

DEFORMATIONSMESSUNGEN  
AN EINER GITTERROSTSPERRE

von

Gerhard Ruf

## EINLEITUNG

In Zusammenarbeit mit den beteiligten Dienststellen wurde vom Institut für Wildbach- u. Lawinverbauung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt an der Gitterrostsperrre im Kirchbachgraben (Ktn.) eine Meßanlage eingerichtet, um über die tatsächliche Beanspruchung von offenen Gitterrostsperrren sowohl hinsichtlich der auftretenden Belastung als auch der Kraftübertragung Auskunft zu erhalten. Eine provisorische hölzerne Stauwand ermöglichte die Belastung der Sperrre durch Wasserdruk (als extreme Beanspruchung) und die Messung der dabei aufgetretenen Formänderungen und Auflagerdrücke. Im Rahmen dieser Belastungsprobe hatte der Autor die Aufgabe, die Formänderungen zu messen. Das Ergebnis der bisherigen Messungen, das unter dankenswerter Mithilfe von Dipl. Ing. Jeglitsch und Fö. Gabriel zustandekam, soll im folgenden näher dargestellt werden.

Die Stauwand wurde nach dem Versuch wieder entfernt, sodaß in Hinkunft mit der verbleibenden Druckmeßanlage in den Auflagern die auftretenden Kräfte unter natürlichen Bedingungen (Wasser- und Geschiebedruk) gemessen werden können.

## 1. METHODEN

### a) Die Messung der Auflagerkräfte:

Die dazu installierte Meßanlage umfaßt 16 Druckmeßdosen der Österreichischen Alpine-Montangesellschaft, deren Anordnung aus Abb. 1 ersichtlich ist. Dadurch wird die Lastübertragung in die folgenden Komponenten gegliedert:

- 6 Meßdosen (in V/A, III/D, I/1, VI/1, VII/D und IX/A) messen horizontal talwärts gerichtete Druckkomponenten (in der Z-Achse positiv)
- 4 Meßdosen (in I/2, VI/2, I/4 unten und VI/4 unten) messen vertikal abwärts gerichtete (y-Achse negativ) Auflagerdrücke (Eigengewicht + Lastübertragung);
- 2 Meßdosen (in I/4 oben und VI/4 oben) registrieren die vertikal aufwärts gerichteten (y-Achse positiv) Kräfte in der bergseitigen Verankerung;
- 4 Meßdosen (in Va/A, IV/D, VIII/D und IXa/A) sollen horizontal bergseitige Randeinspannungen feststellen (Druck in Richtung der Z-Achse negativ).

An jenen Auflagern, an denen keine Meßdosen vorgesehen sind, wurden Polsterhölzer (Kanthölzer von ca. 5 cm Stärke in Druckrichtung) unterlegt, die ebenfalls in Abb. 1 "Schema der Messungen" eingezeichnet sind. Meßdosen und Kanthölzer ruhen auf Betonwiderlagern.

b) Die Messung der Verformungen.

- ba) Die Messungen der Formänderungen der Sperre erfolgten entlang von vier horizontal über die ganze Breite stark gespannten Meßdrähten mit Meßstellen bei jedem senkrechten Rahmen;
  - bb) entlang von Krone und Flügel (Achsen A und I) durch einen Theodoliten, der seitlich der Sperre im Gelände aufgestellt war (Alig-nement);
  - bc) an Loten, die an der Krone (bei den Rahmen II, I und VI) be-festigt waren (Abb.1).
- ba) Meßdrähte:

Von den hinter den talseitigen Balkenreihen gespannten Drähten wurden während den verschiedenen Zuständen die sich bei zuneh-mender Belastung der Sperre vergrößernden Abstände gemessen und so die Formänderungen innerhalb der Sperre horizontal er-faßt. Um zu vermeiden, daß sich in den Meßwerten die Form-änderungen der Sperre und ihre Lagenänderung im Raum über-lagern, mußten die Meßdrähte an der Sperre selbst befestigt werden. Dabei wurde die Spannweite der Meßdrähte so gut wie möglich der Auflager-Spannweite der Sperre angenähert. Es wur-den alle Formänderungen als positive Abweichungen ermittelt, die sich auf die jeweilige Spannweite des Meßdrahtes beziehen (relative Werte).

Die Genauigkeit der Messungen betrug ungefähr  $\pm 0.5$  mm.

bb) Geodätisches Alig-nement:

Mit dem Theodolit war es möglich, nicht nur relative Werte (wie mit den Meßdrähten), sondern absolute Änderungen in bei-den Richtungen ( $\pm$ ) der z-Achse und somit auch die Verschie-bung der Sperre gegenüber dem Gelände (infolge Nachgebens der Druckmeßdosen etc.) an der Sperrenkrone festzustellen. Die beobachteten Punkte der Sperre befanden sich auf den Achsen A und I, d.i. die Sperrenkrone in der Abflußsektion und auf den Flügeln. Die Genauigkeit der Messungen betrug ungefähr  $\pm 0.3$  mm.

bc) Lote:

Im Bereich der Abflußsektion waren während der Stauvor-gänge drei Lote (bei II, I und VI) befestigt, um die Verände-rungen der Sperre als Abweichungen von der Lotrechten zu re-gistrieren. In der Höhe der einzelnen Meßdrähte wurden jeweils die Abstände zu den Rahmen gemessen.

## 2. DIE MESSZUSTÄNDE

Mit dem Fundamentaushub und der Betonierung der Widerlager für die Meßeinrichtung wurde im Mai 1968 begonnen, die Montage der Gitterrostsperrre selbst wurde Ende Mai Anfang Juni durchgeführt. Stauversuche fanden dann am 8. und 10.7.1968 statt, am 12. und 18.7. wurde die Sperre durch Hochwässer vollgestaut bzw. überflutet.

### Erster Stauversuch:

Der Stauversuch gestaltete sich zunächst schwierig, weil durch das druckbedingte Anpressen und Nachgeben der provisorischen, hölzernen Stauwand der Wasserverlust so groß war, daß ein Vollstau vorerst nicht erreicht werden konnte. Es mußte daher die Stauwand selbst und die Fuge zwischen ihr und dem Felsufer mehrmals mit Beton nachgedichtet werden. Mit der zu diesem Zeitpunkt geringen Wasserführung konnte am 8.7.1968 ein Stau bis 2.50 m unterhalb der Sperrrenkrone erreicht werden. Die Sperre wurde anschließend wieder entleert. Gemessen wurde während dem Höchststand und nach der Entleerung. (Tabellen lfd.Nr. 1-4; 21-23; 34-35; 46-47; 58-59; 70-71).

### Zweiter Stauversuch:

Die nach dem ersten Stauversuch entleerte und verformte Sperre war Ausgangssituation für die weiteren Messungen. Nach verbesserter Abdichtung wurde am 10.7. nochmals gestaut, der Wasserspiegel blieb diesmal in der Höhe von 1,50 m unter der Sperrrenkrone konstant. Während diesem Stauvorgang bis zum Höchststand wurden mittels geodätischem Alignement sechs, an den Drähten und Loten jeweils vier Meßdurchgänge beobachtet (Tab. lfd.Nr. 5-10; 24-27; 36-39; 48-51; 60-63; 72-75). Die Sperre verblieb in belastetem Zustand, da die Schützen- tafel in der Stauwand infolge Verlegungen nicht mehr geöffnet werden konnte.

### Vollstau durch Hochwasser:

Nach Gewittern trat am 12.7. ein Vollstau bis zur Krone und am 18.7. vorübergehend der Vollstau mit einer Überflutung der Krone um ca. 0.4 m auf. Diese Ereignisse waren nicht vorhersehbar und konnten deshalb meßtechnisch nicht erfaßt werden. Nach Beendigung der Probelastung wurde die hölzerne Stauwand wieder entfernt, die verbliebenen Formänderungen nach dem Vollstau wurden an der leeren Sperre nachgemessen. (Tabellen lfd.Nr. 11; 28; 40; 52; 64; 76). Daraus ergeben sich die folgenden Zustände, bei denen Meßdurchgänge durchgeführt wurden:

- Zustand 1: 1. Stauversuch, Wasserspiegel 2.50m unter Sperrenkrone  
 2: Entleerte Sperre nach dem 1. Stauversuch  
 3: 2. Stauversuch, Wasserspiegel 2.50 m unter Sperrenkrone  
 4: 2. 2.00 m  
 5: 2. 1.60 m  
 6: 2. 1.55 m  
 7: 2. 1.50 m  
 8: 2. 1.50 m  
 75 min. nach Zustand 7  
 9: Entleerte Sperre nach Vollstau bzw. Überflutung

### 3. TABELLEN DER VERFORMUNGEN

#### a) Erklärung zu den Meß-Protokollen

##### Alignement:

| lfd.<br>Nr. | Wasserstand<br>unter Krone<br>in m                                                   | Datum | Uhrzeit          |                           |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|---------------------------|
| 1           | 2.50                                                                                 | 8.7.  | 11 <sup>00</sup> | 1. Stauversuch; Zustand 1 |
| 2           | entleert                                                                             | 8.7.  | 14,30            | Zustand 2                 |
| 3           | Zustand 1 (Nr.1), bezogen auf d.Spannweite v. Meßdr. 1 u. 2<br>(V bzw. VIII a = 0.0) |       |                  |                           |
| 4           | Zustand 2 (Nr.2), bezogen auf d.Spannweite v. Meßdr. 1 u. 2<br>(V bzw. VIII a = 0.0) |       |                  |                           |
| 5           | 2.50                                                                                 | 10.7. | 9,10             | 2. Stauversuch; Zustand 3 |
| 6           | 2.00                                                                                 | 10.7. | 10,00            | 2. Stauversuch; Zustand 4 |
| 7           | 1.60                                                                                 | 10.7. | 11,20            | 2. Stauversuch; Zustand 5 |
| 8           | 1.55                                                                                 | 10.7. | 12,00            | 2. Stauversuch; Zustand 6 |
| 9           | 1.50                                                                                 | 10.7. | 13,15            | 2. Stauversuch; Zustand 7 |
| 10          | 1.50                                                                                 | 10.7. | 14,30            | 2. Stauversuch; Zustand 8 |
| 11          | entleert nach Vollstau durch HW;                                                     |       |                  | Zustand 9                 |

| lfd.<br>Nr. | Wasserstand<br>unter Krone<br>in m                                                                | Datum                      | Uhrzeit |  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|--|
| 12          | Zustand 3 (Nr. 5)                                                                                 | bezogen auf den Vorzustand | (Nr. 2) |  |
| 13          | Zustand 4 (Nr. 6)                                                                                 |                            | (Nr. 2) |  |
| 14          | Zustand 5 (Nr. 7)                                                                                 |                            | (Nr. 2) |  |
| 15          | Zustand 6 (Nr. 8)                                                                                 |                            | (Nr. 2) |  |
| 16          | Zustand 7 (Nr. 9)                                                                                 |                            | (Nr. 2) |  |
| 17          | Zustand 8 (Nr. 10)                                                                                |                            | (Nr. 2) |  |
| 18          | Zustand 9 (Nr. 11)                                                                                |                            | (Nr. 2) |  |
| 19          | reduzierter Zustand 8 (Nr. 17), bezogen auf d. Spannweite von Meßdraht 1 u. 2 (V bzw. VIII a 0.0) |                            |         |  |
| 20          | reduzierter Zustand 9 (Nr. 18), bezogen auf d. Spannweite von Meßdraht 1 u. 2 (V bzw. VIII a 0.0) |                            |         |  |

### Meßdrähte:

| Meßdraht 1 |                                                                                   |                            |             |                           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|---------------------------|
| 21         | 2.50                                                                              | 8.7.                       | 12,00       | 1. Stauversuch; Zustand 1 |
| 22         | entleert                                                                          | 8.7.                       | 14.30       | Zustand 2                 |
| 23         | Zustand 2, wegen Behinderung durch Konstrukt. korrigiert im Anhalt an Alignement. |                            |             |                           |
| 24         | 2.80 2.50                                                                         | 10.7.                      | 8,45- 9,15  | 2. Stauversuch; Zustand 3 |
| 25         | 2.00 1.80                                                                         | 10.7.                      | 10,10-10,30 | 2. 4                      |
| 26         | 1.60 1.55                                                                         | 10.7.                      | 11,30-11,50 | 2. 5-6                    |
| 27         | 150                                                                               | 10.7.                      | 14,00-14,20 | 2. 8                      |
| 28         | entleert nach Vollstau durch Hochwasser;                                          |                            |             | 9                         |
| 29         | Zustand 3 (Nr. 24)                                                                | bezogen auf den Vorzustand | (Nr. 23)    |                           |
| 30         | Zustand 4 (Nr. 25)                                                                |                            | (Nr. 23)    |                           |
| 31         | Zustand 5-6 (Nr. 26)                                                              |                            | (Nr. 23)    |                           |
| 32         | Zustand 8 (Nr. 27)                                                                |                            | (Nr. 23)    |                           |
| 33         | Zustand 9 (Nr. 28)                                                                |                            | (Nr. 23)    |                           |

| lfd.<br>Nr. | Wasserstand<br>unter Krone<br>in m            | Datum  | Uhrzeit     |                           |
|-------------|-----------------------------------------------|--------|-------------|---------------------------|
| Meßdraht 2  |                                               |        |             |                           |
| 34          | 2.50                                          | 8. 7.  | 12,00       | 1. Stauversuch; Zustand 1 |
| 35          | entleert                                      | 8. 7.  | 14,30       | Zustand 2                 |
| 36          | 2.80 - 2.50                                   | 10. 7. | 8,45- 9,15  | 2. Stauversuch; Zustand 3 |
| 37          | 2.00 - 1.80                                   | 10. 7. | 10,10-10,30 | 2. Zustand 4              |
| 38          | 1.60 - 1.55                                   | 10. 7. | 11,30-11,50 | 2. 5-6                    |
| 39          | 1.50                                          | 10. 7. | 14,00-14,20 | 2. 8                      |
| 40          | entleert nach Vollstau durch Hochwasser;      |        |             | 9                         |
| 41          | Zustand 3 (Nr. 36) bezogen auf den Vorzustand |        |             | (Nr. 35)                  |
| 42          | Zustand 4 (Nr. 37)                            |        |             | (Nr. 35)                  |
| 43          | Zustand 5-6 (Nr. 38)                          |        |             | (Nr. 35)                  |
| 44          | Zustand 8 (Nr. 39)                            |        |             | (Nr. 35)                  |
| 45          | Zustand 9 (Nr. 40)                            |        |             | (Nr. 35)                  |

|            |                                                |        |             |                           |
|------------|------------------------------------------------|--------|-------------|---------------------------|
| Meßdraht 3 |                                                |        |             |                           |
| 46         | 2.50                                           | 8. 7.  | 12,00       | 1. Stauversuch; Zustand 1 |
| 47         | entleert                                       | 8. 7.  | 14,30       | Zustand 2                 |
| 48         | 2.80 - 2.50                                    | 10. 7. | 8,45- 9,15  | 2. Stauversuch; Zustand 3 |
| 49         | 2.00 - 1.80                                    | 10. 7. | 10,10-10,30 | 2. Zustand 4              |
| 50         | 1.60 - 1.55                                    | 10. 7. | 11,30-11,50 | 2. Zustand 5-6            |
| 51         | 1.50                                           | 10. 7. | 14,00-14,20 | 2. Zustand 8              |
| 52         | entleert nach Vollstau durch Hochwasser;       |        |             | Zustand 9                 |
| 53         | Zustand 3 (Nr. 48), bezogen auf den Vorzustand |        |             | (Nr. 47)                  |
| 54         | Zustand 4 (Nr. 49),                            |        |             | (Nr. 47)                  |
| 55         | Zustand 5 u. 6 (Nr. 50),                       |        |             | (Nr. 47)                  |
| 56         | Zustand 8 (Nr. 51),                            |        |             | (Nr. 47)                  |
| 57         | Zustand 9 (Nr. 52),                            |        |             | (Nr. 47)                  |

| lfd.<br>Nr. | Wasserstand<br>unter Krone<br>in m                               | Datum  | Uhrzeit     |                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------|--------|-------------|--------------------------------------------------------|
| Meßdraht 4  |                                                                  |        |             |                                                        |
| 58          | 2,50                                                             | 8. 7.  | 12,00       | 1. Stauversuch; Zustand 1                              |
| 59          | entleert                                                         | 8. 7.  | 14,30       | Zustand 2                                              |
| 60          | 2,80 - 2,50                                                      | 10. 7. | 8,45- 9,15  | 2. Stauversuch; Zustand 3                              |
| 61          | 2,00 - 1,80                                                      | 10. 7. | 10,10-10,30 | 2. Zustand 4                                           |
| 62          | 1,60 - 1,55                                                      | 10. 7. | 11,30-11,50 | 2. Zustand 5-6                                         |
| 63          | 1,50                                                             | 10. 7. | 14,00-14,20 | 2. Zustand 8                                           |
| 64          | entleert nach Vollstau durch Hochwasser;                         |        |             |                                                        |
| 65          | Zustand 3 (Nr. 60), bezogen auf den Vorzustand                   |        |             | (Nr. 59)                                               |
| 66          | Zustand 4 (Nr. 61),                                              |        |             | (Nr. 59)                                               |
| 67          | Zustand 5-6 (Nr. 62),                                            |        |             | (Nr. 59)                                               |
| 68          | Zustand 8 (Nr. 63),                                              |        |             | (Nr. 59)                                               |
| 69          | Zustand 9 (Nr. 64),                                              |        |             | (Nr. 59)                                               |
| Lot         |                                                                  |        |             |                                                        |
| 70          | 2,50                                                             | 8. 7.  | 12,00       | 1. Stauversuch; Zustand 1;<br>behindert in II, I, VI   |
| 71          | entleert                                                         | 8. 7.  | 14,30       | Zustand 2;<br>behindert in II, I, VI                   |
| 72          | 2,80 - 2,50                                                      | 10. 7. | 8,45- 9,15  | 2. Stauversuch; Zustand 3;<br>behindert in II, I, VI   |
| 73          | 2,00 - 1,80                                                      | 10. 7. | 10,10-10,30 | 2. Stauversuch; Zustand 4;<br>behindert in II, I       |
| 74          | 1,60 - 1,55                                                      | 10. 7. | 11,30-11,50 | 2. Stauversuch; Zustand 5-6;<br>behindert in II, I/3   |
| 75          | 1,50                                                             | 10. 7. | 14,00-14,20 | 2. Stauversuch; Zustand 8;<br>behindert in II, VI, I/3 |
| 76          | entleert nach Vollstau durch HW; Zustand 9; behindert in II, I/3 |        |             |                                                        |

## b) Meßprotokolle

| Alignement: |      |     |      |      |      |      |      | alle Werte in mm |      |       |       |
|-------------|------|-----|------|------|------|------|------|------------------|------|-------|-------|
| lfd.<br>Nr. | XI   | V   | IV   | III  | II   | I    | VI   | VII              | VIII | VIIIa | IXa   |
| 1           | 0.0  |     | 11.5 | 10.0 | 0.0  | 9.0  | 14.3 | 10.0             | 0.1  |       | 0.0   |
| 2           | 0.0  |     | 10.3 | 6.0  | -2.0 | 7.0  | 12.0 | 8.0              | 0.1  |       | 0.0   |
| 3           | -4.4 | 0.0 | 8.0  | 7.1  | -2.4 | 7.1  | 13.0 | 9.2              | -0.2 | 0.0   | 0.0   |
| 4           | -4.4 | 0.0 | 6.8  | 3.1  | -4.4 | 5.1  | 10.7 | 7.2              | -0.2 | 0.0   | 0.0   |
| 5           | 0.0  |     | 11.4 | 8.0  | 1.0  | 10.0 | 15.0 | 10.5             | 2.5  |       | 0.0   |
| 6           | 0.0  |     | 13.0 | 10.5 | 4.0  | 13.5 | 17.0 | 11.5             | 2.5  |       | 0.0   |
| 7           | 0.0  |     | 16.0 | 15.5 | 10.0 | 19.0 | 21.5 | 15.0             | 4.0  |       | -2.0  |
| 8           | 0.0  |     | 17.3 | 17.0 | 11.5 | 21.0 | 23.5 | 16.0             | 5.0  |       | -2.0  |
| 9           | 0.0  |     | 19.0 | 20.0 | 15.0 | 25.0 | 27.0 | 20.0             | 8.5  |       | 2.0   |
| 10          | 1.2  |     | 20.0 | 20.5 | 14.5 | 26.5 | 28.0 | 20.5             | 8.5  |       | 2.0   |
| 11          | 0.0  |     | 22.5 | 35.0 | 37.0 | 50.0 | 51.5 | 42.0             | 23.0 |       | 0.0   |
| 12          | 0.0  |     | 1.1  | 2.0  | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 2.5              | 2.4  |       | 0.0   |
| 13          | 0.0  |     | 2.7  | 4.5  | 6.0  | 6.5  | 5.0  | 3.5              | 2.4  |       | 0.0   |
| 14          | 0.0  |     | 5.7  | 9.5  | 12.0 | 12.0 | 9.5  | 7.0              | 3.9  |       | -2.0  |
| 15          | 0.0  |     | 7.0  | 11.0 | 13.5 | 14.0 | 11.5 | 8.0              | 4.9  |       | -2.0  |
| 16          | 0.0  |     | 8.7  | 14.0 | 17.0 | 18.0 | 15.0 | 12.0             | 8.4  |       | 2.0   |
| 17          | 1.2  |     | 9.7  | 14.5 | 16.5 | 19.5 | 16.0 | 12.5             | 8.4  |       | 2.0   |
| 18          | 0.0  |     | 12.2 | 29.0 | 39.0 | 43.0 | 39.5 | 34.0             | 22.9 |       | 0.0   |
| 19          | -3.8 | 0.0 | 5.0  | 9.3  | 11.2 | 14.2 | 10.5 | 6.7              | 2.4  | 0.0   | -4.2  |
| 20          | -4.0 | 0.0 | 6.2  | 21.5 | 30.0 | 33.0 | 28.0 | 21.0             | 8.5  | 0.0   | -16.5 |

## M e ß d r ä h t e

alle Werte in mm

| lfd.<br>Nr. | V | IVa | IV | III | II | I | VI | VII | VIII | VIIIa |
|-------------|---|-----|----|-----|----|---|----|-----|------|-------|
|-------------|---|-----|----|-----|----|---|----|-----|------|-------|

## Meßdraht 1

|    |     |  |      |      |      |      |      |      |     |     |
|----|-----|--|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 21 | 0.0 |  | 1.5  | 0.5  | 0.0  | 8.5  | 11.5 | 7.0  | 1.5 | 0.0 |
| 22 | 0.0 |  | 2.0  | 0.5  | 0.0  | 7.0  | 10.0 | 6.0  | 1.5 | 0.0 |
| 23 | 0.0 |  | 0.7  | -2.2 | -4.0 | 3.9  | 7.8  | 4.7  | 1.1 | 0.0 |
| 24 | 0.0 |  | 2.5  | 0.0  | 0.0  | 8.0  | 11.0 | 6.0  | 1.5 | 0.0 |
| 25 | 0.0 |  | 3.5  | 1.0  | 2.0  | 9.0  | 18.0 | 6.5  | 2.5 | 0.0 |
| 26 | 0.0 |  | 6.0  | 5.0  | 7.0  | 14.5 | 18.0 | 10.0 | 4.0 | 0.0 |
| 27 | 0.0 |  | 7.5  | 7.0  | 11.5 | 19.0 | 22.0 | 12.5 | 5.5 | 0.0 |
| 28 | 0.0 |  | 12.5 | 20.0 | 26.0 | 34.0 | 36.0 | 23.0 | 9.5 | 0.0 |
|    |     |  |      |      |      |      |      |      |     |     |
| 29 | 0.0 |  | 1.8  | 2.2  | 4.0  | 4.1  | 3.2  | 1.3  | 0.4 | 0.0 |
| 30 | 0.0 |  | 2.8  | 3.2  | 6.0  | 5.1  | 10.2 | 1.8  | 1.4 | 0.0 |
| 31 | 0.0 |  | 5.3  | 7.2  | 11.0 | 10.6 | 10.2 | 5.3  | 2.9 | 0.0 |
| 32 | 0.0 |  | 6.8  | 9.2  | 15.5 | 15.1 | 14.2 | 7.8  | 4.4 | 0.0 |
| 33 | 0.0 |  | 11.8 | 22.2 | 30.0 | 30.1 | 28.2 | 18.3 | 8.4 | 0.0 |

## Meßdraht 2

|    |     |  |      |      |      |      |      |      |      |     |
|----|-----|--|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 34 | 0.0 |  | 1.5  | 3.5  | 0.0  | 6.0  | 11.5 | 4.0  | 2.5  | 0.0 |
| 35 | 0.0 |  | 1.0  | 2.0  | 0.0  | 5.0  | 10.0 | 4.0  | 5.0  | 0.0 |
| 36 | 0.0 |  | 2.5  | 3.5  | 1.5  | 6.5  | 11.0 | 4.0  | 4.5  | 0.0 |
| 37 | 0.0 |  | 4.5  | 7.5  | 7.5  | 12.0 | 17.0 | 7.0  | 5.5  | 0.0 |
| 38 | 0.0 |  | 5.5  | 10.0 | 12.0 | 17.0 | 19.5 | 9.0  | 6.0  | 0.0 |
| 39 | 0.0 |  | 9.0  | 16.0 | 21.5 | 28.0 | 30.0 | 15.0 | 9.0  | 0.0 |
| 40 | 0.0 |  | 12.5 | 21.5 | 29.0 | 33.5 | 34.0 | 24.0 | 13.5 | 0.0 |

alle Werte in mm

| lfd.<br>Nr. | V   | IVa | IV   | III  | II   | I    | VI   | VII  | VIII | VIIIa |
|-------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Meßdraht 2  |     |     |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 41          | 0.0 |     | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1.0  | 0.0  | -0.5 | 0.0   |
| 42          | 0.0 |     | 3.5  | 5.5  | 7.0  | 7.0  | 7.0  | 3.0  | 0.5  | 0.0   |
| 43          | 0.0 |     | 4.5  | 8.0  | 12.0 | 12.0 | 9.5  | 5.0  | 1.0  | 0.0   |
| 44          | 0.0 |     | 8.0  | 14.0 | 21.5 | 23.0 | 20.0 | 11.0 | 4.0  | 0.0   |
| 45          | 0.0 |     | 11.5 | 19.5 | 29.0 | 28.5 | 24.0 | 20.0 | 8.5  | 0.0   |
| Meßdraht 3  |     |     |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 46          |     | 0.0 | 5.0  | 8.0  | 8.5  | 10.5 | 14.0 | 7.5  | 4.5  | 0.0   |
| 47          |     | 0.0 | 4.0  | 6.0  | 4.5  | 7.0  | 12.0 | 6.0  | 5.5  | 0.0   |
| 48          |     | 0.0 | 2.5  | 7.5  | 6.0  | 9.5  | 12.5 | 6.0  | 4.0  | 0.0   |
| 49          |     | 0.0 | 4.5  | 11.5 | 13.5 | 15.5 | 17.5 | 10.0 | 6.0  | 0.0   |
| 50          |     | 0.0 | 5.5  | 19.5 | 18.0 | 20.0 | 21.0 | 11.0 | 7.0  | 0.0   |
| 51          |     | 0.0 | 6.0  | 16.5 | 23.0 | 26.0 | 25.0 | 13.0 | 8.0  | 0.0   |
| 52          |     | 0.0 | 5.0  | 17.5 | 27.0 | 31.0 | 28.5 | 19.0 | 12.5 | 0.0   |
| 53          |     | 0.0 | -1.5 | 1.5  | 1.5  | 2.5  | 0.5  | 0.0  | -0.5 | 0.0   |
| 54          |     | 0.0 | 0.5  | 5.5  | 9.0  | 8.5  | 5.5  | 4.0  | 0.5  | 0.0   |
| 55          |     | 0.0 | 1.5  | 13.5 | 13.5 | 13.0 | 9.0  | 5.0  | 1.5  | 0.0   |
| 56          |     | 0.0 | 2.0  | 10.5 | 18.5 | 19.0 | 13.0 | 7.0  | 2.5  | 0.0   |
| 57          |     | 0.0 | 1.0  | 11.5 | 22.5 | 24.0 | 16.5 | 13.0 | 7.0  | 0.0   |
| Meßdraht 4  |     |     |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 58          |     |     |      | 0.0  | 6.0  | 3.0  | 7.0  | 0.0  |      |       |
| 59          |     |     |      | 0.0  | 5.0  | 1.5  | 6.0  | 0.0  |      |       |
| 60          |     |     |      | 0.0  | 7.0  | 4.0  | 7.5  | 0.0  |      |       |
| 61          |     |     |      | 0.0  | 10.5 | 7.5  | 9.5  | 0.0  |      |       |

alle Werte in mm

| lfd.<br>Nr. | V | IVa | IV | III | II | I | VI | VII | VIII | VIIIa |
|-------------|---|-----|----|-----|----|---|----|-----|------|-------|
|-------------|---|-----|----|-----|----|---|----|-----|------|-------|

## Meßdraht 4

|    |  |  |  |     |      |      |      |     |  |  |
|----|--|--|--|-----|------|------|------|-----|--|--|
| 62 |  |  |  | 0.0 | 13.0 | 9.5  | 13.0 | 0.0 |  |  |
| 63 |  |  |  | 0.0 | 14.5 | 15.5 | 18.0 | 0.0 |  |  |
| 64 |  |  |  | 0.0 | 16.0 | 11.5 | 10.5 | 0.0 |  |  |
| 65 |  |  |  | 0.0 | 2.0  | 2.5  | 1.5  | 0.0 |  |  |
| 66 |  |  |  | 0.0 | 5.5  | 6.0  | 3.5  | 0.0 |  |  |
| 67 |  |  |  | 0.0 | 8.0  | 8.0  | 7.0  | 0.0 |  |  |
| 68 |  |  |  | 0.0 | 9.5  | 14.0 | 12.0 | 0.0 |  |  |
| 69 |  |  |  | 0.0 | 11.0 | 10.0 | 4.5  | 0.0 |  |  |

## Lot

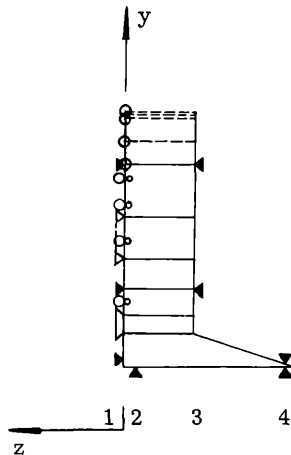
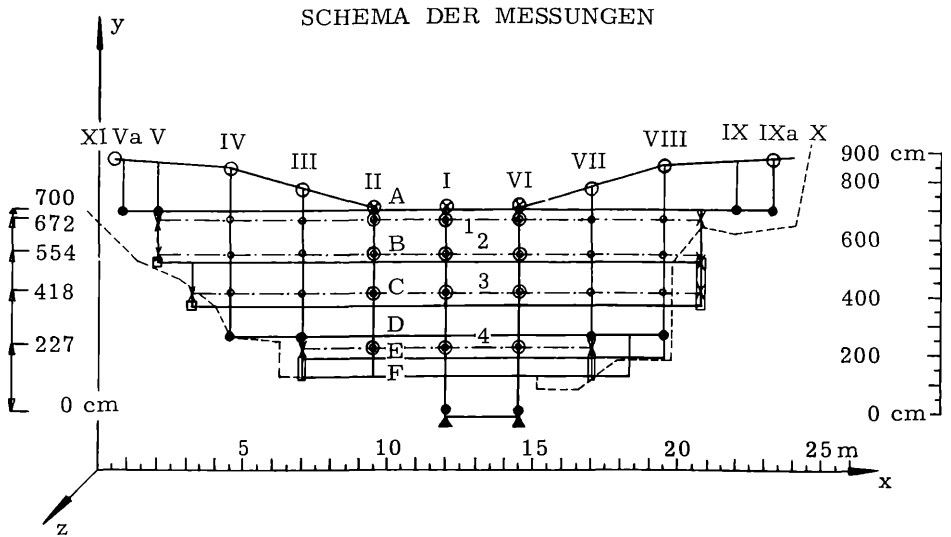
| lfd.<br>Nr. | II           |      |     |     | I            |      |      |      | VI           |     |     |      |
|-------------|--------------|------|-----|-----|--------------|------|------|------|--------------|-----|-----|------|
|             | bei Meßdraht |      |     |     | bei Meßdraht |      |      |      | bei Meßdraht |     |     |      |
|             | 1            | 2    | 3   | 4   | 1            | 2    | 3    | 4    | 1            | 2   | 3   | 4    |
| 70          | 0.0          | 2.5  | 6.0 | 9.0 | 0.0          | 2.0  | 1.0  | 2.0  | 0.0          | 1.5 | 2.5 | 4.0  |
| 71          | 0.0          | 2.0  | 6.5 | 8.5 | 0.0          | 2.0  | 1.5  | 3.0  | 0.0          | 1.0 | 2.0 | 2.0  |
| 72          | 0.0          | 2.5  | 7.0 | 9.0 | 0.0          | 1.0  | 0.0  | -0.5 | 0.0          | 1.0 | 2.5 | 1.5  |
| 73          | 0.0          | 1.5  |     |     | 0.0          | 0.5  | -1.0 | 0.5  | 0.0          | 2.0 | 2.5 | 4.0  |
| 74          | 0.0          | 1.5  | 3.5 | 7.5 | 0.0          | 0.5  | 0.5  | 2.5  | 0.0          | 3.0 | 4.0 | 8.0  |
| 75          | 0.0          | -0.5 | 1.5 | 6.5 | 0.0          | 1.5  | -0.5 | 6.5  | 0.0          | 2.0 | 3.0 | 0.0  |
| 76          | 0.0          | 1.0  | 1.0 | 4.5 | 0.0          | -0.5 | 1.0  | 13.5 | 0.0          | 3.5 | 6.5 | 18.0 |

## 4. GRAPHISCHE DARSTELLUNGEN

## Verzeichnis der dargestellten Meßzustände und Meßreihen:

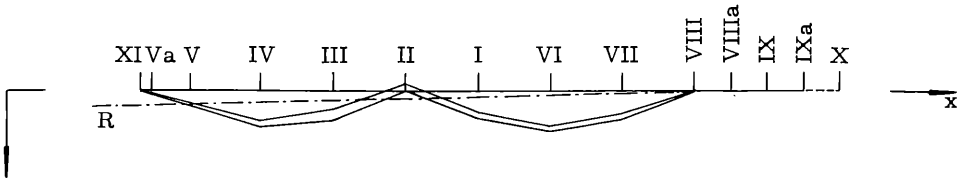
|          |                      |                                                    |
|----------|----------------------|----------------------------------------------------|
| Abb. 1   | Schema der Messungen |                                                    |
| Abb. 2a: | Meßzustand 1         | (Tab. lfd. Nr. 1)                                  |
| Ab       | "                    | 2 (Tab. lfd. Nr. 2)                                |
| Abb. 2b: |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 2)                                |
|          |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 10)                               |
| 2c:      |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 11)                               |
|          |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 17)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 18)                               |
| Abb. 3a: |                      | 1 (Tab. lfd. Nr. 21)                               |
|          |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 22)                               |
| 3b:      |                      | 1 (Tab. lfd. Nr. 34)                               |
|          |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 35)                               |
| 3c:      |                      | 1 (Tab. lfd. Nr. 46)                               |
|          |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 47)                               |
| 3d:      |                      | 1 (Tab. lfd. Nr. 58)                               |
|          |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 59)                               |
| Abb. 4a: |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 23)                               |
|          |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 27)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 28)                               |
| 4b:      |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 35)                               |
|          |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 39)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 40)                               |
| 4c:      |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 47)                               |
|          |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 51)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 52)                               |
| 4d:      |                      | 2 (Tab. lfd. Nr. 59)                               |
|          |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 63)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 64)                               |
| Abb. 5a: |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 32)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 33)                               |
| 5b:      |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 44)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 45)                               |
| 5c:      |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 56)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 57)                               |
| 5d:      |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 68)                               |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 69)                               |
| Abb. 6a: |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 75/I)                             |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 76/I)                             |
| 6b:      |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 75/VI)                            |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 76/VI)                            |
| 6c:      |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 19, 32, 44, 56, 68 bei II, I, VI) |
|          |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 20, 33, 45, 57, 69 bei II, I, VI) |
| Abb. 7   |                      | 4 (Tab. lfd. Nr. 13, 30, 42, 54, 66)               |
| Abb. 8   |                      | 8 (Tab. lfd. Nr. 19, 32, 44, 56, 68)               |
| Abb. 9   |                      | 9 (Tab. lfd. Nr. 20, 33, 45, 57, 69).              |

Abbildung 1

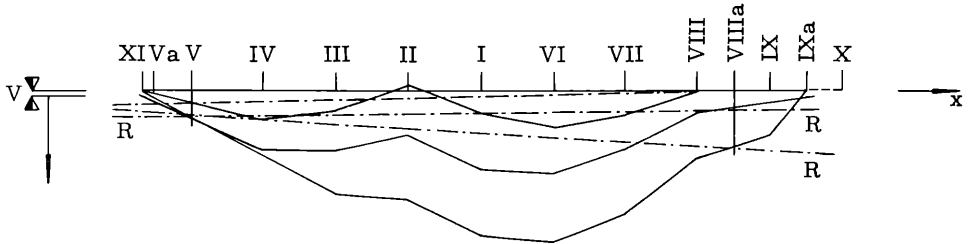


## Abbildung 2

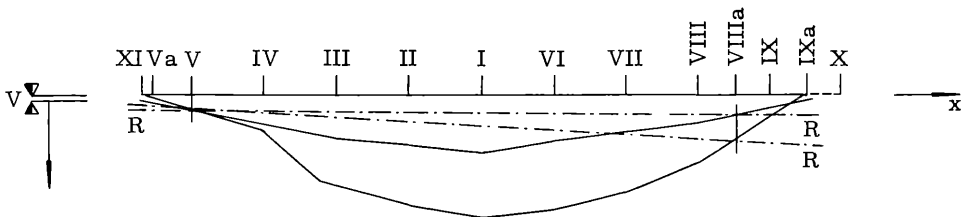
## a) THEODOLITMESSUNG, 1. STAUVERSUCH



## b) THEODOLITMESSUNG, 2. STAUVERSUCH



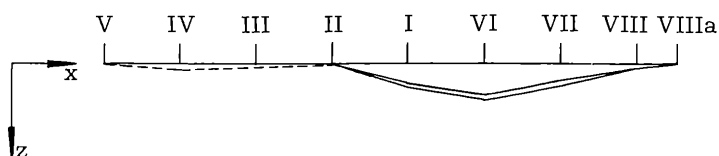
## c) THEODOLITMESSUNG 2. STAUVERSUCH reduziert auf Vorzustand



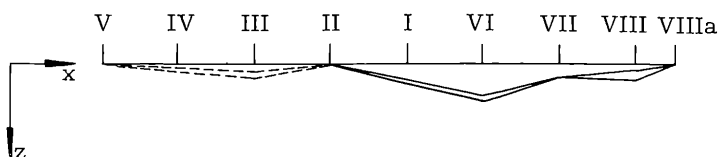
R Reduktion auf Spannweite von Meßdraht 1

## Abbildung 3

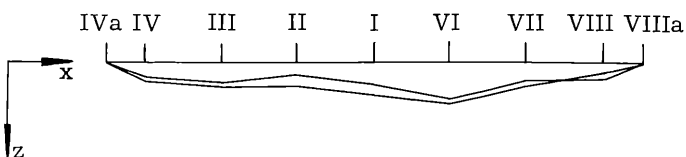
a) MESSDRAHT 1, 1. STAUVERSUCH



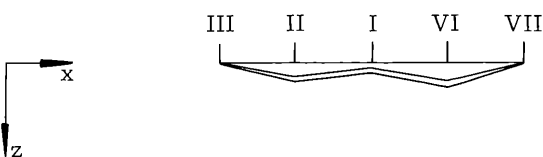
b) MESSDRAHT 2, 1. STAUVERSUCH



c) MESSDRAHT 3, 1. STAUVERSUCH

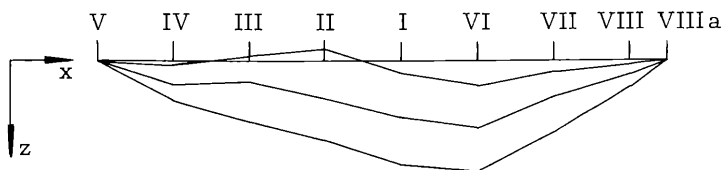


d) MESSDRAHT 4, 1. STAUVERSUCH

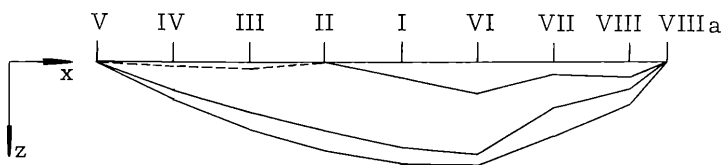


## Abbildung 4

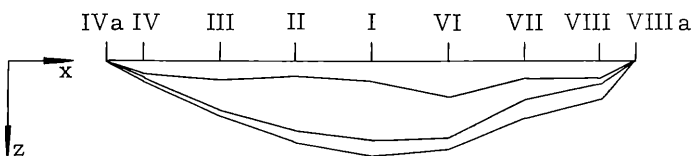
a) MESSDRAHT 1, 2.STAUVERSUCH



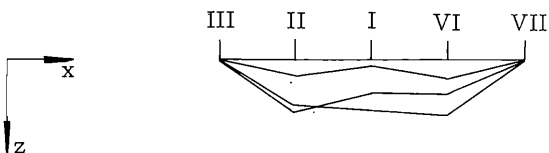
b) MESSDRAHT 2, 2.STAUVERSUCH



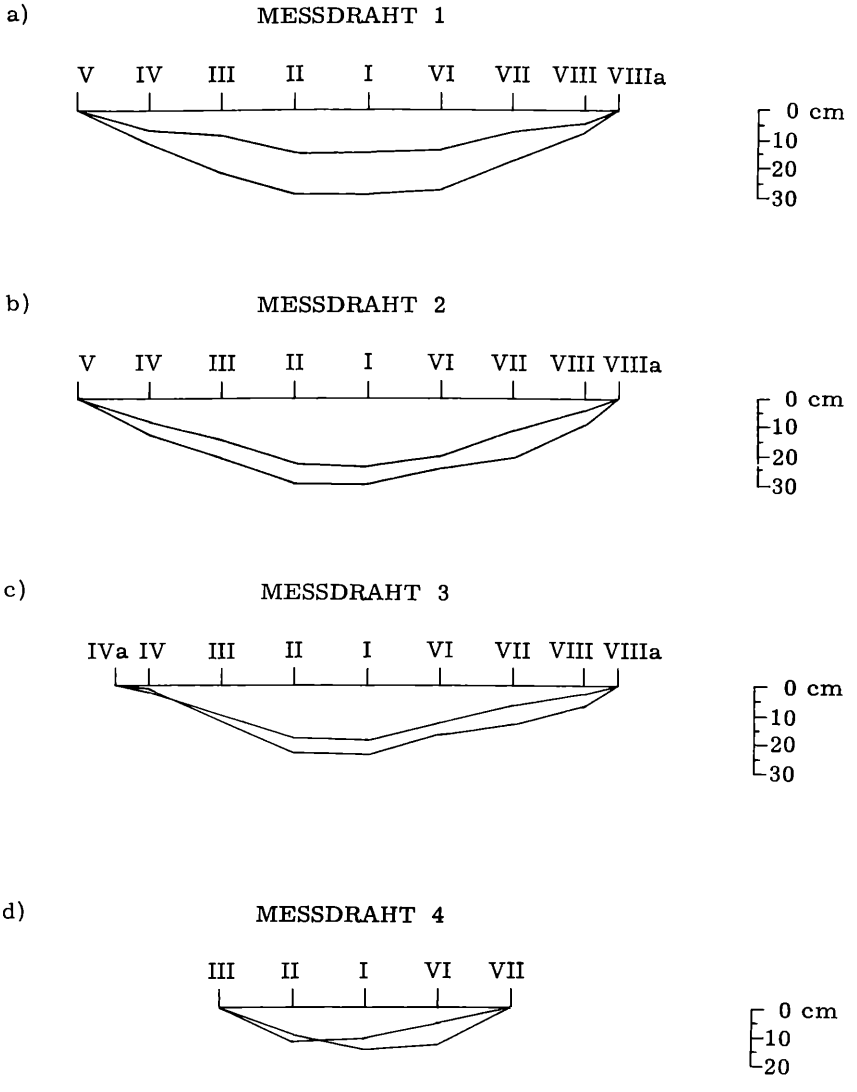
c) MESSDRAHT 3, 2.STAUVERSUCH



d) MESSDRAHT 4, 2.STAUVERSUCH

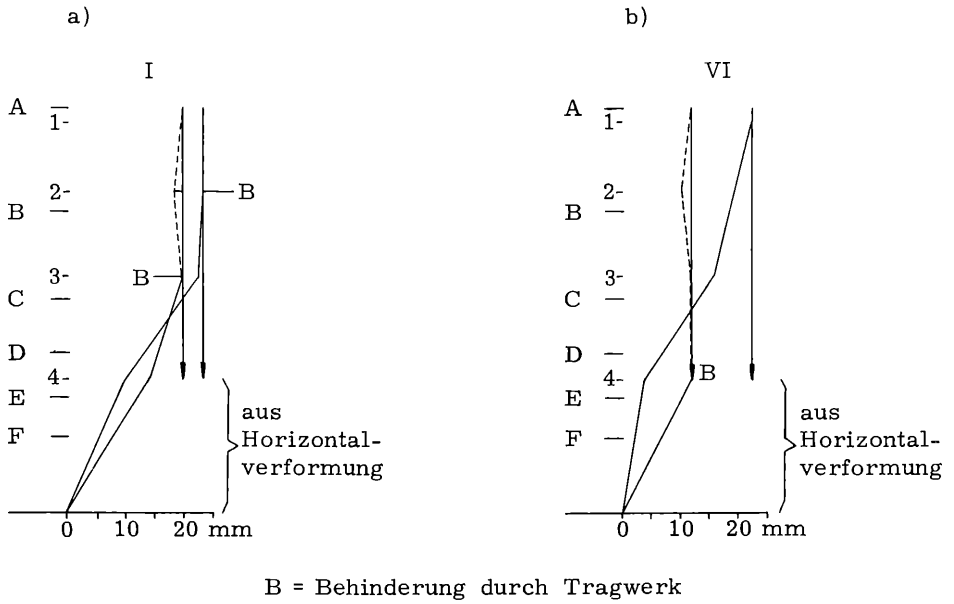


## 2. STAUVERSUCH Werte reduziert auf Ausgangslage



# FORMÄNDERUNGEN VERTIKAL

## 2. STAUVERSUCH Messung durch Lote



### c) VERTIKALE ZUSAMMENSTELLUNG VON HORIZONTALÄNDERUNGEN

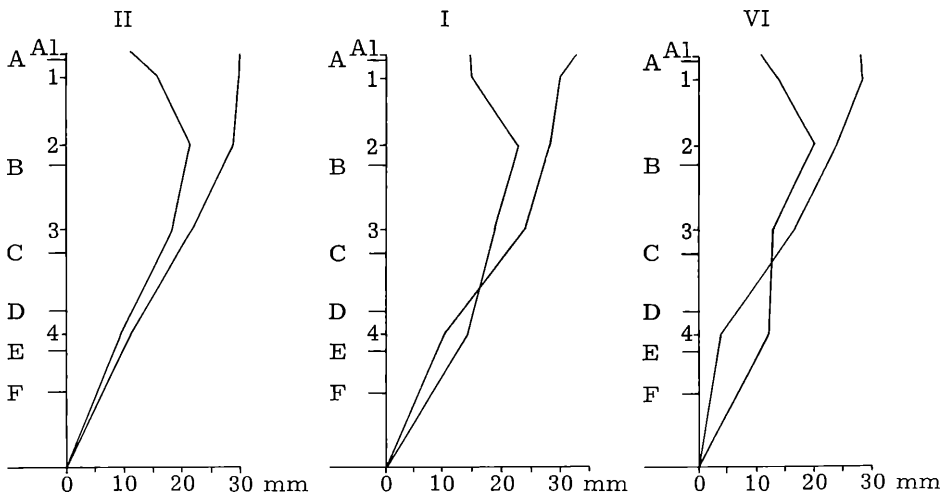
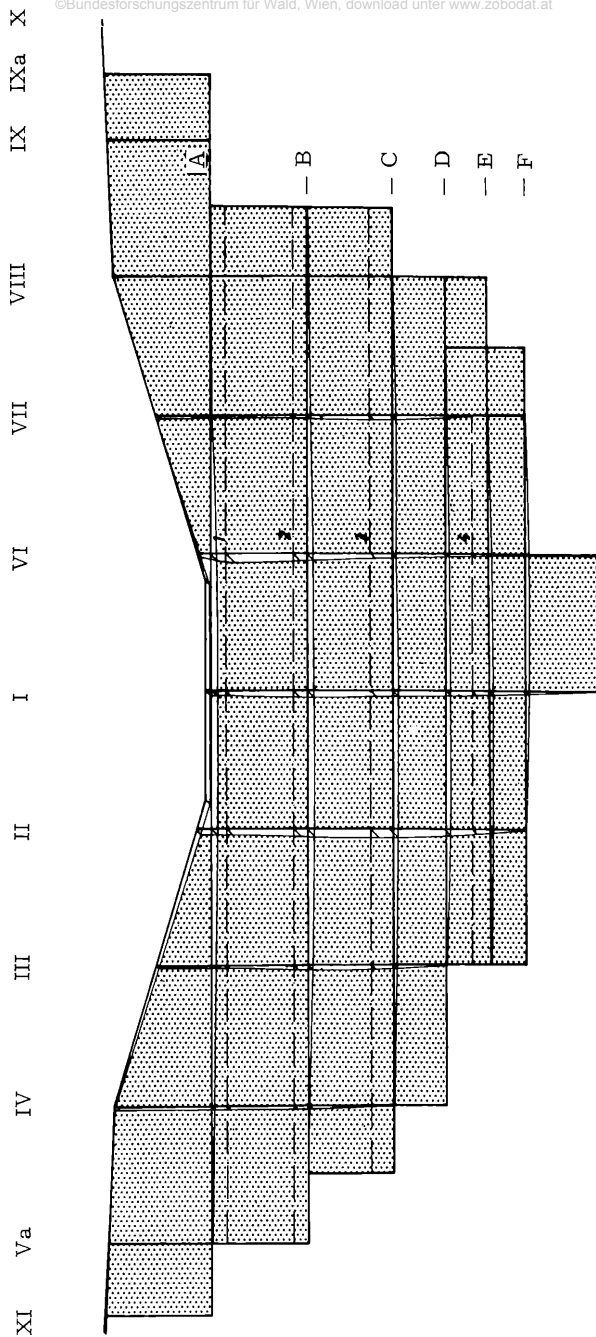


Abb. 7 2. STAUVERSUCH, STAUHÖHE 2.00 m UNTER KRONE



Maßstab:

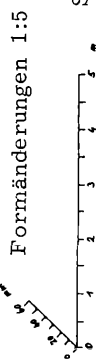
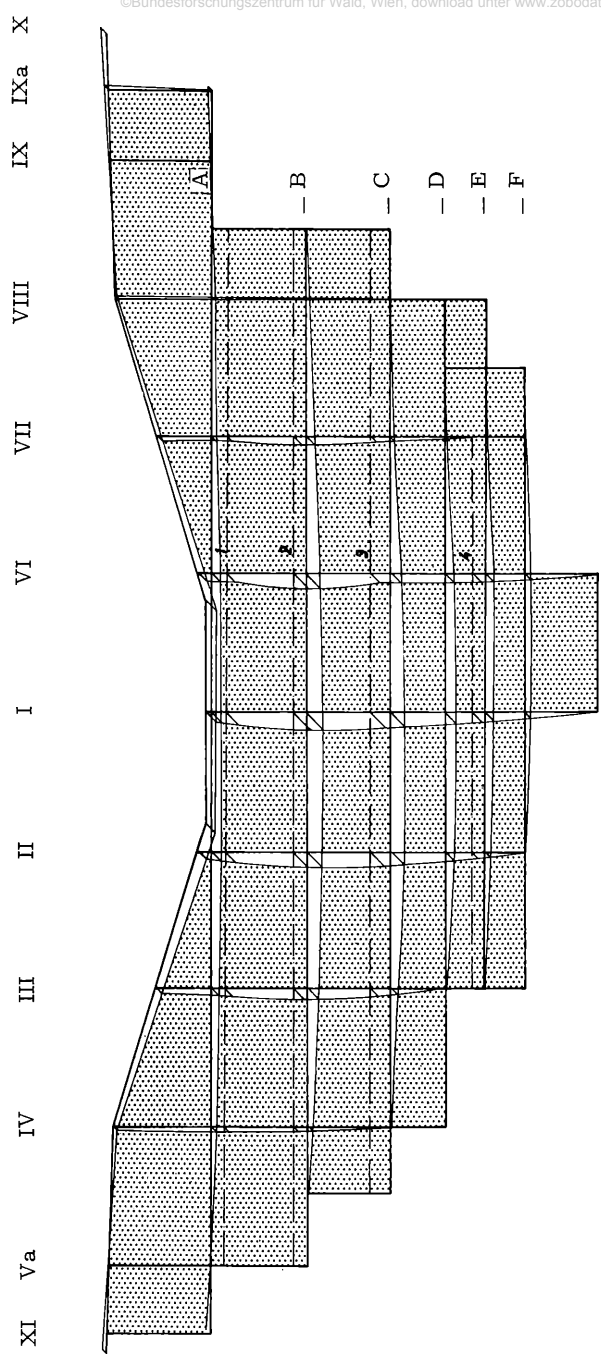


Abb. 8: 2. STAUVERSUCH, STAUHÖHE 1.50 m UNTER KRONE



Maßstab:

Formänderungen 1:5

Sperrenansicht 1:100

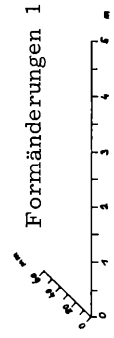
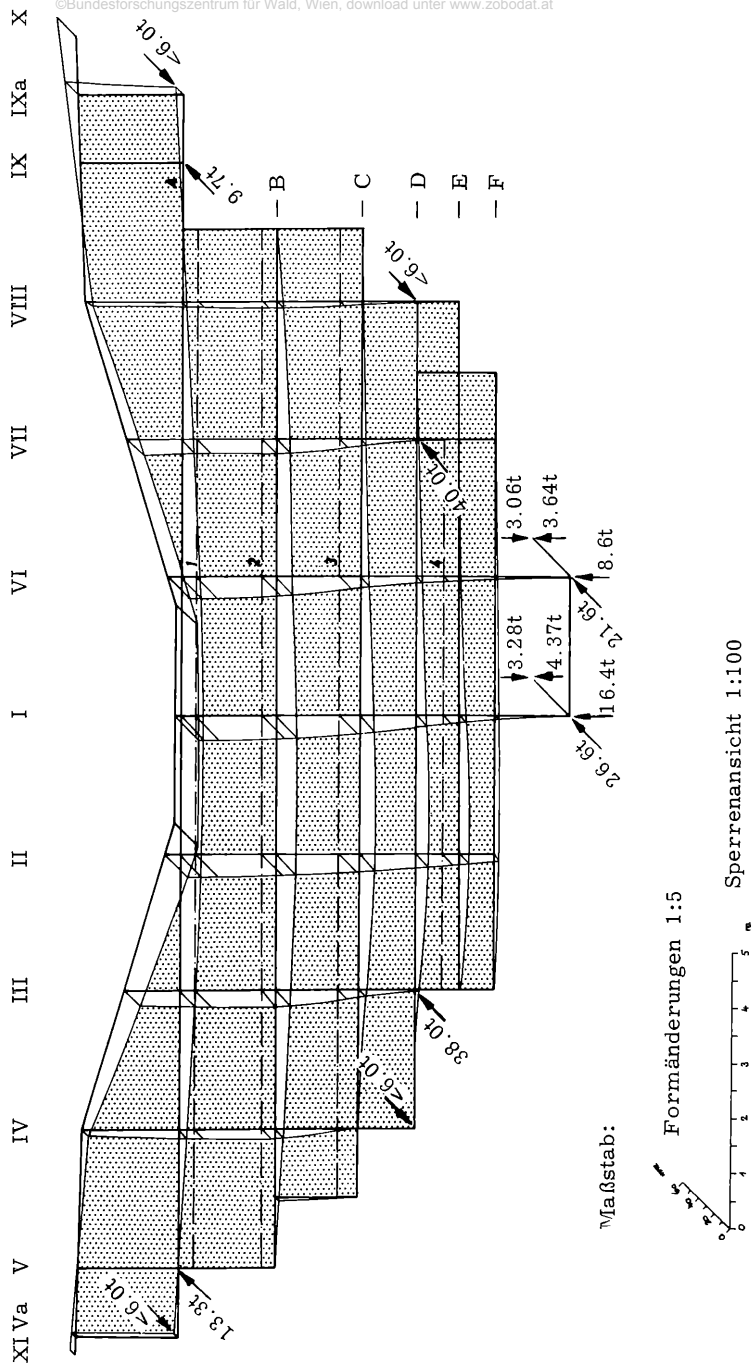


Abb. 9: 2. STAVERSUCH, VERBLIEBENE FORMÄNDERUNGEN NACH VOLLSTAU



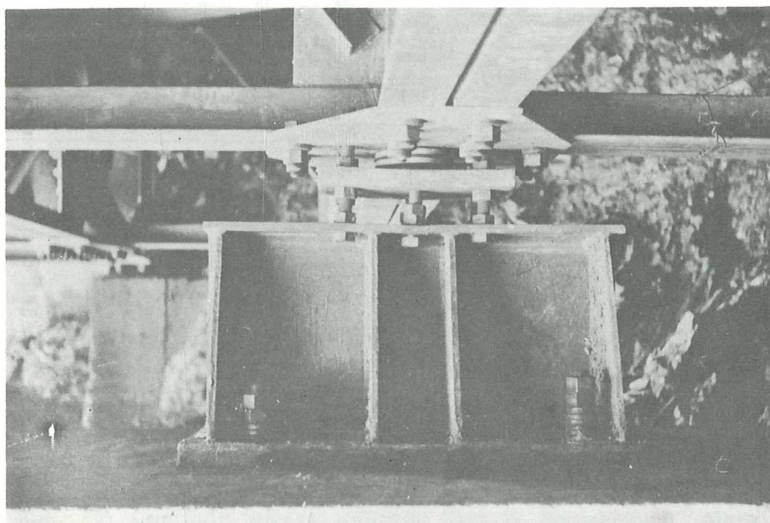


Abb. 10: Widerlager mit Druckmessdosen zur Messung des Auflagerdruckes in Richtung der z - Achse (horizontal talwärts)

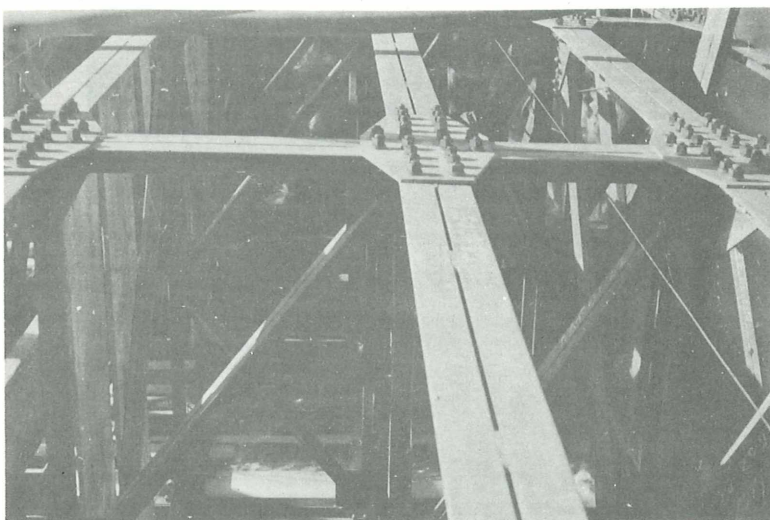


Abb. 11: Detail der Sperre. Im unteren Bildteil ist ein Meßdraht, knapp vor dem senkrechten Balken das Lotseil erkennbar

Aufn. Dipl. Ing. Jeglitsch

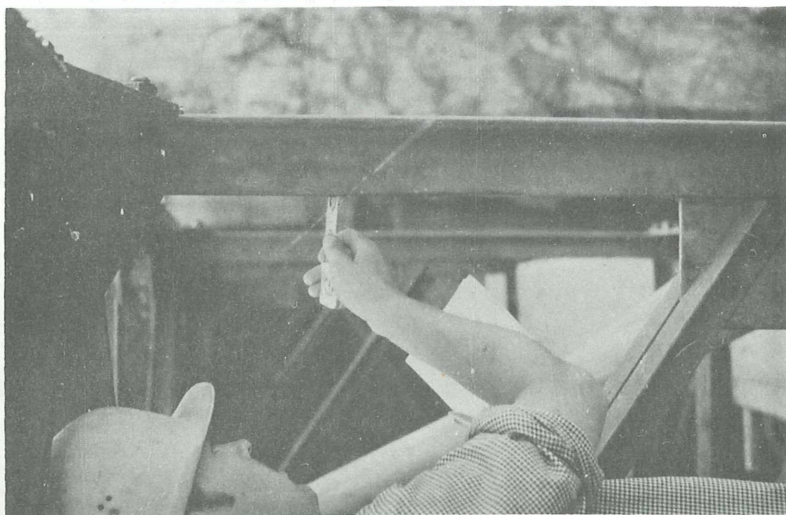


Abb. 12: Messung der Meßdrahtabstände

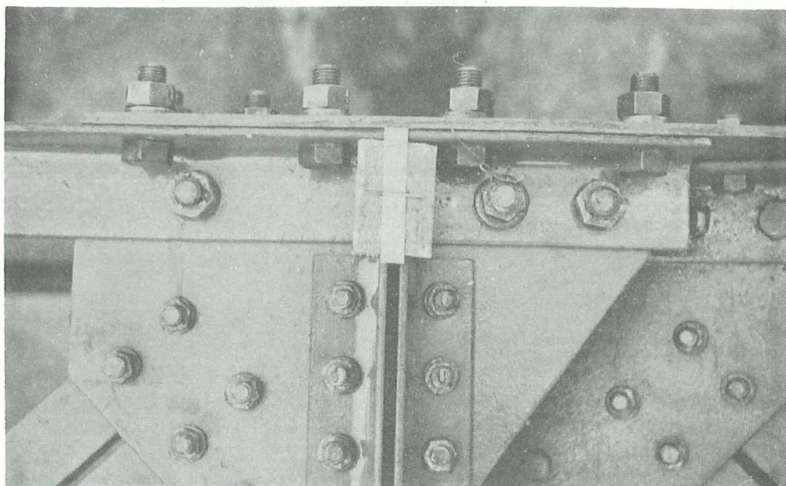


Abb. 13: Skala als Ziel beim Alignment

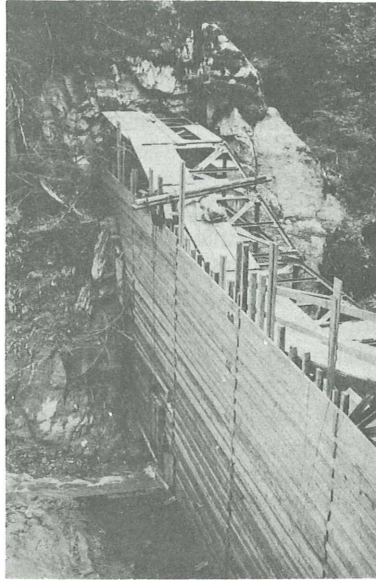


Abb. 14: Provisorische hölzerne Stauwand an der Bergseite der Sperre vor den Stauversuchen  
Aufn. Dipl. Ing. Kronfellner-Kraus

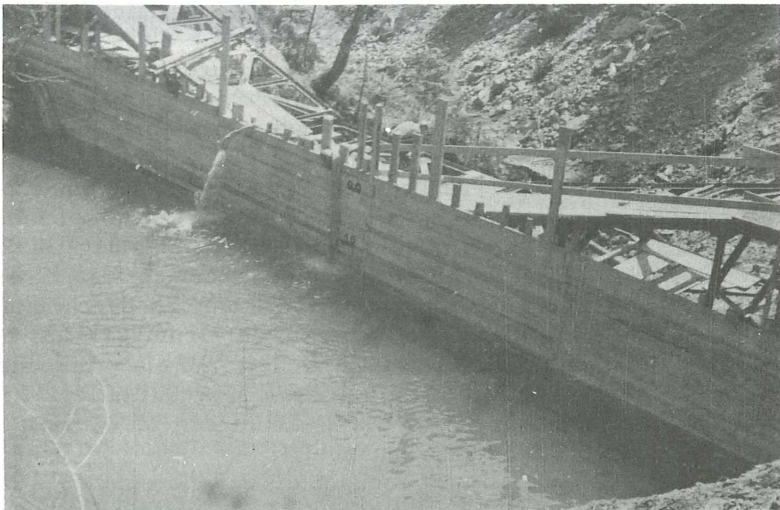


Abb. 15: Gestaute Sperre während dem 2. Stauversuch, Meßzustand 8  
Aufn. Dipl. Ing. Jeglitsch

Die erzielten Werte mußten vor der weiteren Auswertung noch innerhalb der gemessenen Profile auf eine vollkommen gerade Nulllinie bezogen werden, da die Sperrenkonstruktion nicht exakt einer Ebene entsprach und daher die gemessenen Profile auch im Leerzustand einen unregelmäßigen Verlauf zeigten (s. Abb. 2, 3, 4). Für die Werte aus dem 2. Stauversuch und nach dem Vollstau war als Vorzustand die ungestaute Sperre nach dem 1. Stauversuch (Zustand 2) maßgebend. Für die vertikale Zuordnung von Meßwerten, die in horizontalen Profilen übereinander gewonnen wurden, brauchen jedoch keine Abweichungen der Sperre von der Lotrechten berücksichtigt werden (Abb. 6c)

Um die aus dem Alignement erzielten Daten jenen von den Meßdrähten zuordnen zu können, war es nötig, sie auf die Spannweite des in der Abflußsektion nur 28 cm tiefer verlaufenen Meßdrahtes 1 zu beziehen.

Obwohl diese Vergleichbarkeit nicht vollständig herzustellen ist, da die mittels Alignement beobachtete Linie nicht horizontal sondern über Abflußsektion und Flügel verlief, ergibt sich eine gute Übereinstimmung von Alignement und Meßdrähten.

Die Ergebnisse aus den verschiedenen Messungen fügen sich gut zu einem einheitlichen Bild und zeigen das Verhalten der Sperre als ebener Trägerrost mit gelenkiger Lagerung in den Auflagerpunkten. Bemerkenswert ist, daß die Formänderungen in der Sperrenvorderwand ihr Maximum annähernd in der Höhe des jeweiligen Wasserstandes erreicht und nicht an der Sperrenkrone, wie dies vielleicht zu erwarten gewesen wäre (s. Abb. 7, 8, 9). Unerwartet war auch die Größe der bleibenden Verformungen, die durch Verschiebungen innerhalb des Systems (Schraubenschlupf etc.) und Kraftübertragungen erklärbar sind. Es ist jedoch anzunehmen, daß die nun mehrmals vorbelastete Sperre keine weiteren bleibenden Verformungen mehr erleiden wird. Da es nicht möglich war, die Sperre nach dem 2. Stauversuch in entleertem Zustand zu messen, konnte nicht ermittelt werden, in welchem Ausmaß bleibende Verformungen bereits durch die Belastung im Zustand 8 vorhanden waren. Es ist deshalb auch eine Trennung der elastischen von den plastischen Verformungen nicht vollkommen durchführbar. Ein Vergleich der tatsächlich gemessenen Verformungen mit den von der Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft: auf elektronischem Wege berechneten ergibt eine gute Übereinstimmung in qualitativer Hinsicht, während quantitative Abweichungen durch die in den Meßwerten enthaltene plastische Verformung gegeben sind.

Während der Messungen wurde beobachtet, daß die einem bestimmten, gleichbleibenden Wasserstand zugehörige Formänderung nicht sofort, sondern ungefähr innerhalb einer halben bis ganzen Stunde eintrat (sh. Tab. Zustand 7-8: lfd. Nr. 9-10, 26-33, 38-39, 50-51, 62-63).

Bei den einzelnen Meßdurchgängen während des Anstauvorganges zum 2. Stauversuch können zeitweilige Unregelmäßigkeiten bei einzelnen

Balken festgestellt werden (Tab. lfd. Nr. 25/VII, 50/III), die sich jedoch in der Folge wieder ausgleichen. Sie sich durch unterschiedliche Überwindung der Reibung beim Schlupf in den Schraubenverbindungen erklärbar.

Als Bewegung der Sperre dem Gelände gegenüber konnte eine talwärtige Verschiebung registriert werden, die annähernd der Deformation der Druckmeßdosen in den Auflagern zuzüglich geringer Ausgleichsverschiebungen entspricht. So zeigte das Alignement an der Achse I bei XI eine Verschiebung von 1.2 mm (Tab. lfd. Nr. 10) und bei IX a zuerst ein Zurückbiegen (auskragender Teil) um 2,0 mm (Tab. lfd. Nr. 7 u. 8) und hernach eine talwärts gerichtete Verschiebung um insgesamt 4,0 mm (Tab. lfd. Nr. 9 und 10).

Die durch den Vollstau aufgetretenen Kräfte in den Auflagern sind aus der Abb. 9 ersichtlich. Infolge zu großen Aushubes reichte beim Balken D die Staufläche über den Rahmen VII bis nach VIII hinaus, wodurch im Meßdosen-Widerlager VIII/D Zug entstand, es wurde abgesichert und die Strebe VII/D ausgeknickt. Im Spätherbst trat ein Hochwasser auf, in dessen Verlauf die Sperre durch Wildholzanfall bis zum Balken B/C verlandete, wobei eine sehr günstige Wirkung für die unterliegende Bachstrecke festgestellt werden konnte. Es wurde von der zuständigen Gebietsbauleitung wieder geräumt, sodaß die Sperre nach dieser ersten praktischen Erprobung und Belastung für das nächste Hochwasser wieder voll funktionsfähig ist.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

An der Gitterrostsperre wurden während zweier Stauversuche und nach einer Überflutung durch Hochwasser mit Druckmeßdosen, geodätischem Alignement, Meßdrähten und Loten die tatsächlich aufgetretenen Auflagerkräfte und Formänderungen gemessen. Die Ergebnisse fügen sich gut zu einem einheitlichen Bild und zeigen das Verhalten der Sperre als dreiseitig gelenkig gelagerter Trägerrost. Ein Vergleich mit der statischen Berechnung ergibt eine gute Übereinstimmung in qualitativer Hinsicht. Quantitative Abweichungen in Form von höheren bleibenden Verformungen sind durch Verschiebungen innerhalb des Tragwerkes (Schraubenschlupf) bedingt, die jedoch auf das Tragverhalten und die Funktionstüchtigkeit der Sperre keinen Einfluß haben. Das Ergebnis der Probelastung und der dabei durchgeführten Messungen hat somit das Tragvermögen der Sperre erwiesen.

## SUMMARY

On the grating dam the abutment forces and deformations actually occurring during two storage tests and after an inundation by flood were measured by means of pressure gauges, geodetical alignment, measuring wires and plum bobs. The results fit well into a uniform pattern and show the behaviour of the dam as a three-sided freely supported beam-grating. Comparison with the statistical calculation gives qualitatively good agreement. Quantitative deviations in the shape of constantly higher deformations are conditioned by displacements within the construction ("Schraubenschlupf" "screw-slip"), which, however, do not exert any influence on the bearing behaviour and functioning of the dam. The result of the loading test and of the measurements accompanying it has thus proved the stability of the dam.

## RÉSUMÉ

Pendant deux expériences d'arrêt des eaux et après un débordement par crue on a mesuré avec des compteurs de pression, des alignements géodésiques, des fils de mesurage et des sondes les forces de pression et les changements de forme effectifs du barrage à claire-voie. Les résultats donnent une image très précise et montrent le fonctionnement du barrage comme grillage mobile de trois côtés. Une comparaison avec les calculs statiques montre un bon accord du point de vue de la qualité. Des déviations quantitatives sous forme de déformations durables à la partie supérieure proviennent de déplacements à l'intérieur des châssis (relâchement des vis), sans influencer cependant la capacité et le bon fonctionnement du barrage. Le résultat de l'épreuve ainsi que des mesurages effectués a donc prouvé l'efficacité du barrage.

## Р Е З Ю М Е

В течение двух опытных затоплений и после паводка на решетчатом заграждении были проведены измерения фактических опорных давлений и деформаций с помощью динамометров, геодезической разметки, проволочных тензометров и лотов. Результаты с удовлетворительной согласованностью характеризуют поведение заграждения в виде решетчатой фермы шарнирно опирающейся на трех сторонах. Сравнение со статическим исчислением дает удовлетворительное соответствие в качественном отношении. Количественные расхождения, выражающиеся превышенными остаточными деформациями, обусловлены сдвигами внутри несущей конструкции /скольжением винтов/, не имеющих однако влияния на поведение под нагрузкой и на эффективность заграждения. Итак, пробная нагрузка и проведенные измерения утвердили несущую способность заграждения.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.Ing. Gerhard RUF  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
A - 1131 Wien