil sind zwei Meßstellen angeordnet.

In Betrieb seit 1966.

##### 11.2.2.2.2 Meßgeräte

Zur Erfassung der mit Hilfe der Lote gemessenen Verschiebungen dienen in beiden Fällen elektrolytische Aufnehmer. In Sperrenmitte wird nur die Radialverschiebung, am Widerlager auch die Tangentialverschiebung gemessen. Die Fugenmeßstellen sind wiederum mit gekapselten potentiometrischen Wegaufnehmern versehen.

##### 11.2.2.2.3 Übertragungswege

Die Werte gelangen von den Aufnehmern auf galvanischem Weg zu einem in Kronenhöhe gelegenen Meßhäuschen, wo ihre laufende Registrierung erfolgt. Eine Weiterführung in die Warte Gerlos ist geplant.

##### 11.2.2.2.4 Grenzwertüberwachung

Es ist geplant, demnächst die Lote sowie zwei der Fugenmeßstellen mit konstanten Grenzkontakten auszurüsten, die Anzeige wird dann in der Warte Gerlos vorgenommen werden.

#### 11.2.2.3 Speicher Schlegeis

##### 11.2.2.3.1 Schlegeis Sperre

Wegen der großen Kronenlänge wurden hier fünf Lotanlagen installiert, die zufolge der vertikalen Krümmung der Mauer in zwei Abschnitte mit einem Gewichtslot und einem Schwimmlot unterteilt werden mußten. Der Verankerungspunkt des Schwimmlotes liegt in einer der jeweiligen Blockhöhe entsprechenden Tiefe bis zu 80 m unter der Aufstandsfläche. Erfast werden die Radialverschiebungen in der Aufstandsfläche der Sperre sowie am oberen Ende des Schwimmlotes und am unteren Ende des Gewichtslotes, deren Summe die Gesamtverschiebung an der Krone, bezogen auf den Verankerungspunkt des Schwimmlotes, ergibt. Die Meßwerte werden im 30 s-Zyklus abgerufen. Weiters wurden von den 65 Stangenextensometern zur Erfassung der Verschiebungen der Mauer an der Aufstandsfläche sechs repräsentative Meßstrecken für die Fern-

überwachung der Bergwasserdrücke unterhalb der Aufstandsfläche, von den insgesamt 78 eingebauten Betontemperaturmeßstellen wurden je drei in zwei Horizonten angeordnete Fernthermometer für die Fernübertragung ausgewählt.

Auch hier werden die im Sohlstollen anfallenden Wasserzutritte für beide Talflanken getrennt gemessen und fernübertragen. Seit dem Einbau der elastischen Dichtwand ist die Unterteilung in drei Abschnitte (Dichtwand und die beiden Flanken oberhalb der Dichtwand) gegeben. In einem Stollen nahe der Sperre wurde eine seismische Station installiert, in der alle seismischen Ereignisse im Bereich von  $10^{-5}$  bis  $10^{-1}g$  aufgezeichnet werden.

In Betrieb seit 1970.

#### 11.2.2.3.2 Meßgeräte

Die fünf Schwimmlote sind am oberen Ende mit je einer elektrolytischen Anlage versehen. Die Felsverformungen werden mit Hilfe der Schwimmlote genauso wie die Verschiebungen im Bereich der Hängelote mit elektrooptischen Aufnehmern gemessen. Die Umsetzung der Extensometerwerte in elektrische Signale erfolgt mit Hilfe von Präzisionsstabpotentiometern. Für die Erfassung der Felswasserdrücke werden handelsübliche Drucktransmitter verwendet. Zur Fernbestimmung der Betontemperaturen werden die während des Baues einbetonierten elektrischen Widerstandsthermometer herangezogen. Die Messung der Wasserzutritte erfolgt auch hier mit Thompsonwehren - jedoch geschieht die Umsetzung der Wasserspiegelhöhen über Differenzdruckzellen mit hoher Genauigkeit und induktivem Abgriff.

#### 11.2.2.3.3 Übertragungswege

Die Gleichspannungssignale werden über ein Sammelkabel in die Meßzentrale an der Sperrenkrone geleitet. Dort durchlaufen die Lot- und Wassersignale jeweils einen elektronischen Grenzwertmelder mit einstellbarem Minimal- und Maximalkontakt. Alle elektrischen Werte können bei Bedarf auf einem Digitalvoltmeter kontrolliert werden. Von der Meßzentrale aus erfolgt die Übergabe der Werte an die Fernwirkanlage, wo diese digitalisiert und in die 17 km entfernte Zemmware übertragen werden. Im Rechner wird dann über eine lineare Anpassung der jeweilige Meßwert errechnet. Die Meßwertausgabe und eventuelle Grenzwertanzeige erfolgt wie oben beschrieben.

#### 11.2.2.3.4 Grenzwertüberwachung

Alle mit den zehn Loten der Sperre gemessenen Radialverschiebungen sowie die drei Wassermessstellen sind mit Grenzwertkontakten versehen, die periodisch nachgestellt werden. Die Starkseismikanlage in der Sperre ist mit einem Ansprechkontakt versehen, der nach dem Anlaufen eine Meldung abgibt. Eine rechnergestützte Grenzwertüberwachung ist nach Fertigstellung der Sperre Zillergründl geplant. Die Anzeige erfolgt in der Warte Mayrhofen.

#### 11.2.2.3.5 Fernsehüberwachung

Bald nach der Inbetriebnahme des Speichers wurde eine Anlage installiert, deren Auflösungsvermögen nicht ausreichte. Für 1985 ist die Aufstellung einer neuen Anlage vorgesehen, sodaß dann Sperre und Stauraum optisch fernüberwacht werden können.

#### 11.2.2.4 Speicher Stillupp

##### 11.2.2.4.1 Damm Eberlaste

Da für den Erddamm Eberlaste projektsgemäß die Untergrunddichtung nicht bis zu einer dichten Schicht angeordnet werden konnte, mußte die Unterströmung dieser Erdbetonschlitzwand dauernd mit 15 Entspannungsbrunnen kontrolliert werden. Die

Schüttungen dieser Entspannungsbrunnen sowie deren Summe werden zur Kontrolle dauernd gemessen und fernübertragen. Zur Überwachung des Porenwasserdruckes luftseits der Schlitzwand dient ein zusätzliches Piezometer.

In Betrieb seit 1972.

#### 11.2.2.4.2 Meßgeräte

Eingesetzt sind hier zwei Arten von Aufnehmern. Für sechs schüttungslose Entspannungsbrunnen und das Piezometer werden kapazitive Tiefbrunnensonden verwendet, die restlichen zehn Meßstellen einschließlich der Gesamtwassermenge sind mit Meßwehren ausgerüstet. Die Mengenbestimmung geschieht wieder über induktiv arbeitende Differenzdruckzellen.

#### 11.2.2.4.3 Übertragungswege

Die 17 Meßwerte gelangen dann über eine Fernwirkanlage in die 4 km entfernt gelegene Zemmwarde in Mayrhofen, werden dort mittels Punktdrucker geschrieben und einmal täglich protokolliert. Weiters kann natürlich auch hier jederzeit der Augenblickswert zur Anzeige gebracht werden.

#### 11.2.2.4.4 Grenzwertüberwachung

Eine gleitende, rechnergestützte Grenzwertüberwachung ist in Arbeit, die Anzeige ist in der Zemmwarde vorgesehen.

#### 11.2.2.4.5 Fernsehüberwachung

Seit 1983 gibt es auch hier eine von der Warte Mayrhofen fernsteuerbare Videokamera, mit welcher der Damm mit Hochwasserüberfall und der Stauraum beobachtet werden können. In der Nacht ermöglicht ein Scheinwerfer die Kontrolle des Hochwasserüberfalles.

### 11.3 Erfahrungen und Folgerungen

In den 25 Jahren seit Inbetriebnahme der ersten Fernüberwachung konnte bzw. mußte eine Reihe von Erfahrungen gemacht werden, die sich hauptsächlich auf die Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit und Genauigkeit der ausgewählten Aufnehmer und der Übertragungswege erstreckten.

Besonderes Augenmerk mußte in der Vergangenheit dem Blitzschutz der Anlagen bei der Bogenmauer Schlegeis zugewandt werden. Die bis 1976 ausgeführten Blitzschutzmaßnahmen brachten nicht den gewünschten Erfolg bezüglich der Betriebssicherheit. Erst der Einbau von Blitzfeinschutzeinrichtungen im Winter 1982/83 reduzierte die blitzbedingten Ausfälle von vorher 5 bis 10 pro Jahr auf einen im Jahr 1983. Die Gefährdung der anderen Anlagen durch Überspannung war in der Vergangenheit als sehr gering zu bezeichnen. Seit dem Umbau kam es zu keinen blitzschlagbedingten Ausfällen mehr.

Bei richtiger Konzeption, zeitgerechter Wartung, geeigneten Kontrollmethoden sowie präventivem Aufnehmertausch kann die Störanfälligkeit stark gesenkt und damit die Zuverlässigkeit der Fernüberwachung deutlich verbessert werden.

Im langjährigen Umgang mit diesen Fernübertragungen haben sich Erfahrungskriterien herausgebildet, die im folgenden kurz zusammengefaßt seien:

#### In Hinblick auf die Datenerfassung:

- Eine Fernüberwachung soll sich auf einige wenige, für die Sicherheitsbeurteilung maßgebende Meßwerte begrenzen.
- Sie soll die Zeitspanne zwischen Meßwarterfassung und fachtechnischer Kontrolle möglichst gering halten, etwa durch Einsatz einer geeigneten EDV-Anlage, selbst-

ständig Plausibilitätskontrollen durchführen und eine weitgehend kontinuierliche Meßwerterfassung gewährleisten, um dem Verantwortlichen die für die Beurteilung des Zustandes der Talsperre erforderlichen Meßwerte möglichst rasch zur Verfügung zu stellen.

- Eine Fernwirküberwachung kann und darf die bisherige personengestützte Bauwerksüberwachung mit ihren Messungen und Beobachtungen vor Ort nicht ersetzen. Eine Vergrößerung der Zeitintervalle zwischen den einzelnen Handmessungen scheint jedoch durchaus vertretbar.
- Fernübertragene Meßwerte sind in gleichbleibenden Zeitabschnitten mittels Messungen vor Ort zu kontrollieren. Bei den großen Talsperren der TKW AG erfolgt dies einmal wöchentlich.
- Bei Verarbeitung der fernübertragenen Meßwerte von einer betrieblichen Prozeßrechneranlage ist auf deren ausreichende Kapazität zu achten. Besser dürfte jedoch ein eigener kleiner Rechner für die Belange der Bauwerksfernüberwachung sein, der auch die meteorologische Meßwertübertragung und die Ergebnisse der handgestützten Bauwerksüberwachung mit erfaßt.

#### In Hinblick auf die Auswahl der Meßgeräte:

- Bei der Auswahl der Meßwertaufnehmer ist darauf zu achten, daß die Möglichkeit einer Handmessung erhalten bleibt und das eigentliche Meßsystem keine Beeinflussung erfährt.
- Es soll bei fernüberwachten Messungen immer angestrebt werden, daß die Meßwertaufnehmer jederzeit ausgewechselt werden können und auch bei längerem Ausfall die Kontinuität der Meßreihe nicht unterbrochen wird.
- Bei der Auswahl von Meßwertaufnehmern ist vor allem auf Robustheit und Korrosionsfreiheit, geringe Störanfälligkeit, Nullpunkt Konstanz, Langlebigkeit und Genauigkeit zu achten.
- Dem Blitzschutz ist vor allem im Hochgebirge besonderes Augenmerk zuzuwenden, gerade im Hinblick auf die Betriebssicherheit. Zukünftig wird möglicherweise aus Gründen des Überspannungsschutzes die relativ neue Technik der Lichtleiterübertragung interessant werden.
- Ein Schutz gegen Spannungsausfälle ist nur dann sinnvoll, wenn die ganze Fernübertragung vom Meßwertaufnehmer bis zum Rechner dagegen abgesichert ist. Fehlt ein solcher, so ist zumindest eine eigene Meldung dafür vorzusehen, welche dafür zu sorgen hat, daß eventuelle Minimumgrenzwertalarmlen unterdrückt werden.

#### In Hinblick auf die erreichbare Meßgenauigkeit:

Die Meßgenauigkeit - nicht die Ables- oder Ausgabegenauigkeit - setzt sich zusammen aus

- der Meßanlagengenauigkeit - zum Beispiel Unruhe bei Lotdrähten, Wasserspiegel etc.,
- der Aufnehmerge nauigkeit - abhängig vom eingesetzten Produkt,
- der Verstärkergena uigkeit,
- der Auflösung der Fernwirkanlage - soll mindestens 1‰ betragen.

Als Meßwertaufnehmer für die Fernübertragung in der Bauwerksüberwachung gelangen aus Gründen der Zuverlässigkeit und der unserer Meinung nach notwendigen Langzeiterfahrung nachstehend angeführte Systeme zur Anwendung:



| M e ß g e r ä t                    | A u f n e h m e r   | M e ß g e n a u i g k e i t                   |
|------------------------------------|---|---|
| Lote                               | elektrolytische Spannungsteiler<br>Differentiallichtschranken mit potentiometrischer Stellungsanzeige | $\pm 0,2$ mm                                  |
| Extensometer*,<br>Fugendilatometer | potentiometrischer Wegaufnehmer<br>Carlson-Aufnehmer<br>Schwingsaitenaufnehmer                        | $\pm 0,05$ mm<br>$\pm 0,1$ mm<br>$\pm 0,1$ mm |
| Neigungen                          | Schwingsaitenaufnehmer  | $\pm 0,005$ mm/m                              |
| Temperaturen                       | Widerstandsthermometer (Pt 100)<br>Schwingsaitenaufnehmer   | $\pm 0,1^\circ\text{C}$                       |
| Wasserdrücke                       | potentiometrische Manometer   | $\pm 1\%$ vom Maximalwert                     |
| Wassermengen                       | Impulszählung bei Gefäßmessung<br>induktive Differenzdruckdosen bei Meßwehren                         | $\pm 5\%$<br>$\pm 5\%$ von der Überfallhöhe   |
| Wasserstände                       | elektromechanische Pegelwaage<br>Kapazitivsonden  | $\pm 5$ mm<br>$\pm 1$ cm                      |

\*) L > 50 m ..... rollengelagerte Stangenextensometer

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß die bei Fernübertragungen erreichten Genauigkeiten unter denen der händischen Messungen liegen. Dies geht hauptsächlich auf die Aufnehmer sowie die verwendete Meßanlage zurück, wobei man Ungenauigkeiten durch Mittelwertbildungen im Rechner aus mehreren rasch aufeinander folgenden Ablesungen stark reduzieren kann. Da bei der Aufnehmerauswahl - wie oben angeführt - mehrere Kriterien maßgebend sind, ist man in Hinblick auf die Genauigkeit gezwungen, eine Kompromißlösung zu finden.

In Hinblick auf die Aufgaben des Rechners:

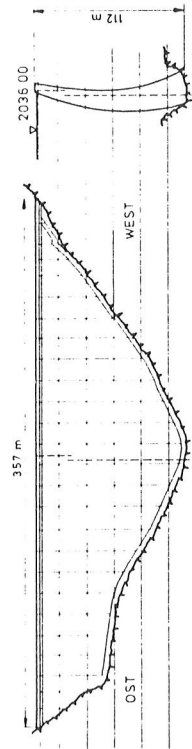
- Plausibilitätskontrolle und Umwandlung der Meßwerte,
- Speicherung der mittleren Tagestemperaturen bzw. Stauspiegelwerte über 28 Tage für die rechnergestützte Überwachung der Talsperrenverformungen,
- Sollwertberechnung nach vorgegebenen linearen und nichtlinearen Funktionen, deren Koeffizienten zum Beispiel aus einer Regressionsanalyse abgeleitet wurden,
- Vergleich der Meßwerte mit den von der Überwachungsrechnung gebildeten Daten,
- Alarmierung des Wartepersonals bei wesentlicher Abweichung zwischen Rechner und Meßwert,
- Gradientenüberwachung der Meßwerte,
- Testfunktionen zur Überprüfung der Anlage,
- Führung eines Ereignisprotokolles mit Momentanwertprotokoll,
- Führung eines Tagesprotokolles,
- Daten- und Parametersicherung,
- Abspeicherung der Meßdaten in einer Form, die für die weitere Verarbeitung in einem zentralen Computer geeignet ist,
- Datenausgabe auf Schreiber,
- Alarm- und Störungsausgabe,
- Systembedienung über Datensichtgerät.

#### 11.4 Zusammenfassung und Ausblick

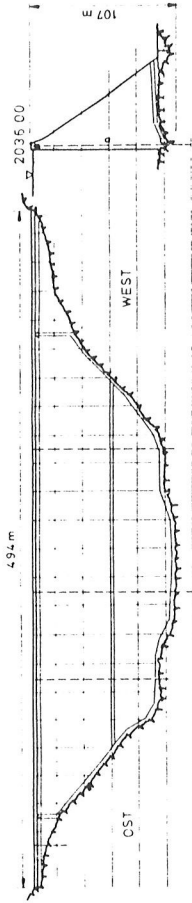
Durch die automatische Erfassung und Auswertung der maßgebenden Meßdaten konnte der Personaleinsatz für die Überwachung der Talsperren und Speicher verringert werden, da der Sperrenwärter nicht mehr ständig bei der Talsperre anwesend sein muß, sondern im allgemeinen eine Begehung pro Woche genügt.

Nach vollständiger Durchführung der Konzepte wird eine für jede Talsperre automatisch ständig auf den letzten Stand gebrachte Datenbank im zentralen Computer verfügbar sein, sodaß erforderlichenfalls kurzfristig übersichtliche Langzeitdarstellungen oder gezielte Auswertungen möglich sein werden.

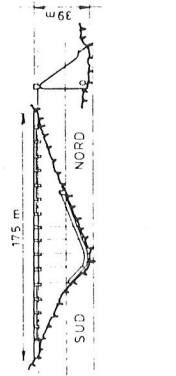
DROSSENSPERRE



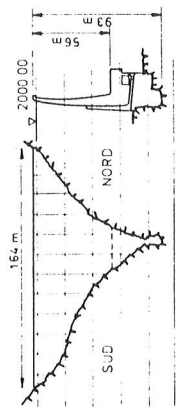
MOOSERSPERRE



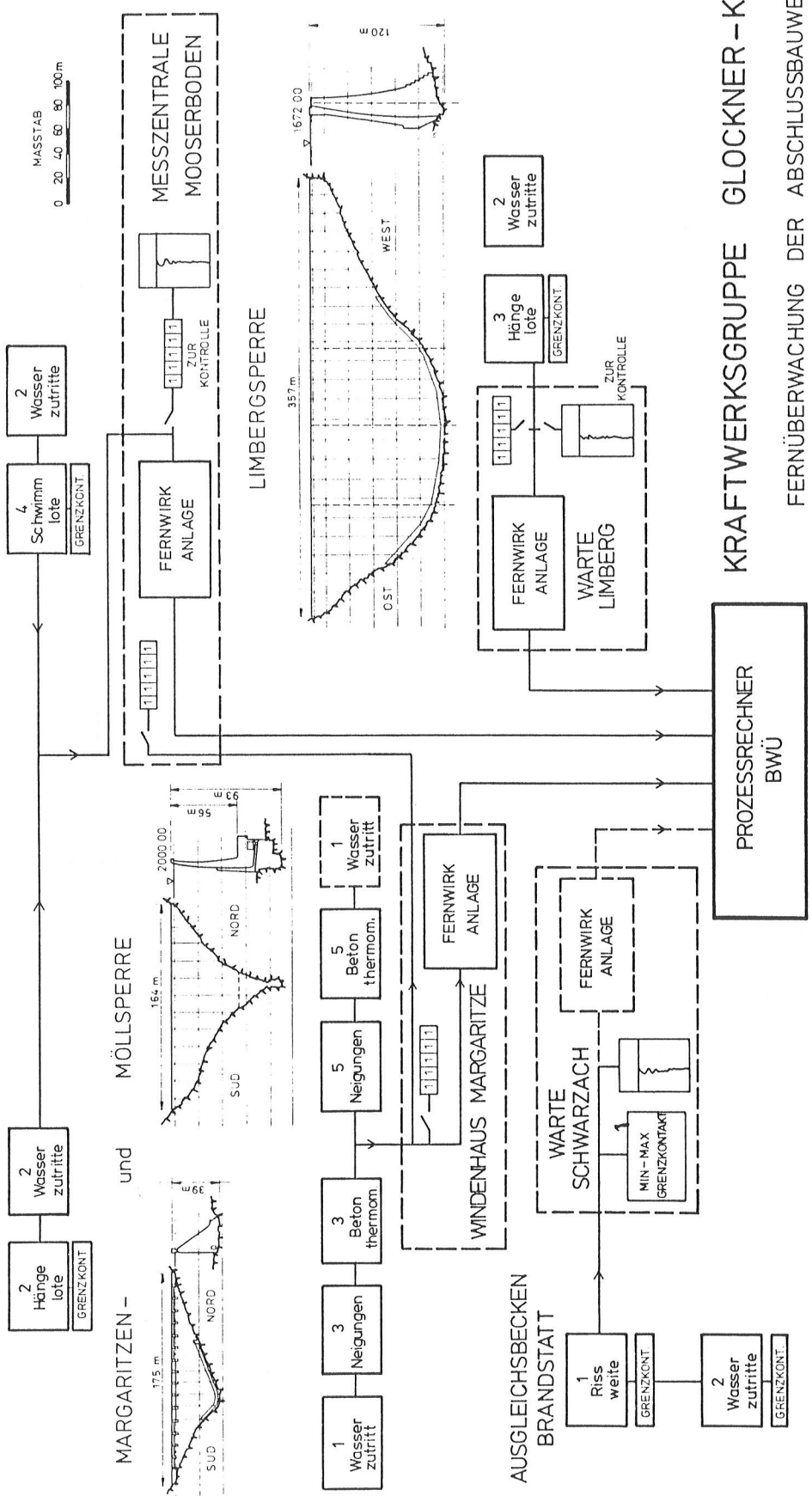
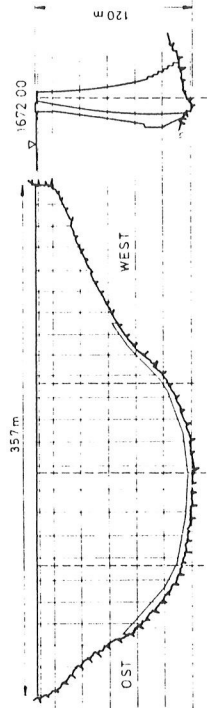
MARGARITZEN -



MÖLLSPERRE



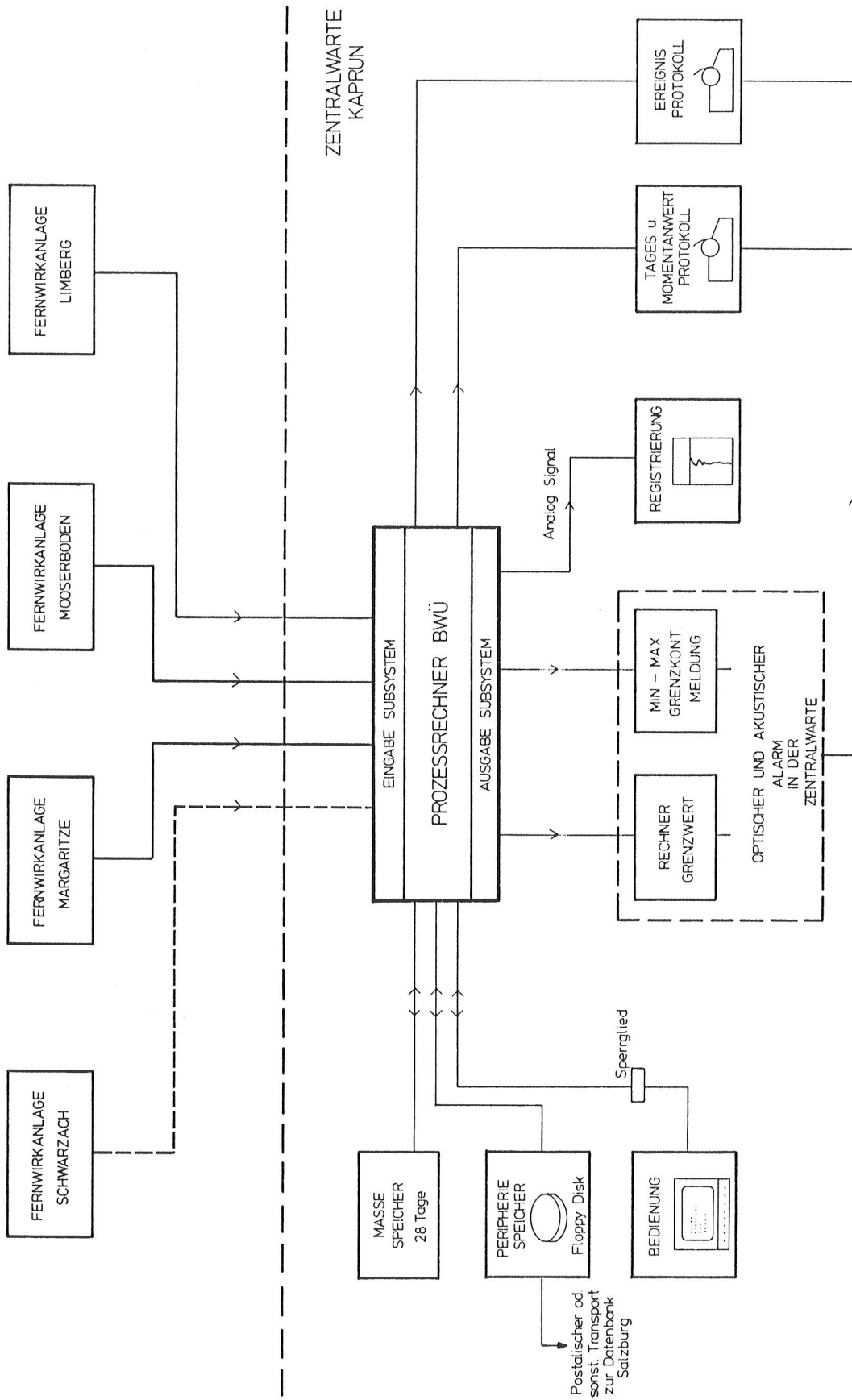
LIMBERGSPERRE



KRAFTWERKSGRUPPE GLOCKNER - KAPRUN

FERNÜBERWACHUNG DER ABSCHLUSSBAUWERKE

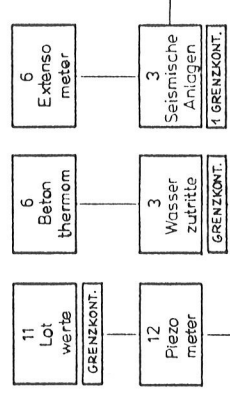
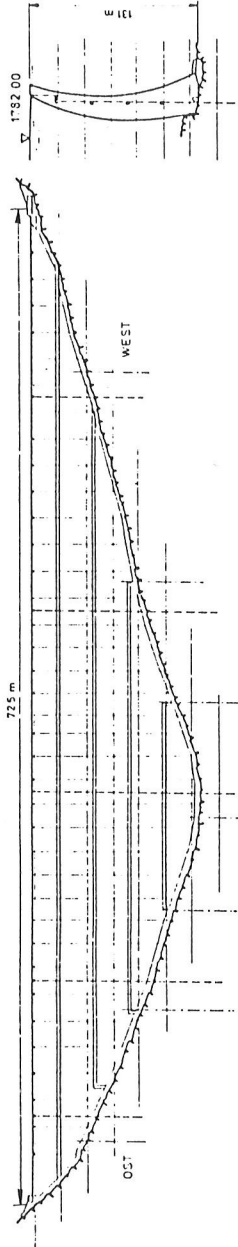
ABB. 1



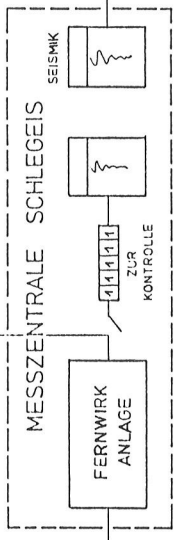
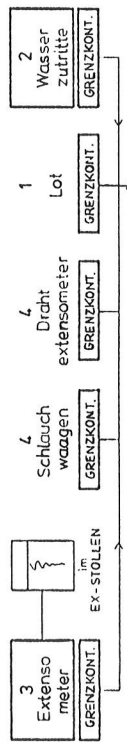
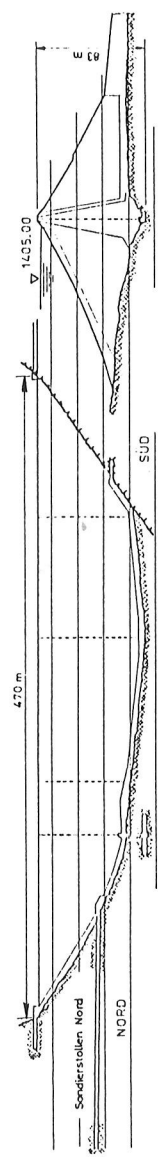
KRAFTWERKSGRUPPE GLOCKNER - KAPRUN  
BAUWERKSÜBERWACHUNG - MESSWERTVERARBEITUNG

ABB. 2

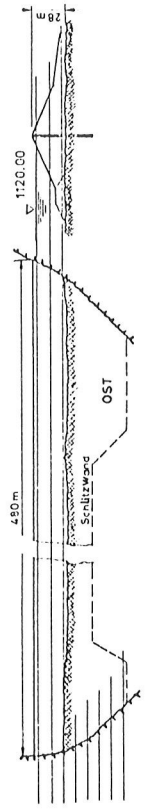
SCHLEIGEISPERRE



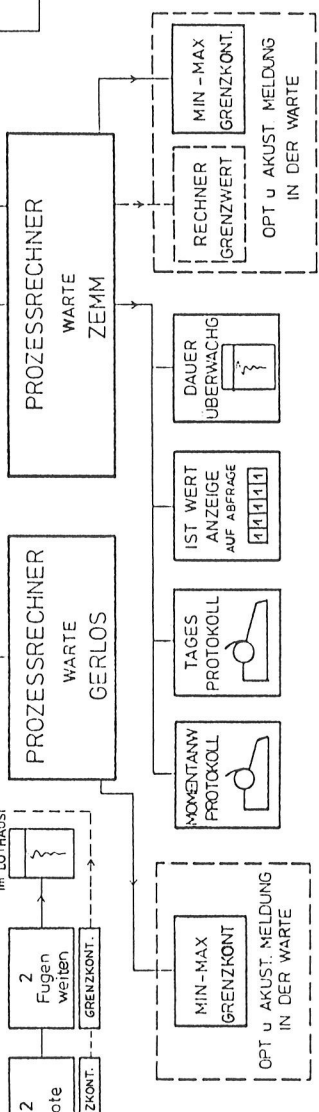
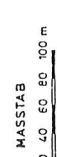
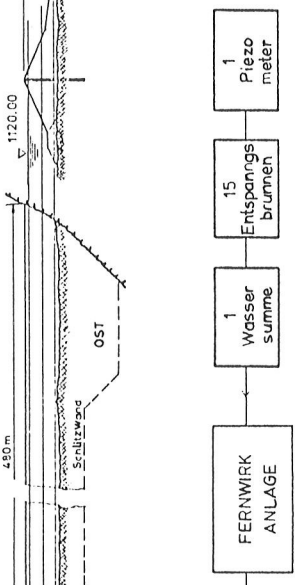
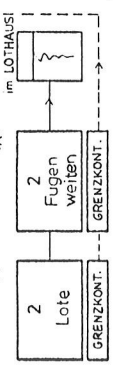
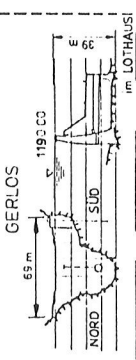
DAMM DURLASSBODEN



DAMM EBERLASTE



SPERRE GMÜND



KRAFTWERKSGRUPPE ZILLERTAL  
FERNÜBERWACHUNG DER ABSCHLUSSBAUWERKE

ABB. 3



## 12. TIROLER WASSERKRAFTWERKE AG (TIWAG)

### 12.1 Entwicklung der Fernüberwachung

#### 12.1.1 Allgemeine Gesichtspunkte

Beim Bau und Betrieb großer Talsperren hat der Sicherheitsaspekt gegenüber allen anderen Fragen Vorrang. Es ist selbstverständliche Verpflichtung, das geringste Risiko auszuschließen und alle Maßnahmen zu treffen, die die Zuverlässigkeit dieser Bauwerke gewährleisten.

Das Risiko eines Talsperrenversagens ist zwar weltweit gering, aber im Einzelfall unter Umständen mit katastrophalen Folgen verbunden.

Erweiterte Sachkenntnis, verbesserte bautechnische Verfahren, umfassende Überwachung und vor allem das Bewußtwerden des beeinflussbaren Risikos haben dazu beigetragen, daß Sperren insgesamt sicherer geworden sind und die Zahl der Schadensfälle in den letzten 30 Jahren um das Zehnfache zurückgegangen ist. Dem gegenüber steht allerdings auch eine bedeutende Vergrößerung der Bauhöhe in den letzten Jahrzehnten, die neue Probleme aufwirft und Grenzen des heutigen Wissensstandes berührt.

Bei der Analyse der Gefahren zeigt sich, daß die Sicherheit einer Talsperre im wesentlichen von drei Faktoren abhängt:

#### 1. Standsicherheitsverhältnisse:

(beeinflusst durch die Bauart, den Untergrund, die Entlastungseinrichtungen, die Tragreserven, wirtschaftliche Fragen und die Möglichkeit zu nachträglichen Sanierungen).

#### 2. Umweltverhältnisse:

(beeinflusst durch die Seismizität, die Gefahr von Speicherhangrutschungen und Überflutung bei Hochwasser).

#### 3. Berücksichtigung menschlichen Versagens:

(bei Bau und Betrieb der Sperren sowie Sabotage bzw. Kriegsfall).

Die Praxis des heutigen Talsperrenbaues ist bemüht, nach dem letzten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse in diesen Fragen vorzugehen, um Fehler von vornherein auszuschließen. Es ist heute kaum noch denkbar, daß es unter diesen Voraussetzungen zu einem plötzlichen Bruch einer Sperre kommt. Trotz aller Vorkehrungen ist das Eintreten gefährlicher Zustände im Sperrenkörper oder im Untergrund aber nie auszuschließen. Die Konsequenz dieser Überlegungen mündet in dem Verlangen nach zusätzlicher Sicherheit und nach Hinweisen im Vorfeld des Bruches, die rechtzeitig noch ein Eingreifen ermöglichen und damit eine Katastrophe verhindern sollen.

Dies wird durch die laufende Prüfung des Talsperrenverhaltens mittels hochentwickelter Systeme von Kontroll-, Meß- und Beobachtungseinrichtungen erreicht, die damit zu einem wesentlichen Bestandteil der Sperrenbauwerke geworden sind.

Jede Stauanlage stellt wegen ihrer konkreten Naturgegebenheiten einen Einzelfall dar und muß auch als solche behandelt werden.



Dies bedeutet, daß auch die Überwachungseinrichtungen, ihre Verteilung im Sperrkörper, die Häufigkeit der Messungen, Beobachtungen und Begehungen den speziellen Erfordernissen sowie dem Typ der Sperre, angepaßt werden müssen. Anzustreben sind bei großen Talsperren zwei gestaffelte Zielgruppen der Überwachung:

#### 1) Analyse des Verhaltens:

(zur Überprüfung der Ausführung, der Beanspruchungen, der Grundlagen und Ergebnisse der Berechnung, der speziellen statischen und dynamischen Bedingungen und der Gründungsverhältnisse und ihrer Kennwerte, der Deformation, der Alterungserscheinungen und der vorhandenen Sicherheit).

#### 2) Zustandsbeobachtung mit Bezug auf die für die Sicherheit unmittelbar maßgebenden Faktoren:

(wie Dichtigkeit bzw. Sickerwasser, Speicher-Stauspiegel, meteorologische Daten und Zuflüsse sowie maßgebende Verformungen;

weitere kommen im Einzelfall Gebirgs-, Sohl- und Porenwasserdrücke, akustische und seismische Emissionen sowie Speicherhangbeobachtungen in Betracht).

Die Zuordnung in die eine oder andere Gruppe ist im wesentlichen durch die Bedeutung und Dringlichkeit der Meß-Beobachtungs- bzw. Meldeaussage für den Bestand der Stauanlage abgegrenzt. Sie wird zweckmäßigerweise den verschiedenen Errichtungs- und Betriebsphasen (Bau, erste Speicherfüllung, erste und spätere Betriebsjahre) angepaßt sein und insbesondere ungünstige Verhaltensmerkmale berücksichtigen.

Die Kontrolle der für die Sicherheit unmittelbar maßgebenden Faktoren muß in kurzen Zeitabständen erfolgen und unterscheidet sich insofern von der Verhaltensanalyse mit nicht so großer Dringlichkeit. Dementsprechend sind neue, große Anlagen vielfach mit automatisch registrierenden Meßgeräten und Einrichtungen zur laufenden Überwachung ausgerüstet.

Die beiden Staudämme Gepatsch und Finstertal der Tiroler Wasserkraftwerke AG sind derzeit die höchsten geschütteten Dämme Österreichs. Dementsprechend ist das Gesamtsystem der Überwachung mit 487 Meßpunkten bei Gepatsch und 798 Meßpunkten bei Finstertal umfassend konzipiert.

Für die Kontrolle des kleineren Staudammes Längental sind Einrichtungen für 101 Meßpunkte installiert.

Der Hauptanteil der Dammbesichtigungen erstreckt sich, gemäß den einleitend dargelegten Zielen, auf die Verhaltensanalysen, während das Hauptgewicht der Sicherheitsüberwachung zukommt.

Die Meß- bzw. Anzeigeerfassung erfolgt für die erstere Gruppe ausschließlich vor Ort bzw. in der zentralen Meßkammer der Dämme. Für die Zustandsbeobachtung mit unmittelbarem Bezug zur Sicherheit stehen durchwegs Meß- bzw. Anzeigegeräte, die eine automatische Fernüberwachung in den Krafthauswarten ermöglichen, zur Verfügung.

#### 12.1.2 Zielsetzung und Entwicklungsgeschichte

Die laufende Überwachung bei Staudämmen kann sich im allgemeinen auf wenige Meßwerte und Anzeigen beschränken. Grundsätzlich gilt, daß die Erfassung des gesamten im Dammbereich bzw. aus dem Dichtungsbereich austretenden Sickerwassers, wie die Registrierung des Stauspiegels den größten Sicherheitsbezug haben. Daneben kann aber

auch die Übertragung von wichtigen Verformungen, Zuflüssen, meteorologischen Daten und anderer maßgebender Kenngrößen im Einzelfall bedeutungsvoll sein. Für Anlagen, die schwer erreichbar sind (z.B. im Winter) bzw. als Entscheidungshilfe bei kritischen Situationen kommt auch eine optische Überwachung mittels Fernsehkamera in Betracht.

Die Fernüberwachung von Staudämmen hat sich erst in neuerer Zeit mit der Entwicklung verlässlicher Systeme auf breiter Ebene durchgesetzt.

Es ist bemerkenswert, daß der in den Jahren 1962 - 1965 errichtete Staudamm Gepatsch, mit für die damalige Zeit ungewöhnlich umfangreichen Meßeinrichtungen, auch mit Geräten zur Fernanzeige ausgestattet wurde. Die Meldungen wurden damals in der Warte des Krafthauses auf einen Schreiber aufgezeichnet und maßgebliche Änderungen durch optische und akustische Warnungen signalisiert.

Heute ist zusätzlich eine rechnergestützte Verarbeitung der Daten, eine Protokolliereinrichtung, eine Alarm- und Störungsausgabe, eine Gradientenüberwachung, eine Systembedienung über Datensichtgerät sowie eine Datenausgabe auf Speicher möglich. Diese Verfeinerung ist für die Beurteilung bei kritischen Zuständen sehr nützlich und schränkt, durch den automatisierten aufbereiteten Ablauf, menschliche Fehler ein.

Die Installation und die laufende Betreuung von Fernwirkanlagen ist mit hohen Kosten verbunden. Man wird sich deshalb nur auf die für die Sicherheit maßgebenden Faktoren beschränken, dafür aber auf hohe Zuverlässigkeit und Schlüssigkeit der Aussagen achten.

## 12.2 Beschreibung des derzeitigen Zustandes der Fernüberwachung

### 12.2.1 Fernüberwachung Staudamm Gepatsch

Kenndaten des Dammes:

Baujahre: 1962 - 1965

1. Teilfüllung: 1964

1. Vollstau : 1966

Bautyp: Steinschüttdamm mit Erdkern

Größte Höhe: 153 m

Kronenlänge: 600 m

Böschungsneigungen:

Wasserseite: 1:1,5

Luftseite: 1:1 / 1:1,5

Schüttkubatur: 7,1 Mio m<sup>3</sup>

Speichernutzinhalt: 138 Mio m<sup>3</sup>.

Die automatisierte Beobachtung stützte sich anfänglich auf die Übertragung der Stauhöhe im Speicher, des Gesamtsickerwassers des Dammes und eines Beileitungszuflusses. Bekanntlich sind nach der 1. Teilfüllung beachtliche Rutschbewegungen bei den Speicherhängen Hochmais und Nasserein aufgetreten. Diese waren der Anlaß, das System der Fernüberwachung zur Kontrolle dieser Bewegungen auszudehnen und führte zur Errichtung von zwei Extensometermeßstrecken in Sondierstollen. Weiters wurde an der Dammkrone in Zusammenhang mit dem Flutwellenalarmplan ein Schwimmergerät eingebaut, das im Falle einer Überspülung automatisch einen Alarm auslöst.

Von den Zuflüssen zum Speicher ist nur die Beileitung Kaunertal-Ost fernübertragen. Sie wird vermutlich vorwiegend aus betrieblichen bzw. energiewirtschaftlichen

Gründen noch erweitert. Die laufende Übermittlung der Niederschlags- und Temperaturwerte am Damm wurde erst im Jahr 1978 veranlaßt.

Derzeit in Ausführung ist eine zusätzliche optische Überwachung mit zwei Fernsehkameras sowie die Errichtung eines Melders für größere Wasserdurchtritte am Dammfuß.

Das System der Fernüberwachung ist in Abb. 1 dargestellt.



Abb. 1

Fernüberwachung STAUDAMM GEPATSCH

- 1 . . . . . Stauhöhe
- 2 . . . . . Gesamtsickerwasser Damm
- 3 . . . . . Überspülmelder Dammkrone
- 4 . . . . . Rutschhangbeobachtung: Extensometer in Sondierstollen
- 5 . . . . . Zufluß Beileitung Kaunertal-Ost
- 6 . . . . . Meteorologische Station
- 7 . . . . . Fernsehkameras geplant
- 8 . . . . . Melder für Wasserdurchtritte am Dammfuß geplant

#### 12.2.1.1 Meßwertaufnehmer:

##### 1) Stauhöhe im Speicher:

Es sind insgesamt zwei Meßwertaufnehmer zur gegenseitigen Überprüfung beim Triebwassereinflaß und an der wasserseitigen Dammböschung installiert.

Geräte: hydrostatische und pneumatische Druckwaagen

Meßbereiche:

Hydrostatische D.: gesamte Stauhöhe

Pneumatische D.: ab Staukote 1750 m Mh bis zum rechnermäßigen Höchststau.

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

##### 2) Gesamtsickerwasser des Dammes:

Die Hauptmeßstelle mit Beruhigungsbecken und Thomson-Wehr ist am Ende des Entwässerungsstollens des Dammes angeordnet und erfaßt die Drainagen und Durchsickerungen, aber auch die Niederschläge bzw. Schmelzwässer aus dem luftseitigen Einzugsgebiet des Dammes.

Gerät: Auftriebswaage

Meßbereich: 0 - 40 cm bzw. 0 - 138 l/sec

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

##### 3) Extensometer zur Speicherhangbeobachtung:

Die Bewegungen des Rutschhanges Hochmais und der Sackung Nasserein gegenüber dem standfesten Gebirge werden durch zwei Extensometermeßstrecken in Sondierstollen beobachtet.

Die Abb. 2 zeigt den Sondierstollen I mit dem installierten Meßwertaufnehmer.

Gerät: Coder

Meßbereich: 200 mm

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

##### 4) Überspülmelder Dammkrone:

Das Gerät ist in einem Betongehäuse an der Dammkrone untergebracht. Im Falle einer Überspülung des Dammes wird durch eine Schwimmerkonstruktion eine Alarmmeldung in der Warte Prutz ausgelöst. Die Einrichtung ist der Abb. 3 zu entnehmen.

Gerät: Schwimmerkonstruktion mit elektrischem Auslösekontakt.

Die Funktion wird in regelmäßigen Abständen durch Umlegen eines Schalters geprüft.

##### 5) Zufluß Beileitung Kaunertal-Ost:

Gerät: Schwimmerpegel

Meßbereich: 0 - 250 cm

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.



Abb. 2

Hangbeobachtung Hochmais  
Extensometer im Sondierstollen I

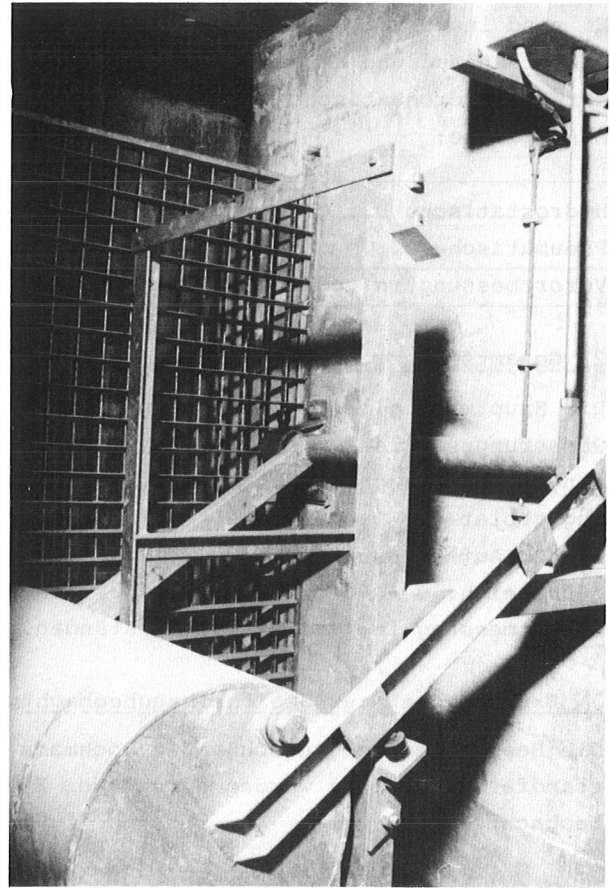


Abb. 3

Überspülmelder Dammkrone  
Gepatsch

#### 6) Meteorologische Station:

Der Aufstellungsort befindet sich nahe dem Sperrenhaus des Dammes.

Geräte:

Temperatur: Widerstandsfühler PT 100

Meßbereich: - 50° C bis + 50° C

Niederschlag: Wippenprinzip

Intensitätsgrenze: 10 mm/min

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

#### 12.2.1.2 Übertragungswege:

Die Übertragung der Daten und Anzeigen in die Warte Prutz über die Fernwirkstationen ist durch eine getrennte Funk- und Kabelverbindung mit automatischer Umschaltung bei Störungen abgesichert. Es ist geplant, den Funkweg, der derzeit bis zum Wasserschloß Burgschrofen geführt ist, im nächsten Jahr als redundante Strecke bis zum Kraftwerk auszubauen.

### 12.2.1.3 Meßwert und Meldezentrale KW Prutz:

#### 1) Weiterverarbeitung der Daten:

Für die Ausgabe der Meßdaten Stauhöhe, Sickerwasser, Extensometer, Zufluß, Temperatur und Niederschlag steht ein Kleinrechner mit Drucker (digital) zur Verfügung. Die hydrostatische Stauspiegelmessung und die Sickerwassermenge wird zusätzlich auf einen Schreiber aufgezeichnet.

Die Protokollierung durch den Drucker erfolgt bis auf die Extensometermessungen stündlich. Letztere werden im allgemeinen am Tagesende ausgedruckt.

#### 2) Gradientenüberwachung:

Die max. Stau- bzw. Abstaugeschwindigkeiten im Speicher wurden bei höheren Stau-lagen wegen einer eventuellen Beeinflussung der Stabilität der Speicherhänge auf 15 cm/Stunde limitiert. Sie werden durch den Kleinrechner überwacht und angezeigt. Daneben wird auch eine auftretende Differenz zwischen den zwei Stauspiegelmessungen von mehr als 15 cm, sowie eine Änderung der Extensometermeßwerte um mehr als 1 mm protokolliert.

#### 3) Optische und akustische Sofortwarnung bei:

- a) Sickerwassergrenzwert
- b) Extensometermeßwertänderung
- c) Differenz der Stauspiegelmessungen
- d) Staugeschwindigkeitsgrenzwert
- e) Auslösung des Überspülungsmelders.

#### 4) Grenzwertüberwachung:

Sickerwasser: Winter 12 l/s, Sommer 43 l/s

Extensometer: Längenänderung um 1 mm

Staugeschwindigkeit: bei Stauhöhe 1730 - 1767 (Stauziel) 15 cm/Stunde  
bzw. bei Stauhöhe 1760 - 1767 (Stauziel) 1,5 m/Tag bis  
5,0 m/6 Tage

#### 5) Planungen:

In den nächsten Jahren ist etappenweise ein teilweiser Ausbau von Fernwirkrichtungen sowie die Aufstellung eines Prozeßrechners in der Warte vorgesehen.

Anzustreben ist, dank der Entwicklung der Elektronik, eine Verbesserung der Grenzwert- und Gradientenüberwachung, die Meßdatenspeicherung, eine Systembedienung über Datensichtgerät und eine moderne Protokolliereinrichtung.

### 12.2.2 Fernüberwachung Staudämme Finstertal und Längental

#### Kenndaten Finstertal:

Baujahre: 1977 - 1980

1. Teilfüllung 1979

1. Vollstau 1981

Bautyp: Felsschüttdamm mit schrägliegender Asphaltbetonkerndichtung.

Größte Höhe: 149 m

Kronenlänge: 652 m

Böschungsneigungen:

Wasserseite: 1:1/ 1:1,5

Luftseite: 1:1 / 1:1,3

Schüttkubatur: 4,5 Mio m<sup>3</sup>

Speichernutzinhalt: 60 Mio m<sup>3</sup>

Kenndaten Längental:

Baujahre: 1977 - 1979

1. Teilfüllung 1979

1. Vollstau 1980

Bautyp: Erddamm mit Asphaltbeton-Oberflächendichtung

Größte Höhe: 37 m

Kronenlänge: 418 m

Böschungsneigungen:

Wasserseite: 1:1,6

Luftseite: 1:1,5

Schüttkubatur: 0,4 Mio m<sup>3</sup>

Speichernutzinhalt: 3 Mio m<sup>3</sup>

Die in jüngster Zeit errichteten Talsperren der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz sind mit umfassenden modernen Einrichtungen zur Analyse des Verhaltens, wie auch zur Zustandsbeobachtung ausgerüstet. In die laufende Überwachung sind der Sickerwasseranfall, die Stauhöhe, die Speicherzuflüsse Längental, die Melder für größere Durchsickerungen, die Pendelschacht-Lotbewegungen Finstertal, die meteorologischen Daten von Kühtai und optische Beobachtungen mittels Fernsehkameras, einbezogen. Das Gesamtsystem ist so ausgelegt, daß die sicherheitsbezogenen Zustände, vor allem auch durch teilweise Überbestimmung in den Aussagen, zuverlässig beurteilt werden können.

Auch das Konzept der Meldeverbindungen mit zwei Übertragungswegen und einem Notsteuersystem sowie die automatisierte Meßwertverarbeitung mit Prozeßrechner, Protokolliereinrichtung und Systembedienung über Datensichtgeräte schränkt Fehler weitgehend ein.

In den Abb. 4 und 7 sind die talsperrenbezogenen Faktoren der Fernüberwachung dargestellt.

12.2.2.1 Meßwertaufnehmer:

I) Finstertal:

1) Stauhöhe im Speicher:

Der Speicherstand wird durch den Einbau von zwei Druckwaagen beim Triebwassereinfluss und entlang der rechten wasserseitigen Ixe gegenseitig kontrolliert. Außerdem ist ein externer Grenzwertcoder installiert, der ein Überfahren des Stauzieles insbesondere bei Pumpbetrieb verhindert.

Geräte: hydrostatische und pneumatische (mit Grenzwertcoder) Druckwaagen.

Meßbereiche: gesamte Stauhöhe

Vorortmessung und geodätische Überprüfung in regelmäßigen Abständen.





Abb. 4

Fernüberwachung STAUDAMM FINSTERTAL

- 1 . . . . . Stauhöhe
- 2 . . . . . Dichtungssickerwasser Damm
- 3 . . . . . Gesamtsickerwasser Damm
- 4 . . . . . Horizontale Lotbewegungen 1a, 1b, 2a, 2b
- 5 . . . . . Melder für größere Wasserdurchtritte am Dammfuß
- 6 . . . . . Fernsehkameras

## 2) Sickerwasser:

In Anbetracht der Größe dieses Dammes und zur genaueren Eingrenzung der Durchsickerungen aus dem Bereich der Kerndichtung wurde eine Summenmessung für das Gesamtsickerwasser und das Dichtungssickerwasser eingerichtet. Die Meßstellen sind in der Grundablaßschieberkammer unterhalb des luftseitigen Dammfußes und vor der tiefsten Stelle des Kontrollganges angeordnet. In der Summenmessung des Gesamtsickerwassers sind neben dem Dichtungs- und Felssickerwasser auch die eingezogenen Niederschläge und das Schmelzwasser der Luftseite enthalten.

Geräte: Auftriebswaagen

Meßbereich: 0 - 40 cm bzw. 138 l/sec.

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

## 3) Melder für größere Wasserdurchtritte am Dammfuß:

Der Melder ist in einem eingegrabenen und mit Drainageschotter umgebenen Schacht im Talgrund unterhalb des Dammes montiert. Die Einrichtung wurde von der TIWAG für den Flutwellenalarmplan entwickelt und bewirkt im Falle größerer Durchsickerungen eine Gefahrenanzeige in der Warte Silz (siehe Abb. 5).

Gerät: elektrischer Auslösemechanismus bei Wasserzutritt (Eigenbau).

Die Funktion wird in regelmäßigen Abständen geprüft.

## 4) Horizontalbewegungen des Pendelschachtes:

Zur Beobachtung der geneigten Kerndichtung und des umgebenden Bereiches wurde in zwei gestaffelten Abschnitten ein begehrbarer Schacht im Hauptquerschnitt des Dammes eingebaut. In diesem sind unter anderem in Dammitte und in Kronenhöhe 2 Gewichtslote aufgehängt. Das untere Lot (Lot 1) mißt die Verschiebung des Aufhängepunktes in Dammitte gegenüber dem unbeweglichen Gründungsfels, während die Verformung des Kronenpunktes sich aus den Meßwerten von Lot 1 und 2 sowie den Differenzbewegungen des Querganges zusammensetzt.

Geräte: Telekoordinatoren für jeweils zwei Richtungen (Abb. 6)

Meßbereich: 0 - 150 mm

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen mit Koordiskop.

## 5) Fernsehüberwachung:

Die optische Beobachtung der Talsperre ist zur allgemeinen Überwachung und Überprüfung eventueller Warnanzeigen wie auch als Entscheidungshilfe bei Gefahrensituationen für die Gesamtbeurteilung der Sicherheitsverhältnisse von besonderer Bedeutung. Der Einsatz von Videokameras zur Sperrenüberwachung wurde in dieser Form erstmals in Österreich ausgeführt und hat sich auch als Kontrollfunktion bei Störungen oder Fehlmeldungen bewährt.

In Finstertal sind insgesamt 4 Kameras eingesetzt, wovon 2 einen Überblick über den Damm samt Speicher geben, eine den Detailbereich des luftseitigen Dammfußes beobachtet und eine weitere den Grundablaß-Zugangstollen überwacht. Letztere zwei sind mit Beleuchtungen für die Beobachtungsstelle ausgestattet.

Die Kameras sind mit Schwenk- und Neigekopf-Zoom auf Masten mit wetterfestem Gehäuse (Beheizung) montiert.



Abb. 5

Melder für größere Wasserdurchtritte  
am Dammfuß Finstertal

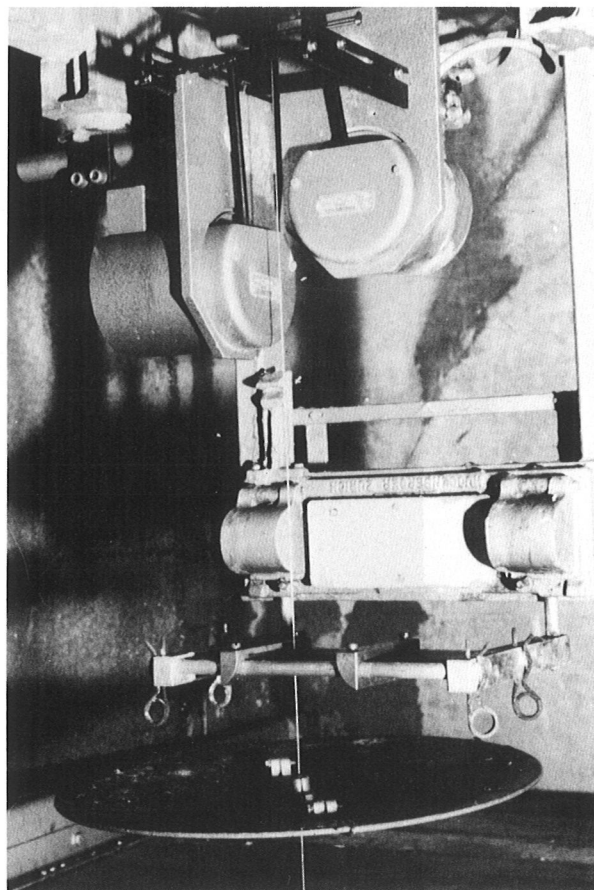


Abb. 6

Gewichtslot-Meßeinrichtung  
Pendelschacht Finstertal

## II) Längental: (Siehe Abb. 7)

### 1) Stauhöhe im Speicher:

Die Messung des Speicherstandes wird durch zwei voneinander unabhängige Druckwaagen bei der Pumpstation Melach und oberwasserseitig des Entwässerungskanals des Dammes überprüft. Um sicherzustellen, daß die Stauzielkote bei Turbinenbetrieb nicht überfahren wird ist, ähnlich Finstertal, ein externer Grenzwertcoder eingebaut.

Geräte: hydrostatische und pneumatische Druckwaagen (mit Grenzwertcoder).

Meßbereiche: gesamte Stauhöhe.

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

### 2) Sickerwasser:

Die Summenmessung erfolgt im Anschluß an den begehbaren Entwässerungskanal des Dammes, der sämtliche Drainagen im Untergrund erfaßt.

Gerät: Auftriebswaage.

Meßbereich: 0 - 40 cm bzw. 138 l/sec.

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

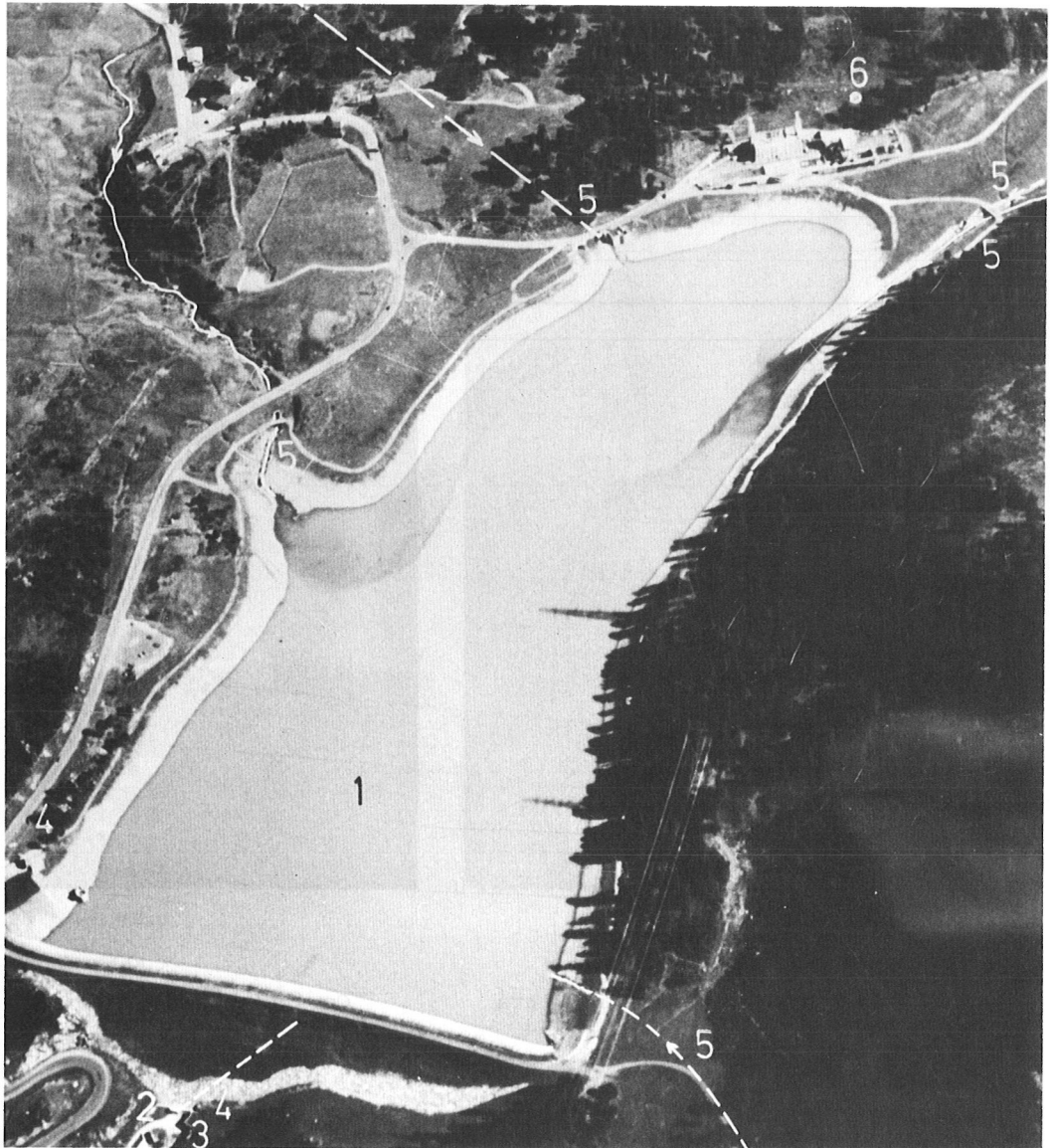


Abb. 7

Fernüberwachung STAUDAMM LÄNGENTAL

- 1 . . . . . Stauhöhe
- 2 . . . . . Gesamtsickerwasser Damm
- 3 . . . . . Melder für größere Wasserdurchtritte am Dammfuß
- 4 . . . . . Fernsehkameras
- 5 . . . . . Zuflüsse Längentalbach, Finstertalbach, Melachbeileitung,  
Horlachbachbeileitung, Mittertalbachbeileitung
- 6 . . . . . meteorologische Station

### 3) Melder für größere Wasserdurchtritte am Dammfuß:

Die Einrichtung entspricht in Bauart und Anordnung der von Finstertal.

### 4) Zuflüsse der Bäche und Beileitungen:

Alle Zuflüsse in den Zwischenspeicher Längental, mit dem durch die Beileitungen auf 138 km<sup>2</sup> vergrößerten Einzugsgebiet werden aus Gründen des Hochwasserschutzes und betrieblicher Erfordernisse fernübertragen.

Geräte: pneumatische Druckwaagen (Finstertalbach, Längentalbach, Melachbeileitung)  
induktive Drucksonden (Horlach- und Mittertalbachbeileitung).

Meßbereich: 0 - 250 cm

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

### 5) Meteorologische Station:

Die Station befindet sich auf rd. 1900 m Mh unmittelbar beim Oberstufen KW-Kühtai.

Geräte:

Niederschlag: Wippenprinzip, Intensitätsgrenze 0 - 5 mm/min.

Temperatur: Halbleiterfühler

Meßbereich: - 40° C bis + 40° C

Vorortmessung in regelmäßigen Abständen.

### 6) Fernsehüberwachung:

Die Beobachtung wird in Längental mit zwei Kamerastandpunkten zur Panorama- und Detailbereichsüberwachung des Dammfußes mit den Entlastungsausläufen, durchgeführt. Bei schlechten Sichtverhältnissen oder während der Nacht ist eine Beleuchtungsmöglichkeit für den abgegrenzten Dammfußbereich vorgesehen. Abb. 8 zeigt die auf einem Mast montierte Kamera und den zugehörigen Blickwinkel.

### 12.2.2.2 Übertragungswege:

Die Funktionstüchtigkeit der Fernwirkrichtungen ist im allgemeinen so gut wie die Zuverlässigkeit der Meldeverbindungen. Da Störungen nie auszuschließen sind, wurden für die Fernanzeigen der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz zwei getrennte Übertragungswege über Kabel und Funk geschaffen. In Abb. 9 ist die Verflechtung dieser Verbindungen von den einzelnen Fernwirkstationen bis zur Überwachungszentrale in der Warte des KW Silz, in einem Flußdiagramm dargestellt.

Bei auftretenden Übertragungsstörungen einer Verbindung wird automatisch auf die zweite umgeschaltet.

Fernwirkstationen sind im Sperrenhaus und in der Schieberkammer Finstertal sowie im Schützenschacht Längental, im Schachtkraftwerk Kühtai und im KW Silz untergebracht. Eine partielle dritte Möglichkeit der Übertragung ist durch die Einrichtung eines Notsteuersystems zur Erfassung der Speicherstände, der Speichergrenzwerte und elektro-maschineller Daten gegeben.

Letztere Meldungen werden in einem Notsteuerfeld, in der Warte Silz, prozeßrechnerunabhängig angezeigt.

Die Übermittlung der Fernsehbilder von Finstertal und Längental wird über die Richtfunkstrecken ermöglicht. (Abb. 10).



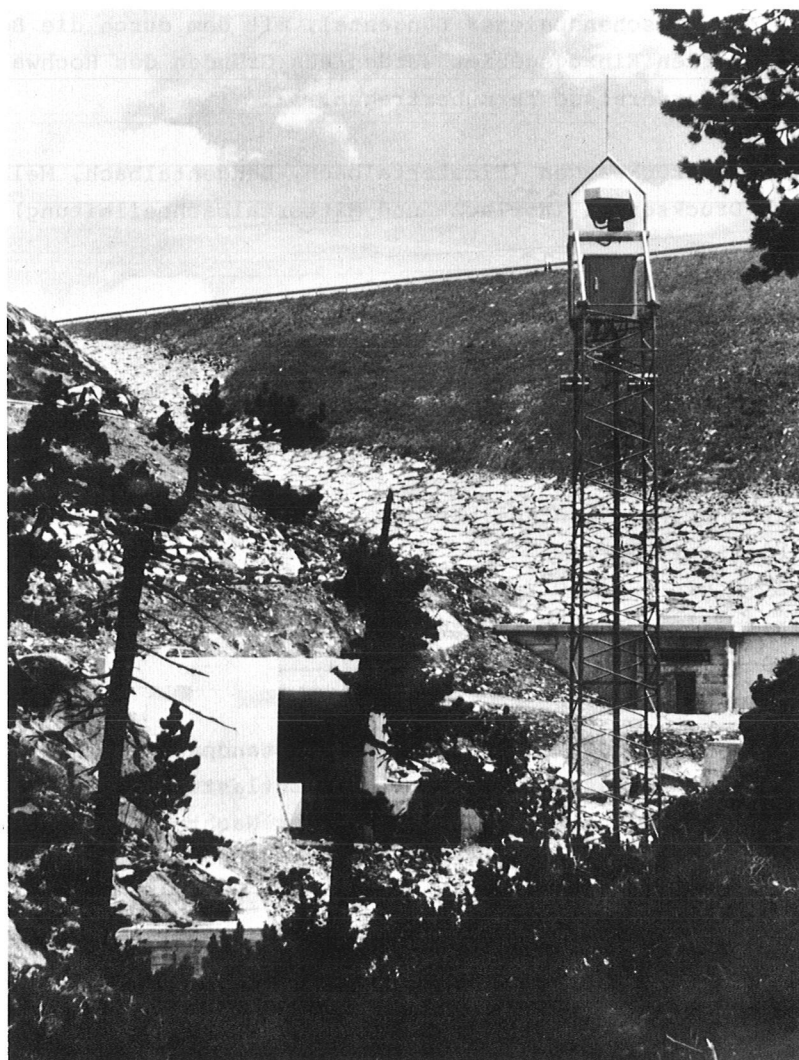


Abb. 8

Fernsehkamera unterhalb  
des Staudammes Längental

# Fernüberwachung Speicher Finstertal und Längental

## Flußdiagramm

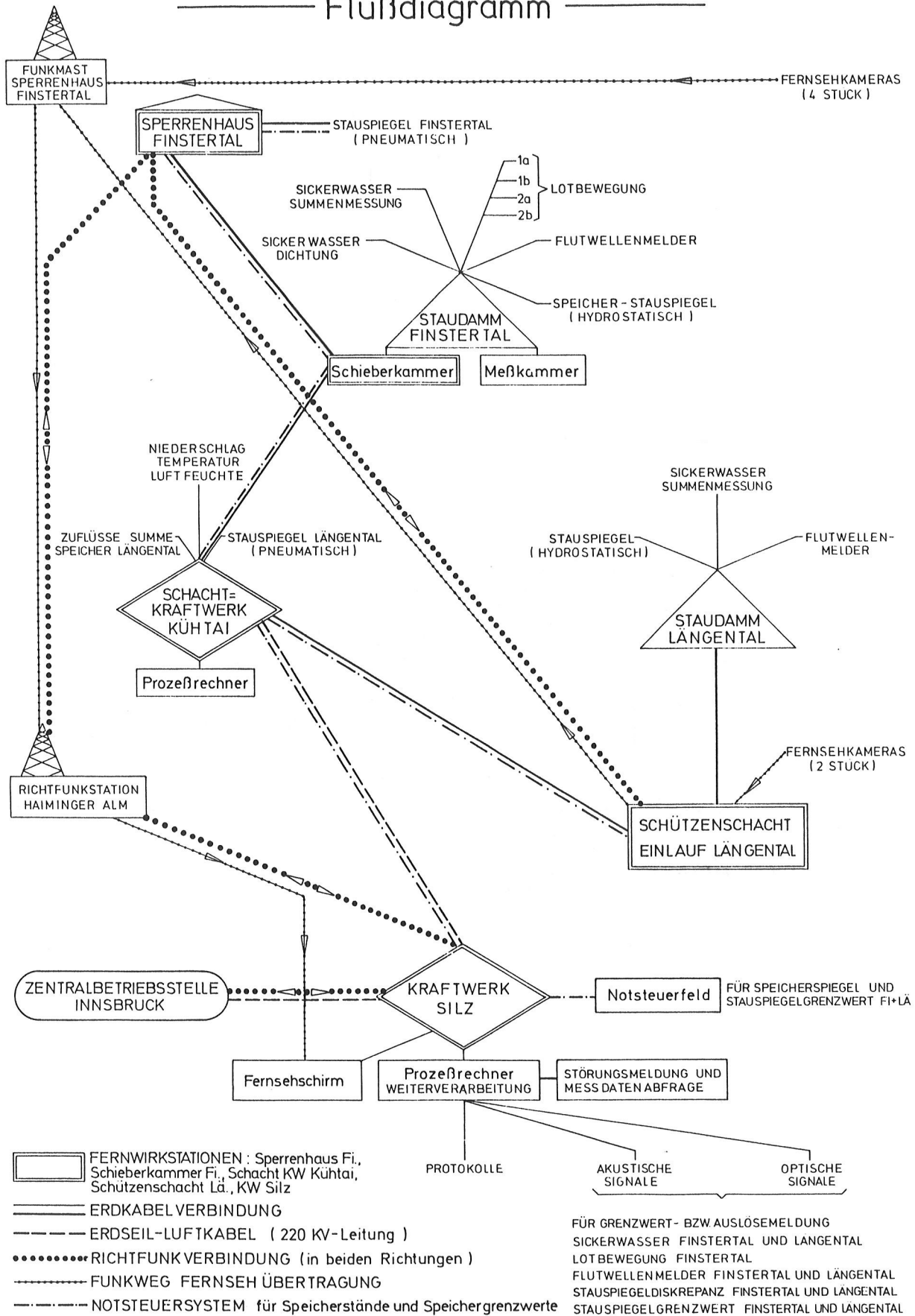


Abb. 9



Abb. 10

Funkmast Sperrenhaus Finstertal



### 12.2.2.3 Meßwert- und Meldezentrale KW Silz:

#### 1) Weiterverarbeitung der Daten:

Zur Plausibilitätskontrolle, Auswertung, Gradienten- und Grenzwertüberwachung, Protokollierung und Warn- bzw. Störungsmeldung sind zwei Prozeßrechner eingeschaltet. Die schriftliche Ausgabe erfolgt unmittelbar über Drucker und Datensichtgerät sowie aus den gespeicherten Daten für längerfristige Beobachtungsreihen. In der überwachenden Praxis bedeutet dies einen verbesserten Aussagewert der Fernanzeigen und vor allem raschen Zugriff auf weiterverarbeitete Werte. (Abb. 11 und 12).



Abb. 11

Protokolliereinrichtung in  
der Warte des KW Silz

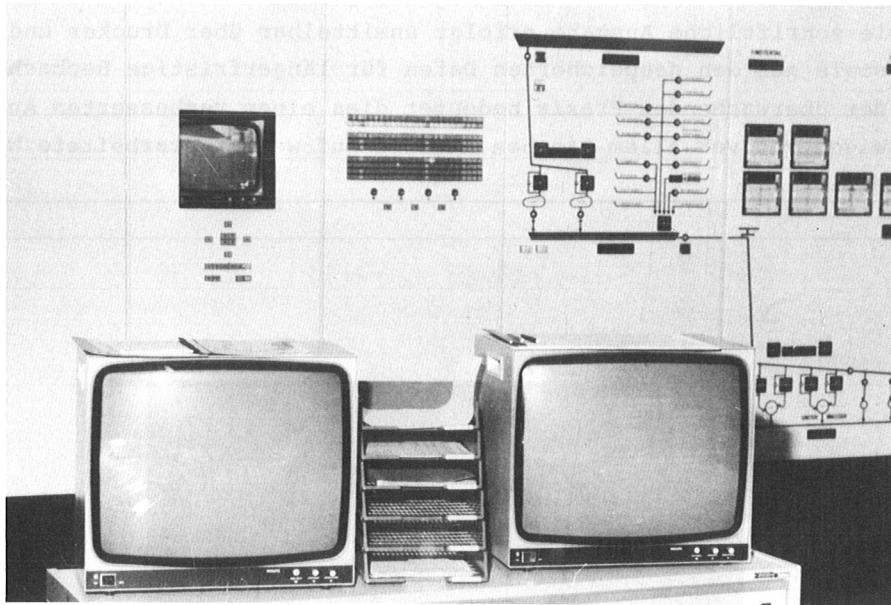


Abb. 12

Überwachungszentrale Warte KW Silz mit Datensichtgeräten und Fernsehbildschirm im Hintergrund.

Zum Empfang der Fernsehbilder ist im Überwachungsfeld der Warte ein Monitor eingebaut. Dieser kann im Bedarfsfall auf die einzelnen Kameras umgeschaltet und auf die gewünschte Abbildungsgröße eingestellt werden. (Abb. 12).

## 2) Gradientenüberwachung:

Die Überwachung erstreckt sich auf allmähliche aber unbegründete Veränderungen von Meßwerten verbunden mit dem Zeitfaktor.

### Finstertal:

Dichtungssickerwasser: max. Zuwachs von 3 l/s in 24 Stunden

Gesamtsickerwasser: max. Zuwachs von 10 l/s in 24 Stunden

Stauspiegel: a) bei auftretender Differenz der 2 Stauspiegelmessungen um mehr als 5 cm

b) bei auftretender Diskrepanz der Stauveränderung resultierend aus Zufluß und Maschinenbetrieb, bezogen auf die Wassermenge von 50.000 m<sup>3</sup>

Lotbewegungen: max. Zu- oder Abnahme der Bewegung um mehr als 2 cm in 24 Stunden.

### Längental:

Gesamtsickerwasser: max. Zuwachs von 5 l/s in 24 Stunden

Stauspiegel: a) wie Finstertal

b) wie Finstertal, bezogen auf die Wassermenge von 25.000 m<sup>3</sup>.

### 3) Optische und akustische Sofortwarnung bei

- a) Sickerwassergradient überschritten
- b) Stauspiegeldiskrepanz und Grenzwert
- c) Lotbewegungsgradient Finstertal überschritten
- d) Auslösung des Melders für Wasserdurchtritte

### 4) Grenzwertüberwachung:

Eine eigentliche Grenzwertüberwachung erfolgt vorläufig nur beim Stauspiegel, weil die übrigen Faktoren durch die enger gefaßten Bestimmungen der Gradientenüberwachung in der ersten Betriebsphase der Dämme besser abgedeckt werden.

Stauspiegel: Grenzwert Stauziel Finstertal bzw. Längental verbunden mit der automatischen Blockierung des Maschinenbetriebes des KW-Kühltai.

### 12.3 Zuverlässigkeit und Erfahrungen

Die Benutzung von Fernanzeigen zur Sicherheitsüberwachung der Staudämme der TIWAG stützt sich auf fast 20-jährige Erfahrungen. Obwohl die Geräte im Dauereinsatz stehen, sind Störfälle relativ selten.

Beim Staudamm Gepatsch wurden im langjährigen Betrieb insgesamt zwei kurzzeitige Totalausfälle der Anzeigen verzeichnet.

In einem Fall wurde die Unterbrechung durch einen längerfristigen Stromausfall im Kaunertal bei gleichzeitigem Schaden am Ladegleichrichter des Notstromaggregates verursacht, im anderen Fall wurden beide Kabelverbindungen zum Krafthaus durch den geologischen Verbruch im Wasserschloß Burgschrofen (15. September 1982) und die dadurch ausgelöste Mure bis zum Talgrund (Postkabel weggerissen) unterbrochen.

Daneben sind Gebrechen nur bei der Übertragung der Extensometerwerte zufolge altersschwacher Kabelverbindungen (Feuchtigkeitseintritt) aufgetreten.

Das Kabel wird derzeit erneuert. Die Meßwertaufnahme des Sickerwassers wurde durch den Einbau eines Tauchstabes statt des bisher verwendeten Schwimmers verbessert. Im übrigen wurde eine Druckwaage zur Stauspiegelmessung, wegen nachlassender Genauigkeit, inzwischen ausgewechselt.

Die Einrichtungen in der Meßwertzentrale funktionierten bisher durch gegebene sorgfältige Wartung einwandfrei.

Die Überwachung der Staudämme Finstertal und Längental war nach anfänglichen geringen Mängeln in der Installations- und Erprobungsphase nur durch einen Teilausfall zufolge Blitzschlag (14. Juli 1982) betroffen.

Dabei wurden verschiedene elektrische Vorortmeßeinrichtungen in Finstertal und Geräte zur Fernüberwachung beschädigt oder beeinträchtigt.

Der Vorfall bewirkte eine Verbesserung der Blitzschutzmaßnahmen durch den in Abb. 13 dargestellten Einbau von Erdleitern, Überspannungsableitern und Feinschutzeinrichtungen.

# Blitzschutzmaßnahmen für Meßeinrichtungen

## Staudamm Finstertal

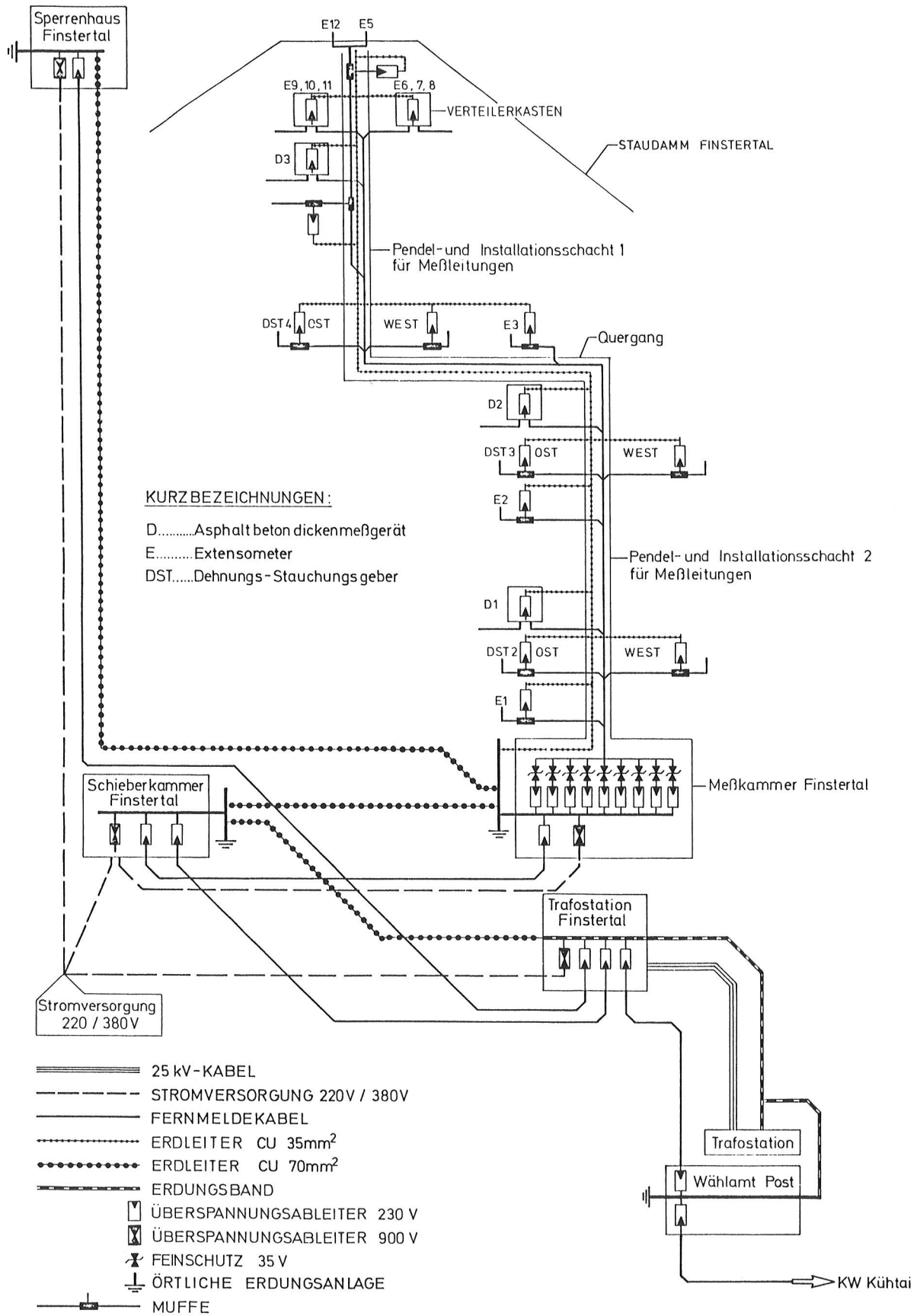


Abb. 13

Weitere geringe Störungen traten durch eine Unterbemessung der Fehlerstrom-Schutzschalter auf, sind aber inzwischen behoben. Eine besondere Stellung in der lückenlosen, zuverlässigen Überwachung nimmt der mit fast allen Daten gefütterte Prozeßrechner der Warte Silz ein. Dabei hat sich die Aufstellung eines zweiten, mitdenkenden Rechners insbesondere für den Reparatur- und Wartungsfall sehr bewährt.

In der Zusammenfassung der betrieblichen Erfahrungen ergibt sich der Schluß, daß die elektrischen Fernmelde- und Überwachungseinrichtungen, bei Berücksichtigung möglicher Störfaktoren und unter Einbeziehung von Ersatz- und Notsystemen, außerordentlich verlässlich arbeiten. Letztlich kommt es aber auch darauf an, robuste, korrosionsfeste und blitzschutzgesicherte Meßgeräte zu verwenden und Fehlereinflüsse wie Inkrustierungen, mangelnde Gängigkeit, Vereisungen, Verkläuerungen bei den Sickerwassermeßstellen usw. durch ständige Kontrolle und Wartung vor Ort möglichst auszuschließen.

Weiters sind geeignete organisatorische Maßnahmen zu treffen, die eine zeitgerechte Information der zuständigen Fachleute gewährleisten.



### 13. VORARLBERGER ILLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT (VIW)

#### 13.1. Entwicklung der Fernüberwachung

Die Talsperren der VIW sind alle ganzjährig mit Talsperrenwärtern besetzt. Die Wärter sind in Wärterhäusern untergebracht, die unmittelbar an der Sperre liegen und von wo aus ein guter Überblick über die Stauanlagen gegeben ist. Bei den täglichen Begehungen werden die Messungen, die für die Beurteilung des Verhaltens der Talsperre notwendig sind, durchgeführt. Gleichzeitig werden der Mauerkörper sowie die Umgebung der Mauer einem Augenschein unterzogen. Diese Tätigkeiten können, mit Ausnahme einiger weniger Tage, auch in den Wintermonaten durchgeführt werden.

Um jedoch unabhängig von der Begehbarkeit der Stauanlagen über deren Verhalten Aufschluß zu haben, wurden bei der Staumauer Kops bereits während des Baues und bei den älteren Sperren nachträglich Meßwerterfassungsanlagen eingebaut. Die damit erfaßten Meßwerte werden in die Wärterhäuser übertragen und dort analog angezeigt bzw. durch Schreiber fortlaufend registriert.

Die durch die Wärter erfaßten bzw. die aus den Sperren fernübertragenen Meßwerte werden telefonisch der bautechnischen Hauptabteilung mit Sitz in Schruns übermittelt. Dort liegen sie dem Talsperrenverantwortlichen zur täglichen Beurteilung vor. Neben dem öffentlichen Telefonnetz besteht auch eine ortsnetzunabhängige Telefonverbindung über die Telefonzentrale im Lünenseewerk zu allen Wärtern sowie dem Talsperrenverantwortlichen.

#### 13.2 Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung

##### 13.2.1 Staumauer Vermunt

Die 53 m hohe Gewichtsmauer wurde in den Jahren 1928 bis 1931 errichtet und ist mit Sohlwasserdruckmeßstellen, Sickerwassermeßstellen und einem Gewichtslot ausgerüstet. Der Lotausschlag im Bereich des höchsten Mauerblockes wird ins Wärterhaus fernübertragen.

Die Erfassung des Lotausschlages erfolgt durch einen den Lotdraht berührenden Telekoordinator der Fa. Huggenberger. Das der Lotauslenkung proportionale, analoge Meßsignal wird mittels eines Kabels übertragen und durch einen Linienschreiber kontinuierlich aufgezeichnet.

##### 13.2.2 Staumauer Silvretta und Bielerdamm

In der 80 m hohen, in den Jahren 1939 bis 1948 errichteten Gewichtsmauer Silvretta wird im Frühjahr 1984 zusätzlich zu den bestehenden Meß- und Überwachungs-einrichtungen, welche von BUCHEGGER (1969) beschrieben wurden, eine berührungslose Loterfassungsanlage der Firma ZIMMER installiert. Es ist beabsichtigt, den Lotausschlag sowie das Erreichen vorgegebener Grenzwerte in das Wärterhaus zu übertragen. Der Lotausschlag wird digital angezeigt und durch einen Linienschreiber fortlaufend aufgezeichnet. Das Erreichen des Grenzwertes wird im Wärterhaus und in der Warte des Obervermuntwerkes ein Warnsignal auslösen.

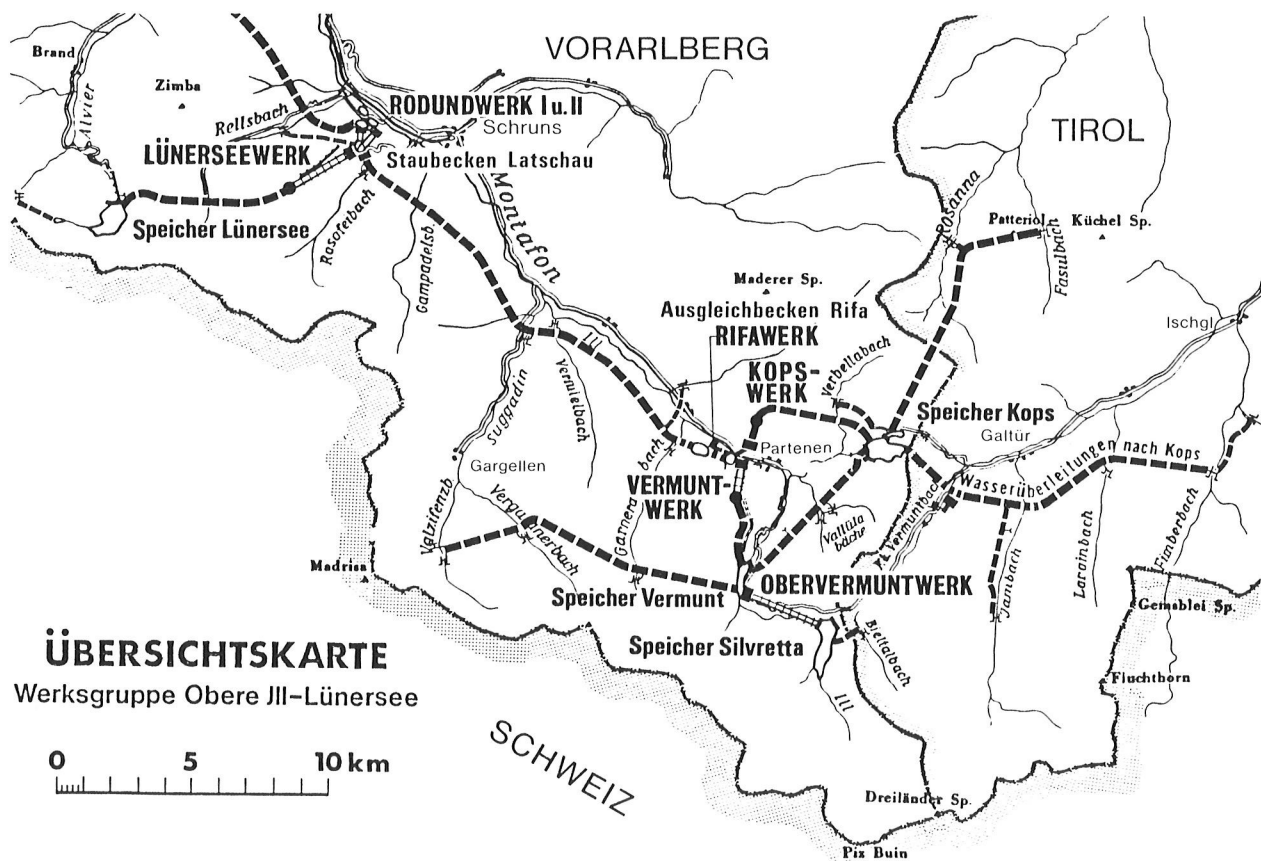
Das zum Einsatz kommende Gerät arbeitet nach dem Prinzip, wonach der Lotdraht auf ein Band mit licht- und positionsempfindlichen Sensoren einen Schatten wirft. Der Übergang von hell auf dunkel wird ausgelesen, in ein Digitalsignal umgewandelt und übertragen. Die Anlage ist als Pilotanlage gedacht und soll unter klimatisch schwierigen Verhältnissen betrieben und geprüft werden.

Die Grenzwerte umfassen einen engen Bereich und müssen dem Seestand entsprechend vom Wärter nachgestellt werden.

Vom Bielerdamm werden keine Meßwerte fernübertragen.



| Kraftwerk                     | Speicher                  |   | Sperre                               |                         |            |                  |            |                     | Jahr der Fertigstellung |
|-------------------------------|---------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------|------------|------------------|------------|---------------------|-------------------------|
|                               | Name                      | Nutzbarer Speicher-<br>raum<br>Mio m <sup>3</sup> | Statistik der Österr. Talsperren Nr. | Name                    | Typ        | H                | L          | V                   |                         |
|                               |                           |   |                                      |                         |            | m                | m          | 1000 m <sup>3</sup> |                         |
| Obervermuntwerk               | Silvretta                 | 38,6  | 13a<br>13b                           | Silvretta<br>Bielerdamm | PG<br>TEC  | 80<br>25         | 432<br>690 | 407<br>375          | 1948                    |
| Vermuntwerk                   | Vermunt                   | 5,3   | 9                                    | Vermunt                 | PG         | 53               | 386        | 144                 | 1931                    |
| Kopswerk                      | Kops                      | 43,5  | 38                                   | Kops                    | VAC+PG     | VAC 122<br>PG 43 | 400<br>214 | 485<br>178          | 1965                    |
| Rifawerk                      | Ausgleich-<br>becken Rifa | 0,7   | -                                    | Rifadamm                | TES        | 14               | 700        | 300                 | 1969                    |
| Rodundwerk I<br>Rodundwerk II | Staubecken<br>Latschau    | 2,3   | -                                    | Westdamm<br>Ostdamm     | TES<br>TES | 50<br>22         | 480<br>260 | 1000                | 1976                    |
| Lünerseewerk                  | Lünersee                  | 78,3  | 33                                   | Lünersee                | PG         | 30               | 380        | 41                  | 1958                    |



### 13.2.3 Staumauer Lünensee

Die Meßeinrichtung der 1956 bis 1958 errichteten Staumauer Lünensee sowie die Meßergebnisse wurden von BUCHEGGER (1969) beschrieben. Bei der Beurteilung des Verhaltens kommt jenem der Seebarre besondere Bedeutung zu. Aus diesem Grund wurde im Bereich der größten Höhe der Seebarre (Mittelkopf, geringste Mauerhöhe) ein Schwimmlot installiert, dessen Auslenkungen ins Wärterhaus übertragen werden. Zur Erfassung dieses Lotausschlages ist ein den Lotdraht berührender Telekoordinator der Fa. Huggenberger eingebaut. Der Meßwert wird im Wärterhaus analog dargestellt.

### 13.2.4 Staumauer Kops

Bei der 122 m hohen, in den Jahren 1962 bis 1965 errichteten Gewölbemauer mit künstlichem Widerlager wurden erstmals umfangreichere Meßeinrichtungen schon von Baubeginn an installiert, wobei von vornherein die Fernübertragung einer Vielzahl von Meßdaten durchgeführt wurde. Eine ausführliche Beschreibung sowohl der Meßeinrichtung wie auch der Fernübertragungseinrichtungen erfolgte durch GANSER (1969).

Im folgenden seien der Vollständigkeit halber die Meßeinrichtungen mit Fernübertragungen kurz zusammengefaßt.

Es sind dies die Lotanzeige für den Mauerscheitel, das rechte Felswiderlager und für das künstliche Widerlager sowie je ein Extensometer im Bereich des rechten und linken Widerlagers und eine Anzahl von Telepreß- und Telethermometern.

Das Lot im Mauerscheitel ist zudem mit einem Grenzkontaktgeber ausgestattet. Die Lotanzeigen werden im Wärterhaus durch Einfarben-Linienschreiber aufgezeichnet. Die Bewegungen der Rocmeter werden durch Zweifarben-Linienschreiber aufgezeichnet, wobei die Meßergebnisse nur für die längste Meßstrecke erfaßt werden. Die Telepreßmeteraufzeichnung erfolgt im Wärterhaus mittels eines 12-Kanal-Linienschreibers für 12 ausgesuchte Telepreßmeter. Der aktuelle Stand der Meßwerte der Telepreß-, Telefor- und Telethermometer kann angewählt werden. Eine verhältnismäßig große Anzahl von Temperaturmeßstellen war zur Bestimmung des Einflusses der Temperatur auf die Mauerverformung mittels Einflußlinien erforderlich.

Als Meßgeräte wurden Telekoordinatoren, Telerocmeter und Telepreßmeter nach dem Typ Carlson der Fa. Huggenberger eingesetzt. Die Meßsignale werden mittels Kabeln in das Wärterhaus übertragen.

### 13.2.5 Ausgleichbecken Rifa, Staubecken Latschau

Von dem rd. 22 m hohen Umschließungsdamm des Ausgleichbeckens Rifa sowie dem rd. 50 m hohen Damm des Staubeckens Latschau werden keine Meßwerte fernübertragen.

### 13.3 Betriebserfahrungen

Nachstehend seien die Erfahrungen mit den Meßeinrichtungen der Sperre Kops angeführt, die sinngemäß auch für die anderen Sperren gelten.

Die Stromversorgung der Instrumente und die Bereitstellung der nötigen Hilfsspannungen über Netzgleichrichter erfolgt mit 220 V Wechselstrom, der aus der nahe gelegenen 20-kV-Schaltstation Kops bezogen wird.

Überspannungen, die bei Gewittern durch Blitzschläge in das 20-kV-Netz entstehen und sich auf die 220-V-Seite übertragen, führten in den Anfangsjahren oft zu Ausfällen von Instrumenten und der zugehörigen Meßwertaufnehmer. Zur Ableitung dieser Überspannungen wurden bei der Reparatur der Geräte Kombinationen von Blitzschutzelementen in Gießharzausführung eingebaut. Diese bestanden aus Überspannungsableitern, Zenerdioden und Feinsicherungen. Damit konnte der Geräteausfall

bei Gewittern stark reduziert, aber nicht gänzlich ausgeschaltet werden. Eine Verbesserung des Blitzschutzes wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Cerberus erreicht. Der bisherige Blitzschutz wurde entfernt und vor den Geräteeingängen durch einen Grob- und Feinschutz ersetzt. Dieser besteht aus Cerberus-Überspannungsableitern, Zenerdioden, Kondensatoren, Widerständen und Glasrohr-Feinsicherungen.

Bei den Registriergeräten wurde der Blitzschutz nur auf die Ableiter beschränkt. Dafür wurden aber in alle Phasen der gemeinsamen 220-V-Zuleitung für die gesamten Talsperrenmeßeinrichtungen Cerberus-Überspannungsableiter eingebaut.

Die Ansprechspannungen aller eingebauten Überspannungsableiter werden jährlich ein- bis zweimal überprüft. Ableiter, deren Ansprechtoleranz überschritten wird, werden ausgetauscht.

#### 13.4 Zukünftige Entwicklung

Die physische und psychische Belastung der Talsperrenwärter bei der Ausübung ihres Dienstes, zumal in den Wintermonaten, ist relativ hoch. Andererseits wird man auf die Vorteile der immer wiederkehrenden Begehungen durch die Wärter nicht verzichten können. Für die Zukunft wird das bedeuten, daß in verstärktem Maß eine Automatisierung in der Talsperrenüberwachung Platz greifen wird. Dadurch wird die permanente Anwesenheit der Talsperrenwärter nicht mehr notwendig sein. Ihre Aufgabe wird sich auf ein bis zwei Begehungen pro Woche beschränken.

Voraussetzungen dafür sind jedoch robuste, zuverlässige Meßgeräte sowie eine zuverlässige Fernübertragung der Meßwerte, wobei die bisherigen Betriebserfahrungen bei der Planung neuer Meß- oder Übertragungseinrichtungen einfließen.

Im Bereich der Illwerke werden dazu einige neue Meßgeräte, wie elektronische Neigungsmesser und berührungslose Loterfassungsanlagen auf ihre Tauglichkeit für den Einbau in Talsperren erprobt.

In weiterer Folge ist beabsichtigt, von jeder Staumauer wesentliche Meßdaten, wie Lotausschläge, Sickerwassermengen sowie Extensometerbewegungen automatisch zu erfassen, ins Wärterhaus und weiter zu einer zentralen Datensammelstelle zur Verfügung des Talsperrenverantwortlichen zu übertragen. Die vor Ort erfaßten Meßgrößen sollen im Wärterhaus zur Datensicherung abgespeichert und mittels Fernwirkanlage weiterübertragen werden. Dazu werden die täglich zu einem bestimmten Zeitpunkt erfaßten Meßwerte abgespeichert und weiterverarbeitet. Andererseits wird es möglich sein, bestimmte Meßwerte durch Anwählen jederzeit abzufragen.

#### Literatur:

- Buchegger, W.: "Ergebnisse der Messungen und Beobachtungen an den Sperren der Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft" in "Österreichische Talsperren", Heft 14, 1969  
Ganser, O.: "Die Meßeinrichtung der Staumauer Kops" in "Österreichische Talsperren", Heft 16, 1969

## 14. VORARLBERGER KRAFTWERKE AG (VKW)

### 14.1 Entwicklung der Fernüberwachung

Von der VKW wurden 2 Kraftwerke mit Stauanlagen errichtet, die eine kontinuierliche Überwachung erfordern, um ein eventuell abnormales Verhalten möglichst frühzeitig erkennen zu können.

Es ist dies die 1967 fertiggestellte Sperre Raggal und der 1979 fertiggestellte Staudamm Bolgenach.

Bei der Erstellung der Sperre Raggal wurde eine Fernüberwachung nur auf die Daten wie Pegelstand, Stellung der Hochwasserentlastungsklappen und Störungsmeldungen im Bereich der maschinellen und elektrischen Einrichtungen beschränkt.

Durch die fortschreitende Automatisierung, Fernbedienung und Fernüberwachung der einzelnen Kraftwerke ist eine kontinuierliche Besetzung nicht mehr erforderlich. In einer zentralen Stelle werden alle für einen geordneten Betrieb wichtigen Werte erfaßt und die Anlagen mittels Prozeßrechner gesteuert.

Für die Beurteilung der Sicherheit der Stauanlagen wird die Aufzeichnung der wichtigsten Werte einschließlich Grenzwertmeldung zusätzlich zu den Messungen vor Ort als notwendig erachtet und in die Fernüberwachung einbezogen. Als zentrale Stelle, bei der alle diese Messungen zusammenkommen, wurde der Kommandoraum der Lastverteilung in Bregenz-Rieden festgelegt.

Im Flußdiagramm ist das Schema der Fernüberwachung dargestellt (siehe Abb.1).

### 14.2 Beschreibung des derzeitigen Standes der Fernüberwachung

#### 14.2.1\_\_Staumauer\_Raggal

Die Sperre ist eine Betongewichtsmauer, die durch ihren polygonalen Grundriß eine leichte Bogenwirkung besitzt. Bei einer Höhe von 48 m und 105 m Kronenlänge beträgt die Betonkubatur 42.000 m<sup>3</sup>.

Die Sperre wurde im Jahre 1967 fertiggestellt.

Bei der Auswahl der Beobachtungs- und Meßsysteme wurde größter Wert auf eine einwandfreie Beurteilungsmöglichkeit der Standsicherheit gelegt. Im Verhältnis zur Größe der Mauer wurde ein sehr umfassendes Beobachtungssystem aufgebaut. Aus 15-jähriger Erfahrung kann jedoch bereits aufgrund der Lotbeobachtung eine erste sicherheitstechnische Beurteilung der Sperre erfolgen. Sohlwasserdruck und Wasserdurchlässigkeit sind so gering, daß auch eine kontinuierliche Erfassung nicht aussagekräftig ist. Diese Beobachtungen werden, wie die Betontemperatur, Fugenweite, Extensometer- und Neigungsbeobachtungen in regelmäßigen Intervallen (1 bis 2 mal je Woche) durchgeführt. Die Radialbewegungen der 2 Gewichtslote werden in der Warte des Einlaufbauwerks aufgezeichnet. Die Meßwertaufnahme erfolgt mittels Telekoordinatoren der Firma Huggenberger.

Da die Einlaufwarte nicht ständig besetzt ist, wird derzeit die Planung für die Modernisierung bzw. Erweiterung der gesamten Fernwirk- und Überwachungsanlagen durchgeführt. Es ist beabsichtigt, die Radial- und Tangentialbewegung der 2 Gewichtslote sowie die Radialbewegung des Schwimmlotes in den Kommandoraum der Lastverteilung Rieden zu übertragen.

Für die Meßwertaufnahme ist ein berührungslos arbeitendes System in Aussicht genommen. Die Fernübertragung erfolgt über TFH-Verbindung bzw. Fernmeldekabel über das UW Raggal - Maschinenkaverne Lutz Oberstufe - KW Lutz Unterstufe in das UW Bürs. Derzeit erfolgt die Steuerung und Überwachung von Bürs aus.

Innerhalb der nächsten 2 Jahre wird jedoch diese Warte aufgelöst und alle Meßwerte und Steuermöglichkeiten werden nach Bregenz übertragen. Dafür ist eine Richtfunkverbindung mit Hilfsstationen in Dünserberg und Schellenberg bereits vorhanden.

Aus der bereits mehr als 15-jährigen Erfahrung können für jeden Monat Grenzwerte angegeben werden, sodaß eine relativ geringe, das Normalmaß überschreitende Bewegung ein akkustisches Signal auslösen wird.

#### 14.2.2 Staudamm Bolgenach

Der Staudamm Bolgenach mit einer Höhe von 102 m an der Luftseite und einer Kronenlänge von 240 m ist als Schüttdamm mit Dichtungskern ausgeführt worden. Der Dichtungskern schließt an eine dichte, zwischen Sandsteinbänken liegende Mergelzone an.

Außer der geodätischen Beobachtung von Oberflächenpunkten werden Erddruck-, Porenwasserdruck- und Sickerwassermengenummessungen, Horizontal- und Vertikalpegel sowie Extensometerbeobachtungen durchgeführt. Als Indikator für die Beurteilung der Standsicherheit wird die Sickerwassermenge betrachtet. Es wird deshalb dieser Wert in die Warte in Bregenz-Rieden übertragen und dort aufgezeichnet. Außerdem werden die an der Luftseite des Damms anfallenden Tagwässer gesammelt und laufend gemessen. Auch dieser Wert wird in die Warte nach Rieden übertragen. Der Vergleich der Sickerwässer mit den Tagwässern ist sehr wichtig, da bei den Sickerwässern auch aus Felsklüften stammende niederschlagsabhängige Wässer enthalten sind.

Die Messung erfolgt jeweils mittels Meßwehr und einer automatisch arbeitenden Laufgewichtswaage zur Messung der Auftriebskraft eines teilweise ins Wasser eintauchenden Zylinders. Der Meßwert wird vor Ort auf einer Horizontalskala angezeigt und in die Warte in Bregenz-Rieden übertragen und dort aufgezeichnet. Die tatsächliche Sickerwassermenge ohne Oberflächenwasser aus den luftseitigen Sandsteinschichten kann nur nach längeren Trockenperioden bei hohem Speicherwasserspiegel gemessen werden. Bei jedem Grenzwert ist ein von der Witterung abhängiger Anteil Wasser aus der Sandsteinschichte enthalten. Es ist somit bei jeder Beurteilung der Dichtheit des Damms von der gemessenen Sickerwassermenge der mögliche Anteil aus den Sandsteinschichten abzuziehen. Aus diesem Grunde wurde bisher auf eine Alarmmeldung bei bestimmten Grenzwerten verzichtet. Das Personal der Warte ist angewiesen, die Sickerwassermenge täglich 3 mal in die Tagesrapporte zu übernehmen und auf Unbedenklichkeit zu prüfen.

Um dem Bedienungspersonal die Arbeit zu erleichtern, wird geprüft, ob eine Grenzwertmeldung bei Erreichen eines je nach vorangegangener Witterung variablen Grenzwertes möglich ist.

# Fernüberwachung Staumauer Raggal u. Staudamm Bolgenach

## Flußdiagramm

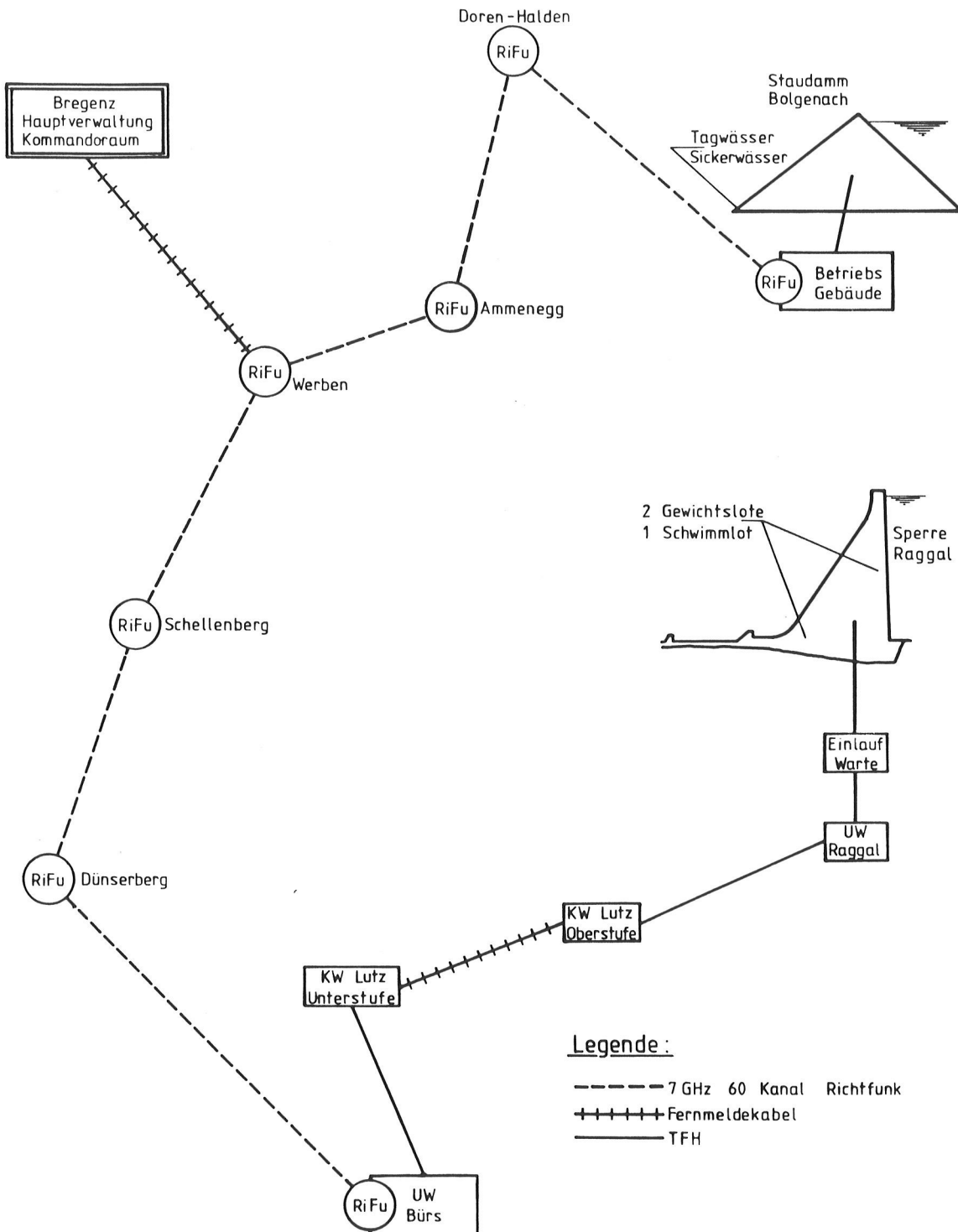


Abb. 1 Flußdiagramm der Fernüberwachung

DIE TALSPERREN ÖSTERREICHS

- Heft 1 : Prof.Dr.A.W. R e i t z : Beobachtungseinrichtungen an den Talsperren Salza, Hierzmann, Ranna und Wiederschwing (1954)
- Heft 2 : Dipl.Ing.Dr.techn. Helmut F l ö g e l : Der Einfluß des Kriechens und der Elastizitätsänderung des Betons auf den Spannungszustand von Gewölbesperren (1954)
- Heft 3 : Prof.Dr.A.W. R e i t z , R. K r e m s e r u. E. P r o k o p : Beobachtungen an der Ranna-Talsperre 1950 bis 1952 mit bes.Berücksichtigung der betrieblichen Erfordernisse (1954)
- Heft 4 : Prof.Dr.Karl S t u n d l : Hydrochemische Untersuchungen an Stauseen (1955)
- Heft 5 : Prof.Dr.Josef S t i n i : Die baueologischen Verhältnisse der österreichischen Talsperren (1955)
- Heft 6 : Dipl.Ing.Dr. Hans P e t z n y : Meßeinrichtungen und Messungen an der Gewölbesperre Dobra (1957)
- Heft 7 : Dozent Dipl.Ing.Dr.techn. Erwin T r e m m e l : Limbergssperre, statistische Auswertung der Pendelmessungen (1958)
- Heft 8 : Dr.techn. Dipl.Ing.Roland K e t t n e r : Zur Formgebung und Berechnung der Bogenlamellen von Gewölbemauern (1959)
- Heft 9 : Dipl.Ing.Hugo T s c h a d a : Sohlwasserdruckmessungen an der Silvrettasperre (1959)
- Heft 10 : Dipl.Ing. Wilhelm S t e i n b ö c k : Die Staumauer am Großen Mühldorfersee (1959)
- Heft 11 : Dipl.Ing.Dr.techn. Ernst F i s c h e r : Beobachtungen an der Hierzmannsperre (1960)
- Heft 12 : Prof.Dr.Hermann G r e n g g : Statistik 1961 (1962) Ausgabe in englischer Sprache (1962)
- Heft 13 : Dipl.Ing.Alfred O r e l : Gesteuerte Dichtungsarbeiten beim Erddamm des Freibachkraftwerkes, Kärnten 1964
- Heft 14 : Neuere Beobachtungen (1964)
- Heft 15 : Sammel-Ergebnisse des 8.Talsperren-Kongresses in Edinburgh 1964 (1966)
- Heft 16 : Dipl.Ing. Otto G a n s e r : Die Meßeinrichtungen der Staumauer Kops 1968
- Heft 17 : 9. Talsperren-Kongreß in Istanbul 1967 (1969)
- Heft 18 : Österreichische Beiträge zum Talsperrenkongreß Montréal (1970)
- Heft 19 : Prof.Dr.Hermann G r e n g g : Statistik 1971 der Talsperren, Kunstspeicher und Flußstauwerke (1971)
- Heft 20 : Dipl.Ing.Dr.techn. Josef K o r b e r : Die Entlastungsanlagen der österreichischen Talsperren (1973)
- Heft 21 : Österreichische Beiträge zum Talsperrenkongreß in Madrid 1973 (1974)
- Heft 22 : Österreichische Beiträge zum 12.Talsperrenkongreß in Mexico 1976 (1975)



- Heft 23 : Dipl.Ing.Dr.techn. Hans P e t z n y, Prof.Dipl.Ing.Dr.techn. Walter  
S c h o b e r , Dipl.Ing. Dr.techn. Richard W i d m a n n : Messungen  
an Österreichischen Talsperren (1977)
- Heft 24 : Dipl.Ing. Rudolf P a r t l : Statistik 1977 (Ausgabe auch in Englisch)
- Heft 25 : Österreichische Beiträge zum 13. Talsperren-Kongreß 1979 in New Delhi
- Heft 26 : Österreichische Beiträge zum 14. Talsperren-Kongreß 1982 in Rio de Ja-  
neiro







