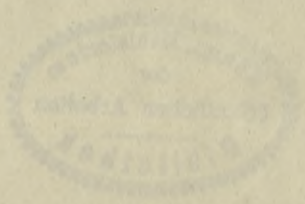


Talsperren-Anlagen im Werragebiet.

Im Auftrage des Vereins für Schiffbarmachung der Werra

bearbeitet

von

Dr.-Ing. Wolf.

Hannover 1910
Verlag: Verein für Schiffbarmachung der Werra.

Druck von Dr. L. Nonnes Erben (Druckerei der Dorfzeitung) in Hildburghausen.

Vorwort.

Der vor vier Jahren ins Leben gerufene „Verein für Schiffbarmachung der Werra“ hat schon gleich nach seiner Gründung sein erstes — im Namen bezeichnetes — Bestreben, die Werra durch Kanalisierung für moderne 600 Tonnen-Schiffe benutzbar zu machen und zugleich an den neuen Staustufen etwa 11 000 Wasserpferdekräfte zu gewinnen, dahin erweitert: eine einheitliche Regelung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse des ganzen Flußgebietes insbesondere durch Errichtung von Talsperren in den Zuläufen der Werra mit der Kanalisierung zu verbinden und somit nicht nur für die Schiffahrt, d. i. Handel und Verkehr des in Frage kommenden Bezirkes, sondern auch zugunsten der Industrie und Landwirtschaft, also für sämtliche Erwerbszweige, für die gesamte Landeskultur, ein Werk vorzubereiten, welches von der allergrößten Bedeutung für das ganze Werragebiet ist. (Siehe Vorwort zu den Wirtschaftlichen Berechnungen zur Werrakanalisierung.)

Nachdem zuerst das Kanalisierungsprojekt für die Werra durch die Firma Havestadt & Contag, königl. Bauräte zu Berlin-Wilmersdorf, ausgearbeitet worden und anfangs Juni 1909 dem Königl. preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten, sowie in Kopien den Ministerien der thüringischen Staaten Sachsen-Weimar, Sachsen-Meiningen und Sachsen-Gotha, ferner den Landesausschüssen der preußischen Provinzen Hannover, Hessen und Sachsen und endlich dem Oberpräsidenten letzterer Provinz und dem Regierungspräsidenten von Kassel zur Prüfung eingereicht ist, wurden die Vorarbeiten für die Talsperren energisch in die Hand genommen. Nachdem schon vorher durch den Verein etwa 30 zur Anlage von Stauseen geeignet erscheinende Täler nach der Karte und durch Bereisung ausgesucht waren, wurde zunächst ein generelles Gutachten des Vorstandes der Königl. preußischen landesgeologischen Anstalt, Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. Beyschlag, eingeholt und dann im Mai 1908 zusammen mit Herrn Prof. Beyschlag, durch den Vereinsvorsitzenden Herrn Senator Meyer, Herrn Baurat Contag, Herrn Ing. Dr. Meißner (in Firma Liebold & Co.), den Geschäftsführer Ing. Abshoff und den Herrn Dipl.-Ing. Wolf (den Verfasser nachstehender Druckschrift) eine zweite Bereisung der am günstigsten scheinenden Täler im oberen Werragebiete zum Zwecke ihrer Untersuchung und Begutachtung vorgenommen.

Das Resultat der nachfolgenden Beratungen war der Auftrag an Herrn Wolf, die vorbehandelten Talsperrenprojekte für den Verein zu bearbeiten. Mit dem ersten Teil der nachstehend vorliegenden Arbeit erwarb Herr Wolf gleichzeitig an der herzoglich technischen Hochschule zu Braunschweig die Würde eines Doktor-Ingenieurs.

Wie es in der Natur der Verhältnisse liegt, ist die vorliegende Arbeit durch die Begutachtung der Referenten Herren Geh. Hofrat Prof. M. Möller und Prof. Dr. W. Schlink, wie durch die freundlichst erteilten Winke der Herren Geh. Bergrat Prof. Dr. Beyschlag und Geh. Oberbaurat Dr. ing. Keller in ihrem wissenschaftlichen Werte nicht unwesentlich gesteigert, wodurch die Selbständigkeit der von Herrn Dr. ing. Wolf allein geleisteten Arbeit nicht angetastet, sondern nur die Richtigkeit ihrer Resultate bestätigt wird.

Die Zahlen und Unterlagen der wirtschaftlichen Berechnungen basieren nicht nur auf eingezogenen Preisforderungen (für Röhren: Kuntze, Göppingen und von Cölln, Hannover; für Turbinen: J. M. Voith, Heidenheim, Amme, Giesecke & Konegen,

Braunschweig und Briegleb, Hansen & Co., Gotha; für elektrische Anlagen: Felten & Guilleaume-Lahmeyer, A.-G., Filiale Hannover und Siemens-Schuckertwerke, Filiale Erfurt), sondern sind auch bezüglich der sonstigen Ansätze geprüft worden von den Herren Regierungsbaumeister Link vom Ruhr-Talsperrenverein, Dr. Meißner, Direktor der Zementbetonwerke Liebold & Co., Holzminden, sowie dem Vorsitzenden und dem Geschäftsführer des Vereins.

Nachdem die ersten sieben Sperren im oberen östlichen Werragebiete (siehe erster und zweiter Teil der folgenden Druckschrift) bearbeitet waren, wurden die Vorarbeiten für weitere Stauanlagen nach Maßgabe der von den Interessenten zur Verfügung gestellten Mittel fortgeführt, so zunächst in den Tälern der Leina, Laucha und Emse (Hörselzuflüssen am Nordosthange des Thüringerwaldes), die hier unter B mit vorliegen. In Bearbeitung sind zurzeit noch Talsperrenprojekte im Kanzlersgrund, Nesselgrund und Asbachtale. Später sollen generelle Vorarbeiten aufgenommen werden für Stauanlagen in den Tälern des Schwarzbaches, der Herpf, Katz und Oechse in der Rhön, der Lutter, Rode, Rosoppe und Frieda im Eichsfeld, des Schlierbaches, der Berka, des Oberriedenbaches u. a. im Meißnergebiete. Die Studien über weitere Möglichkeiten werden fortgesetzt und fernere Projekte ausgearbeitet, — wenn von den Interessenten die nötigen Mittel aufgebracht werden!

Der „Verein für Schiffbarmachung der Werra" hat hiermit sein Wort eingelöst und legt den Interessenten, insbesondere den hohen Regierungen von Sachsen-Meiningen, Sachsen-Gotha und Sachsen-Weimar, ferner den Kreisen Hildburghausen, Meiningen, Schleusingen, Suhl und Eisenach, den Stadtverwaltungen von Suhl, Schmalkalden und Eisenach, den bezüglichen Handelskammern usw. die Ergebnisse seiner bisherigen Tätigkeit in der Frage der Flußregulierung und der Talsperrenbauten vor und hofft zuversichtlich nach diesem Beweise ernster Arbeit die Zustimmung der Beteiligten zur Weiterführung der Vorarbeiten in der Vollständigkeit, wie sie zur Vorlage bei den maßgebenden Behörden bezw. Landtagen erforderlich ist, zu erhalten.

Mit den zurzeit noch zur Verfügung stehenden Geldern werden die generellen Vorarbeiten an den vorstehend genannten Flußtälern fortgesetzt und, sobald nach deren Fertigstellung ein Ueberblick über die gesamten Wasserverhältnisse der Werra mit ihren Zuflüssen gewonnen ist, wird der Spezial-Bearbeitung der einzelnen Projekte näher getreten werden.

Hannover, den 20. Februar 1910.

Der Vorstand
des Vereins für Schiffbarmachung der Werra.

Senator Meyer, Hameln. I. Vorsitzender.
Kommerzienrat von Dreyse, Eisenach. II. Vorsitzender.

Regierungsrat a. D., Direktor Petzet, Bremen. Beisitzer.
Oberbürgermeister Schmieder, Eisenach. Beisitzer.

Bürgermeister Vocke, Eschwege. Beisitzer.
Schiffahrts-Direktor Müller, Bremen. Stellvertr. Beisitzer.

Bergwerks-Direktor Rathke, Berka a. W. Stellvertr. Beisitzer.
Bürgermeister Weißker, Hann.-Münden. Stellvertr. Beisitzer.

Generalsekretär Ingenieur Abshoff, Hannover.
Geschäftsführer.

Inhalts-Verzeichnis.

A. Talsperren-Anlagen im oberen Werragebiet.

Erster Teil: Hydrologisches.

Zweiter Teil: Wirtschaftliche Berechnungen.

B. Talsperren-Anlagen im Hörselgebiet.

C. Schlußwort.

A. Talsperren-Anlagen im oberen Werragebiet.

Erster Teil:

Hydrologisches.

I. Einleitung.

1. Der Nutzen von Talsperren im oberen Werragebiet.

Davon ausgehend, daß im Interesse der Schiffahrt eine Kanalisation der Werra erstrebt wird, für welche eine Vermehrung der Kleinwassermenge der Werra wünschenswert ist, wurde von mir das Gelände im Zuzugsgebiet der Werra auf die Möglichkeit einer Anlage von Talsperren und Stauweihern geprüft.

Auch soll das Triebwasser industrieller Werke durch diese Anlagen vermehrt und durch die Beschaffung von Hochwasser-Schutzräumen der schädigenden Wirkung der Hochfluten begegnet werden. Ferner sind die Bedürfnisse der Landwirtschaft zu berücksichtigen, insbesondere ist das für die Zwecke der Bewässerung benötigte Wasser zur Verfügung zu stellen.

2. Die Kanalisation der Werra*).

(Blatt 1.)

Die 197 km lange Flußstrecke der Werra zwischen Wernshausen (Kreis Meiningen) und Münden ist durch die Ausführung von Durchstichen auf 180 km Länge zu verkürzen und durch Anlage von 46 Staustufen zu kanalisieren, so daß sie Fahrzeugen von 600 t Tragkraft die erforderliche Wassertiefe von mindestens 2,0 m bietet. Das Gefälle beträgt im ganzen 132,5 m, so daß an jeder Staustufe durch die erforderliche Schleuse ein Gefälle von etwa 3 m zu überwinden sein wird. Es ist angenommen, daß der Wasserverbrauch der Schleusen bei 16000 t Leistungsfähigkeit den Tag und bei 15stündigem Betriebe $^3/_4$ cbm/Sek. beträgt.

3. Verwendung des Wassers der Werra für industrielle Werke.

Das Flußgefälle ist zurzeit an 25 Staustufen mit zusammen 39 Mühlenanlagen längs der ganzen Strecke verteilt ausgenutzt. Besonders zu erwähnen sind die größeren Kaliwerke von Salzungen und Vacha. Das ausgewertete Gefälle beträgt 42,8 m, so daß noch 132,5 — 42,8, rund 90 m in Zukunft durch Kanalisierung der Werra nutzbar gemacht werden können.

Die Wasserführung der Werra, wie im Abschnitt II, Seite 5 näher ausgeführt ist, schwankt bei Meiningen in den Sommermonaten Juli, August und September zwischen 4—5 cbm/Sek. und geht bisweilen auf 2,1 cbm/Sek. hinab.

Infolge dieser geringen Wasserführung wird eine Verwendung von je $^3/_4$ cbm/Sek. an Wassermenge für Zwecke der Schiffahrt (siehe I_2, Seite 1), d. h. zum Schleusen der Schiffe auf der zu kanalisierenden Strecke ohne eine große Schädigung der Werke nicht abgegeben werden können, wenn nicht durch die Anlage von Stauweihern und die Hebung der Kleinwassermenge ein Ausgleich geschaffen würde. Der Bau von Talsperren ist daher für die Kanalisierung der Werra sehr wünschenswert.

Auf der nicht zu kanalisierenden Strecke wird die Vermehrung der Kleinwassermenge ausschließlich den industriellen Werken zugute kommen. Da diese auf

*) Der Entwurf zur Werrakanalisierung von den Kgl. Bauräten Havestadt und Contag-Berlin ist nicht veröffentlicht; ich habe denselben im Verein für Schiffbarmachung der Werra eingesehen.

der ganzen Strecke jetzt im Sommer vielfach unter Wassermangel zu leiden haben und da bei dem hohen Preise der Kohle in Thüringen nur in einem Notfall mit diesem Kraftmittel gerechnet werden darf, ist eine Vermehrung der Kleinwassermenge der Werra für die an ihr befindlichen Wasserkraftwerke von großem Wert.

II. Die hydrologischen Verhältnisse.

1. Die Werra und ihre Nebenflüsse im oberen Gebiet.

a) Die Werra*). (Blatt 2.)

Die Werra entspringt im Thüringer Wald am Zeupelsberg im Heubacher Forst 797 m über N. N., 1,7 km östlich von Fehrenbach und 0,8 km westlich vom Dreiherrnstein.

Der Quellbach stürzt zunächst in nordsüdlicher Richtung mit bedeutendem Gefälle niederwärts, zahlreiche Schluchten bildend, die von bewaldeten Bergen eingefaßt sind. Erst bei Schwarzenbrunn wird das Tal einige 100 Meter breit; hier nimmt die Werra die Saar auf und schlägt dann eine südwestliche Richtung ein. Der Fluß berührt dann die Städte Eisfeld, Hildburghausen, Themar und Meiningen.

Von Meiningen ab wendet sich die Werra in scharfem Knick nach Norden und bleibt auch in ihrem weiteren Laufe nach Norden gerichtet, mit einer leichten Abweichung nach Nordwest. Sie berührt noch die meiningischen Städte Wasungen, Wernshausen und Salzungen und verläßt nach einem Laufe von 116,3 km das Meininger Land, windet sich in vielen Krümmungen an den eisenachschen Orten Vacha, Berka und Kreuzburg vorbei, durchströmt die gothaische Exklave Razza, sodann die preußischen Gebiete Allendorf, Eschwege und Witzenhausen und vereinigt sich bei Hannöverisch-Münden mit der Fulda. Bis Münden beträgt ihre Länge 293,2 km. Hier nimmt sie den Namen Weser an.

Die Wassermenge der Werra bei Meiningen während eines mittleren Jahres schwankt zwischen 4,2 und 30,20 cbm/Sek. und geht bisweilen auf 2,1 cbm/Sek. hinab (siehe Abschnitt II, Seite 5). Das höchst verheerende Hochwasser führt die Werra in öfter wiederkehrenden Zeitabschnitten. Es führte im Juni 1871 die größte Flutwelle bei Meiningen 223 cbm/Sek., im November 1890 daselbst 291 cbm/Sek.**), im Februar 1909 300 cbm/Sek. (siehe Abschnitt V, Seite 33).

b) Die Nebenflüsse der oberen Werra***).

Die hauptsächlichsten Verstärkungen erhält die obere Werra von der rechten Seite, von den quellenreichen Höhen des Thüringer Waldes. Auf der linken Seite fehlen bis zur Einmündung der Jüchse unweit Ritschenhausen größere Zuflüsse. Hier begleitet kein größeres Gebirge ihren Lauf, das ihr seine Gewässer zusenden könnte.

Von den zahlreichen Bächen seien nur die bedeutenderen erwähnt.

1. Vom Thüringer Wald kommen:

Die Saar, die am Forstort Saarburg entspringt und oberhalb Schwarzenbrunn mündet; sie führt bei ihrer Mündung die gleiche Wassermenge wie der Werrabach.

Die Schleuse, die dem Großen Dreiherrnstein 797 m über N. N. entquillt. Sie fließt in nordöstlicher Richtung bis zum Doppelort Unterneubrunn-Ernstthal, schlägt

---

*) Sachsen-Meiningische Landeskunde, 40. Heft, Seite 188—190.
**) Sachsen-Meiningische Landeskunde, 40. Heft, Seite 192.
***) Sachsen-Meiningische Landeskunde, 40. Heft, Seite 201.

dann allmählich eine westliche Richtung ein, berührt die Orte Hütten-Schönau, Lichtenau, Oberrod, Ratscher, Schleusingen, Rappelsdorf, Kloster-Veßra und mündet oberhalb Themar in die Werra. Ihr Niederschlagsgebiet umfaßt 286 qkm, während das der Werra nur 266 qkm beträgt; die Schleuse verdoppelt somit die Wassermenge der Werra.

Ihre wichtigsten Zuflüsse sind die Biber, die am Großen Stein oberhalb Fehrenbach 758 m über N. N. entspringt, einen industriereichen Talgrund durchfließt und bei Lichtenau ihre klaren Fluten in die Schleuse ergießt, ferner die Vesser, Nahe und Erlau, die sich oberhalb Schleusingen vereinigen und gleich darauf in die Schleuse münden.

Die Hasel, die aus zwei Quellfäden südöstlich von Suhl entsteht. Sie durchströmt die Orte Heinrichs, Mäbendorf, Dietzhausen, Wichtshausen, Dillstädt, Rohr, Ellingshausen, Grimmenthal und mündet unterhalb Einhausen in die Werra. Ihr Zuzugsgebiet beträgt bei der Mündung 336 qkm, während das der Werra 648 qkm umfaßt.

Ihre wichtigsten Zuflüsse sind: Die Lauter, die bei Suhl mündet, die Schwarza, die oberhalb der Ortschaft Schwarza das Christeser Wasser, bei Schwarza die von Oberhof kommende Lichtenau aufnimmt und bei Rohr sich mit der Hasel vereinigt.

Die Schmalkalde, deren Oberlauf Kaltewasser genannt wird. Sie berührt die Orte Kleinschmalkalden, Hohleborn, Seligenthal, Schmalkalden und mündet unterhalb Mittelschmalkalden in die Werra, deren Gebiet, das inzwischen auf 1481 qkm angewachsen ist, um 159 qkm vergrößernd.

Das Inselwasser, das dem Inselborn am Südabhang des Inselsberges entquillt, ist der Oberlauf der Truse. Sie durchfließt die Orte Brotterode, Herges-Vogtei, Trusen, Wahles und ergießt sich bei Herrenbreitungen in die Werra.

Die Schweina, die ihren Anfang aus zwei Quellfäden am Höllkopf und Arnsberg nimmt und oberhalb Schweina das Silberbächlein aufnimmt. Sie berührt die Orte Schweina, Marienthal und mündet unterhalb Barchfeld in die Werra.

Die Hörsel, die in unmittelbarer Nähe des Rennsteiges oberhalb Finsterbergen entspringt, die Orte Fröttstädt, Wutha, Eisenach berührt und bei Hörschel in die Werra fließt. Der Oberlauf der Hörsel heißt Leina.

2. Von der Rhön kommen:

Die Jüchse, die am Kesselloch oberhalb Jüchsen ihren Anfang nimmt und bei Ritschenhausen mündet.

Die Katz, die am Fuße der Disburg entspringt und bei Wasungen sich in die Werra ergießt.

Die Rosa, die oberhalb Roßdorf zutage tritt und bei Wernshausen mündet.

Die Felda, die dem Fuße des Ellenbogens oberhalb Reichenhausen entquillt und bei Dorndorf in die Werra fließt.

Außer diesen größeren Zuflüssen gibt es am Oberlauf noch eine ganze Reihe kleinerer Bäche, die der Werra nur eine verhältnismäßig geringe Wassermenge zuführen.

2. Ermittlung der zeitlichen Verteilung der Abflußmengen und der Abflußverhältniszahlen in den Zuzugsgebieten der Werra.

Pegelablesungen und einige Wassermengenmessungen bei Meiningen liegen vor, ferner Abflußmessungen im Saar- und Steinbachgrund. (Siehe Seite 6.) Diese sind benutzt sowie die Formel von Keller im „Zentralblatt für Wasserbau und Wasserwirtschaft“, um die Abflußverhältniszahl zwischen den Niederschlags- und Abflußmengen für die Einzugsgebiete der einzelnen Bäche im Jahresmittel zu bestimmen und für die einzelnen Monate zu schätzen.

Zunächst ist mit den Verhältnissen der Werra bei Meiningen begonnen.

Aus den gegebenen und gemessenen Größen ist das Wasserspiegelgefälle ermittelt und sodann die Wassermengen für die verschiedenen Pegelstände durch Berechnung gefunden.

Blatt 3, Fig. 2, gibt eine Zusammenstellung dieser Ergebnisse.

a) Wasserführung der Werra bei Meiningen.

Es liegen zwar tägliche Pegelbeobachtungen am Pegel der unteren Brücke in Meiningen vor, doch geben diese Ablesungen keinen Aufschluß über die Durchflußmengen mit Ausschluß des Pegelstandes 0,81 m. Bei diesem Wasserstande sind von mir Messungen ausgeführt, dazu dienend, auch die Wasserführung der Werra für beliebige andere Pegelstände zu ermitteln. Es galt zunächst, das Spiegelgefälle durch Berechnung aus der fließenden Wassermenge, wie nachstehend durchgeführt ist, zu finden.

Das Querprofil der Werra an der unteren Brücke in Meiningen ist, wie man auf Blatt 3, Fig. 1, ersieht, regelmäßig gestaltet. Das rechte Ufer wird durch eine Mauer abgeschlossen, die linksseitige Böschung ist gepflastert.

Bei einem Pegelstande von 0,81 m wurde von mir am 18. September 1908 die Querschnittsfläche $F = 11{,}50$ qm und die mittlere Geschwindigkeit $v = 0{,}48$ m/Sek. ermittelt. (Siehe Querprofil der Werra, Blatt 3, Fig. 1.) Die Geschwindigkeit ist mittels Oberflächenschwimmer zu 0,60 m/Sek. gefunden. Als mittlere Geschwindigkeit ist dann der Wert $v = 0{,}80 \cdot 0{,}60 = 0{,}48$ m/Sek. angenommen. (Die mittlere Geschwindigkeit ist etwa 80 % der größten Geschwindigkeit.)

Die sekundliche Wassermenge berechnet sich zu:

$$Q = F \cdot v = 11{,}50 \cdot 0{,}48 = 5{,}52$$

$$Q = 5{,}52 \text{ cbm/Sek.}$$

Weiter wurde bestimmt:

Benetzter Umfang a b (Fig. 1, Blatt 3): $p = 19{,}00$ m

Hydraulischer Radius: $R = \frac{F}{p} = \frac{11{,}50}{19{,}00} = 0{,}6053$

Rauhigkeitsgrad: $\gamma = 1{,}3$

Geschwindigkeitsziffer $c = \frac{87^{*)}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{1{,}3}{\sqrt{0{,}6053}}}$

$$c = 32{,}52.$$

Aus der Formel $v = c\sqrt{R \cdot J}$ ergibt sich das relative Gefälle zu

$$J = \frac{v^2}{c^2 \cdot R} = \frac{0{,}48^2}{32{,}52^2 \cdot 0{,}6053} = 0{,}000391$$

$$J = 0{,}000391.$$

Hernach ist gelegentlich einer von mir am 5. Februar 1909 ausgeführten Geschwindigkeitsmessung bei größtem Hochwasser festgestellt, daß dieses relative Gefälle auch bei Hochwasser besteht. Es ergab die Berechnung dort $J = 0{,}0004$ (siehe Abschnitt V, Seite 32).

Da zudem der Lauf der Werra auf dieser Strecke sehr regelmäßig ist, darf angenommen werden, daß auch zu Zeiten anderer Pegelstände dasselbe Gefälle sich einstellt. In der Folge ist das relative Gefälle J somit als gegeben zu betrachten.

---

*) Siehe: Sonne und Esselborn: „Elemente des Wasserbaues", Seite 77, Formel 29. — Nach Moeller: „Grundriß des Wasserbaues II", Seite 42, ist für $R = 0{,}60$, $c = 37$. Beide Werte c stimmen fast überein.

Unter Anwendung der Formel $v = c\sqrt{RJ}$ wurden nun bei verschiedenen Pegelständen die dazugehörigen fließenden Wassermengen durch Rechnung bestimmt.

Die Ergebnisse sind nachstehend zusammengestellt:

Abflußmengen der Werra an der unteren Brücke zu Meiningen.

Pegel (m)	F (qm)	p (m)	R	J	γ*)	c	v (m/Sek.)	Q (cbm/Sek.)
0,50	6,02	17,40	0,346	0,000391	1,75	22	0,25	1,50
0,70	9,50	18,60	0,510	0,000391	1,75	25,1	0,35	3,32
0,81	11,50	19,00	0,605	0,000391	1,3	32,5	0,48	5,52
1,00	15,04	19,40	0,775	0,000391	1,3	35	0,61	9,17
1,20	18,84	19,90	0,950	0,000391	0,85	46,8	0,902	16,50
1,50	24,60	20,65	1,190	0,000391	0,85	50	1,10	27,00
2,00	34,50	22,00	1,570	0,000391	0,85	52	1,30	45,00

Blatt 3, Fig. 2, stellt im rechtwinkligen Koordinatensystem den Zusammenhang zwischen den Pegelständen und den sekundlichen Durchflußmengen dar. Unter Benutzung dieser Tabellen und der mittleren Pegelstände des achtjährigen Durchschnittes sind die monatlichen sekundlichen Wasserabflußmengen in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle über die berechneten sekundlichen Abflußmengen der Werra bei Meiningen.**)

Monat	Pegel (m)	Wassermenge (cbm/Sek.)
Januar	1,40	23,80
Februar	1,34	21,30
März	1,59	30,20
April	1,52	28,10
Mai	1,17	14,80
Juni	0,93	7,30
Juli	0,82	5,55
August	0,78	4,20
September	0,83	5,60
Oktober	1,05	9,20
November	1,00	9,17
Dezember	1,33	21,20

In den Monaten Juli, August und September hat die Werra bei Meiningen die kleinste Wasserführung. Das Niedrigwasser bedarf während dieser Zeit, in welcher hinsichtlich seiner Wassermenge große Ansprüche an den Fluß gestellt werden, einer bedeutenden Vermehrung aus Sammelbecken. (Blatt 15.)

Die Kleinstwassermengen bei den niedrigsten Wasserständen von 1901—1908:

Zeit	Pegel (m)	Wassermenge (cbm/Sek.)
August 1904, 1905	0,69	3,20
3.—9. September 1904	0,65	2,25
19.—28. September 1904	0,62	2,10
4.—8. Oktober 1904	0,62	2,10

*) Der Rauhigkeitsgrad γ nimmt von 1,75—0,85 ab; denn die Sohle ist rauh, während Böschungen glatt sind. (Siehe Seite 4.)

**) Die Pegelablesungen wurden mir vom Herzoglichen Wasserbauamt Meiningen zur Verfügung gestellt.

In so ausnahmsweise trockenen Jahren könnte trotz Anlage von Talsperren ein Wassermangel in der Werra Anfang Oktober eintreten, da im Mittel der Jahre der Inhalt einiger der hier entworfenen Stauweiher alsdann schon verbraucht ist (vergleiche Blatt 13, Fig. 1 und 2).

b) Niederschlag und Abfluß im oberen Werragebiet.

1. Ermittlung der Abflußverhältniszahl für das Jahresmittel.

Für die Anlagen von Talsperren kommen in erster Linie die Seitentäler der Werra im Thüringer Wald in Frage, zumal da in der oberen Werra selbst keine Stauanlagen möglich sind. Von großer Bedeutung für die Abmessung des Sammelbeckens und für die jährlichen Abflußmengen ist die Verhältniszahl zwischen Niederschlag und Abfluß.

Die meist stark bewaldeten Gebiete des Thüringer Waldes, dessen mittlere jährliche Regenhöhe etwa 1000 mm beträgt, halten das Niederschlagswasser zurück, verhindern auf diese Weise die Hochwassergefahr und verstärken durch langsame Abgabe des zurückgehaltenen Wassers den Niedrigwasserstand. Die Wälder haben jedoch den Nachteil, daß nach lange anhaltender Trockenheit der eintretende Regen vollständig aufgesaugt wird, wodurch der nun am Ende der Trockenperiode noch niedrige Wasserstand der Bäche erst nach geraumer Zeit wieder vermehrt wird. (Angaben über die Regenhöhen sind veröffentlicht vom Kgl. Preuß. meteorologischen Institut: „Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen" 1901—1908. Außerdem wurden mir auch die neueren, noch nicht veröffentlichten Ergebnisse zur Verfügung gestellt.)

Die Landesanstalt für Gewässerkunde in Berlin hat im südlichen Teile des Thüringer Waldes für den Steinbach in Neumannsgrund und Steinheid und für die Saar im Saargrund und Siegmundsburg durch selbstaufzeichnende Pegel das Abflußverhältnis vom 1. August 1907 bis 1. August 1908 bestimmt. Für den Steinbach, dessen Niederschlagsgebiet an der Meßstelle 4,510 qkm beträgt, war das Ergebnis folgendes:

Tabelle für Niederschlag und Abfluß des Steinbachs.*)
(Zuzugsgebiet höchster Lage.)

Monat	Niederschlag		Abfluß		Abfluß-verhältnis in %
	mm	cbm	mm	cbm	
Januar	83,6	377 036	39	175 714	47 %
Februar	176,8	797 368	51	229 814	29 %
März	103,4	466 334	73,1	329 905	70 %
April	103,9	468 589	220,4	994 120	212 %
Mai	123,1	555 181	182,3	822 265	148 %
Juni	54,7	246 897	35,5	159 962	65 %
Juli	117,6	530 376	20,1	90 559	17 %
August	42,9	193 474	17,4	78 487	40 %
September	34,5	155 595	10,5	47 191	30 %
Oktober	59,1	266 541	11,1	50 016	19 %
November	80,4	362 604	14,5	65 538	18 %
Dezember	146,0	658 430	131,2	591 775	89 %
Insgesamt	1126,0	5 078 260	806,1	3 635 351	71,6 %

Weiterhin wird mit 71,6 % gerechnet, da genauere Grundlagen fehlen.

Die vorliegenden Ergebnisse dürfen nicht verallgemeinert und als Ausdruck der durchschnittlichen Abflußverhältnisse des betreffenden Gebietes angesehen werden. Noch viel weniger erscheint es zulässig, das Verhältnis von Niederschlag und Abfluß für die einzelnen vorliegenden Monate zu übertragen. Denn unter anderen Witterungs- und besonders Schneeverhältnissen wird das Abflußverhältnis für

*) Mir persönlich gemachte Mitteilungen des Bureaus für Gewässerkunde, Berlin.

manche Monate ganz anders sein. Erst auf Grund langjähriger Beobachtungen wird sich ein durchschnittliches Verhalten der einzelnen Monate hinsichtlich ihres Abflußfaktores bestimmen lassen.

Aus diesem Grunde ist in der Folge aus obiger Tabelle nur die Verhältniszahl 71,6 %, für das Jahresmittel geltend, verwendet. Die Verteilung über die einzelnen Monate erfolgte nach Schätzung (siehe Seite 9), da Grundlagen über die mittlere Verteilung nach Monaten für das Gebiet des Thüringer Waldes fehlen.

Von der durch Messung bekannten Abfluß-Verhältniszahl des kleinen Niederschlagsgebietes des Steinbachs, das nur das oberste Quellgebiet umfaßt und ein außerordentlich großes Gefälle hat, ist auf die Abflußziffer der größeren und in tieferer Lage hinabreichenden Abflußgebiete der Schleuse, Biber, Vesser, Hasel und des Kaltewassers unter Verwendung der Kellerschen Formel geschlossen.

Mit einer Zunahme der Größe der Gebiete und einer Abnahme ihres durchschnittlichen Gefälles wird der Abflußfaktor sinken. Umgekehrt zeigte daher das kleine Saargebiet von 2,180 qkm Größe in dem gleichen Jahre, in welchem für den Steinbach die Verhältniszahl 71,6 % durch Messung bestimmt wurde, dementsprechend die größere Abflußverhältniszahl 75,3 %.

Wie nun die Abflußverhältniszahlen der anderen Sammelgebiete im Jahresmittel zu denen größerer Niederschlagsgebiete, die für die projektierten Stauweiher der Schleuse, Biber, Vesser, Hasel und des Kaltewassers in Betracht kommen, sich verhalten, wurde für den Zweck dieser generellen Untersuchung auf folgende Weise bestimmt.

Im Zentralblatt für Wasserbau- und Wasserwirtschaft, 1908, Heft 32, Seite 501, wurden vom Oberbaurat Keller zwei Formeln für das Verhältnis zwischen Niederschlag und Abfluß aufgestellt, welche für die in die Ost- und Nordsee einmündenden Ströme: Memel, Pregel, Weichsel, Oder, Elbe, Weser und Ems, sowie für einen beträchtlichen Teil des Rhein- und Donaugebiets gelten. Es wird dann vom Autor weiter geschlossen, daß die Einbeziehung der in jener Bearbeitung noch nicht berücksichtigten Flußgebiete voraussichtlich am Ergebnis der Formeln wenig ändern würde und daß man daher die Untersuchung als gültig für ganz Mitteleuropa (Deutschland, Westrußland, Oesterreich und Schweiz bis zum Kamme der Hauptkette der Alpen) ansehen kann.

Die erste Formel von Keller für mittlere Niederschlagshöhen lautet:

$$y = 0{,}942\,x - 405 \text{ (mm)}.$$

Hierin ist:

x die Niederschlagshöhe,
y die Abflußhöhe.

Die Regenhöhe muß größer als 500 mm sein. Die mittlere Abflußhöhe nimmt mit der wachsenden Jahresniederschlagshöhe in starkem Maße zu. Zum Beispiel:

x = 600 mm y = 160 mm; 26,6 % des Niederschlags gelangt zum Abfluß
x = 900 mm y = 443 mm; 50 % des Niederschlags gelangt zum Abfluß.

Je höher die Einzugsgebiete der Quellbäche liegen, desto bedeutender sind die Niederschläge; das steile Gefälle begünstigt den großen Abflußfaktor.

Diese Formel ist für die Flußgebiete tieferer Lage, der Hasel mit Schwarza und Christes benutzt, während für die höher gelegenen Gebiete der Schleuse, Biber, Vesser und des Kaltewassers eine zweite von Keller gegebene Formel mit verwendet ist. (Siehe Seite 8.)

Anwendung der ersten Formel von Keller.

Für die im Unterlaufe der Bäche befindlichen Sammelbecken der Hasel, Schönau und Christes, deren Einzugsgebiete 328, 74, 23 qkm betragen, wurde mit Rücksicht auf das geringere Gefälle die einen geringeren Abflußfaktor ergebende erste Formel verwendet.

Tabelle für die Gebiete tieferer Lage.

Bach	Regenhöhe (mm)	Abflußverhältniszahl nach $y = 0{,}942\,x - 405$	Gewählt wurde als Abflußverhältniszahl
Hasel	940	51,6 %	52 %
Schönau	960	55,3 %	55 %
Christes	960	55,3 %	55 %

Wendet man die erste Formel für das 4,51 qkm große Steinbachgebiet an, dessen Regenhöhe vom 1. August 1907 bis 1. August 1908 1126 mm betragen hat, so findet man die Abflußhöhe zu

$$y = 0{,}942 \cdot 1126 - 405 = 656 \text{ mm}$$

und die Abflußverhältniszahl zu $\frac{656 \cdot 100}{1126} = 58{,}3\ \%$, während nach den wirklichen Beobachtungen am Meßwehre des Steinbachs der Abflußfaktor 71,6 % ist.

Hier ergibt die zweite Formel von Keller besser die Uebereinstimmung mit den wirklich vorhandenen Verhältnissen.

Anwendung der zweiten Formel von Keller.

Die zweite Formel lautet:

$$y = x - 350.$$

Für das Steinbachgebiet berechnet sich die Abflußhöhe nach dieser Formel zu

$$y = 1126 - 350 = 776 \text{ mm}$$

und die Abflußverhältniszahl zu $\frac{776 \cdot 100}{1126} = 70\ \%$.

Für den Steinbach ist nun zwar die gemessene Zahl 71,6 % benutzt; es ist aber durch diesen Vergleich der Ergebnisse von Formel 2 mit den Meßergebnissen dargetan, daß für die Bachgebiete mittlerer Höhenlage des Thüringer Waldes die Abflußzahlen zwischen den Ergebnissen der Formeln 1 und 2 liegen müssen, so daß für diese Gebiete ein Mittelwert aus den einzelnen Ergebnissen der beiden Formeln gewählt werden konnte.

Unter Zugrundelegung der beiden Formeln wurden somit die Abflußhöhen aus den Bachgebieten mittlerer Höhenlage berechnet, indem als Abflußverhältniszahl abgerundet das arithmetische Mittel aus den beiden Resultaten für das höchste und niedrigste gewählt worden ist.

Tabelle für die Gebiete mittlerer Lage.

Bach	Regenhöhe (mm)	Abflußverhältniszahl nach Formel 1 $y = 0{,}942\,x - 405$	Abflußverhältniszahl nach Formel 2 $y = x - 350$	Gewählt wurde als Abflußverhältniszahl
Schleuse Biber Vesser	1000	53,7 %	65 %	61 % (siehe Blatt 4) 60,5 % („ „ 5)
Kaltewasser	1046	55,5 %	66,5 %	60 % („ „ 6)

2. Schätzung der mittleren Abflußverhältniszahlen für die einzelnen Monate für die Schleuse, Vesser und das Kaltewasser*).

An grundlegendem Material besteht Mangel. Für ein einzelnes Meßjahr bietet die Tabelle Seite 6 einen Anhalt. In Jahren mit anderen Witterungsverhältnissen werden sich die Zahlen aber anders gestalten.

*) Für die Hasel ist diese Schätzung unterlassen. Es ist unmittelbar die Abflußmenge für die Flächeneinheit das Quadratkilometer gebildet und dies zwar als Mittelwert aus den bezüglichen Zahlen der Werra bei Meiningen und der Schleuse oberhalb Unterneubrunn, da obiges Bachgebiet eine mittlere Lage zwischen diesen beiden Flußgebieten besitzt. (Siehe Seite 17.)
Für die Biber (siehe Seite 20).

a) Schätzung der monatlichen Abflußverhältniszahlen für die Schleuse, Vesser und das Kaltewasser.

Die Abflußverhältniszahlen für die einzelnen Monate sind aus den Meßergebnissen vom Steinbach vom 1. August 1907 bis 1. August 1908 abgeleitet und in einer Tabelle Seite 6 zusammengestellt. Die in diesem Abschnitt gemachten Annahmen lassen sich nicht genau begründen. Für den Fall der Projektierung müßten eingehende Untersuchungen gemacht werden.

Es erschien mir aber das damals in dem einen Jahre gefundene Verhältnis von 47 % für den Januar als Mittelwert zu hoch, da in diesem Monate in den oberen Lagen vielfach Frost vorherrscht. Hier sind für das Mittel 35 % angenommen.

Der Februar ist meist noch etwas kälter als der Januar. Hier ist dem im Meßjahr gefundenen Wert 29 % etwa entsprechend 30 % gewählt. Für Januar und Februar sind dieselben Werte für die oben genannten drei Bäche benutzt, für die Talsperren entworfen sind.

Der März zeigt 70 % Abfluß. Diese Zahl ist für das Mittel des Steinbachs beibehalten, für die andern oben bezeichneten Bäche ist aber 80 % angenommen, da deren Gebiete niedriger liegen und in ihnen die Schneeschmelze etwas früher beginnt.

Der April zeigt am Steinbach 212 %. Hier sind 200 % in den Talsperrengebieten gewählt.

Der Mai bietet im Steinbach 148 %, in den Talsperrengebieten ist mit 109 % gerechnet, da die Schneeschmelze bereits in diesen niedrigeren Gebieten gegenüber dem Steinbach bereits im Abnehmen begriffen ist.

Für den Juni ist die Abflußziffer 65 % des Steinbachs auch für die bezeichneten Talsperrengebiete beibehalten.

Im Juli zeigte der Steinbach 17 % Abfluß, hier sind für die etwas größeren Talsperrengebiete 20 % eingefügt.

Der August ist mit 18 % eingesetzt. Die Zahl 40 % vom Meßjahr am Steinbach erscheint zu groß.

Die ersten Herbstmonate lassen aus dem Meßjahr keinen Aufschluß auf die Größe des mittleren Monatswertes der Abflußzahl zu, da im Meßjahr große Trockenheit herrschte. Hier ist in den Talsperrengebieten mit einer allmählichen Zunahme der Abflußziffer bis auf den Meistwert gerechnet, welcher mit 89 % im Steinbach im Dezember eintritt und hier mit 85 % in Ansatz gebracht ist.

Somit ergibt sich folgende Uebersicht:

Tabelle über die monatlichen Werte der Abflußverhältniszahl für den Steinbach und zwar für das eine Meßjahr vom 1. August 1907 bis 1. August 1908 und für die Talsperrengebiete der Schleuse, Vesser und des Kaltewassers im Mittel einer Reihe von Jahren.

Monat	Abflußverhältniszahlen des Steinbachs im Meßjahre 1. August 1907 bis 1. August 1908 in %	Abflußverhältniszahlen der Talsperrengebiete der Schleuse, Vesser und des Kaltewassers im Mittel einer Reihe von Jahren als angenommene Werte in %
Januar	47	35
Februar	29	30
März	70	80
April	212	200
Mai	148	109
Juni	65	65
Juli	17	20
August	40	18
September	30	25
Oktober	19	30
November	18	45
Dezember	89	85

β) Versuch, die monatlichen Werte der Abflußverhältniszahlen aus der „Gewässerkunde", 1. Bd. des Handbuchs der Ing.-Wissensch. zu gewinnen.

Es ist auch versucht worden, aus der „Gewässerkunde", 1. Band des Handbuchs der Ingenieur-Wissenschaften, 4. Auflage, 3. Teil: „Der Wasserbau" auf Seite 273, einen Anhalt über die monatlichen Werte der Abflußverhältniszahlen zu gewinnen. Dort ist die Verteilung von Abfluß und Niederschlag für die obere Weser nach Monaten geordnet in Abb. 114 dargestellt. Dabei ist der ganze Niederschlag und der ganze Abfluß eines Jahres jeweils der Einheit gleichgesetzt. Da nun aber das Verhältnis der Abfluß- zur Niederschlagshöhe für solche Flußläufe nur etwa 40 % beträgt (siehe die nachfolgende Berechnung), ist das in jener Tabelle dargestellte Verhältnis zwischen Abfluß und Niederschlag noch mit 0,40 zu multiplizieren, um daraus die Abflußverhältnisziffer zu gewinnen.

Es ist nach Keller, Formel 1:

$$y = 0{,}942 \cdot x - 405 \qquad x = 750$$
$$y = 0{,}942 \cdot 750 - 405$$
$$y = 706 - 405$$
$$y = 301$$
$$\text{und } \frac{y}{x} = \frac{301}{750} \cdot 100 = 40\ \%.$$

Dieser Wert ist wie folgt benutzt. Es ist z. B. im Januar das Verhältnis von Abfluß zu Niederschlag in der erwähnten Tafel $\frac{10{,}1}{5{,}5} = 200\ \%$. Da nun aber das Verhältnis der Einheiten von Abfluß und Niederschlag hier, wie soeben ermittelt, 40 % ist, findet sich aus 200 und 40 % als Abflußverhältniszahl $200\ \% \cdot 0{,}40 = 80\ \%$. Dieselbe Rechnung ist für die Talsperrengebiete durchgeführt, nur mußte dem andern Verhältnis von Abfluß- zur Niederschlagshöhe entsprechend statt mit 0,4 hier mit 0,6 multipliziert werden.

Tabelle über die monatlichen Werte der Abflußverhältniszahl für die obere Weser und der Versuch ihrer Auswertung für die Talsperrengebiete der Schlenke, Vesser und des Kaltewassers.

Monat	Abflußverhältniszahl			
	für die obere Weser		für die Talsperrengebiete der Schlenke, Vesser und des Kaltewassers	
	Einheit a	multipliziert mit 0,40 b	multipliz. mit 0,60 c	gewählt d
Januar	$\frac{10{,}1}{5{,}5} = 200\ \%$	80 %	120 %	35 %
Februar	$\frac{13{,}4}{5{,}5} = 244$ „	97,6 „	146,4 „	30 „
März	$\frac{15{,}8}{6{,}8} = 232$ „	92,8 „	139,2 „	80 „
April	$\frac{12}{6} = 200$ „	80 „	120 „	200 „
Mai	$\frac{8{,}4}{9{,}3} = 90$ „	36 „	54 „	109 „
Juni	$\frac{6}{12} = 50$ „	20 „	30 „	65 „
Juli	$\frac{5{,}3}{13{,}2} = 40$ „	16 „	24 „	20 „
August	$\frac{4{,}8}{12} = 40$ „	16 „	24 „	18 „

Monat	Abflußverhältniszahl für die obere Weser: Einheit a	Abflußverhältniszahl für die obere Weser: multipliziert mit 0,40 b	Abflußverhältniszahl für die Talsperrengebiete der Schleuse, Besser und des Kaltewassers: multipliz. mit 0,60 c	Abflußverhältniszahl für die Talsperrengebiete der Schleuse, Besser und des Kaltewassers: gewählt d
September	$\frac{4,2}{7} = 60\,\%$	24 %	36 %	25 %
Oktober	$\frac{5,5}{8,3} = 66$ „	26,4 „	39,6 „	30 „
November	$\frac{6,5}{7,1} = 92$ „	36,8 „	55,2 „	45 „
Dezember	$\frac{8,3}{7,1} = 117$ „	46,8 „	70,2 „	85 „

Die so gefundenen Werte der Spalte c konnten aber nicht Verwendung finden, da sie für die Talsperrengebiete der Wirklichkeit nicht entsprechen. Hier tritt die Schneeschmelze selten ein, während die obere Weser dann infolge Schneeschmelze unterer Gebiete viel Wasser führt. Im Talsperrengebiet verschiebt sich die hohe Abflußverhältniszahl, welche an der oberen Weser schon im Januar bis März eintritt, auf die Monate April und Mai. Für die übrigen Monate entsprechen die aus der oberen Weser vorne abgeleiteten Werte der Abflußverhältniszahl den für die bezeichneten Talsperrengebiete gewählten Werten etwas mehr.

III. In Vorschlag zu bringende Talsperren-Anlagen im Zuzugsgebiet der oberen Werra.

(Blatt 2.)

Für die Anlage von Talsperren im Niederschlagsgebiet der oberen Werra erweist sich eine ganze Reihe von Tälern sowohl in geologischer als in technischer Hinsicht als günstig.

Man kann je nach dem Füllungsgrade der Sperren zwei Fälle unterscheiden:

1. Stauweiher, die einen Ausgleich für das ganze Jahr ermöglichen; der Fassungsraum steht im richtigen Verhältnis zum jährlichen Abfluß: (0,33 bis 0,4) : 1.

2. Stauweiher, die in den wasserreichen Monaten des Winters und Frühjahrs gefüllt und in den trockenen Monaten Juli, August und September entleert werden. Der Grund der fast vollständigen Entleerung bis zum Herbst besteht darin, daß der Inhalt dieser Becken im Vergleich zu den Wassermengen, die alljährlich zu Tal geführt werden, zu klein ist, um eine gleichmäßige Wasserabgabe während eines Jahres zu gestatten. Die Stauhöhe dieser Becken kann nicht vergrößert werden, da sie durch die Lage von Ortschaften bedingt ist und zwar

an der Hasel durch den Ort Rohr,
„ „ Schönau „ „ „ Viernau,
„ „ Biber „ „ „ Einsiedel.

Das Abschlußwerk der Christes ist als Erddamm geplant; die Stauhöhe beträgt 20 m. Eine größere Höhe ist wohl bei einem Erddamm trotz des dichtenden Kerns nicht möglich. Es verbleibt in diesem Becken nur so viel Wasser, als für die Fischzucht erforderlich ist. Diese geringe Menge ist hier nicht weiter berücksichtigt.

1. Stauweiher, welche hinsichtlich der Wasserführung einen Ausgleich für das ganze Jahr ergeben.

a) Der Bach Schleuse. (Blatt 7.)

Eine für die Anlage der Sperrmauer besonders geeignete Stelle befindet sich etwa 170 m unterhalb des Zusammenflusses der Schleuse und der Tann an der Tannenmühle, 485 m über N. N., dem Vereinigungspunkt beider Täler. Die aus Wiesen bestehende Talsohle hat an der Sperrstelle eine Breite von 40 m, die bewaldeten Hänge haben eine Steigung von 30 °. Bei einer Stauhöhe von 38 m erstreckt sich der Rückstau im Schleusegrund, der unter 1,5 % ansteigt, auf eine Länge von 2,56 km, während der unter 2,2 % ansteigende Tannengrund eine Stauweite von 1,55 km ergibt. Die überstaute Fläche beträgt etwa 440 000 qm, der Fassungsraum des Beckens annähernd 6 000 000 cbm.*)

Das dicht bewaldete Niederschlagsgebiet hat eine Größe von 30,19 qkm, die mittlere jährliche Regenhöhe im achtjährigen Durchschnitt von 1901—1908 beträgt nach den Ergebnissen der Regenmeßstationen von Unterneubrunn und Neustadt am Rennsteig 1000 mm, so daß sich die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen zu 30,19 · 1000000 qm · 1 (m) = 30 190 000 cbm und die mittleren jährlichen Abflußmengen bei einem Abflußfaktor 61 % (siehe Seite 8) zu 0,61 · 30 190 000 = 18 415 900 cbm ergeben.

Die gleichmäßige sekundliche Wasserabgabe während eines Jahres beträgt

$$\frac{18\,415\,900}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}592 \text{ cbm/Sek.}$$

und die mittlere monatliche Abflußmenge

$$A = \frac{18\,415\,900}{12} = 1\,534\,660 \text{ cbm.}$$

Die Zuflußmengen Z in den einzelnen Monaten sind ermittelt aus dem Niederschlagsgebiet in qm × der Abflußhöhe in m des betreffenden Monats (Blatt 4). Z. B. für Monat März sind die Zuflußmengen:

$$30{,}19 \cdot 1\,000\,000 \text{ qm} \times 0{,}073 \text{ m} = 2\,203\,870 \text{ cbm.}$$

30,19 qkm ist das Niederschlagsgebiet der oberen Schleuse.

In der folgenden Tabelle sind die Zuflußmengen Z für die übrigen Monate bestimmt.

Tabelle für die Ermittlung der mittleren Zuflußmengen Z in den einzelnen Monaten an der oberen Schleuse. (Blatt 4.)

Monat	Ableitung der Zuflußmengen Z	Zuflußmengen Z in cbm
März	30,19 · 1000000 qm · 0,073 m	2 203 870
April	30,19 · 1000000 „ · 0,123 „	3 713 370
Mai	30,19 · 1000000 „ · 0,096 „	2 898 240
Juni	30,19 · 1000000 „ · 0,048 „	1 449 120
Juli	30,19 · 1000000 „ · 0,016 „	483 040
August	30,19 · 1000000 „ · 0,015 „	452 850
September	30,19 · 1000000 „ · 0,023 „	694 370
Oktober	30,19 · 1000000 „ · 0,031 „	935 890
November	30,19 · 1000000 „ · 0,039 „	1 177 410
Dezember	30,19 · 1000000 „ · 0,085 „	2 566 150
Januar	30,19 · 1000000 „ · 0,032 „	966 080
Februar	30,19 · 1000000 „ · 0,027 „	875 510
Summa	30,19 · 1000000 qm · 0,610 m	18 415 900

*) Der Stauinhalt wurde berechnet aus dem arithmetischen Mittel zweier Querprofile, die als Trapeze aufgefaßt sind, multipliziert mit der mittleren Entfernung derselben, diese gemessen in der Talinie.

Unter Zugrundelegung des mittleren monatlichen Abflusses A = 1534660 cbm und der soeben ermittelten monatlichen Zuflußmengen Z wurde der Ueberschuß und der Fehlbetrag der einzelnen Monate bestimmt und daraus die Beckeninhalte in denselben, wie folgt, abgeleitet.

Tabelle zur Bestimmung des Ueberschusses und des Fehlbetrages der einzelnen Monate und der Beckeninhalte in denselben.

(Blatt 8, Fig. 1, und Blatt 4.)

Monat	Zufluß (cbm) Z	Ueberschuß (cbm) Z—A	Fehlbetrag (cbm) A—Z	Beckeninhalt am Ende des Monats (Algebr.-Summe) (cbm)
März	2 203 870	669 210	—	669 210
April	3 713 370	2 178 710	—	2 847 920
Mai	2 898 240	1 363 580	—	4 211 500
Juni	1 449 120	—	85 540	4 125 960
Juli	483 040	—	1 051 620	3 074 340
August	452 850	—	1 081 810	1 992 530
September	694 370	—	840 290	1 152 240
Oktober	935 890	—	598 770	553 470
November	1 177 410	—	357 250	196 220
Dezember	2 566 150	1 031 490	—	1 227 700
Januar	966 080	—	568 580	659 130
Februar	875 510	—	659 150	0
Insgesamt	18 415 900	rd. 5 243 000	rd. 5 243 000	—

Die Füllung des Beckens beginnt in einem mittleren Jahre Anfang März; die größte Füllmenge von 4211500 cbm wird Ende Mai erreicht. Nachdem in den trocknen Monaten Juni bis November eine gleichmäßige Wasserabgabe erfolgt ist, beträgt der Beckeninhalt Ende November noch 196220 cbm, die durch die reichlichen Zuflüsse bis Ende Dezember auf 1277700 cbm gesteigert werden. Diese Wassermassen werden zur Deckung des Mangels im Januar und Februar wieder abgegeben.

Da der Beckeninhalt zu 6000000 cbm gewählt ist und nur 4211500 cbm in einer Folge im Mittel verbraucht werden, ergibt sich auch noch Ende Juni ein Hochwasserschutzraum von 6000000 — 4211500 = 1788500 cbm.

b) Der Bach Vesser. (Blatt 9.)

Etwa 2,5 km oberhalb Breitenbach schnürt sich der Vessergrund bis auf eine Breite von 40 m zusammen. Die Stelle liegt 450 m über N. N. Bei einem Längsgefälle von 2,2 %, einer Stauhöhe von 35 m, einer Stauweite von 1600 m und einer Wasserspiegelfläche von 244000 qm lassen sich infolge des sich nach oben stark erweiternden Tales 3680000 cbm ansammeln.

Das stark bewaldete Niederschlagsgebiet von 14,185 qkm läßt bei einer mittleren jährlichen Regenhöhe von 1000 mm von den 14,185 · 1000000 · 1 = 14185800 cbm niederfallenden Regenmengen 60,5 % (s. Seite 8), also 0,605 · 14185800 = 8520000 cbm abströmen, so daß die mittlere sekundliche Wassermenge bei einem Ausgleich während des Jahres

$$\frac{8\,520\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}272 \text{ cbm/Sek.}$$

und die mittlere monatliche Abflußmenge

$$A = \frac{8\,520\,000}{12} = 710\,000 \text{ cbm beträgt.}$$

Die Zuflußmengen Z in den einzelnen Monaten sind ermittelt aus dem Niederschlagsgebiet in qm × der Abflußhöhe in m des betreffenden Monats (siehe Blatt 5). Zum Beispiel für Monat März sind die Zuflußmengen:

$$14{,}185 \cdot 1\,000\,000 \text{ qm} \times 0{,}077 \text{ m} = 1\,093\,400 \text{ cbm}.$$

In der folgenden Tabelle sind die Zuflußmengen für die übrigen Monate bestimmt.

Tabelle für die Ermittelung der mittleren Zuflußmengen Z in den einzelnen Monaten an der Vesser. (Blatt 5.)

Monat	Ableitung der Zuflußmengen Z	Zuflußmengen Z in cbm
März	14,185 · 1 000 000 qm · 0,077 m	1 093 400
April	14,185 · 1 000 000 „ · 0,130 „	1 846 000
Mai	14,185 · 1 000 000 „ · 0,107 „	1 519 400
Juni	14,185 · 1 000 000 „ · 0,048 „	682 000
Juli	14,185 · 1 000 000 „ · 0,018 „	255 000
August	14,185 · 1 000 000 „ · 0,015 „	213 000
September	14,185 · 1 000 000 „ · 0,019 „	269 800
Oktober	14,185 · 1 000 000 „ · 0,028 „	397 600
November	14,185 · 1 000 000 „ · 0,033 „	468 600
Dezember	14,185 · 1 000 000 „ · 0,064 „	979 800
Januar	14,185 · 1 000 000 „ · 0,034 „	482 800
Februar	14,185 · 1 000 000 „ · 0,027 „	383 400
Summa	14,185 · 1 000 000 qm · 0,605 m	8 520 000

Unter Zugrundelegung des mittleren monatlichen Abflusses A = 710 000 cbm und der soeben ermittelten monatlichen Zuflußmengen Z wurde der Ueberschuß und der Fehlbetrag der einzelnen Monate bestimmt und daraus die Beckeninhalte in denselben, wie folgt, abgeleitet.

Tabelle zur Bestimmung des Ueberschusses und des Fehlbetrages der einzelnen Monate und der Beckeninhalte in denselben.
(Blatt 8, Figur 2 und Blatt 5.)

Monat	Zufluß (cbm) Z	Ueberschuß (cbm) Z—A	Fehlbetrag (cbm) A—Z	Beckeninhalt am Ende des Monats (Algebr.-Summe) (cbm)
März	1 093 400	383 000	—	383 000
April	1 846 000	1 136 000	—	1 519 000
Mai	1 519 400	809 400	—	2 328 400
Juni	682 000	—	28 000	2 300 400
Juli	255 600	—	454 400	1 846 000
August	213 000	—	497 000	1 349 000
September	269 800	—	440 200	908 800
Oktober	397 600	—	312 400	596 400
November	468 600	—	241 400	355 000
Dezember	979 800	198 800	—	553 800
Januar	482 800	—	227 200	326 600
Februar	383 400	—	326 600	0
Insgesamt	8 520 000	2 527 200	2 527 200	—

Der Stauweiher nimmt zunächst den Ueberschuß der Monate März, April und Mai auf, so daß er Ende Mai 2 328 400 cbm zurückhält. Durch die großen Ansprüche, welche die trockenen Monate Juni bis November an das Becken stellen, sinkt die Füllmenge bis Ende November auf 355 000 cbm, um bis Ende Dezember durch die zahlreichen Niederschläge wieder auf 553 800 cbm zu steigen, die wieder im Januar und Februar zum Abfluß gelangen.

Der Fassungsraum des Beckens beträgt 3 680 000 cbm; da während eines mittleren Jahres die größte Füllmenge 2 328 400 cbm beträgt, so ergibt sich noch Ende Juni ein Hochwasserschutzraum von

$$3\,680\,000 - 2\,328\,400 = 1\,351\,600 \text{ cbm.}$$

c) Der Bach Kaltewasser. (Blatt 10.)

Ungefähr 3 km oberhalb Kleinschmalkalden verengt sich das Tal bis zu 50 m Sohlenbreite. Die Stelle liegt 450 m über N. N. Bei einem Längsgefälle von 2,65 %, einer Stauhöhe von 35 m, einer Stauweite von 1360 m und einer Wasserspiegelfläche von 280 000 qm lassen sich infolge der starken Verbreiterung des Tales, an das sich zwei überstaute Seitentäler anschließen, ungefähr 3 620 000 cbm hinter der Mauer zurückhalten.

Das dicht bewaldete Niederschlagsgebiet, das eine Größe von 13 qkm hat, läßt bei einer mittleren jährlichen Regenhöhe von 1046 mm von den $13 \cdot 1\,000\,000 \cdot 1{,}046 = 13\,598\,000$ cbm Niederschlagsmengen etwa 60 % (siehe Seite 8) abfließen, also $0{,}60 \cdot 13\,598\,000 = 8\,151\,000$ cbm, so daß die mittlere sekundliche Wassermenge bei einem Ausgleich während des Jahres

$$\frac{8\,151\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}262 \text{ cbm/Sek.}$$

und die mittleren monatlichen Abflußmengen

$$A = \frac{8\,151\,000}{12} = 679\,250 \text{ cbm betragen.}$$

Die Zuflußmengen Z in den einzelnen Monaten sind ermittelt aus dem Niederschlagsgebiet in qm × der Abflußhöhe in m des betreffenden Monats (siehe Blatt 6). Zum Beispiel für Monat März sind die Zuflußmengen Z:

$$13 \cdot 1\,000\,000 \text{ qm} \times 0{,}085 \text{ m} = 1\,105\,000 \text{ cbm.}$$

In der folgenden Tabelle sind die Zuflußmengen Z für die übrigen Monate bestimmt.

Tabelle für die Ermittelung der mittleren Zuflußmengen Z in den einzelnen Monaten am Kaltewasser. (Blatt 6.)

Monat	Ableitung der Zuflußmengen Z	Zuflußmengen Z in cbm
März	13 · 1000000 qm · 0,085 m	1 105 000
April	13 · 1000000 „ · 0,128 „	1 664 000
Mai	13 · 1000000 „ · 0,100 „	1 300 000
Juni	13 · 1000000 „ · 0,059 „	767 000
Juli	13 · 1000000 „ · 0,017 „	221 000
August	13 · 1000000 „ · 0,014 „	182 000
September	13 · 1000000 „ · 0,023 „	299 000
Oktober	13 · 1000000 „ · 0,027 „	351 000
November	13 · 1000000 „ · 0,041 „	533 000
Dezember	13 · 1000000 „ · 0,075 „	975 000
Januar	13 · 1000000 „ · 0,028 „	364 000
Februar	13 · 1000000 „ · 0,030 „	390 000
Summa	13 · 1000000 qm · 0,627 m	8 151 000

Unter Zugrundelegung des mittleren monatlichen Abflusses A = 679 250 cbm und der soeben ermittelten monatlichen Zuflußmengen Z wurde der Ueberschuß und der Fehlbetrag der einzelnen Monate bestimmt und daraus die Beckeninhalte in denselben, wie folgt, abgeleitet.

Tabelle zur Bestimmung des Ueberschusses und des Fehlbetrages der einzelnen Monate und der Beckeninhalte in denselben.
(Blatt 8, Figur 3 und Blatt 6.)

Monat	Zuflußmenge (cbm) Z	Ueberschuß (cbm) Z—A	Fehlbetrag (cbm) A—Z	Beckeninhalt am Ende des Monats (Algebr.-Summe) (cbm)
März	1 105 000	425 750	—	425 750
April	1 664 000	984 750	—	1 410 500
Mai	1 300 000	620 750	—	2 031 250
Juni	767 000	87 750	—	2 119 000
Juli	221 000	—	458 250	1 660 750
August	182 000	—	497 250	1 163 500
September	299 000	—	380 250	780 250
Oktober	351 000	—	328 250	452 000
November	533 000	—	146 250	308 750
Dezember	975 000	295 750	—	604 500
Januar	364 000	—	315 250	289 250
Februar	390 000	—	289 250	0
Insgesamt	8 151 000	2 414 750	2 414 750	—

Nachdem das Becken die reichlichen Wassermengen der Monate März, April, Mai und Juni aufgenommen hat, hat es seinen größten Inhalt von 2 119 000 cbm während eines mittleren Jahres Ende Mai erreicht. Diese aufgespeicherten Massen gehen durch eine regelmäßige Wasserabgabe in den Monaten Juli, August bis November auf 308 750 cbm bis Ende November zurück. Einen Zuwachs bis zu 604 500 cbm erhält das Becken im Dezember, die im Januar und Februar wieder abgegeben werden. Da der Stauweiher 3 620 000 cbm faßt und der höchst erreichte Wasserstand während eines normalen Jahres nur 2 119 000 cbm beträgt, so steht für die Zurückhaltung von Hochwasser ein Raum von 3 620 000 — 2 119 000 = 1 501 000 cbm zur Verfügung.

2. Stauweiher, welche keinen vollen Ausgleich gestatten und etwa Anfang Oktober entleert sind.

(Siehe Seite 11.)

a) Die Stauweiher im Sammelgebiet der Hasel.

Die Bäche:

α) **Der Bach Hasel** (Blatt 11).

Das im Unterlauf der Hasel vorgesehene Staubecken, etwa 200 m oberhalb Ellingshausen, 330 m über N. N., gestattet infolge des geringen Längsgefälles von 0,36 % und der sich bis zu 800 m erweiternden Talsohle bei der unbeträchtlichen Stauhöhe von 11 m, der Stauweite von 3 km und der überstauten Fläche von 1 780 000 qm einen Fassungsraum von 9 800 000 cbm.

Von dem 328 qkm umfassenden Niederschlagsgebiet gelangen alljährlich bei einer mittleren Regenhöhe von 940 mm, die aus den Regenstationen Suhl, Schönau, Heinrichs, Benshausen gewonnen wurde, 52 % (siehe Seite 8), also

$$0{,}52 \cdot 0{,}94\,\text{m} \cdot 328 \cdot 1\,000\,000\ \text{qm} = 162\,032\,000\ \text{cbm oder} \frac{162\,032\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} =$$

zum Abfluß. 5,12 cbm/Sek.

β) **Der Bach Schönau.** (Blatt 12.)

Eine für den Sperrdamm geeignete Stelle von 180 m Breite findet sich etwa 700 m oberhalb der Ortschaft Schwarza, 360 m über N. N. Die Talsohle erweitert sich allmählich bis zu 260 m, hat Wiesenkultur, während die Hänge mit Nadelwald bestanden sind. Die Stauhöhe (die sich nach der Höhenlage der Ort-

schaft Viernau richtet), beträgt 20 m über Talsohle, die Stauweite 3000 m, das Längsgefälle 0,67 %, die überstaute Fläche 614000 qm und der Beckeninhalt 6270000 cbm. Das 73,45 qkm große Niederschlagsgebiet läßt bei einer mittleren jährlichen Regenhöhe von 960 mm 55 % (siehe Seite 8) der Regenmengen, also

$$0{,}55 \cdot 0{,}96 \text{ m} \cdot 73{,}45 \cdot 1\,000\,000 \text{ qm} = 38\,775\,000 \text{ cbm, im Mittel} = \frac{38\,775\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}$$

$= 1{,}23$ cbm/Sek. zum Abfluß gelangen.

γ) Der Bach Christes. (Blatt 12.)

Etwa 600 m von der Abzweigung der Straße Schwarza-Christes und Schwarza-Viernau findet eine für die Anlage des Sperrdammes geeignete Einschnürung des Tales bis auf 70 m statt, 364 m über N. N., während weiter oberhalb das Tal allmählich die ansehnliche Breite von 160 m erreicht. Die Talsohle besteht aus weniger fruchtbaren Wiesen, die Hänge tragen Nadelwald. Bei einer Stauhöhe von 20 m und einem Längsgefälle von 0,9 % beträgt der Rückstau 2200 m, die überflutete Fläche 350000 qm und der Beckeninhalt 2815000 cbm. Das Niederschlagsgebiet hat eine Größe von 23,44 qkm, eine mittlere jährliche Regenhöhe von 960 mm; bei einem Abflußverhältnis von 55 % (siehe Seite 8) des Niederschlages werden alljährlich $0{,}55 \cdot 0{,}96 \text{ m} \cdot 23{,}44 \cdot 1\,000\,000 \text{ qm} = 12\,375\,000$ cbm oder $\frac{12\,375\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}392$ cbm/Sek. zu Tal geführt.

Es können somit im Zuzugsgebiet der Hasel (siehe α, β, γ) die drei Becken derselben zusammen (siehe Seite 16 und 17) $9\,800\,000 + 6\,270\,000 + 2\,815\,000$ cbm $= 18\,885\,000$ cbm aufgespeichert werden. Die mittleren jährlichen Abflußmengen dieses Gebietes betragen (siehe Seite 16) 162032000 cbm; der Fassungsraum ist zu klein, um diese gewaltigen Wassermengen gleichmäßig während des Jahres abzugeben.

Um die Betriebsverhältnisse und den Füllungsgrad dieser drei Becken bestimmen zu können, muß zunächst die mittlere monatliche Wasserführung der Hasel an der Sperrstelle oberhalb Ellingshausen bekannt sein.

Ermittlung der sekundlichen Abflußmenge für das Quadratkilometer des Zuzugsgebietes der Hasel für die einzelnen Monate.

Bei einem Vergleich ergibt sich, daß die Jahresabflußmenge für die Hasel oberhalb Ellingshausen einen Mittelwert bildet zwischen den Jahresabflußmengen der Werra bei Meiningen und der Schleuse oberhalb Unterneunbrunn. Darauf gestützt wird dann auch die monatliche Abflußmenge der Hasel für 1 qkm als ein Mittelwert aufgefaßt aus derjenigen der Werra und der Schleuse.

Ueber den Jahresabfluß für 1 qkm siehe hinsichtlich der Werra in Meiningen Seite 5 und der Schleuse Seite 12, der Hasel Seite 16. Diese Werte sind:

Fluß	Mittl. monatl. Wasserführung in cbm/Sek.	Niederschlagsgebiet qkm	Abfluß in Lit./Sek. pro qkm
Schleuse	0,592	30,19	19,6
Werra	15	1170	12,8
Hasel	5,12	328	15,61

Hier zeigt sich also, daß die Abflußmenge für die Sekunde und 1 qkm an der Hasel etwa das Mittel aus den bezüglichen Werten der beiden anderen Flüsse bildet. Das Mittel ist $\frac{12{,}8 + 19{,}6}{2} = 16{,}2$, welcher Betrag von dem obigen aus der Kellerschen Formel berechneten Wert 15,61 nicht weit abweicht.

Unter Zugrundelegung dieser Tatsache erhält man folgende mittleren sekundlichen Abflußmengen für die Hasel, verteilt auf die einzelnen Monate:

Monat	Schleuse		Werra	Hasel	
	Zuflußmengen in cbm/Sek.*)	Abfluß in Lit./Sek. pro qkm**) I	Abfluß in Lit./Sek. pro qkm II	Abfluß in Lit./Sek. pro qkm (Mittel aus I und II)	Zufluß in cbm/Sek. an der Sperrstelle
Januar	0,360	11,95	20,34	16,14	5,25
Februar	0,362	12,00	18,20	15,10	4,90
März	0,823	27,26	25,82	26,54	8,70
April	1,435	47,53	24,02	35,77	11,71
Mai	1,082	35,84	12,65	24,25	7,92
Juni	0,559	18,51	6,24	12,37	4,00
Juli	0,180	5,96	4,74	5,35	1,72
August	0,169	5,60	3,59	4,59	1,50
September	0,268	8,87	4,78	6,82	2,24
Oktober	0,349	11,56	7,86	9,71	3,14
November	0,454	15,04	7,84	11,44	3,72
Dezember	0,958	31,72	18,12	24,92	8,10
Im Mittel	0,592	19,60	12,8	16,00	5,24

Die mittlere sekundliche Zuflußmenge der Hasel beträgt somit 5,24 cbm.

Fast die gleiche Zahl ergab sich schon Seite 16 bei Betrachtung der ganzen Jahreszuflußmengen und dort zwar 5,12 cbm/Sek., so daß Uebereinstimmung hinsichtlich der monatlichen Einzelwerte und des benutzten Jahreswertes besteht.

Die Füllung der drei Haselbecken.

Sie beginnt Anfang Dezember, wo die sekundlichen Wassermengen der Hasel schon wieder bedeutend zugenommen haben. Es wird dann in den folgenden Monaten entsprechend der jeweiligen Wasserführung der Hasel soviel Wasser in den Stauweihern zurückbehalten, daß dieselben bis Ende Mai gefüllt sind, alsdann also ihren maximalen Wasserinhalt von 18 885 000 cbm aufweisen (siehe Seite 17, Blatt 13, Figur 1).

Für die Ermittlung der Abflußmengen aus diesen drei Becken sind folgende Betrachtungen angestellt.

Die Zuflußmengen zu den drei Becken der Hasel betragen:

Von Dezember bis Mai†).

Dezember	$8{,}1 \cdot 31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 =$	21 695 000 cbm
Januar	$5{,}25 \cdot 31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 =$	14 061 600 „
Februar	$4{,}90 \cdot 28 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 =$	11 854 200 „
März	$8{,}7 \cdot 31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 =$	23 301 600 „
April	$11{,}71 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 =$	30 353 500 „
Mai	$7{,}92 \cdot 31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 =$	21 213 000 „
		122 478 900 cbm

Von diesen 122 478 900 cbm werden nur 18 885 000 cbm in den Talsperren zurückbehalten, da deren Fassungsraum nicht größer gemacht werden konnte (siehe Seite 11).

Für den Abfluß sei angenommen, daß derselbe für die Monate Dezember bis Mai im gleichbleibenden Verhältnis zum Zufluß stehen soll. Das Verhältnis ist zu $x = 0{,}1542$ ermittelt. — Es mag sich im Betriebe vielleicht als vorteilhafter ergeben,

*) Die Zuflußmengen der Schleuse in cbm/Sek. sind aus den monatlichen Zuflußmengen (Seite 12) dividiert durch die Anzahl der Sekunden des betreffenden Monats ermittelt. Z. B. für Monat Januar sind die Zuflußmengen 966 080, die sekundliche Zuflußmenge

$$= \frac{966\,080}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}360 \text{ cbm/Sek.}$$

**) Der Abfluß in Lit./Sek. pro qkm ist aus der sekundlichen Wassermenge des Flusses dividiert durch das Niederschlagsgebiet ermittelt. Z. B. für Januar:

$$\frac{360 \text{ Sek./Lit.}}{30{,}19 \text{ qkm}} = 11{,}95 \text{ Lit./Sek. pro qkm.}$$

†) Siehe Seite 18.

die Becken zu regenreicher Zeit schneller zu füllen, was aber für diese Betrachtungen hier von keinem wesentlichen Einflusse ist.

Z ist die monatliche Zuflußmenge in cbm, x das Verhältnis der in den Haselbecken zurückgehaltenen Wassermengen zur Summe der Zuflußmengen von Dezember bis Mai, also $x = \frac{18\,885\,000}{122\,478\,900} = 0{,}1542$. Die monatliche Wassermenge, welche in den Stauweihern angesammelt wird, ist mithin $Z \cdot x$.

Uebersicht über die monatlichen in den drei Haselbecken zurückgehaltenen Wassermengen. (Blatt 13, Figur 1.)

	Z	x	Z·x		Summe der Werte Z·x	
Dezember	21 695 000	· 0,1542	= 3 345 000	cbm	3 345 000	cbm
Januar	14 061 600	· 0,1542	= 2 168 000	„	5 513 000	„
Februar	11 854 200	· 0,1542	= 1 828 000	„	7 341 000	„
März	23 301 600	· 0,1542	= 3 593 000	„	10 094 000	„
April	30 353 500	· 0,1542	= 4 680 000	„	15 614 000	„
Mai	21 213 000	· 0,1542	= 3 271 000	„	18 885 000	„
			18 885 000	cbm		

Die Entleerung der drei Haselbecken.

Im Juni bleibt das Becken gefüllt. Die Wasserentnahme findet in der Zeit des Kleinwasserstandes der Werra, also in den Monaten Juli, August und September statt. Ende September sind die Becken geleert (siehe Seite 11).

Die Zuflußmengen in den drei Sommermonaten sind*):

Im Juli	1,72 · 31 · 24 · 60 · 60	= 4 607 000	cbm
„ August	1,50 · 31 · 24 · 60 · 00	= 4 017 500	„
„ September	2,24 · 30 · 24 · 60 · 60	= 5 806 000	„
		14 430 500	cbm

Unter Hinzunahme des Stauweiherinhaltes von 18 885 000 cbm wird der Abfluß in den drei Monaten Juli, August und September auf 14 430 500 + 18 885 000 = 33 315 500 cbm gesteigert. Der mittlere monatliche Abfluß beträgt:

$$\frac{33\,315\,500}{3} = 11\,105\,170 \text{ cbm.}$$

Der durch den Beckeninhalt verstärkte Abfluß beträgt:

					Beckeninhalte am Ende des Monats	
Im Juli	11 105 170	— 4 607 000	= 6 498 170	cbm	12 386 840	cbm
„ August	11 105 170	— 4 017 500	= 7 087 670	„	5 299 170	„
„ September	11 105 170	— 5 806 000	= 5 299 170	„	0	
			18 885 010	cbm		

b) Der Bach Biber. (Blatt 14 a.)

Etwa 200 m oberhalb des Ortes Tellerhammer gestattet das sich bis auf 20 m Sohlenbreite verengende Tal, das an dieser Stelle 498 m über N. N. liegt, ein kurzes Abschlußwerk. Infolge des großen Längsgefälles von 1,92 % beträgt bei einer Stauhöhe von 30 m an der Sperrstelle die Stauweite nur 1560 m, und der ziemlich gleichmäßig engbleibende Talgrund läßt bei einer überstauten Fläche von 126 000 qm nur einen Fassungsraum von 1 550 000 cbm zu.

Das Niederschlagsgebiet, das mit seinen dunklen Waldungen und frischgrünen Wiesenauen höchst reizvoll ist, hat eine Ausdehnung von 20,83 qkm; bei einer

*) Siehe Seite 18.

mittleren jährlichen Regenhöhe 1000 mm betragen die Niederschlagsmengen 20,83 · 1 000 000 qm · 1 m = 20 830 000 cbm und bei einem Abflußverhältnis von 61 % (siehe Seite 8) die Abflußmengen 0,61 · 20 830 000 = 12 706 000 cbm.

Das Becken faßt 1 550 000 cbm. Der mittlere monatliche Abfluß beträgt

$$\frac{12\,706\,000}{12} = 1\,058\,830 \text{ cbm}$$

und der mittlere sekundliche Abfluß

$$\frac{12\,706\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}404 \text{ cbm.}$$

Zur Bestimmung der Betriebsverhältnisse der Bibersperre müssen zunächst die sekundlichen Wassermengen für die einzelnen Monate an der Sperrstelle oberhalb Tellerhammer berechnet werden.

Für die Biber gelten die gleichen Regen- und Abflußhöhen wie für die Schleuse (Blatt 4), beide Gebiete haben annähernd die gleiche Höhenlage und die gleiche Oberflächengestaltung.

Man findet infolgedessen die sekundlichen Zuflußmengen der Biber an der Sperrstelle am einfachsten, wenn man die Zuflußmengen der Schleuse zugrunde legt und diese mit dem Verhältnis der Größenzahlen der Zuzugsgebiete von Biber und Schleuse nämlich mit $\frac{20{,}83}{30{,}19} = 0{,}69$ multipliziert.

Die sekundliche Wasserführung der Biber an der Sperrstelle ist:

		Zuflußmengen der Schleuse in cbm/Sek.*)	
Im	Januar	0,69 · 0,360 = 0,248	cbm/Sek.
„	Februar	0,69 · 0,362 = 0,250	„
„	März	0,69 · 0,823 = 0,570	„
„	April	0,69 · 1,435 = 0,990	„
„	Mai	0,69 · 1,082 = 0,750	„
„	Juni	0,69 · 0,559 = 0,385	„
„	Juli	0,69 · 0,180 = 0,124	„
„	August	0,69 · 0,169 = 0,117	„
„	September	0,69 · 0,268 = 0,185	„
„	Oktober	0,69 · 0,349 = 0,240	„
„	November	0,69 · 0,454 = 0,313	„
„	Dezember	0,69 · 0,958 = 0,661	„

Die Füllung des Biberbeckens.

Das Becken wird in den wasserreichen Monaten März, April und Mai gefüllt, wo die Wasserführung der Biber (abgesehen von Dezember) am stärksten ist. Am Ende des Monats Mai hat das Becken seinen maximalen Wasserinhalt 1 550 000 cbm erreicht. (Siehe Seite 19 und Blatt 13, Fig. 2.) Für die Ermittlung der Abflußmengen aus dem Biberbecken sind die gleichen Betrachtungen angestellt wie auf Seite 18 bei der Hasel.

Die monatlichen Zuflußmengen in diesen drei Monaten sind:

Im März	0,57 · 31 · 24 · 60 · 60**) =	1 526 700 cbm
„ April	0,99 · 30 · 24 · 60 · 60**) =	2 566 000 „
„ Mai	0,75 · 31 · 24 · 60 · 60**) =	2 008 800 „
		6 101 500 cbm

Von diesen 6 101 500 cbm werden im Becken nur 1 550 000 cbm zurückgehalten, da der Fassungsraum nicht größer ist. (Vergleiche Seite 11 und 19.)

*) Siehe Seite 18: Zuflußmengen der Schleuse in cbm/Sek.
**) Siehe Seite 20.

Für den Abfluß ist wiederum wie auf Seite 18 angenommen, daß derselbe für die Monate März bis Mai im gleichbleibenden Verhältnis zum Zufluß steht. Das Verhältnis x ist zu 0,254 ermittelt.

Z ist die monatliche Zuflußmenge in cbm, x das Verhältnis der im Biberbecken zurückgehaltenen Wassermengen zur Summe der Zuflußmengen von März bis Mai, also $x = \frac{1\,550\,000}{6\,101\,500} = 0{,}254$.

Die monatliche Wassermenge, welche im Stauweiher angesammelt wird, ist Z·x.

Uebersicht über die monatlichen im Biberbecken zurückgehaltenen Wassermengen. (Blatt 13, Fig. 2.)

	Z	x	Z·x		Summe der Werte Z·x	
Im März	1 526 700	· 0,254	= 387 850	cbm	387 850	cbm
„ April	2 566 000	· 0,254	= 651 850	„	1 039 700	„
„ Mai	2 008 800	· 0,254	= 510 300	„	1 550 000	„
			1 550 000	cbm		

Die Entleerung des Biberbeckens.

Im Juni bleibt das Becken gefüllt. Es werden nur die Zuflußmengen in diesem Monat abgegeben. Erst in den trockenen Monaten Juli, August und September findet eine Wasserabgabe aus dem Stauweiherinhalt statt, um den Kleinwasserstand der Werra zu heben. Bis Anfang Oktober ist das Becken geleert (siehe Seite 11).

Die Zuflußmengen in den drei Sommermonaten sind*):

Im Juli	0,124 · 31 · 24 · 60 · 60	= 332 120	cbm
„ August	0,117 · 31 · 24 · 60 · 60	= 310 700	„
„ September	0,185 · 30 · 24 · 60 · 60	= 479 510	„
		1 122 330	cbm

Diese Zuflußmengen werden durch die allmähliche Entleerung des Beckens um den Inhalt desselben = 1 550 000 cbm verstärkt, so daß im Mittel in diesen drei Monaten:

$1\,122\,330 + 1\,550\,000 = 2\,672\,330$ cbm und pro Monat $\frac{2\,672\,330}{3} = 890\,775$ cbm

zum Abfluß gelangen.

Der durch den Stauweiherinhalt verstärkte Abfluß beträgt:

					Beckeninhalte am Ende des Monats	
Im Juli	890 775	— 332 120	= 558 655	cbm	991 350	cbm
„ August	890 775	— 310 700	= 580 075	„	411 275	„
„ September	890 775	— 479 510	= 411 275	„	0	
			1 550 005	cbm = dem Beckeninhalt.		

Hierin bedeutet z. B. für Juli: 890 775 cbm den ganzen Abfluß; 332120 cbm denjenigen Anteil von obiger Abflußmenge, welcher durch den natürlichen Zufluß während dieses Monats gedeckt ist und auch sonst immer zum Abfluß gelangt, so daß die Differenz beider Werte die Vermehrung des Wasserabflusses darstellt.

Der Ausgleich des Beckens in den Monaten Dezember, Januar und Februar.

Der Wasserreichtum des Monats Dezember kann dazu benutzt werden, den Kleinwasserstand im Januar und Februar zu verbessern.

*) Siehe Seite 20.

Die Zuflußmengen sind*):

Im Dezember 0,661·31·24·60·60 = 1 770 400 cbm
„ Januar 0,248·31·24·60·60 = 664 230 „
„ Februar 0,250·28·24·60·60 = 604 800 „
3 039 430 cbm

Es würden somit in diesen drei Monaten je $\frac{3\,039\,430}{3} = 1\,013\,140$ cbm abströmen.

Die verminderte Abflußmenge beträgt:

Im Dezember 1 770 400 — 1 013 140 = 757 260 cbm.

Die vermehrte Abflußmenge beträgt:

Im Januar 1 013 140 — 664 230 = 348 910 cbm
„ Februar 1 013 140 — 604 800 = 408 340 „

IV. Verwendung des aufzuspeichernden Wassers im Betriebe der Anlagen.

1. Wasserabgabe der Stauwerke für die Schiffahrt.

Die Schiffahrt erfordert eine möglichst gleichmäßige Wasserführung der Werra während des ganzen Jahres. Besonders hinderlich sind die größeren Anschwellungen, die durch die Stauwerke verhindert, und die Kleinwasserstände, die durch das Talsperrenwasser beseitigt werden müssen.

In welcher Weise dieser Zweck durch die geplanten Talsperrenanlagen erreicht wird, wird im folgenden nachgewiesen.

Ueber den Einfluß der Sammelbecken auf die Wasserführung der einzelnen Bäche an der Sperrstelle geben die folgenden Tabellen Aufschluß:

a) Der Schleusebach.

Monat	Wassermenge ohne Staubecken in cbm/Sek.**) a	Wassermenge reguliert durch Staubecken in cbm/Sek.***) b	Vermehrung der Wassermenge in cbm/Sek. b—a	Verminderung der Wassermenge in cbm/Sek. a—b
Januar	0,360	0,592	0,232	—
Februar	0,362	0,592	0,230	—
März	0,823	0,592	—	0,231
April	1,435	0,592	—	0,843
Mai	1,082	0,592	—	0,490
Juni	0,559	0,592	0,033	—
Juli	0,180	0,592	0,412	—
August	0,169	0,592	0,423	—
September	0,268	0,592	0,324	—
Oktober	0,349	0,592	0,243	—
November	0,454	0,592	0,138	—
Dezember	0,958	0,592	—	0,366

*) Siehe Seite 20.
**) Siehe Seite 18.
***) Siehe Seite 12.

b) Der Biberbach. (Blatt 14, Fig. 1.)

Monat	Wassermenge ohne Staubecken in cbm/Sek.*) a	Wassermenge reguliert durch Staubecken in cbm/Sek.**) b	Vermehrung der Wassermenge in cbm/Sek.***) b—a	Verminderung der Wassermenge in cbm/Sek.†) a—b
Januar	0,248	0,378	0,130	—
Februar	0,250	0,419	0,169	—
März	0,570	0,425	—	0,145
April	0,990	0,738	—	0,252
Mai	0,750	0,560	—	0,190
Juni	0,385	0,385	0	0
Juli	0,124	0,333	0,209	—
August	0,117	0,334	0,217	—
September	0,185	0,344	0,159	—
Oktober	0,240	0,240	0	0
November	0,313	0,313	0	0
Dezember	0,661	0,378	—	0,283
Im Mittel	—	0,404	—	—

c) Der Vesserbach.

Monat	Wassermenge ohne Staubecken in cbm/Sek.††) a	Wassermenge reguliert durch Staubecken in cbm/Sek.†††) b	Vermehrung der Wassermenge in cbm/Sek. b—a	Verminderung der Wassermenge in cbm/Sek. a—b
Januar	0,180	0,272	0,092	—
Februar	0,158	0,272	0,114	—
März	0,408	0,272	—	0,136
April	0,712	0,272	—	0,440
Mai	0,567	0,272	—	0,295
Juni	0,263	0,272	0,009	—
Juli	0,095	0,272	0,177	—
August	0,079	0,272	0,193	—
September	0,104	0,272	0,168	—
Oktober	0,148	0,272	0,124	—
November	0,180	0,272	0,092	—
Dezember	0,366	0,272	—	0,094

*) Siehe Seite 20.

**) Siehe Seite 21. Die sekundliche Wassermenge wurde auf folgende Weise gefunden: z. B. für Juli beträgt der Abfluß 890775 cbm, in der Sekunde:

$$\frac{890775}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}333 \text{ cbm.}$$

***) Die Vermehrung der Wassermenge in cbm/Sek. in den einzelnen Monaten wurde z. B. für Januar wie folgt gefunden: Die durch den Ausgleich des Stauweihers bewirkte vermehrte Abflußmenge beträgt für Januar 348 910 cbm (siehe Seite 22), in der Sekunde also:

$$\frac{348\,910}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}130 \text{ cbm/Sek.}$$

†) In ähnlicher Weise wurde die Verminderung der Wassermenge in cbm/Sek. gefunden, z. B. für Mai: Die in diesem Monat im Stauweiher zurückgehaltene Wassermenge beträgt 510 300 cbm (siehe Seite 21), die Verminderung der Abflußmenge in der Sekunde somit:

$$\frac{510\,300}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}190 \text{ cbm.}$$

††) Die Zuflußmengen der Vesser sind aus den auf Seite 14 angegebenen Monatsmitteln, dividiert durch die Anzahl der Sekunden des betreffenden Monats, ermittelt. Z. B. für Monat Mai sind die Zuflußmengen 1 519 400 cbm, der sekundliche Abfluß:

$$\frac{1\,519\,400}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}567 \text{ cbm.}$$

†††) Siehe Seite 13.

d) Der Haselfluß. (Blatt 14, Figur 2.)

Monat	Wassermenge ohne Staubecken in cbm/Sek.*) a	Wassermenge reguliert durch Staubecken in cbm/Sek.**) b	Vermehrung der Wassermenge in cbm/Sek.***) b—a	Verminderung der Wassermenge in cbm/Sek.†) a—b
Januar	5,25	4,440	—	0,810
Februar	4,90	4,144	—	0,756
März	8,70	7,358	—	1,342
April	11,71	9,905	—	1,805
Mai	7,92	6,700	—	1,220
Juni	4,00	4,000	0	0
Juli	1,72	4,146	2,426	—
August	1,50	4,146	2,646	—
September	2,24	4,285	2,045	—
Oktober	3,14	3,140	0	0
November	3,72	3,720	0	0
Dezember	8,10	6,850	—	1,250
Mittel	5,24			

Durch Zusammenstellung der in a, b, c und d ermittelten Werte ergibt sich die Wasserführung der Werra bei Meiningen in cbm/Sek. (Blatt 15):

Zusammenstellung der sekundlichen Wassermengen der Werra.

Bach	Januar Ver.	Januar Vi.	Februar Ver.	Februar Vi.	März Ver.	März Vi.	April Ver.	April Vi.	Mai Ver.	Mai Vi.	Juni Ver.	Juni Vi.
Schleuse	0,232	—	0,230	—	—	0,231	—	0,843	—	0,490	0,033	—
Biber	0,130	—	0,169	—	—	0,145	—	0,252	—	0,190	—	—
Vesser	0,092	—	0,114	—	—	0,136	—	0,440	—	0,295	0,009	—
Hasel	—	0,810	—	0,756	—	1,342	—	1,805	—	1,220	—	—
Summa	0,454	0,810	0,513	0,756	—	1,854	—	3,340	—	2,195	0,042	—
Algebraische Summa	— 0,356		— 0,243		— 1,854		— 3,340		— 2,195		+ 0,042	
Wassermenge der Werra ohn. Talsp.	23,800		21,300		30,200		28,100		14,800		7,300††)	
Wassermenge der Werra mit Talsp.	23,444		21,057		28,346		24,760		12,605		7,342	

Bach	Juli Ver.	Juli Vi.	August Ver.	August Vi.	September Ver.	September Vi.	Oktober Ver.	Oktober Vi.	November Ver.	November Vi.	Dezember Ver.	Dezember Vi.
Schleuse	0,412	—	0,423	—	0,324	—	0,243	—	0,138	—	—	0,366
Biber	0,209	—	0,217	—	0,159	—	—	—	—	—	—	0,283
Vesser	0,177	—	0,193	—	0,168	—	0,124	—	0,092	—	—	0,094
Hasel	2,426	—	2,646	—	2,045	—	—	—	—	—	—	1,250
Summa	3,224	—	3,479	—	2,696	—	0,367	—	0,230	—	—	1,993
Algebraische Summa	+ 3,224		+ 3,479		+ 2,696		+ 0,367		+ 0,230		— 1,993	
Wassermenge der Werra ohn. Talsp.	5,550		4,200		5,600		9,200		9,170		21,200††)	
Wassermenge der Werra mit Talsp.	8,774		7,679		8,296		9,567		9,400		19,207	

Zeichenerklärung: Ver. = Vermehrung des Wasserstandes in cbm/Sek. (+)
Vi. = Verminderung des Wasserstandes in cbm/Sek. (—)

*) Siehe Seite 18.

**) Siehe Seite 19. Die sekundliche Wassermenge wurde auf folgende Weise gefunden. Z. B. für August beträgt der Abfluß 11105170 cbm, in der Sekunde somit $\frac{11105170}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 4{,}146$ cbm.

***) Die Vermehrung der Wassermenge in cbm/Sek. in den einzelnen Monaten wurde z. B. für Juli, wie folgt, gefunden: Der durch den Beckeninhalt verstärkte Abfluß beträgt im Juli 6498170 cbm (siehe Seite 19), in der Sekunde somit: $\frac{6498170}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 2{,}426$ cbm.

†) Die Verminderung der Wassermenge in cbm/Sek. beträgt z. B. für Januar 2168000 cbm (siehe Seite 19), (d. h. diese Wassermenge wird im Januar im Becken zurückgehalten), in der Sekunde also: $\frac{2168000}{31 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}810$ cbm.

††) Siehe Seite 5.

Die Vermehrung der Wassermenge der Werra im Sommer wird jedoch dadurch beeinträchtigt, daß Wasserverluste durch Verdunstung, Undichtigkeiten der Talsperren und Versickerungen herbeigeführt werden.

Nach Mattern*) beträgt der Verlust an aufgespeichertem Wasser durch Verdunstung am Stauweiher und durch Undichtigkeit der Sperrmauer 4 % des Inhalts, durch Versickerung und Verdunstung des abströmenden Talsperrenwassers in den Bächen bis zur Mündung in die Werra 8 %, insgesamt somit 12 %.

Legt man diesen Wert für die Berechnung des aus den Talsperrenanlagen abströmenden Wassers zur Hebung des Kleinwasserstandes der Werra bei Meiningen zugrunde, so erhält man folgendes Resultat.

Die Wasserführung der Werra bei Meiningen unter Berücksichtigung des Verlustes von 12 % durch Verdunstung und Versickerung. (Blatt 15.)

Monat	Wasserführung der Werra ohne Staubecken	Vermehrt +, Vermindert — durch Talsperren-Anlagen	Wasserführung der Werra reguliert durch Staubecken
Januar	23,800	— 0,356	23,444
Februar	21,300	— 0,243	21,057
März	30,200	— 1,854	28,346
April	28,100	— 3,340	24,760
Mai	14,800	— 2,195	12,605
Juni	7,300	+ 0,037	7,337
Juli	5,550	+ 2,838	8,388
August	4,200	+ 3,062	7,262
September	5,600	+ 2,373	7,973
Oktober	9,200	+ 0,335	9,535
November	9,170	+ 0,203	9,373
Dezember	21,200	— 1,993	19,207

Die Zurückhaltung der größeren Anschwellungen der Werra hinter den Sperrmauern in den Frühjahrsmonaten und damit die Verminderung der Wasserführung derselben ist nicht unbedeutend, wenn man in Erwägung zieht, daß die großen Fluten in der Regel nur auf einige Tage der wasserreichen Monate verteilt sind, und die sekundlichen Wassermengen an den übrigen Tagen weit hinter den angegebenen Werten zurückbleiben.

Die Vermehrung des Kleinwassers der Werra im Juli, August und September ist insbesondere ganz beträchtlich, im Mittel 50—60 % des normalen Niedrigwassers, ja sogar mehr als 100 %, wenn der Wasserstand der Werra auf das niedrigste Niedrigwasser von 2,1 cbm/Sek. herabsinkt. Es ist der Schiffahrtsbetrieb auch noch in dieser kritischen Zeit ohne Schädigung anderer Interessentengruppen möglich, da ja der Wasserverbrauch der Schleusen $^3/_4$ cbm/Sek. (siehe Seite 1) aus dem Talsperrenwasser gedeckt werden kann.

Außerdem erwachsen den an der Werra gelegenen Triebwerken große Vorteile aus der vermehrten Wasserführung der Werra in den drei trockenen Monaten.

2. Wasserabgabe für die Industrie.

a) An alte Werke im oberen Lauf der Werra von Themar bis Wernshausen.

(Blatt 16.)

Die an der nicht zu kanalisierenden Werra von Themar bis Wernshausen gelegenen Triebwerke sind zum größten Teil mit Turbinen, zum Teil mit Wasserrädern versehen, deren Wirkungsgrad zwischen 30—40 % schwankt. Unter der Voraussetzung, daß diese Wasserräder bei Gewinnung neuer Kraft durch Turbinen

*) Mattern: Der Talsperrenbau und die deutsche Wasserwirtschaft (siehe Seite 22 und 23).

ersetzt werden, wird der Nutzeffekt durchschnittlich zu 75 % in Rechnung gestellt. Die Werra hat von der Mündung der Schleuse oberhalb Themar bis Schwallungen ein Gesamtgefälle von 334 — 264 = 70 m (siehe Blatt 16), von dem 29,45 m durch Triebwerke zurzeit ausgenutzt werden, während das übrige Gefälle von 70,00 — 29,45 = 40,55 m für Kraftzwecke verloren geht. Diese Werke leiden unter dem Wassermangel in den Sommermonaten Juli, August und September; durch Speisung aus den Talsperrenanlagen wird der Kleinwasserstand der Werra beseitigt und den Triebwerken eine bessere Kraftausnutzung ermöglicht.

Für die Strecke Themar-Einhausen kommen die Stauweiher der Schleuse, Biber und Vesser in Frage. Die Niedrigwasservermehrung in den trockenen Monaten Juli, August und September beträgt:

Aus der Schleusesperre: $\frac{0{,}412 + 0{,}423 + 0{,}324}{3} = 0{,}386$ cbm/Sek. (siehe Seite 22).

Aus der Bibersperre: $\frac{0{,}209 + 0{,}217 + 0{,}159}{3} = 0{,}195$ cbm/Sek. (siehe Seite 23).

Aus der Vessersperre: $\frac{0{,}177 + 0{,}193 + 0{,}168}{3} = 0{,}179$ cbm/Sek. (siehe Seite 23).

Summa: $\sim 0{,}760$ cbm/Sek.

Unter Berücksichtigung des Verlustes von 12 % des abströmenden Talsperrenwassers in den Bächen bis zur Mündung in die Werra stehen noch

$$0{,}76 \cdot \frac{100 - 12}{100} = 0{,}670 \text{ cbm/Sek.}$$

zur Verfügung.

Die Leistung wird nach der Formel

$$L = \frac{1\,000 \cdot Q \cdot h}{75} \cdot \eta$$

berechnet, in der Q die sekundliche Wassermenge in cbm, h das Nutzgefälle in m, η der Wirkungsgrad = 0,75 bedeutet.

Tabelle für die Kraftgewinnung von Themar bis Einhausen allein durch Talsperrenwasser.

Lage des Kraftwerkes	Nutzgefälle in m	Wassermenge in cbm/Sek.	Anzahl der Pferdestärken
Themar			
Elektrizitätswerk	2,50	0,670	16,75
Barthelsche Mühle	2,10	0,670	14,07
Schellenbergsmühle	1,40	0,670	9,48
Papierfabrik	1,00	0,670	6,70
Henfstädt	1,70	0,670	11,39
Leutersdorf	1,20	0,670	8,04
Bachdorf	1,30	0,670	8,61
Belrieth	0,75	0,670	5,02
Einhausen	1,75	0,670	11,72
Insgesamt	13,70	—	91,78

Unterhalb Einhausen mündet die Hasel in die Werra und steigert die Wasserführung im Juli, August und September durchschnittlich um

$$\frac{2{,}426 + 2{,}646 + 2{,}045}{3} = 2{,}372 \text{ cbm/Sek. (siehe Seite 24).}$$

Nach Abrechnung des Verlustes von 12 % des abfließenden Talsperrenwassers verbleibt noch eine sekundliche Steigerung der Wassermenge um 2,088 cbm. Unter

Hinzurechnung der oben angegebenen 0,670 cbm/Sek. (siehe Seite 26) stehen für die Triebwerke von Obermaßfeld bis Wernshausen bis 2,76 cbm/Sek. aus den Talsperrenanlagen zur Verfügung.

Tabelle für die Kraftgewinnung von Obermaßfeld bis Wernshausen.

Lage des Kraftwerks	Nutzgefälle in m	Wassermenge in cbm/Sek.	Anzahl der Pferdestärken
Elektrizitätswerk Schrage	1,75	2,760	48,30
Obermaßfeld	2,50	2,760	68,00
Untermaßfeld	1,80	2,760	49,68
Meiningen	2,40	2,760	66,24
Walldorf	2,60	2,760	71,76
Wasungen	2,50	2,760	68,00
Schwallungen	2,20	2,760	62,72
Insgesamt	15,75	—	434,70

Die Anzahl der an der nicht zu kanalisierenden Werra von Themar bis Wernshausen gewonnenen Pferdestärken beträgt somit: $91{,}78 + 434{,}70 = 526{,}48$ PS., die an 90 Tagen im Sommer Tag und Nacht verfügbar sind. In Pferdekraftstunden umgerechnet, erhält man

$$526{,}48 \cdot 24 \cdot 90 = 1\,137\,200 \text{ im Jahre.}$$

b) An Triebwerke der zu kanalisierenden Werra von Wernshausen bis Münden.

Durch die Kanalisation der Werra wird das Gesamtgefälle 132,50 m (siehe Seite 1) von Wernshausen bis Münden für industrielle Zwecke voll ausgenutzt, während zurzeit nur ein Gefälle von 42,80 m nutzbar gemacht ist.

Bei Wernshausen mündet in die Werra die Schmalkalde, deren Oberlauf Kaltewasser genannt wird. Dieser Bach führt an der Sperrstelle oberhalb Kleinschmalkalden in den drei trockenen Monaten Juli, August und September $221\,000 + 182\,000 + 299\,000$ (siehe Seite 15) $= 702\,000$ cbm zu Tal, im Mittel $\frac{702\,000}{90 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}090$ cbm/Sek. (siehe Blatt 6). Die mittleren jährlichen Abflußmengen betragen 8 151 000 cbm, die durch die Stauanlage reguliert, eine sekundliche Wassermenge von $\frac{8\,151\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}262$ cbm/Sek. für das ganze Jahr ergeben. (Siehe Seite 15.) Der verstärkte Abfluß in der heißen Zeit beträgt somit $0{,}262 - 0{,}090 = 0{,}172$ cbm/Sek.; unter Berücksichtigung von 12 % Verlust des abfließenden Talsperrenwassers verbleibt eine Vermehrung der Wassermenge um 0,151 cbm/Sek.

Der Zufluß aus den oben erwähnten Talsperrenanlagen weist 2,76 cbm/Sek. auf (siehe Seite 27), so daß für die Werke von Wernshausen bis Münden an 90 Tagen im Sommer aus den Stauweihern $0{,}151 + 2{,}760 = 2{,}911$ cbm/Sek. zur Verfügung stehen.

Die zu gewinnende Kraft beträgt somit

$$\frac{1\,000 \cdot 2{,}911 \cdot 132{,}50}{75} \cdot 0{,}75 = 3\,855{,}75 \text{ PS.}$$

oder $90 \cdot 24 \cdot 3\,855{,}75 = 8\,328\,400$ Pferdekraftstunden.

c) An neu zu errichtende Wasserkraftanlagen an den Talsperren.

Die Ausnutzung der Wasserkraft an den südthüringischen Bächen ist zurzeit kaum nennenswert; es kommen nur kleinere Triebwerke, wie Märbelmühlen, Holzschneidemühlen, kleinere Elektrizitätswerke in Frage, die nur von geringer Bedeutung

sind. Es handelt sich nun darum, größere Kraftzentralen an den Talsperrenanlagen zu schaffen, die infolge des hohen Gefälles der Wasserläufe als Hochdruckturbinenanlagen auszuführen sind, um mittels elektrischer Uebertragung größere Industriezentren mit Licht und Kraft zu versorgen. Für derartige Kraftanlagen kommen in Betracht:

α) Das Schleusebecken.

Wird das aus dem Sammelbecken oberhalb Unterneubrunn entnommene Wasser von 0,592 cbm/Sek. (siehe Seite 12) (für das ganze Jahr) durch eine Druckrohrleitung von 5,5 km Länge bis Lichtenau (siehe Blatt 2) gebracht und hier in Hochdruckturbinen bei einem Wirkungsgrad von 75 % und einem Nutzgefälle von 80 m abgelassen, so werden $\frac{1\,000 \cdot 0{,}592 \cdot 80}{75} \cdot 0{,}75 = 473{,}6$ PS. gewonnen, oder im Jahre $\sim 365 \cdot 24 \cdot 473{,}6 = 4\,148\,700$ Pferdekraftstunden.

[Für die Berechnung des Gefälles wurde als Teilbetrag die halbe Stauhöhe $\left(\frac{38}{2} = 19 \text{ m}\right)$ zugrunde gelegt. Der Höhenunterschied des mittleren Wasserspiegels im Becken und des Unterwassers der Kraftstation bei Lichtenau ist:

$$485^{*)} - 420^{**)} + \frac{38}{2} = 84 \text{ m}.$$

Unter Berücksichtigung des Gefällverlustes in den Druckrohren nach der Formel

$$\triangle h = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \text{ (Hütte)} = 0{,}02^{***)} \cdot \frac{5\,500}{1} \cdot \frac{1^2}{19{,}62} = 5 \text{ m}$$

beträgt das Nutzgefälle: $84 - 5 = 79$ m, zur Abrundung 80 m.]

β) Das Biberbecken.

Mittels einer Druckrohrleitung von 4,5 km (siehe Blatt 2) wird das dem Stauweiher bei Tellerhammer entnommene Wasser 0,404 cbm/Sek. im Jahresmittel (siehe Seite 23) bis Lichtenau geführt und hier mit einem Gefälle von $480^{**)} - 420^{**)} + \frac{30}{2} = 75$ m, nach Abrechnung des Druckverlustes $\triangle h = 0{,}02 \cdot \frac{4\,500}{1} \cdot \frac{1^2}{19{,}62} = 4{,}5$ m, zur Abrundung 5 m, mit einem Nutzgefälle $75 - 5 = 70$ m in Turbinen abgelassen. Es sind dann $\frac{1\,000 \cdot 0{,}404 \cdot 70}{75} \cdot 0{,}75 = 282{,}80$ PS. verfügbar oder $282{,}8 \cdot 24 \cdot 365 = 2\,477\,328$ Pferdekraftstunden im Jahre.

γ) Das Vesserbecken.

Die mittlere sekundliche Wassermenge beträgt 0,272 cbm/Sek., (siehe Seite 13) das Gefälle bei St. Kilian, 5 km von der Sperrmauer entfernt, $450 - \underset{\dagger)}{401} + \frac{35}{2} = 66$ m, das Nutzgefälle $66 - 5$ m $= 61$ m.

$$\text{Der Gefällverlust } \triangle h = 0{,}02 \cdot \frac{5\,000}{1} \cdot \frac{1^2}{19{,}62} = 5 \text{ m}.$$

Die verfügbare Kraft ist: $\frac{1\,000 \cdot 0{,}272 \cdot 61}{75} \cdot 0{,}75 = 165{,}92$ PS. $= 24 \cdot 365 \cdot 165{,}92 = 1\,453\,459$ Pferdekraftstunden.

Die an diesen drei Stationen gewonnene Kraft kann nach der Industriestadt Suhl elektrisch übertragen und verwendet werden.

---

*) Siehe Blatt 7.
**) Siehe Meßtischblatt 1:25000: Eisfeld.
***) Event. mit $\lambda = 0{,}03$ für ältere Rohre; $v = 1$ m/Sek. ist Annahme.
†) Siehe Meßtischblatt Schleusingen.

d) Das Kaltewasserbecken.

Die mittlere sekundliche Wassermenge 0,262 cbm/Sek. (siehe Seite 15) wird in Druckrohren bis zu der 4,5 km von der Talsperrenanlage entfernten Ortschaft Hohleborn geführt und hier in Turbinen nutzbar gemacht.

Das Gefälle beträgt $500 - 377{,}3^{*)} + \frac{34}{2} = 140$ m; unter Berücksichtigung des Gefällverlustes in den Rohren $\triangle h = 0{,}02 \cdot \frac{5000}{1} \cdot \frac{1^2}{19{,}62} = 5$ m ist das Nutzgefälle $140 - 5 = 135$ m.

Die Kraft in PS. beträgt: $\frac{1000 \cdot 0{,}262 \cdot 135}{75} \cdot 0{,}75 = 353{,}7$, in Pferdekraftstunden: $24 \cdot 365 \cdot 353{,}7 = 3\,098\,412$.

Mittels elektrischer Uebertragung kann diese Kraft nach der nur 6 km von der Kraftstation entfernten industriereichen Stadt Schmalkalden geleitet werden, wo sie Absatz findet.

Zusammenstellung.

Es werden somit gewonnen unter c:

An der Schleuse	4 148 700	Pferdekraftstunden
„ „ Biber	2 477 328	„
„ „ Vesser	1 453 459	„
Am Kaltewasser	3 098 412	„
	11 177 899	Pferdekraftstunden

Durch die Talsperrenanlagen im oberen Werragebiet stehen insgesamt zur Verfügung:

Unter a)	1 137 200	Pferdekraftstunden
„ b)	8 328 400	„
„ c)	11 177 899	„
	20 643 499	**Pferdekraftstunden.**

3. Wasserabgabe für Bewässerungszwecke.

(Blatt 13, Fig. 1.)

Die Landwirtschaft beansprucht als vorgeblich älteste Benutzerin der Wasserläufe das Recht, unentgeltlich und ohne Rücksicht auf die Triebwerke oder andere Interessentengruppen so viel Wasser den Flüssen zu entnehmen, als sie zur Berieselung der Ländereien nötig hat. Es haben infolgedessen unter der geringeren Wasserführung der Werra in trockener Zeit die Kraftwerke und die Schiffahrt zu leiden.

Durch Talsperrenanlagen im oberen Werragebiet wird es ermöglicht, die Gegensätze zwischen Industrie und Landwirtschaft auszugleichen.

Die Bewässerungsperiode fällt in den Monat Juli, also in die Zeit des Kleinwasserstandes der Werra, und dauert in der Regel zehn Tage, vom 1.—10. Juli. Es werden bei Walldorf etwa 2 cbm/Sek.**) der Werra entnommen und auf das Werratal, das aus fruchtbaren Wiesen besteht, verteilt. Von dieser Menge wird ein Teil von den Pflanzen aufgesaugt, ein Teil verdunstet und ein Teil wird dem Flußlauf wieder zugeführt.

Für Bewässerungszwecke sind in den Haselbecken 1 000 000 cbm vorgesehen, die in den auf Seite 18 angegebenen Abflußmengen mit enthalten sind; sie ergeben, auf zehn Tage (1. bis 10. Juli) verteilt, eine sekundliche Abflußmenge von

$$\frac{1\,000\,000}{10 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 1{,}158 \text{ cbm.}$$

*) Siehe Meßtischblatt: Kleinschmalkalden.
**) Mir persönlich gemachte Mitteilung.

Durch diese Abgabe nimmt die Beckeninhaltskurve, Blatt 13, Fig. 1, für Anfang Juli die daselbst gestrichelt gezeichnete Form an. Die Abgabe ist an den zehn ersten Tagen des Juli gesteigert und hernach entsprechend vermindert.

Die Wassermenge von 2 cbm/Sek. geht der Werra und den an ihr liegenden Triebwerken nur zum Teil verloren, da eine gewisse Menge, welche hier zu 0,8 cbm/Sek. geschätzt ist, von den Wiesen wieder abfließt und in den Fluß zurücktritt. Nur durch den Restbetrag von 2,0 — 0,8 = 1,2 cbm/Sek., welcher auf den Wiesen verloren geht, werden die unterhalb liegenden Triebwerke während der Bewässerungsperiode an verfügbarer Wassermenge Einbuße erleiden. Ihr Arbeitswert ist in Abzug zu bringen, da auf Seite 27 mit der ganzen Wassermenge gerechnet worden ist.

Die durch die Bewässerung der Wiesen geschädigten Werke sind die von Walldorf bis Münden mit einem Nutzgefälle von (siehe Seite 27)

$$2{,}6 + 2{,}5 + 2{,}2 + 132{,}5 = 139{,}8 \text{ m.}$$

Der Verlust an Pferdekraftstunden beträgt somit:

$$\frac{1000 \cdot 1{,}20 \cdot 139{,}8}{75} \cdot 0{,}75 \cdot 10 \cdot 24 = 402\,624.$$

Es verbleiben mithin als reiner Kraftgewinn:

$$20\,643\,499 - 402\,624 = \mathbf{20\,240\,875} \text{ Pferdekraftstunden.}$$

V. Nutzwirkung des verfügbaren Hochwasserschutzraumes an dem Beispiel der Hochwasserflutwelle vom Februar 1909.

Verheerende Hochwasser haben stattgefunden:

Im Juli 1871	mit 223 cbm/Sek. Wasserführung		Vergleiche Seite 2.
„ November 1890	„ 291 „ „		
„ Februar 1909	„ 300 „ „		Vergleiche Seite 33

bei Meiningen.

Dem Sommerhochwasser im Juni und Juli würde durch die Talsperren unter mittleren Verhältnissen nur in geringem Grade zu begegnen sein, da Ende Juni alle Becken gefüllt sein sollen und zwar die Hasel- und Bibersperre ganz gefüllt, während die Schleuse-, Vesser- und Kaltewassersperre noch einen Hochwasserschutzraum von je 1 788 500 (siehe Seite 13), 1 351 600 (siehe Seite 15), 1 501 000 (siehe Seite 16), also insgesamt 4 641 100 cbm aufweisen. Für die Wintermonate liegen die Verhältnisse günstiger, alsdann sind alle Becken oberhalb Meiningen fast leer, und es kann nahezu das Gesamtvolumen der Stauweiher als Hochwasserschutzraum wirken; im nachstehend besprochenen Beispiel vom Februar 1909 betrug dieser 23 207 920 cbm (siehe Seite 37).

Im Gegensatz zu dem großen Hochwasser ist es dem günstigen Umstande dichter Bewaldung der Thüringer Hänge zu danken, daß das normal verlaufende Hochwasser der Werra im Frühjahr bei Meiningen nur 100 bis 120 cbm/Sek. beträgt.*) Dasselbe richtet keinen nennenswerten Schaden an. Ebenso verlaufen die stärkeren Anschwellungen der Nebenflüsse der Werra gewöhnlich schadlos; die Spitze außergewöhnlich hoher Fluten kann ohne weiteres durch die ausgleichende Wirkung der

*) Mitteilung des Herzoglichen Wasserbauamts Meiningen.

Sammelbecken gebrochen werden. Es erscheint unnötig, die regelmäßig wiederkehrenden Hochwasser durch Ansammlung hinter Dämmen einzuschränken, zumal wenn man in Betracht zieht, daß gerade die Hochwasser des Frühjahrs, die viel Düngstoff mit sich führen, besonders zur Wiesenbewässerung geeignet sind. Anders verhält es sich mit den höchsten Hochwassern, z. B. mit den ausnahmsweise großen Hochwassern. Wie groß die verheerenden Wirkungen damals (siehe Seite 30) waren, ist ziffermäßig nicht festgestellt; soviel ist gewiß, daß der angerichtete Schaden ganz beträchtlich gewesen ist, wenn man bedenkt, daß diese gewaltigen Fluten ausgedehnte Ländereien verwüsteten, ganze Ortschaften überschwemmten und Brücken wie Gebäude zerstörten.

1. Der tatsächlich eingetretene Verlauf der Hochflut.

a) Kurze Beschreibung der Witterungsverhältnisse und Niederschlagshöhen in Südthüringen.

Während der Januar im allgemeinen einen milden Charakter zeigte, fielen vom 30. Januar bis 3. Februar gewaltige Schneemassen im Thüringer Walde, die z. B. in Neustadt am Rennsteig betrugen:

Am 30. Januar	11,00	mm
„ 31. „	8,80	„
„ 1. Februar	6,20	„
„ 2. „	10,40	„
	36,40	mm

In Heidersbach bei Suhl:

Am 31. Januar	12,40	mm
„ 1. Februar	11,50	„
„ 2. „	8,60	„
„ 3. „	17,70	„
	50,20	mm*)

In höherer Lage stiegen die Niederschlagsmengen in diesen Tagen bis auf 177 mm. (Siehe Seihe 34.)

Dazu kam noch, daß zu Beginn dieser Niederschlagsperiode im Quellgebiet der Bäche schon eine hohe Schneedecke vorhanden war.

Am 3. Februar erfolgte Wetterumschlag mit Landregen. Die Regenhöhe in Neustadt am Rennsteig betrug:

Am 3. Februar	42,20	mm
„ 4. „	37,80	„
„ 5. „	18,00	„
	98,00	mm

In Heidersbach bei Suhl:

Am 4. Februar	55,50	mm
„ 5. „	61,10	„
	116,60	mm

Wäre der Regen nicht eingetreten, sondern nur das Tauwetter, so hätten die schmelzenden Schneemassen nur ein allmähliches Anschwellen der Bäche und Flüsse hervorgerufen und die Hochflut wäre schadlos verlaufen. Infolge des mit großer Stärke eingetretenen Regens tauten die Schneemassen rasch auf, die Wasser stürzten mit großer Gewalt zu Tal und riefen die ungeheueren Verheerungen hervor.

*) Mir persönlich gemachte Mitteilungen der dortigen Regenstationen.

b) Die Hochwasserwelle der Werra bei Meiningen.

Der Verlauf der Hochflut war nach dem Pegel von Meiningen folgender*):

Tag	Stunde	Wasserstand am Pegel in m
3. Februar	12^{00} mittags	0,84
3. "	6^{00} nachmittags	0,90
4. "	8^{30} vormittags	1,65
4. "	12^{00} mittags	1,95
4. "	3^{00} nachmittags	3,00
4. "	4^{00} "	3,22
4. "	6^{00} "	3,50
5. "	6^{00} vormittags	3,80
5. "	3^{00} nachmittags	3,68
6. "	7^{45} vormittags	3,48
6. "	5^{00} nachmittags	3,25
7. "	8^{00} vormittags	2,75
7. "	12^{00} mittags	2,55
8. "	12^{00} "	2,05
9. "	12^{00} "	1,72
10. "	12^{00} "	1,60
11. "	12^{00} "	1,43
12. "	12^{00} "	1,27
13. "	12^{00} "	1,14

Berechnung der Hochwasserwelle der Werra bei Meiningen auf Grund von Messungen.

Auf Seite 5 wurden für die Mittelwasserrinne die durchfließenden Wassermengen in Beziehung gebracht zu den Pegelständen. Um nun auch Aufschluß über die Größe der Hochwassermassen zu erhalten, wurde das auf Seite 4 benutzte Verfahren für das überflutete Vorland desselben Profils angewendet. (Blatt 17, Fig. 1.)

Der höchste Pegelstand betrug 3,80 m (siehe obenstehende Tabelle); zu dieser Zeit wurde eine Geschwindigkeitsmessung in der Mittelwasserrinne vorgenommen und die höchste Geschwindigkeit im Stromstrich zu 2,5 m/Sek. ermittelt. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt somit in der Mittelwasserrinne 0,8**)·2,5 = 2 m/Sek. Um nun für die Vorländer die Wassergeschwindigkeit kennen zu lernen, bedarf es der Ermittelung des relativen Gefälles.

Die Querschnittsfläche der Mittelwasserrinne beim Pegel 3,80 m ist:

$$F = 34{,}50 + 20 \cdot 1{,}80 = 70 \text{ qm.} \quad \text{(Blatt 17, Fig. 1.)}$$

Ben. Umf. $p = 22 + 2 = 24$ m (siehe c a b d e auf Blatt 17, Fig. 1).

Hyd. Rad. $R = \frac{F}{p} = \frac{70}{24} = 2{,}9.$

Geschwindigkeitsziffer $c = \frac{87^{***)}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{0{,}85}{\sqrt{2{,}9}}} = 58.$

Aus der Formel $v = c\sqrt{R \cdot J}$ ist: $J = \frac{v^2}{c^2 \cdot R} = \frac{2^2}{58^2 \cdot 2{,}9} = 0{,}0004.$

Dieser Wert stimmt mit dem auf Seite 4 für Niedrigwasser ermittelten nahezu überein. Für jenes Niedrigwasser ist $J = 0{,}000\,391$.

---

*) Angabe des Herzoglichen Wasserbauamts Meiningen.

**) Siehe Seite 4.

***) $\gamma = 0{,}85$; linke Böschung abgepflastert, rechts Ufermauer.

Die sekundliche Wassermenge in der Mittelwasserrinne ergibt sich zu:

$Q_1 = F \cdot v = 70 \cdot 2$ . . . . . $= 140$ cbm

Für das Vorland ist:

Querschnitt $F = 270 \cdot 1 = 270$ qm,

Ben. Umf. $p = 270$ m,

Hydr. Rad. $R = \frac{F}{p} = \frac{270}{270} = 1$,

Geschwindigkeitsziffer $c = \frac{87^{*)}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{1{,}75}{\sqrt{1}}} = \sim 30$,

Mittlere Geschwindigkeit $v = c\sqrt{R \cdot J} = 30\sqrt{1 \cdot 0{,}0004} = 0{,}60$ m/Sek.

Die sekundliche Wassermenge der Vorländer $Q_2 = 270 \cdot 0{,}60$ . . $= 160$ cbm

Zusammen: 300 cbm

Somit betrug die sekundliche Wassermenge beim höchsten Pegelstand ~ 300 cbm/Sek. Auf die gleiche Weise wurden die zu den übrigen Pegelständen gehörigen Durchflußmengen ermittelt.

Abflußmengen der Werra bei Hochwasser an der unteren Brücke zu Meiningen.

a) für Mittelwasserrinne. b) für Vorland.

Pegel m		F (qm)	p (m)	R	J	γ	c	v m/Sek.	Q_2'	Gesamte Wassermenge Q
2,5	a)	44,5	22,5	2	0,0004	0,85	54	1,5	67	67
	b)	—	—	—	0,0004	—	—	—	—	
3,0	a)	54,5	23	2,4	0,0004	0,85	56	1,70	93	106
	b)	62	250	0,25	0,0004	1,75	20	0,2	13	
3,5	a)	64,5	23,5	2,7	0,0004	0,85	57	1,88	120	206
	b)	190	280	0,65	0,0004	1,75	28	0,45	86	
3,8	a)	70	24	2,9	0,0004	0,85	58	2	140	300
	b)	270	270	1	0,0004	1,75	30	0,6	160	

Blatt 17, Figur 2 zeigt die graphische Darstellung und Blatt 18 gibt den Verlauf der Hochwasserwelle an.

c) Der sekundliche Abfluß der Werra vom qkm bei der Hochflut vom Februar 1909.

Zur Zeit des höchsten Wasserstandes führte die Werra bei Meiningen 300 cbm/Sek. (siehe oben). Ihr Niederschlagsgebiet daselbst beträgt 1170 qkm. Von 1 qkm gelangten somit im Mittel $\frac{300}{1170} = 256$ Sek./Lit. zum Abfluß.

Bei einer sekundlichen Wasserführung der Werra bei Meiningen von 200 cbm/Sek. strömten pro qkm $\frac{200}{1170} = 170$ Sek./Lit. ab.

Desgleichen betrug die Abflußmenge pro qkm bei einer Wasserführung von 100 cbm/Sek.: $\frac{100}{1170} = 85$ Sek./Lit.

*) Der Rauhigkeitsgrad γ wurde für die rauhen Vorländer zu 1,75 angenommen.

2. Der ermittelte Verlauf einer gleichen Flutwelle wie Februar 1909 nach Errichtung der Talsperren.

Es ist nun wertvoll, zu prüfen, welchen Einfluß die im Niederschlagsgebiet der Werra zu errichtenden Talsperren der Schleuse, Biber, Vesser, Hasel, Schönau und Christes, welche oberhalb Meiningen liegen, auf die Verminderung des Hochwassers bei Meiningen gehabt hätten.

a) Das abgesperrte Gebiet.

Die Größe des abgesperrten Niederschlagsgebietes ist:

An der oberen Schleuse	30,19 qkm	(siehe Seite	12)
„ „ Biber	20,83 „	(„ „	19)
„ „ Vesser	14,20 „	(„ „	13)
„ „ Hasel mit Schönau und Christes	328,00 „	(„ „	16)
	393,22 qkm.		

Das Niederschlagsgebiet der Werra bei Meiningen beträgt 1170 qkm (siehe Seite 33).

Es sind somit $\frac{393{,}22}{1170} \cdot 100 = 34\,\%$ des gesamten Zuzugsgebietes abgesperrt.

b) Ermittelte Wasserführung der Bäche bei einer Hochflut wie derjenigen vom Februar 1909.

Die auf Seite 33 für die Flächeneinheit des Zuzugsgebietes gefundenen Werte der Abflußmengen der Werra bieten zwar einen Anhalt für den Wasserabfluß der Bäche in den Talsperrengebieten; sie lassen sich aber nicht verallgemeinern, da die Quellgebiete am Rennsteig, insbesondere diejenigen der Schleuse, Biber, Vesser und des Kaltewassers infolge der größeren Regenmengen und der steilen Hänge bedeutend mehr pro qkm abfließen lassen als das breite Werratal.

Um für diese Bäche die Abflußmengen für die Flächeneinheit schätzungsweise aus den vorstehenden Werten für das Werratal und denjenigen vom Saargrund, gemessen von der Landesanstalt für Gewässerkunde, Berlin, abzuleiten, sind folgende Betrachtungen angestellt.

Die Niederschlagshöhe der 405 m hoch liegenden Ortschaft Benshausen betrug in Form von Schneefällen vom 31. Januar bis 3. Februar 27,8 mm, die Regenhöhe vom 4.—5. Februar 59,3 mm. Dagegen verzeichnete das höher gelegene Heidersbach (610 über N. N.) in der gleichen Zeit 50,2 mm Schnee- und 116,11 mm Regenhöhe. (Angaben der dortigen Regenstationen.)

Nach der Angabe des Bureaus für Gewässerkunde (mir persönlich gemachte Mitteilung) lieferte das 2,18 qkm große Niederschlagsgebiet der Saar (an dem Meßwehr in Saargrund) 394 Lit./Sek. pro qkm zur Zeit des höchsten Wasserstandes. Das Gebiet liegt noch höher und zwar 784 m über N. N. Die Regenhöhe betrug dort vom 31. Januar bis einschließlich 5. Februar 176,6 mm.

Die Gesamtmenge der Niederschläge steigerte sich also nach der Höhenlage der Meßstellen; sie betrug:

in 405 m Höhe	87,1	mm,
„ 610 „ „	166,3	„
„ 784 „ „	176,6	„

Dieser Steigerung der Niederschläge entsprechend ist auch für die oberen Gebiete mit einem genügend großen Abfluß zu rechnen, weche Betrachtungen, wie folgt, angestellt sind.

α) Zeit höchster Wasserführung der Werra in Meiningen von 300 cbm/Sek.

Wie bereits oben (siehe Seite 33) angegeben, war zur Zeit der höchsten Flutwelle von 300 cbm/Sek. bei Meiningen für das 1170 qkm große Gebiet eine Abflußmenge von 256 Sek./Lit. pro qkm und um die gleiche Zeit für das 2,18 qkm große Saargebiet eine solche von 394 Sek./Lit. pro qkm (siehe Seite 34) berechnet. Es erscheint demnach nicht zu hoch gegriffen, wenn man für die Gebiete der Schleuse, Biber und Vesser einen Abflußwert von 350 Sek./Lit. pro qkm in die Rechnung einführt, der etwas größer genommen ist, als das arithmetische Mittel: $\frac{256 + 394}{2} = 325$, da die Bachgebiete etwas höher liegen, als der wirklichen Lage zwischen Saar und Werratal oberhalb Meiningen entspricht. Für das Haselgebiet, welches das der Schönau und Christes mit umfaßt, ist infolge seiner tieferen Lage ein Abflußfaktor von 260 Sek./Lit. pro qkm, anstatt 256 der Werra bei Meiningen, angenommen. Die nachstehend in Rechnung zu stellenden Niederschlagsgebiete liegen jeweils oberhalb der betreffenden Talsperrenanlage.

Unter Zugrundelegung dieser Annahmen führten bei dem hier untersuchten Hochwasser:

	Niederschl.-Gebiet	Abfluß-wert		
die Schleuse	30,19	· 350	= 10,57	cbm/Sek.
„ Biber	20,83	· 350	= 7,30	„
„ Vesser	14,20	· 350	= 5,00	„
„ Hasel	328	· 260	= 85,30	„
			108,17 = ~ 110,00	cbm/Sek.

Diese Wassermenge würde in Zukunft bei Anlage eines hinreichend großen Hochwasserschutzraumes ausfallen.

β) Zeit der Wasserführung der Werra bei Meiningen von 200 cbm/Sek.

Für die Gebiete der Schleuse, Biber und Vesser kann zu dieser Zeitperiode, wo die Werra nur $^2/_3$ der unter α behandelten Wassermenge führte, schätzungsweise auch für die Bäche an Abflußmenge $^2/_3$ des unter α ermittelten Wertes in Ansatz gebracht werden, mithin $\frac{2}{3} \cdot 350 = \sim 230$ Sek./Lit. und für das Haselgebiet 180 Sek./Lit. anstatt 170 der Werra bei Meiningen (s. Seite 33) angenommen werden.

Es führten somit bei dem hier untersuchten Hochwasser:

	Niederschl.-Gebiet	Abfluß-wert		
die Schleuse	30,19	· 230	= 7,0	cbm/Sek.
„ Biber	20,83	· 230	= 4,8	„
„ Vesser	14,20	· 230	= 3,2	„
„ Hasel	328	· 180	= 60,0	„
			75,0	cbm/Sek.

γ) Zeit der Wasserführung der Werra bei Meiningen von 100 cbm/Sek.

Für die Schleuse, Biber und Vesser wurde eine Abflußmenge von $\frac{1}{3} \cdot 350 = \sim 120$ Sek./Lit. entsprechend $^1/_3$ der unter α behandelten Wasserführung der Werra (siehe oben) und für die Hasel 90 Sek./Lit. anstatt 85 der Werra bei Meiningen (siehe Seite 33) geschätzt.

Es führten somit

	Niederschl.-Gebiet	Abfluß-wert		
die Schleuse	30,19	· 120	= 3,60	cbm/Sek.
„ Biber	20,83	· 120	= 2,50	„
„ Vesser	14,20	· 120	= 1,70	„
„ Hasel	328	· 90	= 29,52	„
			37,32 = ~ 37	cbm/Sek.

Diese Werte werden in der Tabelle Seite 36 benutzt.

c) An- und Abschwellen des Hochwassers.

α) Anschwellen des Hochwassers.

Auf Blatt 18 ist ersichtlich, daß die Werra am 4. Februar nachmittags 2 Uhr eine Wassermenge von 100 cbm/Sek. führte und am 5. Februar vormittags 6 Uhr, also nach 16 Stunden, ihren höchsten Wasserstand von 300 cbm/Sek. erreichte.

Während dieser Zeit führten im Mittel:

Die Schleuse $\frac{3{,}6 + 10{,}57^{*)}}{2} = 7$ cbm/Sek.

Die Biber $\frac{2{,}5 + 7{,}3^{*)}}{2} = \sim 5$ „

Die Vesser $\frac{1{,}7 + 5^{*)}}{2} = \sim 3{,}4$ „

Die Hasel $\frac{29{,}52 + 85{,}30^{*)}}{2} = \sim 58$ cbm/Sek.

Die gesamte Wassermenge betrug in jener Zeit von 16 Stunden

für die Schleuse	16·60·60· 7	=	403 200 cbm
„ „ Biber	16·60·60· 5	=	288 000 „
„ „ Vesser	16·60·60· 3,4	=	195 840 „
„ „ Hasel	16·60·60·58	=	3 340 800 „

Die Zahlen werden benutzt, um nachzuweisen, bis zu welchem Betrage die Hochwassermengen aufzunehmen sind.

β) Abschwellen des Hochwassers.

Das Hochwasser ist am 5. Februar vormittags 6 Uhr bis zum 7. Februar vormittags 3 Uhr, also in 45 Stunden, von 300 cbm/Sek. bis auf 100 cbm/Sek. gesunken (siehe Blatt 18). Das Abschwellen nahm also fast die dreifache Zeit des Anschwellens in Anspruch, welches 16 Stunden dauerte (siehe Seite 36).

Die gesamte Wassermenge in obigen 45 Stunden beträgt:

Für die Schleuse	45·60·60· 7	=	1 134 000 cbm
„ „ Biber	45·60·50· 5	=	810 000 „
„ „ Vesser	45·60·60· 3,4	=	550 000 „
„ „ Hasel	45·60·60·58	=	9 396 000 „

γ) Bildung der Summe von α und β.

Es hätten somit die Talsperren die in 16 + 45 = 61 Stunden ankommenden Wassermengen aufnehmen müssen. Der Hochwasserschutzraum müßte demnach sein als Summen der Beträge von α und β:

Für die obere Schleuse	403 200 +	1 134 000**)	=	1 537 200 cbm
„ „ Biber	288 000 +	810 000**)	=	1 098 000 „
„ „ Vesser	195 840 +	550 000**)	=	745 840 „
„ „ Hasel	3 340 800 +	9 396 000**)	=	12 736 800 „
				16 117 840 cbm

Die in den Talsperrengebieten zufließenden Wassermengen betragen somit in diesen 61 Stunden 16 117 840 cbm.

---

*) Siehe Seite 35.
**) Siehe oben.

3. Wirkung des Anfang Februar 1909 verfügbaren Schutzraumes.

a) Größe des Schutzraumes Anfang Februar 1909 im Mittel der Jahre.

Zur Bestimmung des verfügbaren Hochwasserschutzraumes braucht man den Fassungsraum der Becken und die Füllung derselben Anfang Februar.

I. Der Fassungsraum der Becken ist:

An der oberen Schleuse	6000000	cbm	(siehe Seite	12,	Blatt 8,	Figur 1)
„ „ Biber	1550000	„	(„ „	19,	„ 13,	„ 2)
„ „ Vesser	3680000	„	(„ „	13,	„ 8,	„ 2)
„ „ Hasel	18885000	„	(„ „	17,	„ 13,	„ 1)

II. Die Füllung der Becken Anfang Februar ist:

An der oberen Schleuse	659130	cbm	(siehe Seite	13,	Blatt 8,	Figur 1)
„ „ Biber	408350	„	(„ „	22,	„ 13,	„ 2)
„ „ Vesser	326600	„	(„ „	14,	„ 8,	„ 2)
„ „ Hasel	5513000	„	(„ „	19,	„ 13,	„ 1)

Aus der Differenz I—II ergibt sich der Anfang Februar zur Verfügung stehende Hochwasserschutzraum wie folgt:

	Fassungsraum I		Füllung Anf. Febr. II		Verfügb. Hochwasserschutzraum I—II	
An der oberen Schleuse	6000000	—	659130	=	5340870	cbm
„ „ Biber	1550000	—	408350	=	1141650	„
„ „ Vesser	3680000	—	326600	=	3353400	„
„ „ Hasel	18885000	—	5513000	=	13372000	„
				Summa:	23207920	cbm

Der Hochwasserschutzraum beträgt somit Anfang Februar im Mittel der Jahre **23207920** cbm.

b) Zurückgehaltene Wassermenge in den einzelnen Talsperren.

Die in den einzelnen Talsperrengebieten ankommenden Wassermengen sind auf Seite 36, der Anfang Februar zur Verfügung stehende Hochwasserschutzraum oben angegeben.

Der Schutzraum der Schleuse beträgt im Jahresmittel Anfang Februar 5340870 cbm*), die ankommenden Hochwassermengen betrugen 1537200 cbm**).

Der Schutzraum wäre also überreichlich groß gewesen, so daß die ganze ankommende Wassermenge zurückgehalten worden wäre . . . . . mithin 1537200 cbm

Der Schutzraum der Biber beträgt Anfang Februar 1141650 cbm*), die Zuflußmengen der Biber betrugen 1098000 cbm**) . . . . . mithin 1098000 „

Der Schutzraum der Vesser beträgt Anfang Februar 3353400 cbm*), die Zuflußmengen der Vesser betrugen 745840 cbm**) . . . . . mithin 745840 „

Der Schutzraum der Hasel beträgt Anfang Februar 13372000 cbm*), die Zuflußmengen der Hasel betrugen 12736800 cbm**) . . . . . mithin 12736800 „

Summa **16117840** cbm**)

*) Siehe oben.
**) Siehe Seite 36.

Durch vorstehende Erörterung ist nachgewiesen, daß während des Hochwassers die ganzen in den Talsperrengebieten ankommenden Wassermengen hätten zurückgehalten werden können. Unter Beobachtung dieses Umstandes ist nun in der Folge ermittelt, welche Verminderung ein Hochwasser wie dasjenige vom Februar 1909 durch den Betrieb der entworfenen Talsperren erfahren würde, indem die von den Bächen Schleuse, Biber, Vesser und Hasel kommenden Zuflußmengen, welche in den Stauweihern, wie gezeigt, voll zurückgehalten werden, von den sekundlichen Wassermengen der Werra in Meiningen in der bezüglichen Zeitperiode abgezogen worden sind.

Verminderung der sekundlichen Abflußmengen der Werra in Meiningen durch Zurückhaltung der Wassermengen der Schleuse, Biber, Vesser und Hasel in den Stauweihern.

Zeit 1	Wasserführung der Werra beim Hochwasser vom Febr. 1909 in cbm/Sek. 2	In den Sammelbecken zurückgehalten cbm/Sek.*) 3	Zum Abfluß gelangten in cbm/Sek. 4
5. Febr. 1909 vorm. 6 Uhr	300	110	190
4. Febr. 1909 nachm. 10 Uhr und 6. Febr. 1909 vorm. 4½ Uhr	200	75	125
4. Febr. 1909 nachm. 2 Uhr und 7. Febr. 1909 vorm. 3 Uhr	100	37	63

Durch Benutzung obiger Werte (Spalte 1 und 2) entsteht aus den wirklichen Wassermengen Kurve I (Blatt 18) der Werra bei Meiningen vom Februar 1909; durch Abzug der Werte (Spalte 4) obiger Tabelle erhält man diejenige Wassermenge bei Kurve II, welche sich bei einem ähnlichen Hochwasser nach hergestellten Stauweihern unter gleichen Verhältnissen ergeben würde.

Die folgende Berechnung zeigt, daß die auf Blatt 18 dargestellten Kurven I und II richtig sind.

Es ist auf Seite 37 bestimmt worden, daß die in den Talsperrenanlagen oberhalb Meiningen während der Hochflut vom Februar 1909 zurückgehaltenen Wassermengen 16117840 cbm betragen haben. Diese Wassermengen sind gleich der auf Blatt 18 schraffierten Fläche. Den Inhalt dieser Fläche erhält man, wenn die Fläche $\overline{a\,e\,b}$ von der Fläche $\overline{a\,g\,c\,d\,b}$ subtrahiert wird.

1. Berechnung der Fläche $\overline{a\,g\,c\,d\,b}$.

$$\text{Fläche } \overline{a\,g\,c\,d\,b} = \text{Fläche } \overline{a\,g\,c\,f} + \text{Fläche } \overline{f\,c\,d\,b}.$$

a) Die Fläche $\overline{a\,g\,c\,d\,b}$ stellt die Hochflut dar, die in 16 Stunden von 100 auf 300 cbm/Sek. an der Werra bei Meiningen angewachsen ist (siehe Seite 36).

Die mittlere sekundliche Wassermenge beträgt $\frac{100+300}{2} = 200$ cbm.

Die gesamte Wassermenge in diesen 16 Stunden ist:

$$16 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 200 = \mathbf{11520000} \text{ cbm.}$$

b) Die Fläche $\overline{f\,c\,d}$ stellt die Hochflut dar, die in 45 Stunden von 300 auf 100 cbm gefallen ist (siehe Seite 36).

Die mittlere sekundliche Wassermenge ist $\frac{300+100}{2} = 200$ cbm.

Die gesamte Wassermenge in diesen 45 Stunden ist:

$$45 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 200 = \mathbf{32400000} \text{ cbm.}$$

Summa der Beträge von a und b: **43920000** cbm.

*) Siehe Seite 35.

2. Berechnung der Fläche $\overline{aeb}$.

Fläche $\overline{aeb}$ = Fläche $\overline{aef}$ + Fläche $\overline{feb}$.

a) Die Fläche $\overline{aef}$ stellt die durch die Talsperrenanlagen verminderte Hochflut an der Werra bei Meiningen dar, die in 16 Stunden von 63 cbm auf 190 cbm angewachsen ist (siehe Seite 38).

Die mittlere sekundliche Wassermenge beträgt: $\frac{63 + 190}{2} = 126{,}5$ cbm.

Die gesamte Wassermenge in diesen 16 Stunden ist:

$$16 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 126{,}5 = \mathbf{7286400} \text{ cbm.}$$

b) Die Fläche $\overline{feb}$ stellt die durch die Talsperrenanlagen verminderte Hochflut an der Werra bei Meiningen dar, die in 45 Stunden von 190 cbm auf 63 cbm gefallen ist (siehe Seite 38).

Die mittlere sekundliche Wassermenge ist: $\frac{190 + 63}{2} = 126{,}5$ cbm.

Die gesamte Wassermenge in diesen 45 Stunden ist:

$$45 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 126{,}5 = \mathbf{20493000} \text{ cbm.}$$

Summe der Beträge von a und b: **27779400** cbm.

Die Differenz aus den Beträgen 1 und 2 ist:

$$43\,920\,000 - 27\,779\,400 = \mathbf{16140600} \text{ cbm.}$$

Dieser Wert stimmt mit dem auf Seite 36 ermittelten von 16117840 cbm annähernd überein. Der Unterschied beträgt:

$$16\,140\,600 - 16\,117\,840 = \mathbf{22760} \text{ cbm.}$$

IV. Schluß.

Aus der Darstellung geht hervor, daß tatsächlich eine wesentliche Verminderung der Hochwasserwelle durch die Stauweiheranlagen erreicht werden würde. Es sinkt die Wasserführung der Werra in Meiningen von 300 auf 190 cbm/Sek. herab (siehe Seite 38). Hochwasser bis zu 200 cbm/Sek. verlaufen aber ziemlich unschädlich.

In den Sommermonaten ist der Hochwasserschutzraum allerdings, wie auf Seite 30 ausgeführt ist, wesentlich kleiner; er würde allerdings auch dann noch den Schaden vermindert haben.

Vor allem aber werden Schiffahrt und Industrie einen großen Nutzen aus der Anlage von Stauweihern im Thüringer Walde ziehen.

Die Kleinwasserstände der Werra, welche in der trockenen Zeit den Schiffahrtsbetrieb in Frage stellen, werden durch Speisung aus den Talsperrenanlagen beseitigt.

Daß durch die Kanalisation der Werra die wirtschaftlichen Verhältnisse Thüringens einen neuen Aufschwung erfahren, braucht nicht besonders betont zu werden, in Anbetracht des Umstandes, daß dadurch eine Großschiffahrtsstraße von 181 km Länge weit in das deutsche Mittelgebirge hinein geschaffen wird.

Durch den Ausbau der Wasserkräfte werden den entwicklungsfähigen Thüringer Industrien neue Aussichten eröffnet. Die regelmäßige Wasserabgabe, für welche die Sammelbecken in der trockenen Zeit Gewähr leisten, ersetzen den Werken die kostspielige Dampfreserve, den hinkenden Teil der Wasserkraftanlage; außerdem werden neue, bisher schlummernde Kräfte verfügbar.

Die Gegensätze zwischen Industrie und Landwirtschaft werden ausgeglichen, da der letzteren eine ausreichende Wassermenge in den Stauanlagen zur Bewässerung der Ländereien zur Verfügung steht.

Zweiter Teil:

Wirtschaftliche Berechnungen.

I. Einleitung.

Im zweiten Teil werden zunächst die Preise entwickelt, die im allgemeinen den Preisen in den generellen Projekten der rheinisch-westfälischen Talsperren entsprechen. Auf Grund dieser Preise werden die generellen Kostenanschläge der Talsperrenanlagen und der dazu gehörigen maschinellen Anlagen aufgeführt, aus der Verzinsungs- und Amortisationsquote die jährlich zu entrichtenden Abgaben ermittelt; dann wird versucht, eine Verteilung der Kosten auf die einzelnen Interessentengruppen: Schiffahrt, Industrie, Landwirtschaft und auf den Staat bezw. Provinz wegen Verhütung der schädlichen Hochfluten vorzunehmen.

II. Die Kosten der Talsperren-Anlagen.

1. Preisentwicklung.

a) Talsperren-Anlagen.

Titel I: Vorarbeiten, Grunderwerb, Erd- und Felsaushub.

Vorarbeiten . . . . . 10 000 Mk.

Grunderwerb: Der zwei- bis dreifache Preis des ortsüblichen wurde eingesetzt.

Erdaushub: Da keine Schürfungen und Bohrungen ausgeführt sind, so wurde angenommen, daß die Talsohle mit 2 m, die Hänge mit 1 m Humus überlagert sind, ferner daß fester, unzersetzter Fels an der Talsohle in 2 bis 3 m, an den Hängen in 1 bis 2 m Tiefe unter der Humusschicht vorhanden ist.

1 cbm Erde auszuschachten . . . . . 2 Mk.

1 „ Fels auszuheben . . . . . 4 „

Titel II: Abschlußwerk.

a) Das Abschlußwerk ist eine Mauer.

1 cbm Mauerwerk . . . . . 18,— Mk.

1 lfd. m Mauerkrone bei etwa 5 m Breite derselben, wie folgt:

Betonabgleichung im Mittel 10 cm stark:		
0,10 · 5,0 = 0,5 cbm à 15 Mk.	7,50	„
Asphalt, 4 cm stark, oder Pflasterung pro qm 6,50 Mk.	32,50	„
Bordsteine, 2 lfd. m à 6 Mk.	12,—	„
Steinbrüstung pro lfd. m	36,—	„
Eisengeländer pro lfd. m	14,—	„
Gewölbemauerwerk am Ueberlauf	4,25	„
Betonkappen	12,—	„
Hammerrecht bearbeitetes Mauerwerk pro lfd. m, 5 qm à 5 Mk.	25,—	„
Werksteine 0,2 cbm pro lfd. m à 1,20 Mk.	24,—	„
Zur Abrundung	2,75	„
pro lfd. m Mauerkrone	170,—	Mk.

1 qm Mauerfläche, wie folgt:

Putz der Wasserseite pro qm	3,50	Mk.
Anstrich des Putzes	—,50	„
Verblendungsmauerwerk	3,80	„
Dränage 0,3 lfd. m, pro qm à 1,80 Mk.	—,60	„
Ausfugen der Luftseite	1,60	„
pro qm Mauerfläche	10,—	Mk.

b) Das Abschlußwerk ist ein Erddamm.

Die an der Baugrube ausgeschachteten Erdmassen werden zur Bildung des Dammes wieder verwendet.

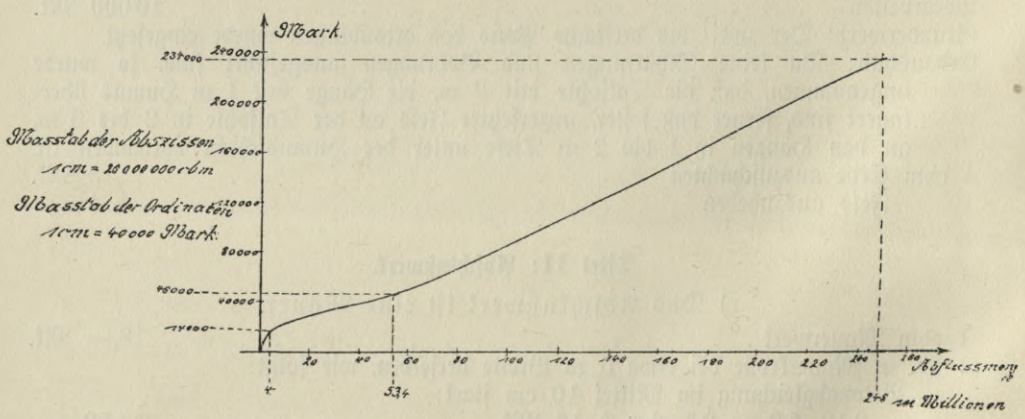
1 cbm Erde auszuschachten und wieder zur Bildung des Dammes zu verwenden	3,—	Mk.
1 cbm Erde zur Bildung des Dammes anzuschütten	2,50	„
1 lfd. m Dammkrone bei 6 m Breite	60,—	„
1 qm Böschungsfläche an der Wasserseite (Pflaster)	5,—	„
1 qm Böschungsfläche an der Luftseite (Rasen)	1,—	„

Titel III. Eisenarbeiten, Chausseeverlegung, Randwege, Wärterhaus.

Eisenarbeiten (Entnahmevorrichtungen): Die Kosten der Eisenarbeiten richten sich nach den jährlichen Abflußmengen und zwar betragen dieselben bei

4 000 000 cbm jährlichen Abflußmengen	17 000	Mk.
53 400 000 „ „ „	46 000	„
248 000 000 „ „ „	234 000	„

Die Zwischenwerte kann man aus nachstehender Kurve abgreifen:



Chausseeverlegung pro km	30—40 000	Mk.
Randwege vom Umfang des Beckens pro km	3000	„
Wärterhaus	20 000	„

Titel IV. Insgemein.

Bauaufsicht pro Jahr	15 000	Mk.

Oberbauleitung: 2,5 % von Titel II a, 5 % von Titel II b.
Zinsverlust: ½ gesamtes Baukapital zu 4,1 % für die Dauer der Bauzeit.
Zuschlag: 10 % von Titel I—III.

b) Maschinelle Anlagen.

α) Turbinen-Anlage.

Von den Turbinenfirmen: Briegleb, Hansen & Co.-Gotha, Amme, Giesecke & Konegen-Braunschweig, und M. Voith-Heidenheim wurde für die hier in Frage kommenden Turbinenanlagen ein Preis von 20—25 000 Mk. angegeben.

Für das Maschinengebäude wurde ein Preis von 20—30 000 Mk. eingesetzt.

β) Elektrische Anlage.

Von den Elektrizitätsfirmen Siemens Schuckert, Felten & Guilleaume-Lahmeyer-Frankfurt a. M. wurde für die elektrischen Anlagen an der Kraftstation ein Preis von 35—40 000 Mk. angegeben.

γ) Rohrleitungen.

Vom Werk Gustav Kuntze-Göppingen und den Mannesmann-Röhrenwerken wurde für den lfd. m schmiedeeiserne Röhren von 1000 bezw. 750 mm Durchmesser ein mittlerer Preis von 35—37,5 Mk. ab Werk angegeben.

Für die größeren Kraftwerke an der Schleuse- und Kaltewassersperre sind zwei Druckrohrleitungen vorgesehen, für die kleineren an der Biber- und Vesserspere je eine. Diese beiden können als Reserve des Kraftwerkes an der Schleusesperre dienen.

An sämtlichen Anlagen können die vorhandenen Wassermengen nicht nur in 24stündigem Betriebe, sondern auch in 10—12stündigem ausgenutzt werden.

2. Kostenanschläge der Talsperren- und maschinellen Anlagen.

a) Die Schleusesperre. (Siehe I. Teil, Seite 12.)

α) Talsperren-Anlage.

Titel I:

Vorarbeiten	10 000	Mk.
Grunderwerb (zumeist Waldboden) 440 000 qm à 0,20 Mk.	88 000	„
Ankauf der Tannenmühle	40 000	„
Erdaushub: 5340 cbm à 2 Mk.	10 680	„
Felsaushub: 8040 cbm à 4 Mk.	32 160	„
Sa. I:	180 840	Mk.

Titel II:

Mauerwerk 64 530 cbm à 18 Mk.	1 161 540	Mk.
Mauerkrone 170 lfd. m à 170 Mk.	28 900	„
Mauerfläche 4620 qm à 10 Mk.	46 200	„
Sa. II:	1 236 640	Mk.

Titel III:

Eisenarbeiten bei 18 Millionen cbm jährlichem Abfluß	30 000	Mk.
Wegeverlegung 6 km à 30 000 Mk.	180 000	„
Randwege 8,2 km à 3000 Mk.	24 600	„
Wärterhaus	20 000	„
Sa. III:	254 600	Mk.

Zusammenstellung:

Titel	I	180 840	Mk.
„	II	1 236 640	„
„	III	254 600	„
Sa. I—III:		1 672 080	Mk.

Titel IV.

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (2,5 % von Titel II): $\frac{1\,236\,640 \cdot 2{,}5}{100} =$	30 916 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1\,672\,080 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	102 832 „
Zuschlag: 10 % von Sa. I—III:	167 208 „
Sa. IV:	345 956 Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	1 672 080	Mk.
„ IV:	345 956	„
Sa.	2 018 036	Mk.
= ~	2 020 000	Mk.

β) Maschinelle Anlage. (Siehe I. Teil, Seite 28.)

Turbinen-Anlage	25 000 Mk.
Elektrische Anlage	40 000 „
Gebäude	30 000 „
Druckrohrleitung, 2 Rohre à 1000 mm Lichtweite von 5500 m à 100 Mk.	550 000 „
Sa.	645 000 Mk.

Die maschinelle Anlage kostet: 645 000 Mk.

b) Die Vesserſperre. (Siehe I. Teil, Seite 13.)

α) Talsperren-Anlage.

Titel I.

Vorarbeiten	10 000 Mk.
Grunderwerb (Waldboden) 250 000 qm à 0,20 Mk.	50 000 „
Erdaushub 4950 cbm à 2 Mk.	9 900 „
Felsaushub 7500 cbm à 4 Mk.	30 000 „
Sa. I:	99 900 Mk.

Titel II.

Mauerwerk 55 610 cbm à 18 Mk.	1 000 980 Mk.
Mauerkrone 180 lfd. m à 170 Mk.	30 600 „
Mauerfläche 4400 qm à 10 Mk.	44 000 „
Sa. II:	1 075 580 Mk.

Titel III.

Eisenarbeiten bei 8 590 000 cbm jährlichem Abfluß	20 000 Mk.
Wegeverlegung 2,5 km à 30 000 Mk.	75 000 „
Randwege 4 km à 3000 Mk.	12 000 „
Wärterhaus	20 000 „
Sa. III:	127 000 Mk.

Zusammenstellung: Sa. I:	99 900	Mk.
„ II:	1 075 580	„
„ III:	127 000	„
Sa. I—III:	1 302 480	Mk.

Titel IV:

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (2,5 % von Titel II): $\frac{1\,075\,580 \cdot 2{,}5}{100} =$	26 890 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1\,302\,480 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	80 102 „
Zuschlag: 10 % von Sa. I—III	130 248 „
Sa. IV:	282 240 „

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	1 302 480	Mk.
„ IV:	282 240	„
Sa.	1 584 720	Mk.
= ~	1 600 000	Mk.

β) Maschinelle Anlage. (Siehe I. Teil, Seite 28.)

Turbinen-Anlage	20 000 Mk.
Elektrische Anlage	35 000 „
Gebäude	20 000 „
Druckrohrleitung, 1 Rohr 750 mm lichte Weite von 5000 m Länge à 60 Mk.	300 000 „
Sa.	375 000 Mk.

Die maschinelle Anlage kostet 375 000 Mk.

c) Die Kaltewassersperre. (Siehe I. Teil, Seite 15.)

α) Talsperren-Anlage.

Titel I.

Vorarbeiten	10 000 Mk.
Grunderwerb 284 000 qm à 0,30 Mk.	85 200 „
Ankauf einer kleinen Schneidemühle und Schenke	40 000 „
Erdaushub 5550 cbm à 2 Mk.	11 100 „
Felsaushub 8100 cbm à 4 Mk.	32 400 „
Sa. I:	178 700 Mk.

Titel II.

Mauerwerk 55 160 cbm à 18 Mk.	992 880 Mk.
Mauerkrone 160 lfd. m à 170 Mk.	27 200 „
Mauerfläche 4200 qm à 10 Mk.	42 000 „
Sa. II:	1 062 080 Mk.

Sa. III.

Eisenarbeiten bei 8 151 000 cbm jährlichem Abfluß	20 000 Mk.
Wegeverlegung 3,5 km à 40 000 Mk.	140 000 „
Randwege 4,5 km à 3000 Mk.	13 500 „
Wärterhaus	20 000 „
Sa. III:	193 500 Mk.

Zusammenstellung: Sa. I:	178 700	Mk.
„ II:	1 062 080	„
„ III:	193 500	„
Sa. I—III:	1 434280	Mk.

Titel IV:

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (2,5 % von Titel II): $\frac{1\,062\,080 \cdot 2{,}5}{100} =$	26 552 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1\,434\,280 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	88 208 „
Zuschlag: 10 % von Sa. I—III	143 428 „
Sa. IV:	303 188 Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	1 434 280 Mk.
„ IV:	303 188 „
Sa.	1 737 468 Mk.
	= ~ 1 740 000 Mk.

β) Maschinelle Anlage. (Siehe I. Teil, Seite 29.)

Turbinen-Anlage	25 000 Mk.
Elektrische Anlage	40 000 „
Gebäude	30 000 „
Druckrohrleitung, 2 Rohre à 750 mm lichte Weite von 4500 m Länge à 90 Mk.	405 000 „
Sa.	500 000 Mk.

Die maschinelle Anlage kostet 500 000 Mk.

d) Die Haselsperre. (Siehe I. Teil, Seite 16.)

Titel I.

Vorarbeiten	10 000 Mk.
Grunderwerb 2 140 000 qm à 0,60 Mk.	1 284 000 „
Ankauf zweier Mühlen	80 000 „
Erdaushub 77 400 cbm à 3 Mk. (zur Herstellung des Dammes wieder verwendet)	232 200 „
Sa. I:	1 606 200 Mk.

Titel II.

Erdmasse 160 000 — 77 400 = 82 600 cbm à 2,50 Mk.	206 500 Mk.
Dammkrone 340 lfd. m à 60 Mk.	20 400 „
Böschungsfläche an der Wasserseite (Pflaster) 6900 qm à 5 Mk. . .	34 500 „
Böschungsfläche an der Luftseite (Rasen) 9000 qm à 1 Mk. . . .	9 000 „
Sa. II:	270 400 Mk.

Titel III.

Eisenarbeiten bei 154 000 000 cbm jährlichem Abfluß	140 000 Mk.
Bahnverlegung (Strecke Erfurt-Ritschenhausen) 6 km à 50 000 Mk. .	300 000 „
Straßenverlegung 3 km à 40 000 Mk.	120 000 „
Randwege 7 km à 3000 Mk.	21 000 „
Wärterhaus	20 000 „
Sa. III:	601 000 Mk.

Zusammenstellung:

Sa. I:	1 606 200 Mk.
„ II:	270 400 „
„ III:	601 000 „
Sa. I—III:	2 477 600 Mk.

Titel IV:

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (5 % von Titel II): $\frac{270\,400 \cdot 5}{100} =$	13 520 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{2\,477\,600 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	152 372 „
Zuschlag 10 % von Sa. I—III	247 760 „
Sa. IV:	458 652 Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	2 477 600	Mk.
„ IV:	458 652	„
Sa.	2 936 252	Mk.
	= ~ 2 950 000	Mk.

e) Die Schönausperre. (Siehe I. Teil, Seite 16.)

Titel I.

Vorarbeiten	10 000 Mk.
Grunderwerb 740 000 qm à 0,50 Mk.	370 000 „
Erdaushub 145 000 cbm à 3 Mk. (und zur Herstellung des Dammes wieder verwendet)	435 000 „
Sa. I:	815 000 Mk.

Titel II.

Erdmasse 240 000 — 145 000 = 95 000 cbm à 2,50 Mk.	237 500 Mk.
Dammkrone 260 lfd. m à 60 Mk.	15 600 „
Böschungsfläche an der Wasserseite 9660 qm à 5 Mk.	48 300 „
Böschungsfläche an der Luftseite 11 500 qm à 1 Mk.	11 500 „
Sa. II:	312 900 Mk.

Titel III.

Eisenarbeiten bei 38 725 000 cbm jährlichem Abfluß	40 000 Mk.
Wegeverlegung 4 km à 30 000 Mk.	120 000 „
Randwege 7 km à 3000 Mk.	21 000 „
Wärterhaus	20 000 „
Sa. III:	201 000 Mk.

Zusammenstellung: Sa. I:	815 000	Mk.
„ II:	312 900	„
„ III:	201 000	„
Sa. I—III:	1 328 000	Mk.

Titel IV.

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (5 % vom Titel II): $\frac{312\,900 \cdot 5}{100} =$	15 645 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1\,328\,000 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	81 672 „
Zuschlag 10 % von Sa. I—III	132 800 „
Sa. IV:	275 117 Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	1 328 000	Mk.
„ IV:	275 117	„
Sa.:	1 603 117	Mk.
= ~	1 610 000	Mk.

f) Die Christessperre. (Siehe I. Teil, Seite 17.)

Titel I.

Vorarbeiten	10 000	Mk.
Grunderwerb 430 000 qm à 0,40 Mk.	172 000	„
Erdaushub 36 000 cbm à 3 Mk. (und zur Herstellung des Dammes wieder verwendet)	108 000	„
Sa. I:	290 000	Mk.

Titel II.

Erdmasse 120 000 — 36 000 = 84 000 cbm à 2,50 Mk.	210 000	Mk.
Dammkrone 155 lfd. m à 60 Mk.	9 300	„
Böschungsfläche an der Wasserseite 4200 qm à 5 Mk.	21 000	„
Böschungsfläche an der Luftseite 6000 qm à 1 Mk.	6 000	„
Sa. II:	246 300	Mk.

Titel III.

Eisenarbeiten bei 12 375 000 cbm jährlichem Abfluß	25 000	Mk.
Wegeverlegung 3 km à 30 000 Mk.	90 000	„
Randwege 5 km à 3000 Mk.	15 000	„
Wärterhaus	20 000	„
Sa. III:	150 000	Mk.

Zusammenstellung:	Sa. I:	290 000	Mk.
	„ II:	246 300	„
	„ III:	150 000	„
	Sa. I—III:	686 300	Mk.

Titel IV.

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000	Mk.
Oberbauleitung (5 % von Titel II): $\frac{246\,300 \cdot 5}{100} =$	12 315	„
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{686\,300 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	42 207	„
Zuschlag 10 % von Summe I—III	68 630	„
Sa. IV:	168 152	Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	686 300	Mk.
„ IV:	168 152	„
Sa.:	854 452	Mk.
= ~	860 000	Mk.

g) Die Bibersperre. (Siehe I. Teil, Seite 19.)

α) Talsperren-Anlage.

Titel I.

Vorarbeiten	10 000 Mk.
Grunderwerb 127 000 qm à 0,30 Mk.	38 100 „
Ankauf von 3 kleinen Mühlen	100 000 „
Erdaushub 2980 cbm à 2 Mk.	5 960 „
Felsaushub 4830 cbm à 4 Mk.	19 320 „
Sa. I:	173 380 Mk.

Titel II:

Mauerwerk 27 350 cbm à 18 Mk.	492 300 Mk.
Mauerkrone 128 lfd. m à 170 Mk.	21 760 „
Mauerfläche 2665 qm à 10 Mk.	26 650 „
Sa. II:	540 710 Mk.

Titel III.

Eisenarbeiten bei 12 000 cbm jährlichem Abfluß	25 000 Mk.
Wegeverlegung 2,5 km à 30 000 Mk.	75 000 „
Randwege 3,5 km à 3000 Mk.	10 500 „
Wärterhaus	20 000 „
Sa. III:	130 500 Mk.

Zusammenstellung:

Sa. I:	173 380	Mk.
„ II:	540 710	„
„ III:	130 500	„
Sa. I—III:	844 590	Mk.

Titel IV.

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (2,5 % von Titel II): $\frac{540\,710 \cdot 2{,}5}{100} =$	13 517 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{844\,590 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	51 941 „
Zuschlag: 10 % von Sa. I—III	84 459 „
Sa. IV:	194 917 Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	844 590	Mk.
„ IV:	194 917	„
Sa.:	1 039 507	Mk.
= ~	1 040 000	Mk.

β) Maschinelle Anlage. (Siehe I. Teil, Seite 28.)

Turbinen-Anlage	20 000 Mk.
Elektrische Anlage	35 000 „
Gebäude	30 000 „
Druckrohrleitung, 1 Rohr 1000 mm lichte Weite, 4500 m lang à 65 Mk.	292 500 „
Sa.:	377 500 Mk.

Die maschinelle Anlage kostet ~ 377 500 Mk.

III. Verzinsung und Amortisation. Jährliche Abgaben.

1. Verzinsung und Amortisation.

Die Verzinsungsquote wird für das gesamte Anlagekapital sowohl der Talsperren-Anlagen als der maschinellen Anlagen zu 4,1 % angenommen.

Die Amortisationsquote wird für

die Talsperren-Anlagen, Gebäude zu . . . . . ½ %,
die Turbinen-Anlagen und elektrischen Anlagen zu . . . . . 2 %,
die Druckrohrleitungen zu . . . . . 1 %
gewählt.

Es beträgt somit die Verzinsungs- und Amortisationsquote zusammen für

die Talsperren-Anlagen und Gebäude . . . . . 4,1 + 0,5 = 4,6 %,
die Turbinen-Anlagen und elektrischen Anlagen . . . . . 4,1 + 2 = 6,1 %,
die Druckrohrleitungen . . . . . 4,1 + 1 = 5,1 %.

Für die Bedienung wurde für die Talsperren-Anlage allein ein jährlicher Betrag von 1500 Mk., für die Talsperren- und maschinellen Anlage 6000 Mk. in Rechnung gestellt.

2. Jährliche Abgaben.

a) Für die Schleusesperre. (Siehe Seite 45.)

Für die Talsperren-Anlage:	$\frac{2\,020\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$	92 920 Mk.
„ das Maschinengebäude:	$\frac{30\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$	1 380 „
„ die Turbinen- und elektrische Anlage:	$\frac{25\,000 + 40\,000}{100} \cdot 6{,}1 =$	3 965 „
„ die Druckrohrleitung:	$\frac{550\,000 \cdot 5{,}1}{100} =$	28 050 „
„ die Bedienung		6 000 „
	Sa. a):	132 315 Mk.

b) Für die Bessersperre. (Siehe Seite 46.)

Für die Talsperren-Anlage:	$\frac{1\,600\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$	73 600 Mk.
„ das Maschinengebäude:	$\frac{30\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$	1 380 „*)
„ die Turbinen- und elektrische Anlage:	$\frac{55\,000 \cdot 6{,}1}{100} =$	3 355 „
„ die Druckrohrleitung:	$\frac{300\,000 \cdot 5{,}1}{100} =$	15 300 „
„ die Bedienung		6 000 „
	Sa. b):	99 635 Mk.

*) Auf Seite 47 ist für das Maschinengebäude ein Preis von 20 000 Mk. eingesetzt.

c) Für die Kaltewassersperre. (Siehe Seite 47.)

Für die Talsperren-Anlage: $\frac{1\,740\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$ . . . . . 80 040 Mk.

„ das Maschinengebäude: $\frac{30\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$ . . . . . 1 380 „

„ die Turbinen- und elektrische Anlage: $\frac{65\,000 \cdot 6{,}1}{100} =$ . . . . 3 965 „

„ die Druckrohrleitung: $\frac{405\,000 \cdot 5{,}1}{100} =$ . . . . . 20 655 „

„ die Bedienung . . . . . 6 000 „

Sa. c): 112 040 Mk.

d) Für die Haselsperre. (Siehe Seite 48.)

Für die Talsperren-Anlage: $\frac{2\,950\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$ . . . . . 135 700 Mk.

Sa. d): 135 700 Mk.

e) Für die Schönausperre. (Siehe Seite 49.)

Für die Talsperren-Anlage: $\frac{1\,610\,000 \cdot 4{,}6}{200} =$ . . . . . 74 060 Mk.

Sa. e): 74 060 Mk.

f) Für die Christessperre. (Siehe Seite 50.)

Für die Talsperren-Anlage: $\frac{860\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$ . . . . . 39 560 Mk.

Sa. f): 39 560 Mk.

g) Für die Bibersperre. (Siehe Seite 51.)

Für die Talsperren-Anlage: $\frac{1\,040\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$ . . . . . 47 840 Mk.

„ das Maschinengebäude: $\frac{30\,000 \cdot 4{,}6}{100} =$ . . . . . 1 380 „

„ die Turbinen- und elektrische Anlage: $\frac{55\,000 \cdot 6.1}{100} =$ . . . . 3 355 „

„ die Druckrohrleitung: $\frac{292\,500 \cdot 5{,}1}{100} =$ . . . . . 14 918 „

„ die Bedienung . . . . . 6 000 „

Sa. g): 73 493 Mk.

IV. Verteilung der jährlich zu entrichtenden Abgaben auf die einzelnen Interessentengruppen.

Die sieben erwähnten Talsperren-Anlagen lassen sich in zwei Gruppen einteilen und zwar:

1. in solche, die die Errichtung einer Kraftanlage unmittelbar oder doch nahe an der Stauanlage ermöglichen,

2. in solche, die die Errichtung einer Kraftanlage an der Stauanlage ausschließen.

(Der Hauptzweck dieser Sperren ist die Vermehrung des Kleinwassers der Werra im Interesse der Schiffahrt.)

ad. 1. Hierher gehören:

Die Schleuse-, Vesser-, Kaltewasser- und Bibersperre.

Die Verteilung der jährlich zu entrichtenden Abgaben geschieht hier so, daß die Abnehmer der an den Sperren gewonnenen Kraft den Hauptanteil der Kosten übernehmen, während auf den Staat bezw. auf die Provinz 1 %*) der Baukostensumme der Talsperren-Anlage zwecks Verhütung von schädlichen Hochfluten als Anteil im Jahre entfällt. Außerdem wird noch ein erheblicher Gewinn aus der Fischzucht und zwar etwa 20 kg à 3 Mk. = 60 Mk.**) pro Jahr und ha erzielt.

Die an den bestehenden Triebwerken obiger Bäche bis zur Mündung in die Werra durch Verbesserung des Niedrigwassers neugewonnene Kraft wird als Entschädigung der zwischen Talsperren-Anlage und Kraftstation liegenden Triebwerke, denen durch die Druckrohrleitung das Betriebswasser zum Teil entzogen wird, verwendet. (Es münden in sämtliche Bäche zwischen Stauanlage und Kraftstation kleinere Zuflüsse, so daß die nötig werdende Entschädigung nicht so groß wird.)

Durch die Schleuse-, Biber- und Vessersperre wird das Kleinwasser der Werra von der Mündung der Schleuse in die Werra oberhalb Themar um 0,670 cbm/Sek.***) in den drei Sommermonaten Juli, August und September vermehrt. Bis zur Einmündung der Hasel in die Werra oberhalb Obermaßfeld beträgt die gewonnene Kraft 91,78 PS***) und an 90 Tagen: $91{,}78 \cdot 90 \cdot 24 = 198\,245$ Pferdekraftstunden.

Der einfacheren Rechnung wegen wird diese Kraft zu gleichen Teilen zu der an den oben erwähnten Sperren gewonnenen geschlagen.

ad. 2) Hierher gehören:

Die Hasel-, Schönau- und Christessperre.

Die Verteilung der jährlich zu zahlenden Beiträge geschieht so, daß auf die Kraftwerke von der Mündung der Hasel in die Werra oberhalb Obermaßfeld an bis Münden, deren Betriebswasser in den drei trockenen Sommermonaten Juli, August und September um 2,911 cbm/Sek.†) vermehrt wird, ein entsprechender Teil entfällt, während der Staat bezw. die Provinz an die Schönau- und Christessperre 1 % der Baukostensumme, und an der Haselsperre infolge des großen Fassungsraumes 2 % der Baukostensumme als jährlichen Beitrag leistet. Außerdem wird noch aus der Fischzucht, und zwar etwa 20 kg à 3 Mk. = 60 Mk. pro Jahr und ha als jährlicher Ertrag in Rechnung gestellt. — Der Restbetrag entfällt auf die Schiffahrt.

Es werden von der Mündung der Hasel in die Werra oberhalb Obermaßfeld bis Wernshausen an 90 trockenen Tagen im Sommer 434,70 PS = $434{,}70 \cdot 90 \cdot 24$ = 938 952 Pferdekraftstunden und an der zu kanalisierenden Werra von Wernshausen bis Münden 8 328 400 Pferdekraftstunden†), im ganzen: 938 952 + 8 328 400 = 9 267 352 Pferdekraftstunden gewonnen. Durch die Wiesenbewässerung im Juli wird jedoch obige Leistung um 402 624 Pferdekraftstunden††) verringert, so daß im

*) Die Städte Barmen und Elberfeld zahlen 1 % der Baukostensumme zwecks Zurückhaltung des Hochwassers. (Mattern, Der Talsperrenbau und die deutsche Wasserwirtschaft.)

**) Nach Eberts sogar 40—50 kg à 3 Mk. = ∾ 120—150 Mk. pro Jahr und ha.

***) Siehe I. Teil, Seite 26.

†) Siehe I. Teil, Seite 27.

††) Siehe I. Teil, Seite 30.

ganzen noch: 9 267 352 — 402 624 = 8 864 728 Pferdekraftstunden verbleiben. — Da nur schwer festgestellt werden kann, inwieweit die Landwirtschaft reichlicher und größere Flächen als bisher bewässern kann, so wurde zunächst von einem von dieser Seite zu zahlenden Beitrag abgesehen.

Im folgenden wird die Verteilung der jährlich zu leistenden Beiträge auf die verschiedenen Interessentengruppen vorgenommen.

Die Verteilung der jährlich zu leistenden Beiträge.

ad. 1)

a) An der Schleusesperre. (Siehe Seite 52.)

Die jährlichen Abgaben betragen 132 315 Mk.

Es entfallen:

Auf die Industrie bei 4148700*) + $\frac{198\,245}{3}$ = 4 214 782 Pferdekraftstunden à 2,6 Pfg.**)	109 585	Mk.
Auf die Hochwasserschadenverhütung 1 % der Baukostensumme	21 000	„
Auf die Fischzucht bei 44 ha à 60 Mk.	2 640	„
Sa.	133 225	Mk.

b) An der Vessersperre. (Siehe Seite 52.)

Die jährlichen Abgaben betragen 99 635 Mk.

Es entfallen:

Auf die Industrie bei 1453459*) + $\frac{198\,245}{3}$ = 1 519 541 Pferdekraftstunden à 5,4 Pfg.	82 055	Mk.
Auf die Hochwasserschadenverhütung 1 % der Baukostensumme	16 000	„
Auf die Fischzucht bei 24 ha à 60 Mk.	1 440	„
Sa.	99 495	Mk.

c) An der Kaltewassersperre. (Siehe Seite 53.)

Die jährlichen Abgaben betragen 112 040 Mk.

Es entfallen:

Auf die Industrie bei 3 098 412***) Pferdekraftstunden à 3 Pfg.	92 952	Mk.
Auf die Hochwasserschadenverhütung 1 % der Baukostensumme	17 400	„
Auf die Fischzucht bei 28 ha à 60 Mk.	1 680	„
Sa.	112 032	Mk.

g) An der Bibersperre. (Siehe Seite 53.)

Die jährlichen Abgaben betragen 73 493 Mk.

Es entfallen:

Auf die Industrie bei 2477328*) + $\frac{198\,245}{3}$ = 2 543 410 Pferdekraftstunden à 2,5 Pfg.	63 585	Mk.
Auf die Hochwasserschadenverhütung 1 % der Baukostensumme	10 400	„
Auf die Fischzucht bei 12,6 ha à 60 Mk.	756	„
Sa.	74 741	Mk.

*) Siehe I. Teil, Seite 28.
**) Die Kosten der Pferdekraftstunde gelten für die Kraftstation.
***) Siehe I. Teil, Seite 29.

ad. 2)

d), e), f) An der Hasel-, Schönau- und Christessperre. (Siehe Seite 53.)

Die jährlichen Abgaben betragen:

An der Haselsperre	135 700	Mk.
„ „ Schönausperre	74 060	„
„ „ Christessperre	39 560	„
Sa.	249 320	Mk.

Es entfallen:

Auf die Industrie bei 8 864 728*) Pferdekraftstunden à 1,5 Pfg.	132 970	Mk.
Auf die Hochwasserschadenverhütung 1% bezw. 2% der Baukostensumme: der Haselsperre (2 %) 59 000 Mk.		
„ Schönausperre (1 %) 16 100 „		
„ Christessperre (1 %) 8 600 „		
Sa. 83 700 Mk.	83 700	Mk.
Auf die Fischzucht bei ha an der Haselsperre 178, „ „ Schönausperre 61, „ „ Christessperre 35 } Siehe I. Teil, Seite 16 und 17.		
Sa. 274 ha à 60 Mk.	16 440	Mk.
Auf die Schiffahrt	16 210	„
Sa.	249 320	Mk.

V. Schluß.

Es ist nun wertvoll, den Preis der Dampfpferdekraftstunde in Thüringen mit dem einer Wasserpferdekraftstunde zu vergleichen.

Nach Gebrüder Körting stellen sich die Kosten einer Pferdekraftstunde bei Dampfmaschinenbetrieb:

Maschine	Leistung der Dampfmaschine in PS.	Kosten der Pferdekraftstunde in Pfg.
Einzylinder ohne Kondensation	10	13,64
	25	9,30
	50	7,12
Einzylinder mit Kondensation	50	6,16
	100	5,25
Verbundmaschine mit Kondensation	100	4,21
	200	3,78
	400	3,48
Dreizylindrige Maschine	400	3,03

In Wirklichkeit sind die Kosten nach den Erfahrungen auf den Herzogl. Eisenwerken in Steinach höher. Nach Angabe anderer Thüringer Industrieller sind die oben angeführten Preise der Dampfpferdekraftstunden außerordentlich niedrig angegeben.

In Thüringen herrscht zumeist Kleinindustrie, die mit Dampfmaschinen von geringer Leistung und infolgedessen unwirtschaftlich arbeiten. Da der Preis der Kohlen in steter Zunahme begriffen ist, so wird sich dieses Verhältnis immer ungünstiger gestalten, während die geringen Preise einer Wasserpferdekraftstunde (Seite 55 und 56) von 2,6 Pfg., 5,4 Pfg., 3 Pfg., 2,5 Pfg., 1,5 Pfg. auf ein Minimum herabsinken, wenn die Kosten der Talsperren-Anlagen amortisiert sind.

*) Siehe Seite 55.

B. Talsperren-Anlagen im Hörselgebiet.

I. Zweck der Talsperren-Anlagen.

Die Talsperren-Anlagen im Hörselgebiet haben den Zweck:

1. Das Niedrigwasser der Hörsel im Sommer zu verbessern, um die Schiffahrt in dem geplanten Stichkanal Hörschel-Eisenach möglich zu machen,
2. das Betriebswasser der an der Hörsel und ihren Zuflüssen liegenden Triebwerke in trockener Zeit zu vermehren,
3. größere Kraftzentralen unmittelbar an den Sperren zu schaffen, die weitere Bezirke mit Licht und Kraft versorgen,
4. die schädlichen Hochfluten, die in verheerender Weise an der Hörsel auftreten, zu verhindern, oder wenigstens einzuschränken,
5. der Landwirtschaft genügend Wasser zur Bewässerung der Ländereien zur Verfügung zu stellen.

II. Wasserführung der Hörsel bei Eisenach.

Das Niederschlagsgebiet der Hörsel bei ihrer Mündung in die Werra hat eine Größe von 788 qkm, bei Eisenach 720 qkm. Ein großer Teil dieses Gebietes liegt in dem nördlichen, verhältnismäßig steilen Abhang des Thüringerwaldes. Der Abflußvorgang entspricht dieser Lage des Abflußgebietes, indem verhältnismäßig sehr starke Hochfluten eintreten, die aber nach Aufhören der Niederschläge bald verlaufen.

Die niedrigste Niedrigwassermenge wird in Eisenach zu 1 cbm/Sek. angenommen, von Professor Kreuter-München wird die mittlere Wassermenge auf 2,8 cbm/Sek. geschätzt; die Hochwassermenge wurde im Jahre 1890 bei einer der höchsten Hochfluten der Hörsel zu 300 cbm/Sek. bestimmt.*) Die gleiche Flutmenge wurde im Februar 1909 erreicht.

III. In Vorschlag zu bringende Talsperren-Anlagen.

Im Hörselgebiet finden sich einige Täler, die sich für Stauanlagen eignen. Diese sind:

1. Das Emsetal.**)

Eine zum Absperren des Tales geeignete Stelle liegt etwa $1^1/_2$ km oberhalb der Ortschaft Winterstein, 398,75 m über N. N.

Das Niederschlagsgebiet beträgt 11,81 qkm, die mittlere jährliche Regenhöhe des überaus steil abfallenden Gebietes 1120 mm nach den Ergebnissen der dortigen

---

*) Siehe Werrakanalisierungsprojekt, Stichkanal Hörschel-Eisenach, von Havestedt-Contag, königl. Bauräten.

**) Siehe Blatt 19.

Regenmeßstation. (Zu den Regenmeßergebnissen der Station Winterstein, die 355 m über N. N. liegt, wurde in Anbetracht des bis zu 800 m hoch liegenden Zuzugsgebietes noch ein entsprechender Zuschlag gegeben: $1000 + 2 \cdot 60 = 1120$ mm. Die mittlere jährliche Regenhöhe für Winterstein ist 1000 mm, für 100 m Höhenunterschied ist die Regen-Höhendifferenz rd. 60 mm.)

Die mittlere jährliche Abflußhöhe wurde nach den Erfahrungsformeln von Oberbaurat Keller-Berlin berechnet und zwar als Mittelwert aus Formel I und II:

I. $y = 0{,}942\,x - 405$;*) x = jährliche Regenhöhe, y = jährliche Abflußhöhe, $y = 0{,}942 \cdot 1120 - 405 = 650$ mm.

Es würden somit 650 mm von der Regenhöhe 1120 abfließen, das wären 58 % vom Niederschlag. Diese Verhältniszahl ist für das steile Gebiet zu gering.

II. $y = x - 350$**) $= 1120 - 350 = 770$ mm. Das wären 69 % vom Niederschlag.

Das Mittel aus diesen beiden Resultaten von 58 % und 69 % ist rd. 65 %; dieser Wert, der auch mit direkten Messungen der Landesanstalt für Gewässerkunde in Südthüringen übereinstimmt, wurde den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt.

Die mittlere jährliche Abflußmenge der Emse an der Sperrstelle beträgt somit: $0{,}65 \cdot 1{,}120$ m $\cdot\, 1\,000\,000 \cdot 11{,}81$ qm $= 8\,600\,000$ cbm; die mittlere sekundliche Abflußmenge: $\frac{8\,600\,000 \cdot 1000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}$ = rd. 275 Sek./Lit.

Einen Ausgleich für das ganze Jahr liefert das Becken, wenn der Fassungsraum etwa 40 % der jährlichen Abflußmengen beträgt, also $0{,}4 \cdot 8\,600\,000 = 3{,}44$ Mill. cbm. Bei 40 m Stauhöhe über Talsohle faßt das Becken jedoch 3 600 000 cbm.

Die gesamte Höhe der Mauer beträgt $h = 46$ m bei 4—5 m Gründungstiefe, 1—2 m Ueberfallhöhe und 40 m Stauhöhe.

Die Breite der Mauer an der tiefsten Stelle ist nach:

$$b = h \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_1}}\,^{***)} = 46 \sqrt{\frac{1000}{2300}} = 27 \text{ m.}$$

2. Das Lauchatal.†)

Eine enge Stelle zum Absperren des Tales befindet sich etwa $1\frac{1}{2}$ km oberhalb Groß-Tabarz, 416 m über N. N.

Das Zuzugsgebiet hat eine Größe von 8,7 qkm, die mittlere jährliche Regenhöhe beträgt 1120 mm und die mittlere jährliche Abflußhöhe $0{,}65 \cdot 1120 = 728$ mm, wenn der Abflußfaktor 65 % des Niederschlags ist. Die mittlere jährliche Abflußmenge ist somit: 0,728 m $\cdot$ 1 000 000 $\cdot$ 8,7 qm = 6 300 000 cbm; die mittlere sekundliche Abflußmenge: $\frac{6\,300\,000 \cdot 1000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 200$ Sek./Lit.

Der Fassungsraum beträgt bei 45 m Stauhöhe über Talsohle 2 600 000 cbm, gewährt somit einen Ausgleich für das ganze Jahr, da er mehr als ein Drittel größer ist als die jährlichen Abflußmengen.

Die Gesamthöhe der Mauer beläuft sich auf $h = 51$ m und zwar: 4—5 m Gründungstiefe, 1—2 m Ueberfallhöhe, 45 m Stauhöhe.

Die Breite der Staumauer an der Sohle berechnet sich nach:

$$b = h \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_1}}\,^{***)} = 51 \sqrt{\frac{1000}{2300}} = 34 \text{ m.}$$

---

*) Siehe I. Teil, Seite 7.
**) Siehe I. Teil, Seite 8.
***) γ ist das Gewicht des Wassers pro cbm, γ_1 ist das Gewicht des Mauerwerks pro cbm.
†) Siehe Blatt 20.

3. Das Leinatal.*)

Die Stelle, an welcher der Sperrdamm projektiert ist, hat noch die ansehnliche Breite von 100 m; sie befindet sich 1 km unterhalb Engelsbach und liegt 380 m über N. N.

Das Niederschlagsgebiet beträgt 18 qkm, die mittlere jährliche Regenhöhe 1050 mm und die mittlere jährliche Abflußhöhe 630 mm bei einem Abflußfaktor von 60 %. (Der Abflußfaktor sinkt, da die mittlere jährliche Regenhöhe geringer ist als in 1 und 2.) Die mittlere jährliche Abflußmenge beläuft sich auf: 0,63 m $\cdot$ 1 000 000 $\cdot$ 18 qm = 11 340 000 cbm. Die mittlere sekundliche Abflußmenge $= \frac{11\,340\,000 \cdot 1000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 360$ Sek./Lit.

Um einen Ausgleich für das ganze Jahr zu gestatten, müßte der Fassungsraum etwa: 0,4 $\cdot$ 11 340 000 = 4,5 Mill. cbm betragen. Dieser Inhalt würde bei 26 m Stauhöhe über Talsohle erzielt. Da jedoch die Sperrstelle, wie oben erwähnt, sehr breit ist, so würde die Anlage des Staubeckens und die Ausführung des Abschlußwerkes bei 26 m Stauhöhe als Mauer sehr kostspielig sein. Aus diesem Grunde wurde ein Erddamm von 20 m Stauhöhe über Talsohle projektiert, der immer noch 2 350 000 cbm zurückhalten kann. Der Ausgleich während eines Jahres ist kein vollständiger.

Die Gesamthöhe des Erddammes beträgt 24 m und zwar: 2—3 m Gründungstiefe, 1—2 m Ueberfallhöhe, 20 m Stauhöhe.

Die Breite der Dammkrone ist 6 m, die der Sohle 85 m.

IV. Nutzwirkung der Stauanlagen.

1. Die Verbesserung des Kleinwassers im Interesse der Schiffahrt im Stichkanal Hörschel-Eisenach.

Durch die Stauanlagen wird der Niedrigwasserstand der Bäche und der Hörsel bedeutend vermehrt. Nach den Erfahrungen und Messungen der Landesanstalt für Gewässerkunde in Südthüringen kann man das Kleinwasser während vier Monate = 120 Tage im Jahre

der Emse auf	90	Sek./Lit.,
„ Laucha auf	60	„
„ Leina auf	130	„

an der Sperrstelle schätzen.

Nun beträgt, bewirkt durch die Stauanlagen, die mittlere Wasserführung

der Emse	275	Sek./Lit. **)
„ Laucha	200	„ **)
„ Leina	360	„ ***)

Die Vermehrung des Kleinwassers im Sommer beträgt somit:

an der Emse 275 — 90	= 185	Sek./Lit.
„ „ Laucha 200 — 60	= 140	„
„ „ Leina 360 — 130	= 230	„
Insgesamt:	555	Sek./Lit.

*) Siehe Blatt 21.
**) Siehe Seite 60.
***) Siehe Seite 61.

Rechnet man noch 10 % Verlust des abströmenden Talsperrenwassers durch Versickerung und Verdunstung, so beläuft sich die Verbesserung des Niedrigwassers der Hörsel, bewirkt durch diese drei Talsperren-Anlagen, auf rd. 500 Sek./Lit.

Der Wasserverbrauch der Schleusen des Stichkanals beträgt 2175 cbm.*). Die Wassermenge, welche innerhalb 15 Stunden pro Tag verbraucht wird, ist etwa 0,8 cbm/Sek. Doch tritt dieser Wasserverbrauch nur bei einem aufs äußerste gesteigerten Verkehr ein. Für gewöhnlichen Betrieb, besonders in den ersten zehn Jahren, dürften jedoch 0,5 bis 0,6 cbm/Sek. reichlich genügen. Da, wie oben erwähnt, die Mindestwassermenge der Hörsel 1,0 cbm/Sek. beträgt, so wird durch den Wasserverbrauch der Schleusen das Betriebswasser der Kraftwerke von Eisenach bis Hörschel bedeutend geschmälert; nur der aus den Talsperren-Anlagen vermehrte Wasserzufluß der Hörsel von 0,5 cbm/Sek. kann hier einigermaßen einen Ausgleich bewirken.

2. Die Verbesserung des Kleinwassers der Hörsel und ihrer Zuflüsse im Interesse der Industrie.

Die an der Hörsel und ihren Zuflüssen bestehenden Triebwerke haben zumeist Turbinen und oberschlächtige Wasserräder, zum Teil auch unterschlächtige Wasserräder. Unter der Voraussetzung, daß bei der verbesserten Wasserführung die letzteren allmählich verschwinden, wurde der Nutzeffekt der Wassermotoren mit 75 % in Rechnung gestellt.

Man kann fünf Abteilungen unterscheiden:

a) Die Triebwerke an der Leina bezw. Hörsel bis zur Einmündung der Laucha in die Hörsel oberhalb Mächterstädt.

Die vermehrte Wasserführung in den vier trockenen Monaten des Jahres aus der Leinatalsperre beträgt nach Abrechnung eines Verlustes von 8—10 % noch rd. 210 Sek./Lit.**)

Die neu zu gewinnende Kraft beträgt nach $L = \frac{1000\ Q \cdot h}{75} \cdot 0{,}75$:***)

Lage des Triebwerkes	Wassermenge in cbm/Sek.	Nutzgefälle in m	Kraft in PS.
Hörselgau	0,210	4,00	8,4
Fröttstädt	0,210	2,30	4,8
		Sa. a:	13,2 PS.

b) Die an der Laucha befindlichen Triebwerke von der Sperre oberhalb Groß-Tabarz bis zur Mündung in die Hörsel oberhalb Mächterstädt.

Die vermehrte Wasserführung aus der Lauchasperre im Sommer beträgt nach Abrechnung des Verlustes von 8—10 % noch rd. 130 Sek./Lit.†)

*) Siehe Werrakanalisierungsprojekt, Stichkanal Hörschel-Eisenach, von Havestadt & Contag, königl. Bauräten.

**) Siehe Seite 61.

***) Siehe I. Teil, Seite 26.

†) Siehe Seite 61.

An Kraft wird gewonnen:

Lage des Triebwerkes	Wassermenge in cbm/Sek.	Nutzgefälle in m	Kraft in PS.
In Großtabarz:			
Spindlers Erben	0,130	1,80	2,34
Rud. Cramer	0,130	2,25	2,93
Gewerkschaft untere Schneidmühle .	0,130	Nicht angegeben	
Aug. Creutzburg	0,130	3,00	3,90
Gg. Zscheile	0,130	5,00	6,50
In Langenhain:			
Abraham Wachtel	0,130	4,10	5,33
Florian Simmen	0,130	4,00	5,20
Albert Thomas	0,130	5,00	6,50
Rudolf Reising	0,130	Nicht angegeben	
Gothaer Gummiwerke	0,130	3,80	4,94
In Laucha:			
Troßdorf	0,130	Nicht angegeben	
Sachs	0,130	Nicht angegeben	
		Sa. b:	37,64 PS.

c) Die an der Hörsel liegenden Triebwerke von Mächterstädt bis Sättelstädt.

Die vermehrte Wasserführung aus der Leina- und der Lauchasperre beträgt nach Abrechnung des Verlustes von 8—10 %: 210 + 130 = 340 Sek./Lit.*)

An Kraft wird gewonnen:

Lage des Triebwerkes	Wassermenge in cbm/Sek.	Nutzgefälle in m	Kraft in PS.
Mächterstädt	0,340	4,00	13,60
		Sa. c:	13,60 PS.

d) Die an der Emse liegenden Triebwerke von der Sperre bis zur Mündung in die Hörsel bei Sättelstädt.

Die verbesserte Wasserführung aus der Emsesperre beträgt nach Abrechnung von 8—10 % Verlust 170 Sek./Lit.*)

An Kraft wird gewonnen:

Lage des Triebwerkes	Wassermenge in cbm/Sek.	Nutzgefälle in m	Kraft in PS.
Schwarzhausen	0,170	4,50	7,65
Sondra	0,170	2,50	4,25
		Sa. d:	11,90 PS.

e) Die an der Hörsel liegenden Triebwerke von Sättelstädt bis zur Mündung in die Werra bei Hörschel.

Die vermehrte Wasserführung aus den drei Sperren der Leina, Laucha und Emse beträgt 500 Sek./Lit.*)

*) Siehe Seite 61.

An Kraft wird gewonnen:

Lage des Triebwerkes	Wassermenge in cbm/Sek.	Nutzgefälle in m	Kraft in PS.
Sättelstädt	0,500	1,80	9,00
Kälberfeld	0,500	1,50	7,50
Schönau a. d. H.	0,500	1,25	6,25
In Rothenhof:			
M. Schulz, Papiermühle	0,500	1,20	6,00
G. Dietel, Bleiweißfabrik	0,500	1,25	6,25
In Eisenach:			
Große Nadelmühle	0,500	1,75	8,75
Kleine Nadelmühle	0,500	Nicht angegeben	
Hospitalmühle	0,500	1,20	6,00
Grüne Mühle	0,500	0,78	3,90
Weiße Mühle	0,500	1,10	5,50
Walkmühle	0,500	0,71	3,55
Lohmühle	0,500	0,81	4,05
Herrnmühle	0,500	0,65	3,25
Spickenmühle	0,500	0,30	1,50
Rasenmühle	0,500	0,28	1,40
Mahlmühle in Stedtfeld	0,500	1,95	9,75
		Sa. e:	82,65 PS.

Zusammenstellung der an der Hörsel und ihren Nebenbächen neu zu gewinnenden Kraft durch Anlage von Talsperren.

Sa. a	13,20 PS.
Sa. b	37,64 „
Sa. c	13,60 „
Sa. d	11,90 „
Sa. e	82,65 „
Sa.:	158,99 PS.
	= rd. 160 PS.

Von einigen Triebwerksbesitzern ist das Nutzgefälle nicht angegeben; rechnet man die Kraft, welche hier noch gewonnen wird, zu 10 PS., so beträgt die an 120 trockenen Tagen (4 Monate im Jahre) zur Verfügung stehende Kraft rd. 170 PS.

An den 4 Schleusen der zu kanalisierenden Hörsel von Eisenach bis Hörschel werden noch rd. 60 PS. gewonnen, also insgesamt 170 + 60 = 230 PS.*)

Berücksichtigt man bei sämtlichen Werken nur eine 12stündige Arbeitszeit, so werden im ganzen 120·12·230 = **331200 Pferdekraftstunden im Jahre gewonnen.**

3. Die Möglichkeit der Errichtung von Kraftzentralen an den Talsperren.

a) An der Emse.

Das Wasser von 275 Sek./Lit.**) wird der Sperre entnommen, in Druckrohren von 2 km Länge bis Winterstein geleitet und hier in Turbinen abgelassen.

Das Gefälle: h = 398,75 (Bachsohle an der Sperre) — 350,00***) (Unterwasser der Kraftstation Winterstein) + $\frac{40}{2}$ (halbe Stauhöhe) = 68,75 m.

*) Siehe Werrakanalisierungsprojekt, Stichkanal Hörschel-Eisenach.
**) Siehe Seite 61.
***) Siehe Meßtischblatt Ruhla.

Rechnet man den Druckhöhenverlust zu rd. 1,75 m, so verbleibt ein Nutzgefälle von 67 m.

Die Leistung ist:

$$L = \frac{1000 \cdot Q \cdot h}{75} \cdot 0{,}75 = \frac{1000 \cdot 0{,}275 \cdot 67}{75} \cdot 0{,}75 = 184 \text{ PS.}$$

$= 365 \cdot 24 \cdot 184 = 1\,612\,000$ Pferdekraftstunden im Jahre,
$= 537$ PS. an 3000 jährlichen Betriebsstunden.

b) An der Laucha.

Das Wasser von 200 Sek./Lit.*) wird dem Becken entnommen, in Druckrohren von 1 km Länge bis Groß-Tabarz geführt und hier in Turbinen abgelassen.

Das Gefälle ist: 416,00 (Bachsohle an der Sperre) — 398,00**) (Unterwasser der Kraftstation Groß-Tabarz) $+ \frac{45}{2}$ (halbe Stauhöhe) $= 40{,}5$ m.

Das Nutzgefälle beträgt nach Abrechnung des Druckhöhenverlustes noch rd. 40 m.

Die Leistung ist:

$$L = \frac{1000 \cdot 0{,}200 \cdot 40}{75} \cdot 0{,}75 = 80 \text{ PS.}$$

$= 365 \cdot 24 \cdot 80 = 700\,800$ Pferdekraftstunden im Jahre
$= 234$ PS. an 3000 jährlichen Betriebsstunden.

c) An der Leina.

Das Wasser von 360 Sek./Lit.*) wird dem Becken entnommen, in Druckrohren von 1 km Länge bis Schönau geführt und hier in Turbinen abgelassen.

Das Gefälle ist: 380 (Bachsohle an der Sperre) — 358**) (Unterwasser der Kraftstation Schönau) $+ \frac{20}{2}$ (halbe Stauhöhe) $= 32$ m.

Nach Abrechnung des Druckhöhenverlustes von 2 m verbleiben noch rd. 30 m Nutzgefälle.

Die Leistung ist:

$$L = \frac{1000 \cdot 0{,}360 \cdot 30}{75} \cdot 0{,}75 = 108 \text{ PS.}$$

$= 365 \cdot 24 \cdot 108 = 946\,100$ Pferdekraftstunden im Jahre
$= 315$ PS. an 3000 jährlichen Betriebsstunden.

Es werden somit insgesamt gewonnen:

Unter 2:	331 200	Pferdekraftstunden	im	Jahre
„ 3a:	1 612 000	„	„	„
„ 3b:	700 800	„	„	„
„ 3c:	946 100	„	„	„
	3 590 100	**Pferdekraftstunden.**		

4. Die Zurückhaltung der schädlichen Hochfluten.

Das höchste Hochwasser der Hörsel beträgt, wie schon oben erwähnt,***) 300 cbm/Sek. in Eisenach zur Zeit der höchsten Flutwelle, das Niederschlagsgebiet 720 qkm.***) Es fließen somit $\frac{300 \cdot 1000}{720} = 420$ Sek./Lit. vom qkm im Mittel ab.

*) Siehe Seite 61.
**) Siehe Meßtischblatt Waltershausen, Friedrichroda.
***) Siehe Seite 59.

Der Abfluß wird in den steil abfallenden Höhen des Thüringerwaldes, in denen die Talsperren projektiert sind, bedeutend größer sein als in der Hörselebene. So betrug z. B. im Gebiete der oberen Werra oberhalb Meiningen beim Februarhochwasser 1909 der Abfluß pro qkm 256 Sek./Lit.*) im Mittel zur Zeit der höchsten Flut, während die Landesanstalt für Gewässerkunde im hochgelegenen Saargrund des gleichen Gebietes einen sekundlichen Abfluß von 394 Litern**) pro qkm, also annähernd das $1^2/_3$fache wie im oberen Werragebiet, feststellte. Wendet man dieses Resultat auf die Hörselebene an, so findet man $1^2/_3 \cdot 394 = 657$ Sek./Lit. pro qkm. Man wird wohl nicht zu hoch greifen, wenn man statt 657 Sek./Lit. pro qkm rd. 800 Sek./Lit. in die Rechnung einführt, da das Hörselgebiet bedeutend steilere Hänge hat als das obere Werragebiet.

Die Verminderung der Flutwelle berechnet sich, wie folgt:

Das abgesperrte Gebiet beträgt:

An der Emse:	11,81 qkm	(siehe Seite	59)
„ „ Laucha:	8,70 „	(„ „	60)
„ „ Leina:	18,00 „	(„ „	61)
Insgesamt:	38,51 qkm.		

Beträgt nun, wie oben angenommen, der Abfluß 800 Sek./Lit. pro qkm dieses steilabfallenden Gebietes, so werden im ganzen: $38{,}51 \cdot 0{,}8 =$ rd. 31 cbm/Sek. von der größten Flutwelle zurückgehalten. Die Hochflut von 300 cbm/Sek. wird dadurch auf $300 - 31 = 269$ cbm/Sek. gemindert.

Die Spitze der Schadenflut wird gebrochen und hinter den Dämmen gesammelt.

V. Kosten und Rentabilitätsberechnung.***)

Die Kosten der Talsperren-Anlagen sind, wie folgt:

1. Die Emsetalsperre.

a) Talsperren-Anlage.

Titel I.

Vorarbeiten	10 000	Mk.
Grunderwerb 282 000 qm à 0,20 Mk.	56 400	„
Erdaushub 6810 cbm à 2 Mk.	13 620	„
Felsaushub 9660 cbm à 4 Mk.	38 640	„
Sa. I:	118 660	Mk.

Titel II:

Mauerwerk 86 000 cbm à 18 Mk.	1 548 000	Mk.
Mauerkrone 210 lfd. m à 170 Mk.	35 700	„
Mauerfläche 5980 qm à 10 Mk.	59 800	„
Sa. II:	1 643 500	Mk.

Titel III.

Eisenarbeiten bei 8 600 000 cbm jährlichem Abfluß††)	25 000	Mk.
Wegeverlegung†) 5 km à 30 000 Mk.	150 000	„
Wärterhaus	20 000	„
Sa. III:	195 000	Mk.

*) Siehe Seite 33.
**) Siehe Seite 35.
***) Siehe II. Teil, Seite 43.
†) Die Randwege wurden fortgelassen, da die verlegten Straßen sich am Umfang des Beckens befinden.
††) Siehe Seite 60.

Zusammenstellung: Sa. I: 118 660 Mk.
„ II: 1 643 500 „
„ III: 195 000 „
Sa. I—III: 1 957 160 Mk.

Titel IV:

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (2,5 % von Titel II): $\frac{1\,643\,500 \cdot 2{,}5}{100} =$	46 087 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1\,957\,160 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	121 000 „
10 % Zuschlag von Sa. I—III	195 716 „
Sa. IV:	407 803 Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III: 1 957 160 Mk.
„ IV: 407 803 „
Sa. 2 364 963 Mk.
= rd. 2 365 000 Mk.

β) Maschinelle Anlage.

Turbinen-Anlage mit Gebäude: 20 000 + 20 000	40 000 Mk.
Elektrische Anlage	35 000 „
Druckrohrleitung, 1 Rohr 750 mm lichte Weite, 2000 m lang à 60 Mk.	120 000 „
Sa.	195 000 Mk.

Die maschinelle Anlage kostet 195 000 Mk.

2. Die Lauchatalsperre.

α) Talsperren-Anlage.

Titel I.

Vorarbeiten	10 000 Mk.
Grunderwerb 156 000 qm à 0,20 Mk.	31 200 „
Erdaushub 6000 cbm à 2 Mk.	12 000 „
Felsaushub 9100 cbm à 4 Mk.	36 400 „
Sa. I:	89 600 Mk.

Titel II:

Mauerwerk 81 500 cbm à 18 Mk.	1 467 000 Mk.
Mauerkrone 185 lfd. m à 170 Mk.	32 375 „
Mauerfläche 5620 qm à 10 Mk.	56 200 „
Sa. II:	1 555 575 Mk.

Titel III:

Eisenarbeiten bei 6 300 000 cbm jährl. Abfluß*)	25 000 Mk.
Wegeverlegung 3 km à 30 000 Mk.	90 000 „
Wärterhaus	20 000 „
Sa. III:	135 000 Mk.

Zusammenstellung: Sa. I: 89 600 Mk.
„ II: 1 555 575 „
„ III: 135 000 „
Sa. I—III: 1 780 175 Mk.

*) Siehe Seite 60.

Titel IV:

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000 Mk.
Oberbauleitung (2,5 % von Titel II): $\frac{1\,555\,575 \cdot 2{,}5}{100} =$	38 890 „
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1\,780\,175 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	110 000 „
10 % Zuschlag von Sa. I—III	178 017 „
Sa. IV:	371 907 Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	1 780 175 Mk.
„ IV:	371 907 „
Sa.	2 152 082 Mk.
= rd.	2 155 000 Mk.

β) Maschinelle Anlage.

Turbinen-Anlage mit Gebäude: 20 000 + 20 000	40 000 Mk.
Elektrische Anlage	35 000 „
Druckrohrleitung, 1 Rohr 750 mm lichte Weite, 1000 m lang, à 60 Mk.	60 000 „
Sa.	135 000 Mk.

Die maschinelle Anlage kostet 135 000 Mk.

3. Die Leinatalsperre.

α) Talsperren-Anlage.

Titel I.

Vorarbeiten	10 000 Mk.
Grunderwerb 30 000 qm à 0,40 Mk.	120 000 „
Ankauf von Gebäuden	150 000 „
Erdaushub 27 000 cbm à 2 Mk.	54 000 „
Sa. I:	334 000 Mk.

Titel II.

Erdmasse 158 000 cbm à 2,50 Mk.	395 000 Mk.
Dammkrone 220 lfd. m à 60 Mk.	13 200 „
Böschungsfläche an der Wasserseite (Pflaster) 6400 qm à 5 Mk. . .	32 000 „
Böschungsfläche an der Luftseite (Rasen) 8000 qm à 1 Mk. . . .	8 000 „
Sa. II:	448 200 Mk.

Titel III.

Eisenarbeiten bei 11 340 000 cbm jährl. Abfluß*)	35 000 Mk.
Wegeverlegung 4 km à 30 000 Mk.	120 000 „
Wärterhaus	20 000 „
Sa. III:	175 000 Mk.

Zusammenstellung: Sa. I:	334 000 Mk.
„ II:	448 200 „
„ III:	175 000 „
Sa. I—III:	957 200 Mk.

*) Siehe Seite 61.

Titel IV.

Bauaufsicht bei 3jähriger Bauzeit à 15 000 Mk.	45 000	Mk.
Oberbauleitung (5 % von Titel II): $\frac{448\,200 \cdot 5}{100} =$	22 410	„
Zinsverlust: $\frac{1}{2} \cdot \frac{957\,200 \cdot 4{,}1}{100} \cdot 3 =$	58 860	„
10 % Zuschlag von Summe I—III	95 720	„
Sa. IV:	221 990	Mk.

Die Talsperren-Anlage kostet:

Sa. I—III:	957 200	Mk.
„ IV:	221 990	„
Sa:	1 179 190	Mk.
= rd.	1 200 000	Mk.

β) Maschinelle Anlage.

Turbinen-Anlage mit Gebäude: 30 000 + 30 000 Mk.	60 000	Mk.
Elektrische Anlage	50 000	„
Druckrohrleitung, 2 Rohre à 750 mm lichte Weite, 1000 m lang à 90 Mk.	90 000	„
Sa:	200 000	Mk.

Die maschinelle Anlage kostet 200 000 Mk.

Zusammenstellung:

Kosten der Emsetalsperre	2 365 000	Mk.
„ „ maschinellen Anlage	195 000	„
„ „ Lauchatalsperre	2 155 000	„
„ „ maschinellen Anlage	135 000	„
„ „ Leinatalsperre	1 200 000	„
„ „ maschinellen Anlage	200 000	„

Verzinsung und Amortisation.*)

Verzinsung des gesamten Anlagekapitals	4,1 %.
Amortisation der Gebäude	0,5 %.
Amortisation der Druckrohre	1 %.
Amortisation der Turbinen und elektrischen Anlagen	2 %.

Jährliche Abgaben.

a) Für die Emsetalsperre.

Für die Talsperren-Anlage: $\frac{2\,365\,000 \cdot (4{,}1 + 0{,}5)}{100} =$	108 790	Mk.
„ das Maschinengebäude: $\frac{20\,000 \cdot (4{,}1 + 0{,}5)}{100} =$	920	„
„ die Turbinen- und elektrische Anlage: $\frac{(20\,000 + 35\,000) \cdot (4{,}1 + 2)}{100} =$	3 355	„
„ die Druckrohrleitung: $\frac{120\,000 \cdot (4{,}1 + 1)}{100} =$	6 120	„
„ die Bedienung	6 000	„
Sa.:	125 185	Mk.

*) Siehe II. Teil, Seite 52.

b) Für die Lauchatalsperre.

Für die Talsperren-Anlage:	$\frac{2\,155\,000 \cdot (4{,}1 + 0{,}5)}{100} =$	99 130 Mk.
„ das Maschinengebäude:	$\frac{20\,000 \cdot (4{,}1 + 0{,}5)}{100} =$	920 „
„ die Turbinen- und elektrische Anlage:	$\frac{(20\,000 + 35\,000) \cdot (4{,}1 + 2)}{100} =$	3 355 „
„ die Druckrohrleitung:	$\frac{60\,000 \cdot (4{,}1 + 1)}{100} =$	3 060 „
„ die Bedienung		6 000 „
	Sa.:	112 465 Mk.

c) Für die Leinatalsperre.

Für die Talsperren-Anlage:	$\frac{1\,200\,000 \cdot (4{,}1 + 0{,}5)}{100} =$	55 200 Mk.
„ das Maschinengebäude:	$\frac{30\,000 \cdot (4{,}1 + 0{,}5)}{100} =$	1 380 „
„ die Turbinen- und elektrische Anlage:	$\frac{(30\,000 + 50\,000) \cdot (4{,}1 + 2)}{100} =$	4 880 „
„ die Druckrohrleitung:	$\frac{90\,000 \cdot (4{,}1 + 1)}{100} =$	4 590 „
„ die Bedienung		6 000 „
	Sa.:	72 050 Mk.

Der jährliche Gewinn, der aus den Talsperren erzielt wird, ist:

a) Aus der Emsetalsperre.

Für Kraftgewinnung: $1\,612\,000^{*)} + \frac{1}{3} \cdot 331\,200^{**)} = 1\,722\,400$ Pferdekraftstunden à 6 Pfg.	103 344 Mk.
„ Hochwasserschutz 1 % der Baukostensumme	23 650 „
„ Fischzucht: 23,5 ha à 60 Mk.***) (20 kg à 3 Mk. pro ha und Jahr)	1 410 „
Sa.:	128 404 Mk.
Die jährlich zu entrichtenden Abgaben betragen	125 185 Mk.

b) Aus der Lauchatalsperre.

Für Kraftgewinnung: $700\,800^{*)} + \frac{1}{3} \cdot 331\,200^{**)} = 811\,200$ Pferdekraftstunden à 11 Pfg.	89 232 Mk.
„ Hochwasserschutz: 1 % der Baukostensumme	21 550 „
„ Fischzucht: 15,6 ha à 60 Mk.***)	936 „
Sa.:	111 718 Mk.
Die jährlich zu entrichtenden Abgaben betragen	112 465 Mk.

*) Siehe Seite 65.
**) Siehe Seite 64.
***) Siehe II. Teil, Seite 54.

c) Aus der Leinatalsperre.

Für Kraftgewinnung: 946 100*) + $\frac{1}{3}$ · 331 200**) = 1 056 500 Pferdekraftstunden à 4,5 Pfg.	47 543	Mk.
„ Hochwasserschutz: 2 % der Baukostensumme***)	24 000	„
„ Fischzucht: 25 ha à 60 Mk.†)	1 500	„
Sa.:	73 043	Mk.
Die jährlich zu entrichtenden Abgaben betragen	72 050	Mk.

VI. Schluß.

Wenn nicht auf die Lauchatalsperre verzichtet wird, kostet also im Durchschnitt die Pferdekraftstunde ca. 6½ Pfg. Dies erscheint jedoch zu hoch, da im Stromverteilungsnetz noch ein Verlust von 30 % eintritt, so daß die Pferdekraftstunde auf 9 Pfg. an der Verbrauchsstelle zu stehen kommt.

Um die Pferdekraftstunde auf einen angemessenen Preis, höchstens 7 Pfg. an der Verbrauchsstelle, zu reduzieren, müßte zu den vereinigten Talsperrenunternehmungen ein Jahreszuschuß von rd. 15 000 Mk. gezahlt werden.

Dieser Betrag kann aufgebracht werden:

1. Von der Stadt Eisenach, die eine höhere Hochwasserquote zahlen kann als das platte Land; außerdem hat Eisenach noch bedeutende Vorteile von dem Stichkanal Hörschel-Eisenach und dem Hafen Eisenach.

2. Von der Landwirtschaft für die Lieferung einer größeren Menge Wasser zur Bewässerung der Ländereien.

3. Von noch zu errichtenden Kraftwerken an der Hörsel, zu deren Herstellung das zurzeit verlorene Gefälle bei der vermehrten Wasserführung genügend Anreiz bietet.

Andernfalls müßte von der Errichtung der Lauchatalsperre, welche allein sich nicht rentiert, Abstand genommen werden.

Es ist nicht ausgeschlossen, noch weitere Möglichkeiten zur Errichtung von Talsperren im Hörselgebiet zu finden.

*) Siehe Seite 65.
**) Siehe Seite 64.
***) Für Hochwasserschutz höhere Prozente, weil die Dammkosten gegenüber den Mauerkosten noch nicht die Hälfte ausmachen.
†) Siehe II. Teil, Seite 54.

C. Schlußwort.

Mit vorliegender Arbeit wendet sich der Verein für Schiffbarmachung der Werra an die Oeffentlichkeit, um allen Interessenten die Tätigkeit des Vereins in seinem zielbewußten Streben vor Augen zu führen und die Großzügigkeit sowie den wirtschaftlichen Nutzen der Pläne, deren Ausführung er vorbereiten will, klar zu legen. Er hofft dadurch auch den noch Zweifelnden die Berechtigung seiner Existenz und seiner Projekte so bewiesen zu haben, daß nunmehr die noch fehlenden Mittel zur Fortführung der begonnenen Arbeiten von den Interessenten bald bewilligt werden. Er hofft ferner, die Bewohner der Gegenden, denen die Bestrebungen des Vereins so großen Vorteil zu bringen geeignet sind, als Mitglieder zu gewinnen, um den Behörden, den Regierungen, den Landtagen der beteiligten Staaten auch durch die Mitgliederzahl beweisen zu können, welch wirtschaftlicher Wert den Zielen des Vereins von den Einwohnern des ganzen Werragebietes beigemessen wird.

Der Verein für Schiffbarmachung der Werra besteht zurzeit aus rund 70 körperschaftlichen (darunter sämtliche Handelskammern von Sonneberg bis Bremen, fast alle Kreise und Städte bezw. Kommunen des Bezirks, die Weserschiffahrtsgesellschaften, der Norddeutsche Lloyd, das Kalisyndikat usw.) und 200 Einzelmitgliedern, welche das Bestreben des Vereins teils durch ein- bezw. mehrmalige größere Zuwendungen, teils durch Zahlung regelmäßiger Beiträge unterstützen.

Der Verein hat sich einen Ausschuß gewählt, bestehend aus folgenden (70) Herren:

Ingenieur Abshoff-Hannover, Dr. Apelt-Bremen (H. K.), Professor Anschütz-Sonneberg (H. K.), Bürgermeister Bernhard-Treffurt, Direktor Bischof-Bremen (Argo), Direktor Dr. Bock-Dietlas (Großherzogtum Sachsen), Landrat von Bischofshausen-Witzenhausen, Stadtrat Bartolomäus-Eschwege, Hauptmann Böttcher-Vacha, Baurat Contag-Berlin-Wilmersdorf, von Cornberg-Richelsdorf bei Gerstungen, von Christen-Werleshausen a. W., Kommerzienrat Craemer-Sonneberg, Kommerzienrat von Dreyse-Eisenach, von Eschen-Großalmerode, Oberbaurat Fritze-Meiningen, S. Fischer-Wernshausen, Fulda-Schmalkalden, Landrat Götting-Hildburghausen, Gumprich-Schmalkalden, Spediteur Hofmann-Sonneberg, Bürgermeister Dr. Hagemeister-Suhl, Bürgermeister Hirschfeld-Coburg, Landrat Dr. Hagen-Schmalkalden, Baurat Jaenisch-Dermbach, Direktor Jungeblodt-Vacha (S.-Weimar), W. Josef-Witzenhausen, Jung-Salzungen, Regierungsrat Kircher-Meiningen, Direktor Koch-Philippstal (Hattorf), Generaldirektor Kubierschky-Dietlas (Großherzogtum Sachsen), Direktor Köhling-Dietlas (Großherzogtum Sachsen), Landrat von Keudell-Eschwege, W. Krech-Schwallungen, Oberförster Laupert-Herleshausen, Lang-Eschwege, Senator F. W. Meyer-Hameln, Direktor Gg. Müller-Bremen, Dr. Metterhausen-Kassel (H. K.), Bürgermeister Müller-Allendorf, Direktor Meyer-Tiefenort (Gewerkschaft Kaiseroda), Natermann-Hann.-Münden, Direktor Nolting-Salzungen-Leimbach, Regierungsrat Petzet-Bremen (Norddeutscher Lloyd), Polack-Waltershausen, Generaldirektor Rathke-Berka a. W. (Alexandershall), Exzellenz Freiherr von Rotenhahn-Neuenhof bei Herleshausen a. W., Oberbürgermeister Rößler-Schmalkalden, Direktor Rosterg-Heringen (Wintershall), Direktor Reuß-Eisenach, Direktor Rudolph-Salzungen (Saline), Oberbürgermeister Schmieder-Eisenach, Direktor Schüddekopf-Hamburg (Kalisyndikat), Direktor Schlüter-Minden (Schiffahrtsgesellschaft), Oberbürgermeister Schüler-Meiningen, Abg. Landesrat Dr. Schröder-Kassel, Landrat von Stockhausen-Hann.-Münden, Dr. Sander-

Richelsdorf, von Scharffenberg-Kalkhof bei Wanfried, Direktor Trieloff-Wanfried, Abg. Landgerichtsrat Tourneau-Magdeburg, Großherzoglicher Bezirksdirektor Geh. Regierungsrat von Trautvetter-Eisenach, Thiel-Ruhla, Landrat Freiherr von Türcke-Meiningen, Thorey-Eschwege, Bürgermeister Vocke-Eschwege, Bankdirektor Vollborn-Eisenach, Bürgermeister Weißker-Münden, Dr.-Ing. Wolf-Hildburghausen, Baurat Weise-Eisenach, Abg. Dr. Wendtland-Berlin-Friedenau, Bezirksdirektor Weimar-Dermbach, Senator Wannschaff-Hameln, Landrat Wagner-Schleusingen, S. Weinstein-Eisenach, Stadtverordneter Wiesenthal-Mühlhausen in Thür.

Dieser große Ausschuß hat einen Vorstand gewählt, bestehend aus dem Vorsitzenden F. W. Meyer, dem stellvertretenden Vorsitzenden von Dreyse, den Beisitzern Petzet, Schmieder (zugleich Vorsitzender des Unterausschusses Eisenach), Vocke (zugleich Vorsitzender des Unterausschusses Eschwege) und den stellvertretenden Beisitzern Müller, Rathke und Weißker.

Der Vorstand bildet in Gemeinschaft mit den Vorsitzenden der Unterausschüsse: Götting-Hildburghausen, Hofmann-Sonneberg und Kircher-Meiningen, ferner den zugewählten Abgeordneten Dr. Schrader, Tourneau und Dr. Wendtland, sowie den Herren Dr. Apelt, Dr. Metterhausen, Dr. Hagemeister, Rößler, Rudolph, Trieloff, Contag und dem Geschäftsführer Abshoff den geschäftsführenden Ausschuß.

Kanalisierung der Werra
von Wernshausen bis Münden.

Blatt 1

Uebersichts-Lageplan.

1:900000.

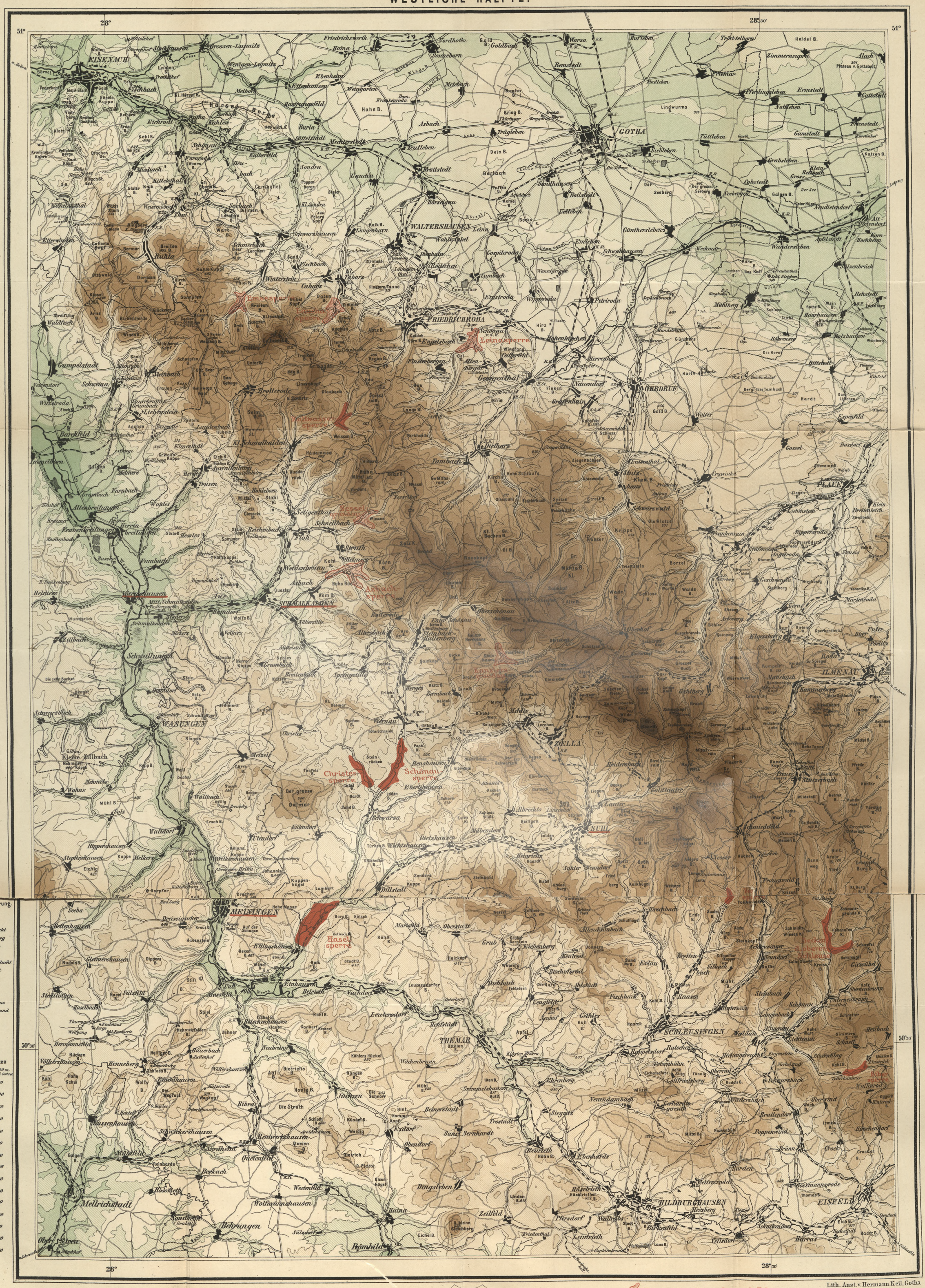
	Länge km	Gefälle m
Obere Strecke A-B (Wernshausen-Hörschel)	71,75	54,00
Mittlere " B-C (Hörschel-Wanfried)	45,50	31,50
Untere " C-D (Wanfried-Münden)	63,75	47,00
Gesamtlänge der kanalisierten Werra (Wernshausen-Münden)	181,00	
Gesamtgefälle " "		132,50
Stichkanal Hörschel-Eisenach	6,0	11,60

Streustufe
Schutzhafen
Landesgrenze

Havestadt & Contag
Königl. Baurätte
Berlin-Wilmersdorf
Tg. No. 11808 vom 23.1.1908.

HÖHENSCHICHTEN-KARTE DES THÜRINGER WALDES

WESTLICHE HÄLFTE.



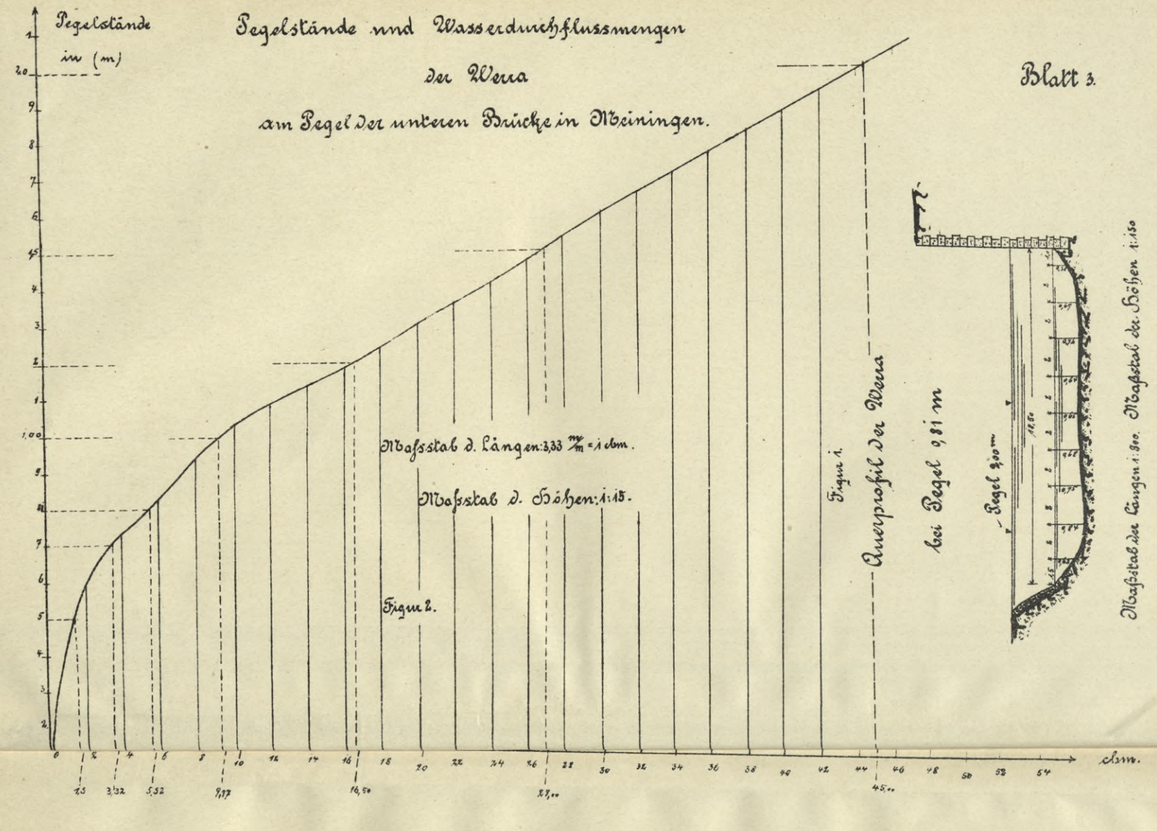
Lith. Anst. v. Hermann Keil, Gotha.

EISENACH Hofbuchdruckerei
Verlag von H. Kahle, Verlagsbuchhandlung.

Einzelne Nachträge 1905.

Blatt 3.

Pegelstände und Wasserdurchflussmengen der Werra am Pegel der unteren Brücke in Meiningen.



Blatt 4.

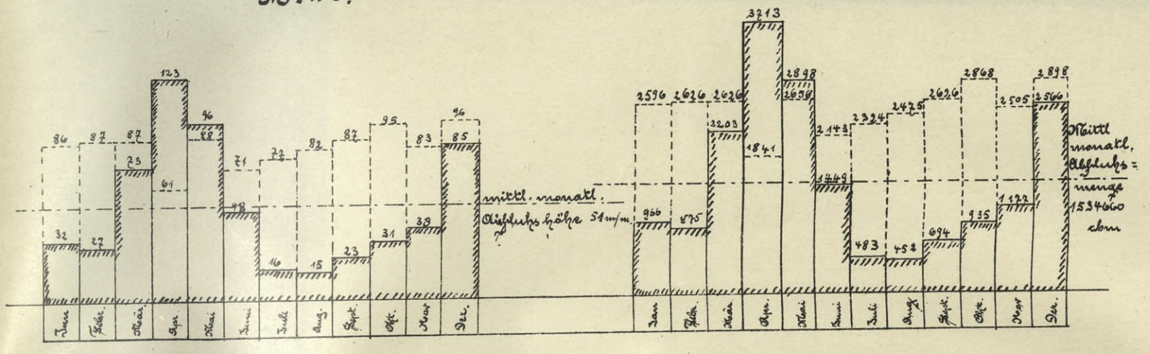
Der Bach-Schleuse.

Monatliche Regen- u. Abflußhöhen in m/m.

M: 1:3.

Monatl. Regen- u. Abflußmengen in Tausend

2/3 m/m = 50000 cbm



Mittl. jährl. Niederschlagsm. 20 190000 cbm.

" " Abflußmengen: 18 413 900 cbm.

Abflußverhältnis: 61 %

Blatt 5

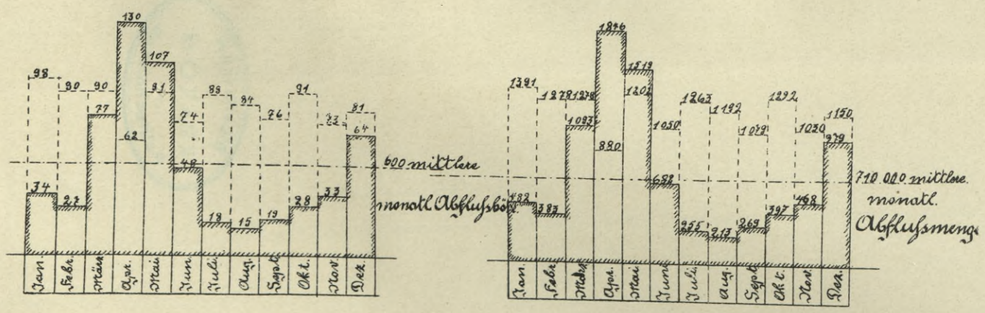
Der Bach-Vesser.

Mittlere Regen- u. Abflußhöhen

M: 1:3.

Monatl. Regen- u. Abflußmengen

30000 cbm = 2/3 mm.



Mittl. jährl. Niederschlagsmenge: 14185800 cbm

" " Abflußmenge: 8510000 cbm } 60,5 % Abfluß

Niederschlag

Abfluß

Monatl. Regen- u. Abflußhöhen in m/m.

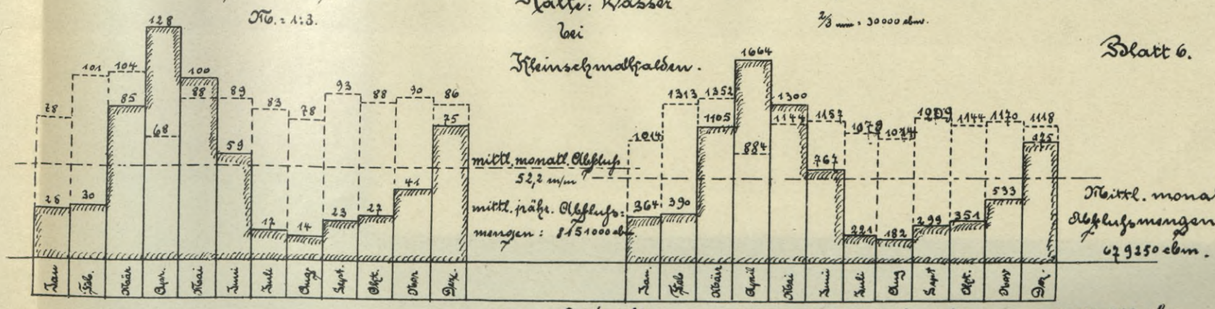
M. = 1:3.

Halte-Wasser bei Kleinschmalkalden.

Monatl. Regen- u. Abflußmengen in Tausend.

2/3 mm = 30000 cbm.

Blatt 6.



Mittl. jährl. Niederschlagsm. 13 598 000 cbm.

" " Abflußmengen 8 151 000 cbm.

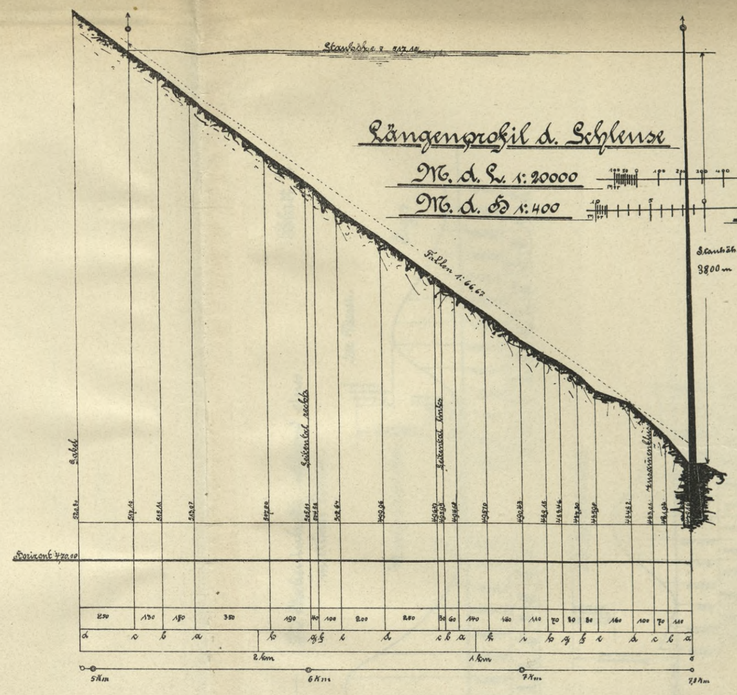
Blatt 7

Schleusen-Sperre bei Unterneubrunn

Längenprofil d. Schleuse

M. d. L. 1:20000

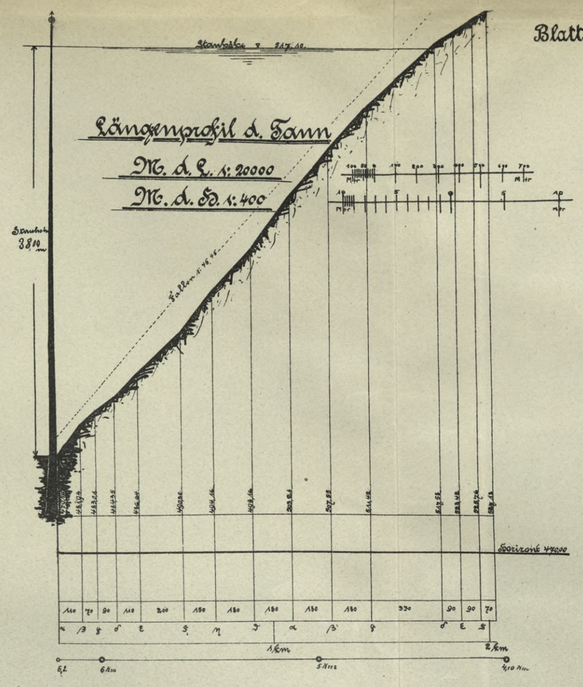
M. d. H. 1:400



Längenprofil d. Damm

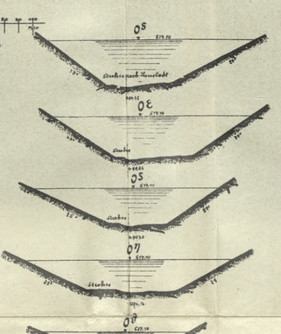
M. d. L. 1:20000

M. d. H. 1:400



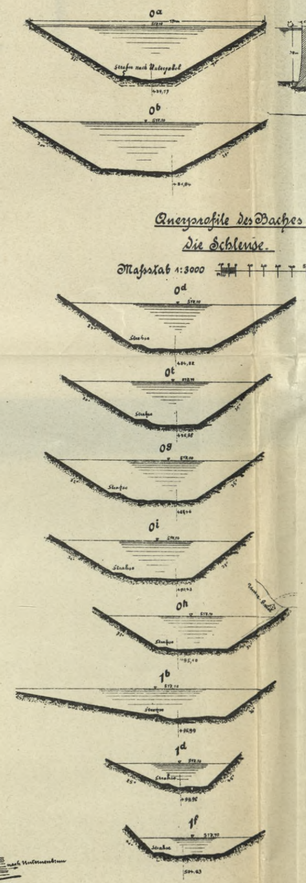
Querprofile des Damm.

Maßstab 1:3000



Querprofile des Daches: die Schleuse.

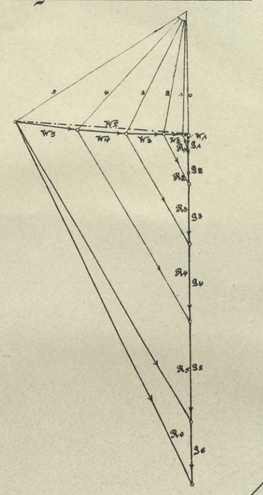
Maßstab 1:3000



Situationsplan.

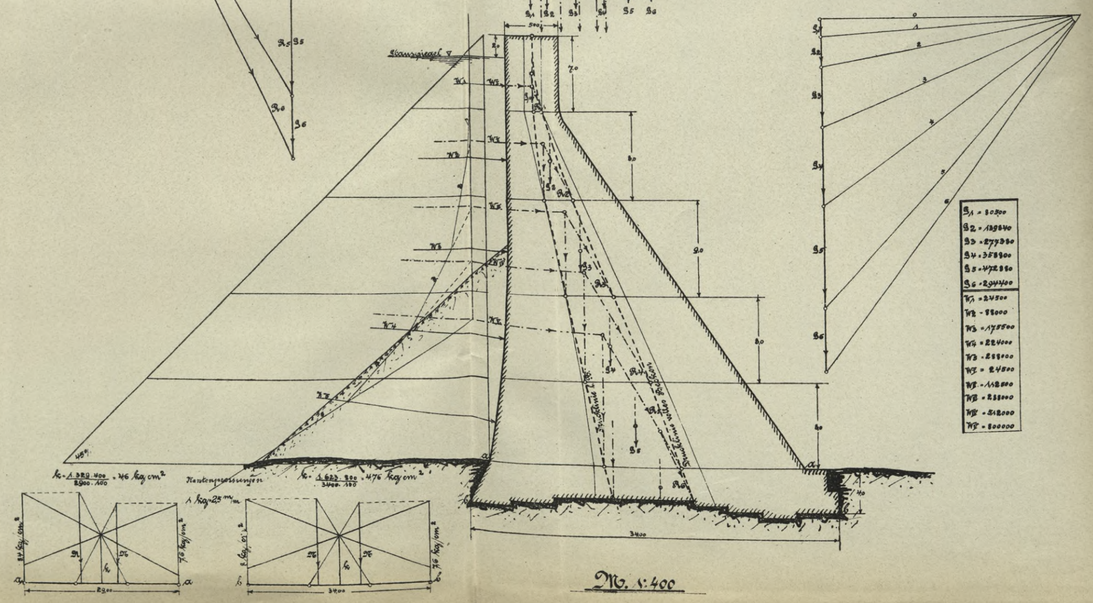
Maßstab: 1:12500.

Kräfteplan für volles Becken



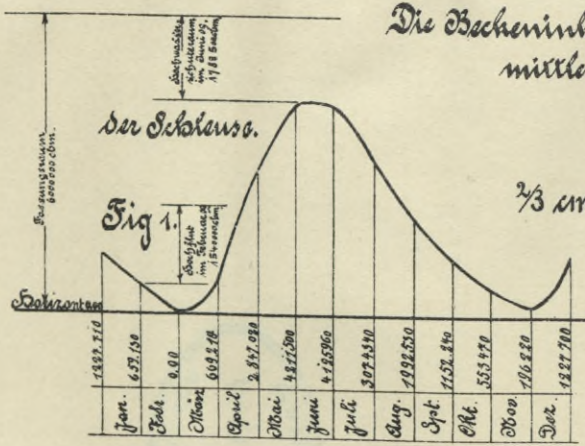
Kräfteplan für leeres Becken

M. d. K. 1 mm = 20 t

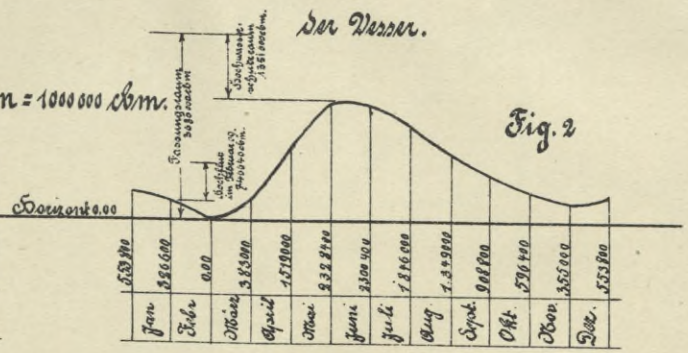


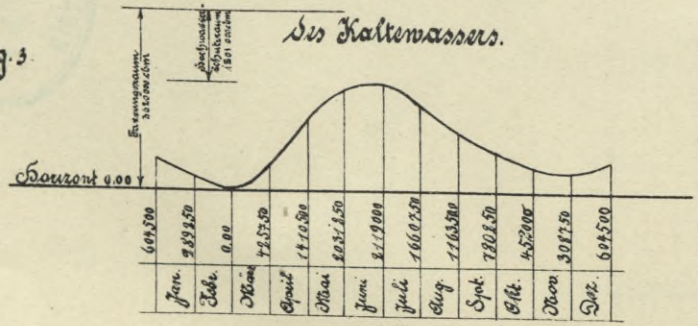
Die Beckeninhalte während eines mittleren Jahres.

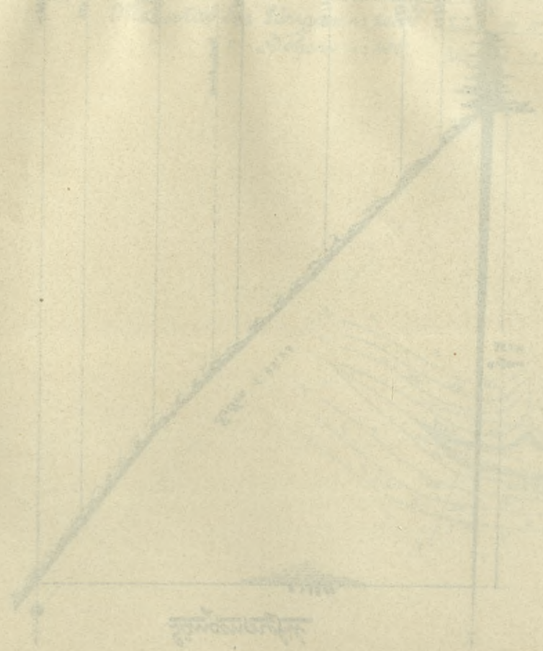
Blatt 8



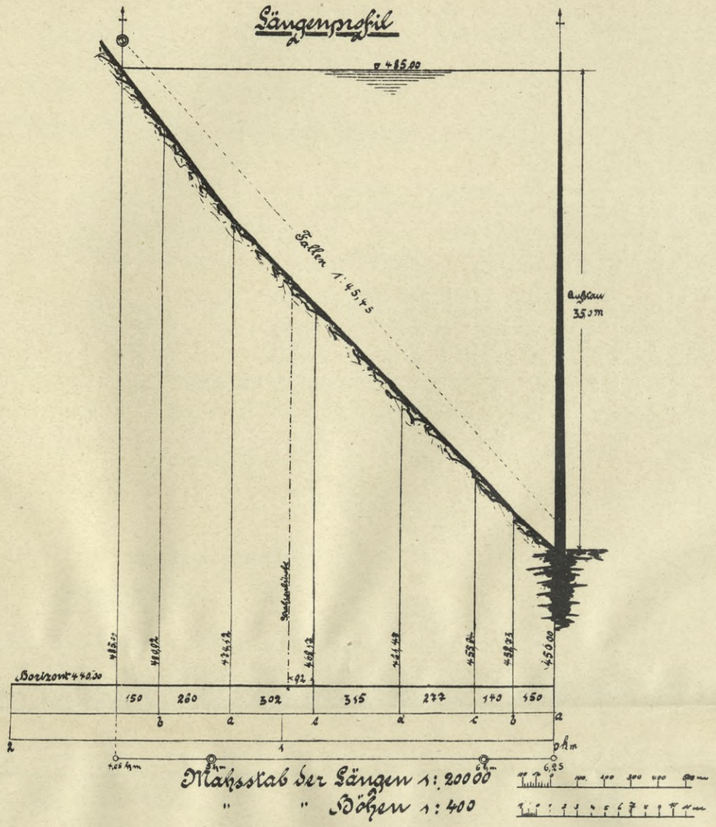
2/3 cm = 1000 000 cbm.





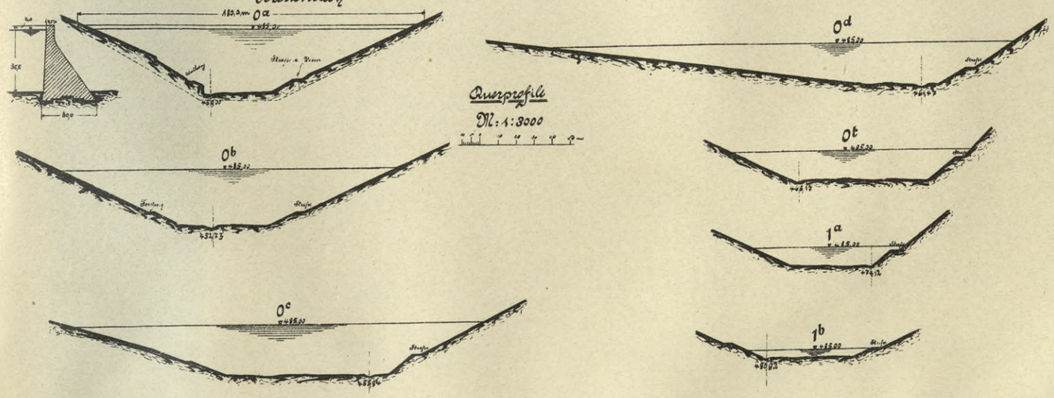


Längenprofil



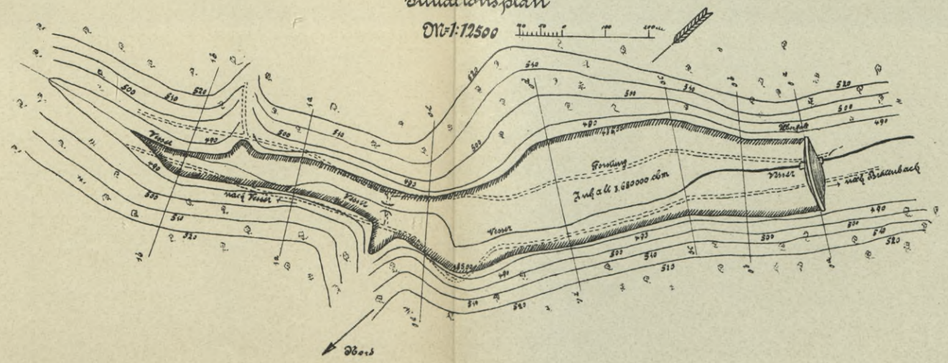
Maßstab der Längen 1:20000
" " Höhen 1:400

Visser Sperre
oberhalb
Breitenbach



Querprofile
M: 1:3000

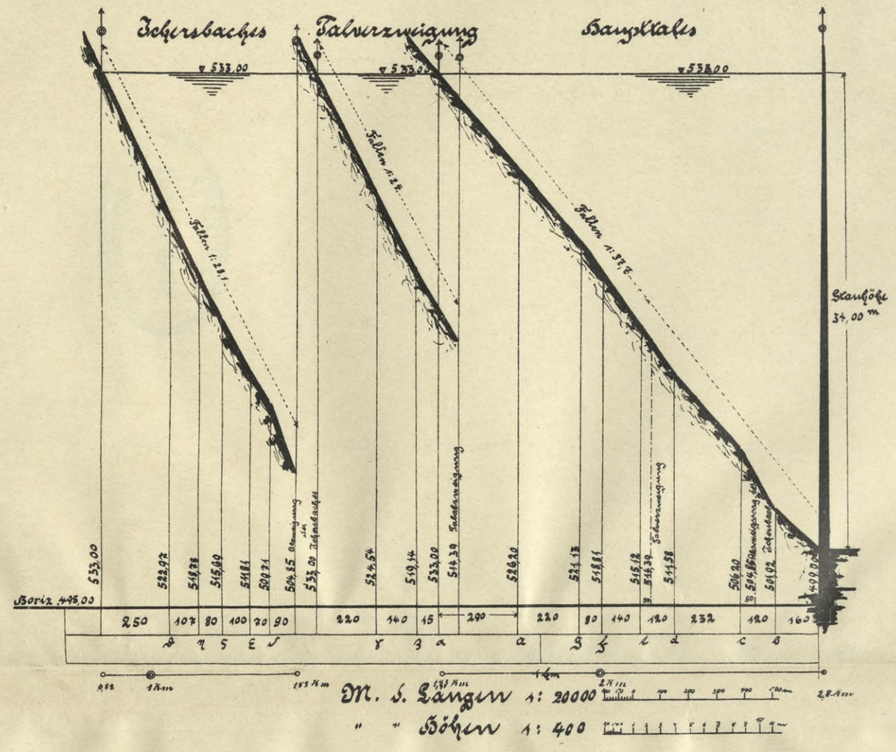
Situationsplan
M: 1:12500



Längenprofil

des

Ochersbaches — Talverzweigung — Hauptthales

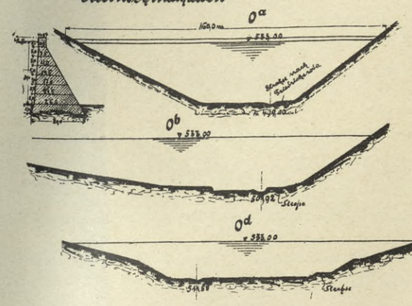


Blatt 10

Flutt-Wassersperre

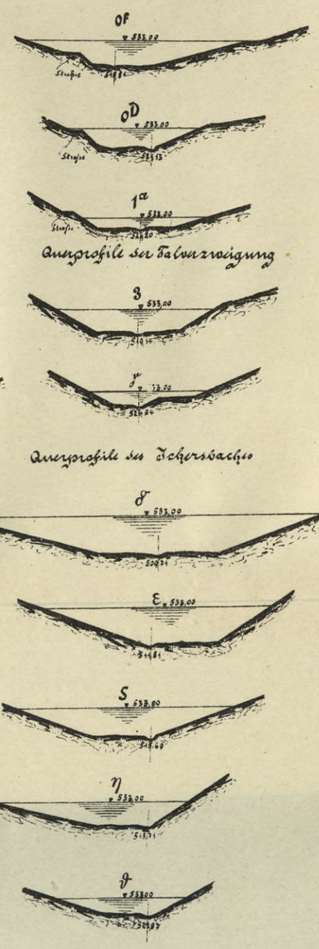
oberhalb

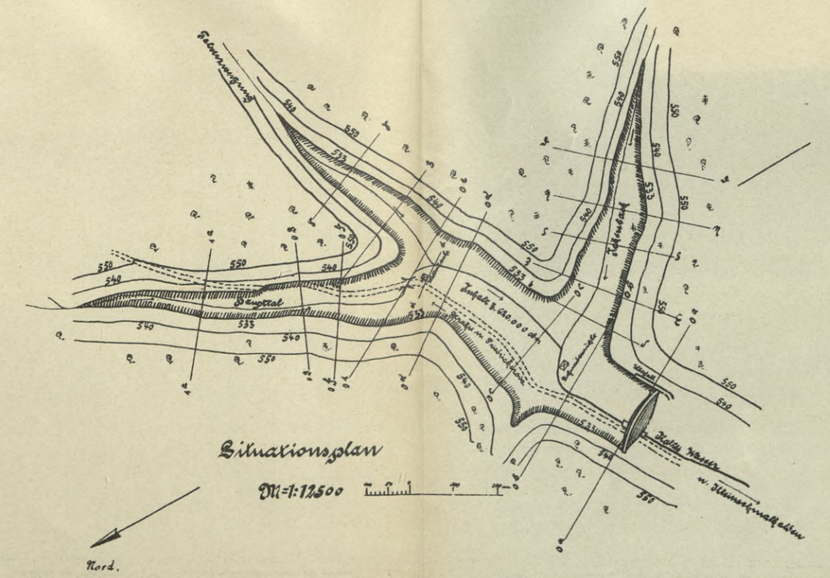
Illmenschwalkatten



Querprofile

M. 1:3000

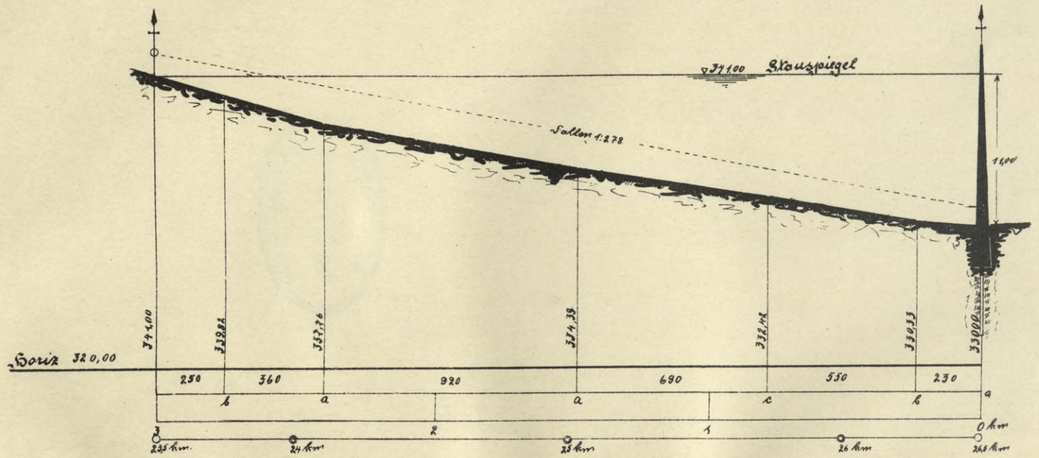




Längenprofil.

M. d. Längen: 1:20000

M. d. Höhen: 1:400

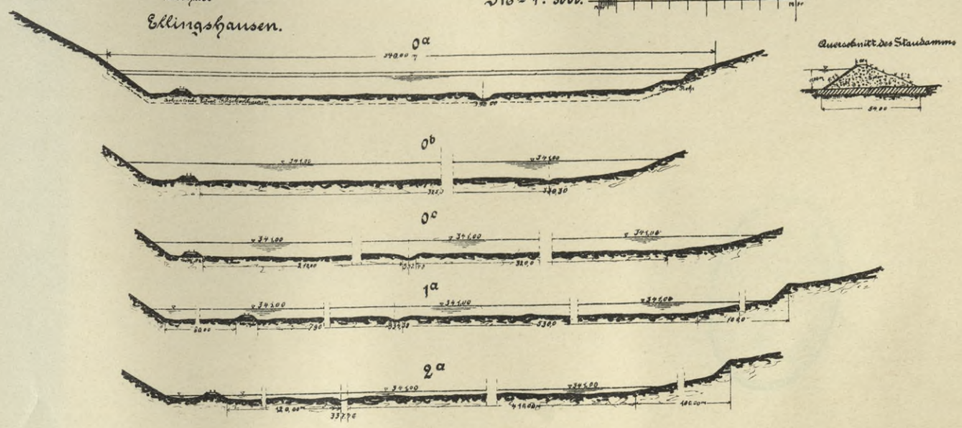


Haselsperre.

oberhalb Ellingshausen.

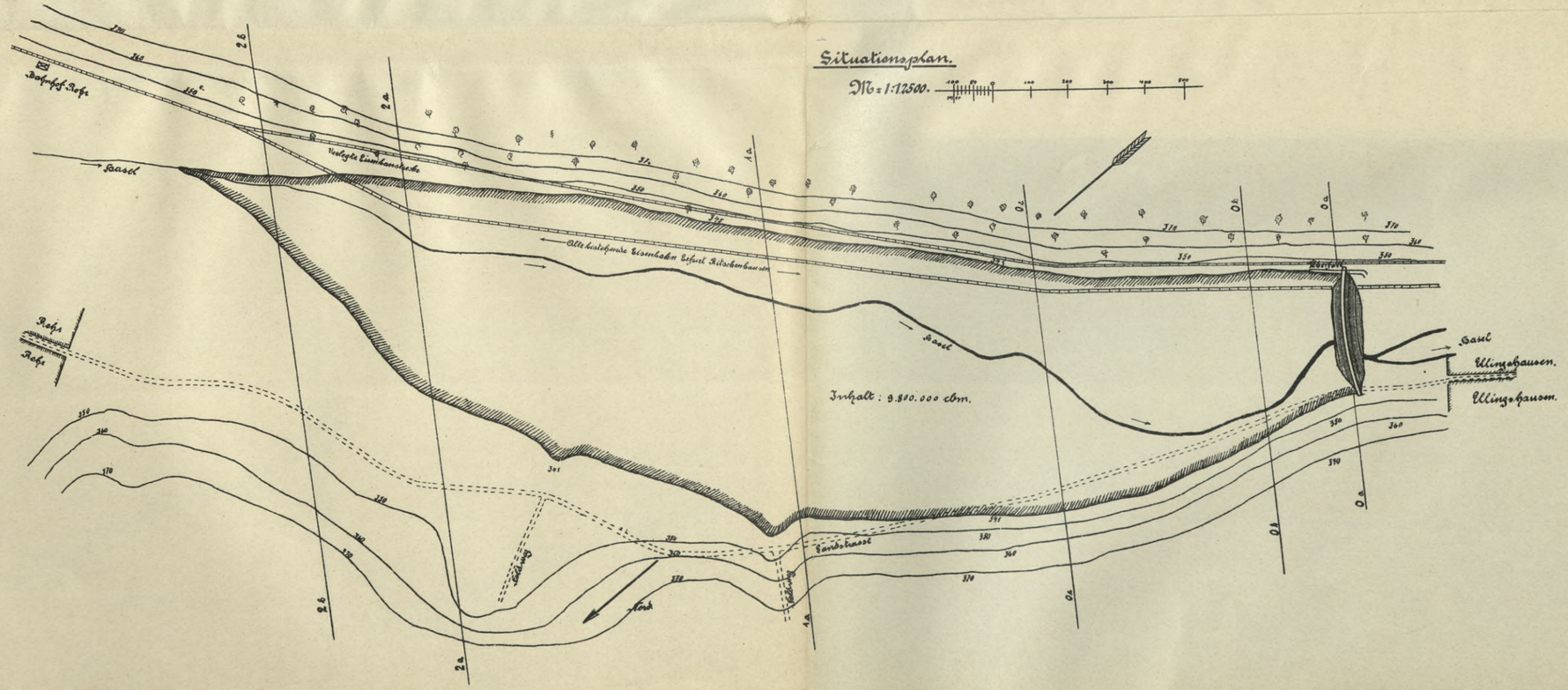
Querprofile

M = 1 : 3000.



Situationsplan.

M = 1:12500.



Blatt 12

Schönau- u. Christesspeere.

Christes

Mahstab S. L. 1:20000

" H. 1:400

Fallen 1:111

Stauhöhe 20,00 m

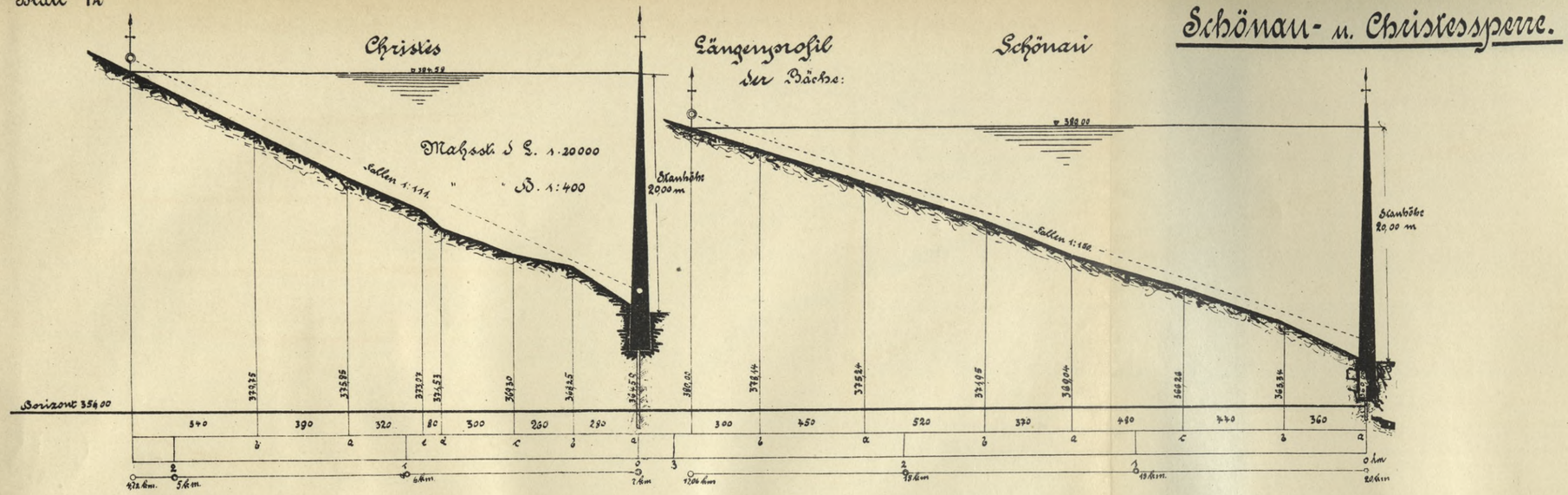
Längenprofil der Bäche:

Schönau

Fallen 1:150

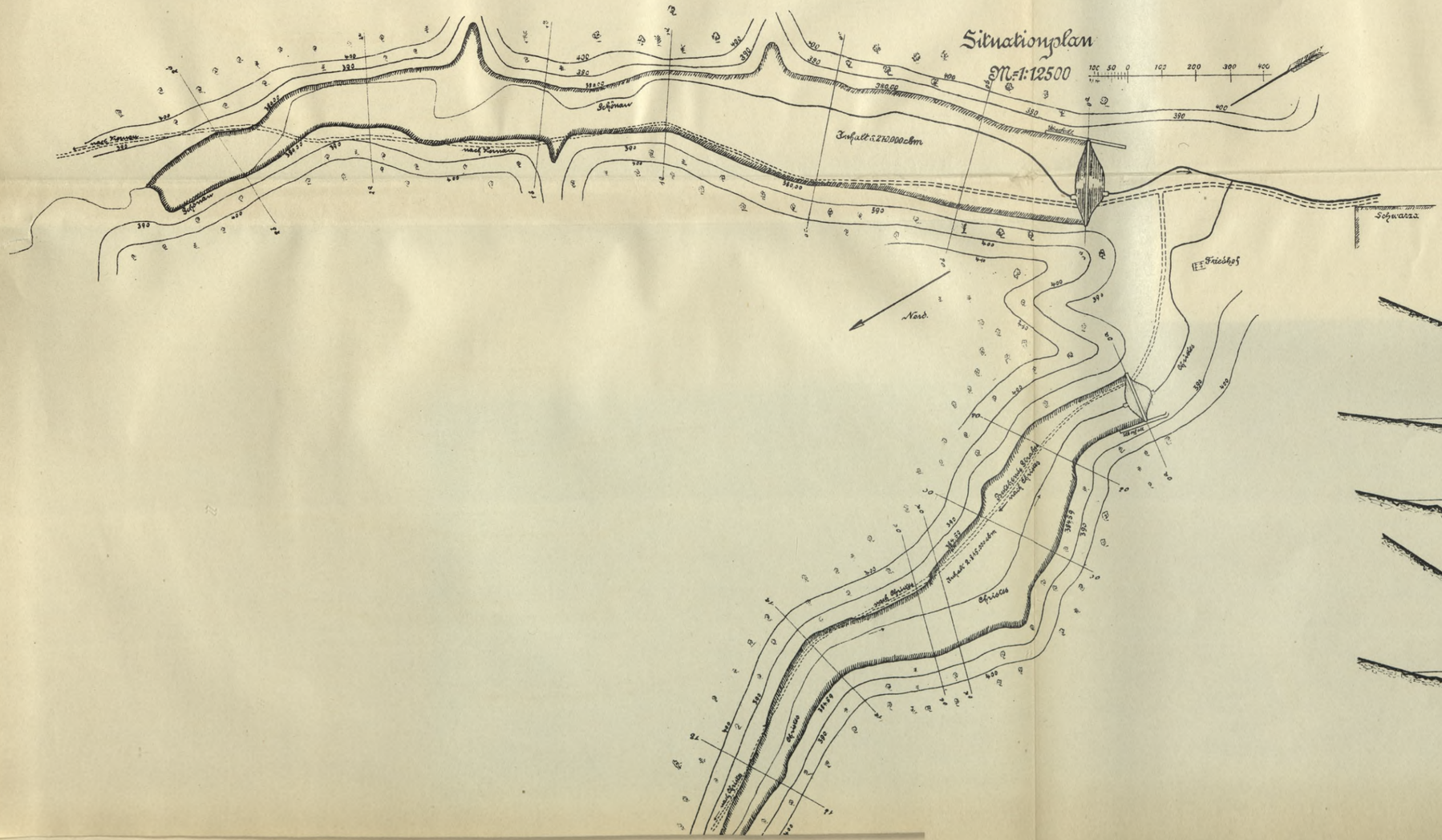
Stauhöhe 20,00 m

Horizont 354,00



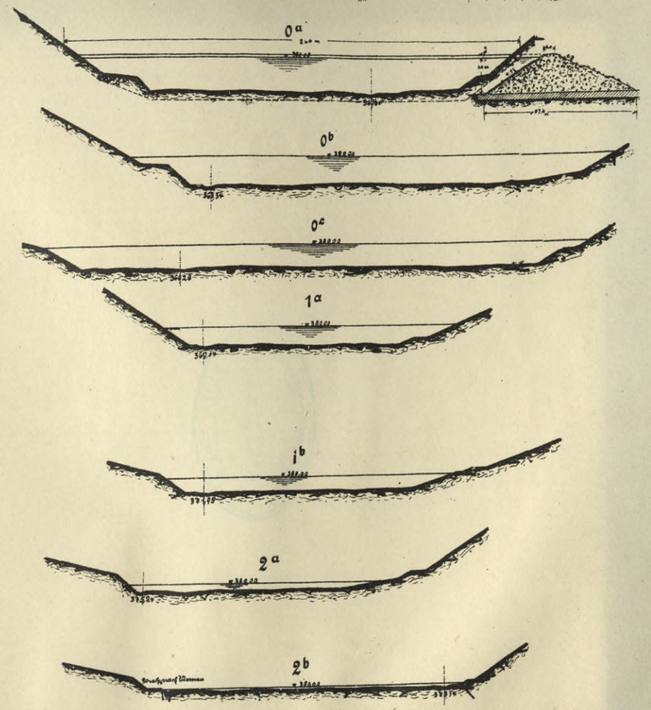
Situationplan

M=1:12500



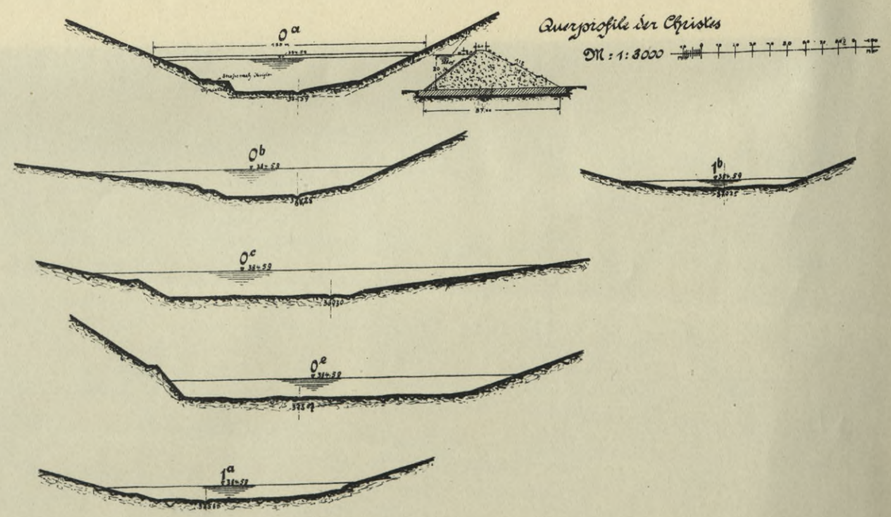
Querprofile der Schönau

M = 1:3000



Querprofile der Christes

M = 1:3000



Beckeninhalte

Während eines mittleren Jahres

des Haselbeckens

des Biberbeckens

2/3 im = 3 000 000 cbm

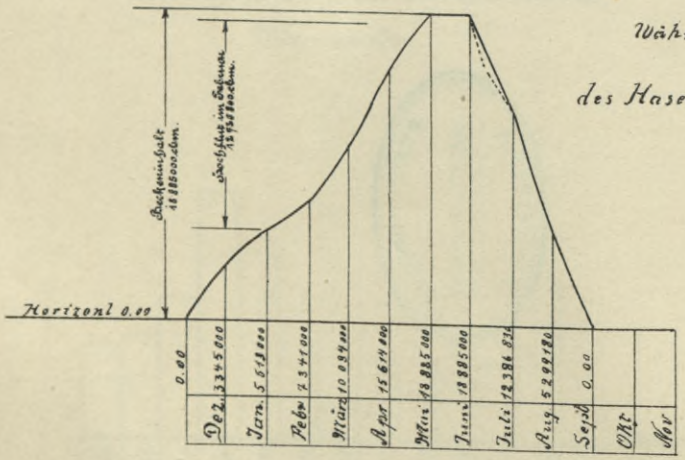


Fig. 1.

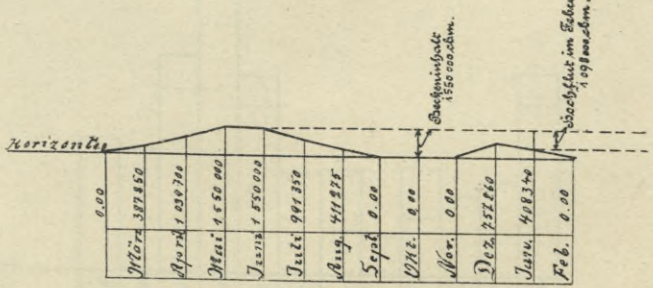
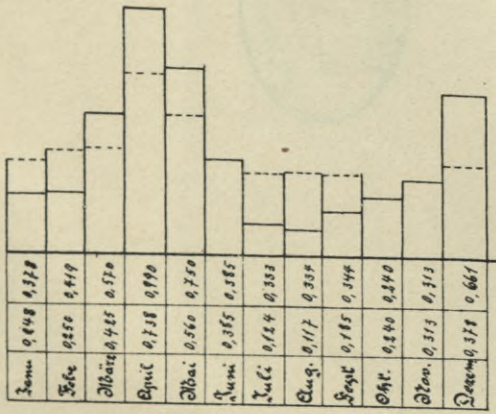


Fig. 2.

---------- Bewässerung.

Wasserführung der Biber in cbm/sec.

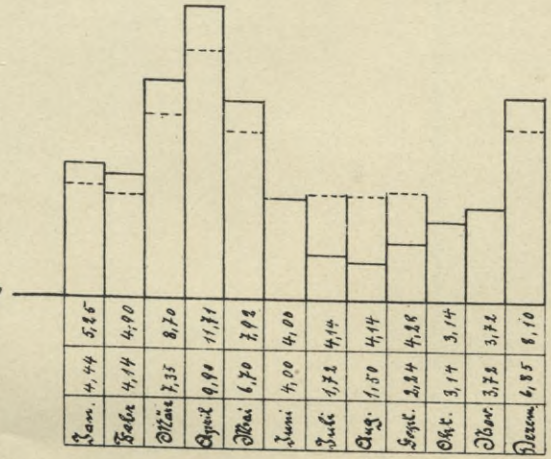
2/3 cm = 0,2 cbm



Figur 1

Wasserführung der Hasel in cbm/sec.

2/3 cm = 2 cbm



Figur 2.

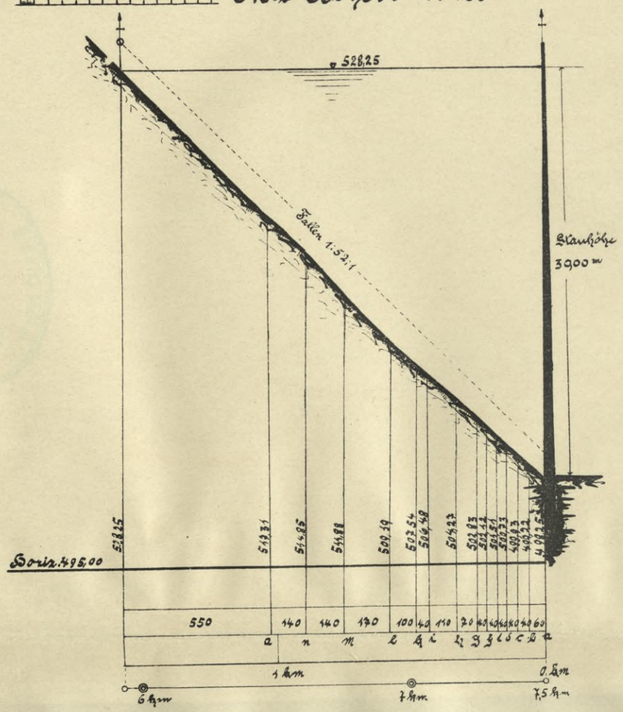
——— Wasserführung ohne Talsperren.

- - - - - Wasserführung reguliert durch Talsperren.

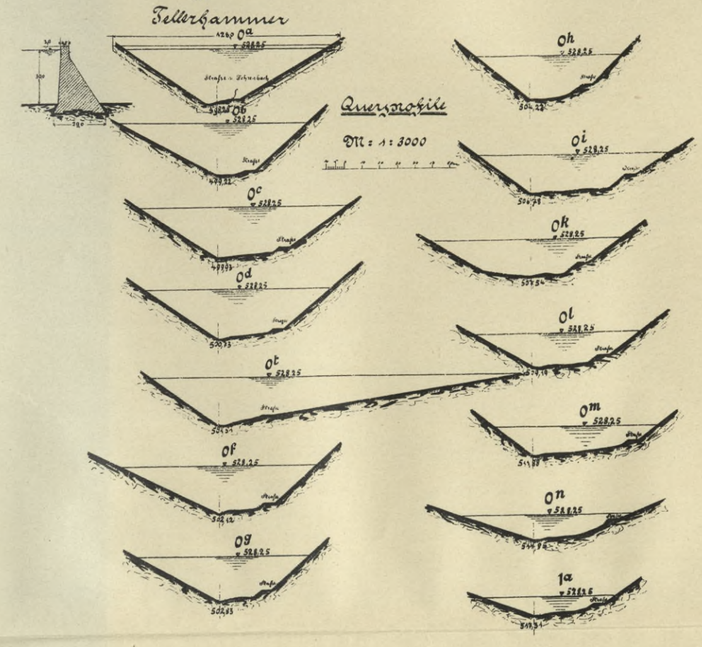
Längenprofil

M. f. Längen 1:20000

M. f. Höhen 1:400



Bibersperre bei Fellerhammer

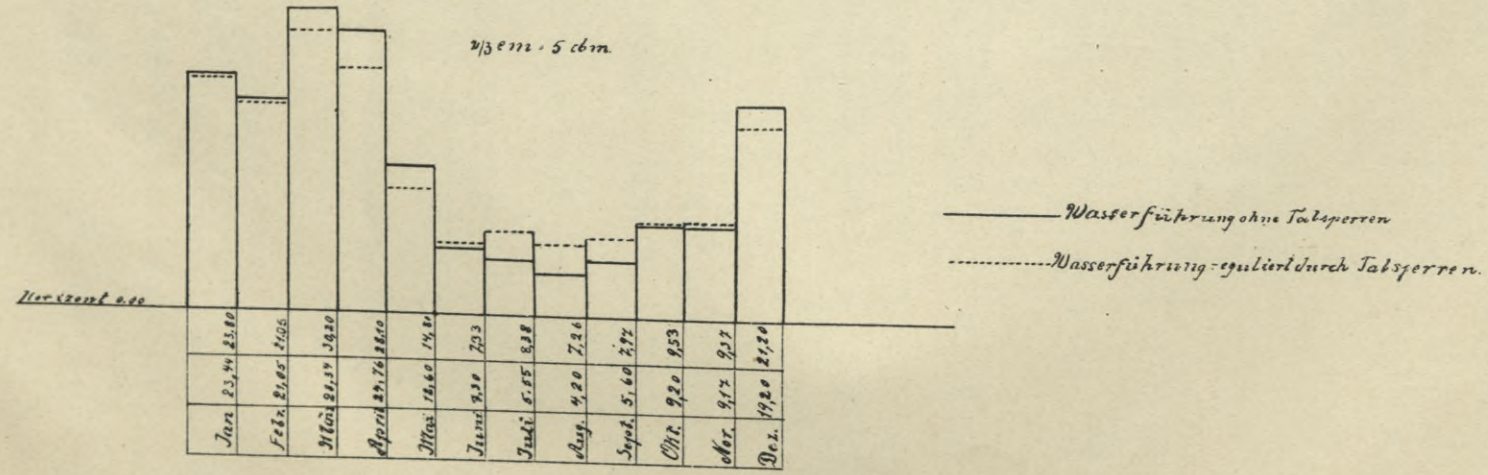


Blatt 15

Wasserführung der Werra

bei Meiningen

1/3 cm = 5 cbm

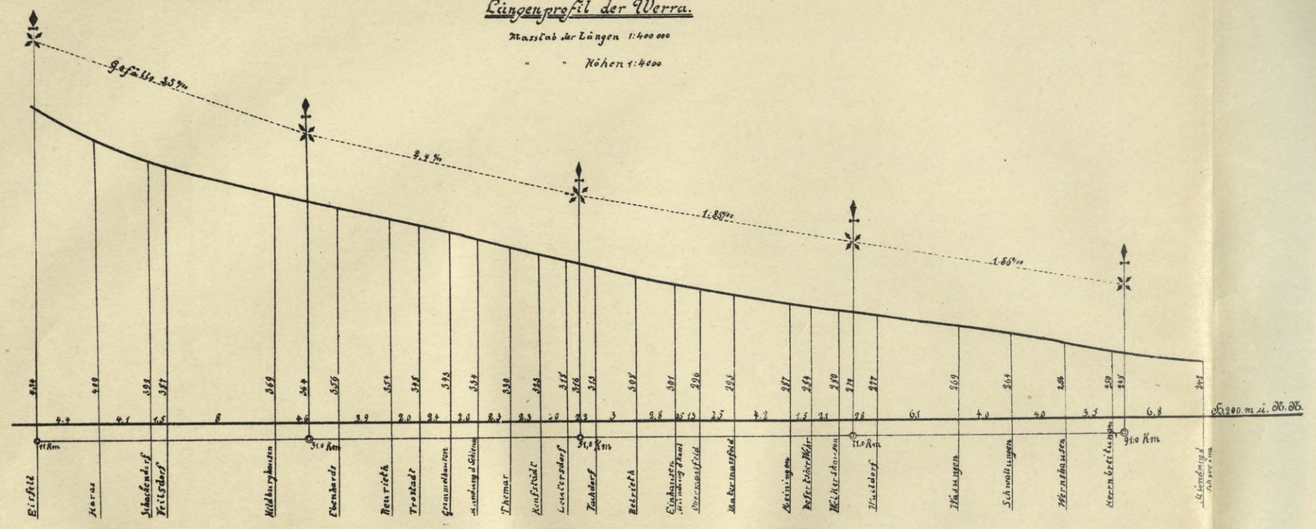


Blatt 16

Längenprofil der Werra.

Maßstab der Längen 1:400 000

" " Höhen 1:4000



Blatt 17

Pegelstand und Wasserdurchflußmengen der Werra an dem Pegel der unt. Brücke in Meiningen.

für Hochwasser.

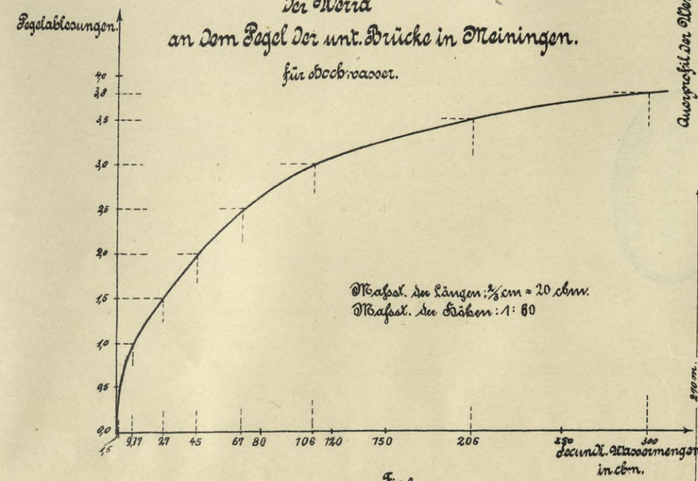


Fig. 2.

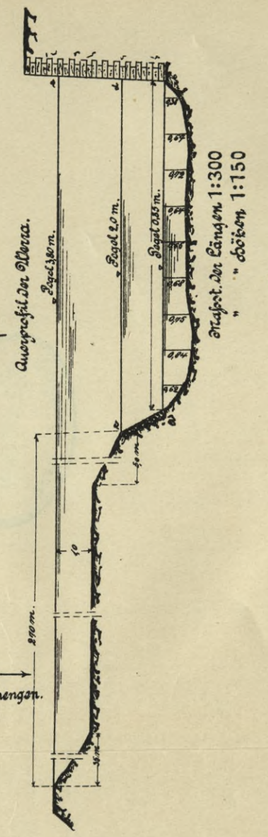


Fig.

Blatt 18

Verlauf des Hochwassers im Februar 1909 am Pegel der unt. Brücke in Meiningen.