



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305570

Anlage von Hochwasser-Sammelwecken

in den Gebieten

der Provinz

von den Gemeinden der Provinz





J.X.24/1905

Jahrbuch der Landesanstalt für Gewässerkunde. Besondere Mitteilungen Bd.1 Nr.3

Die
Anlage von Hochwasser-Sammelbecken
im Okergebiete

Denkschrift

bearbeitet in der Landesanstalt für Gewässerkunde auf Grund ihres Gutachtens
vom 26. Januar 1904

Mit fünf Beilagen

87/6



Berlin 1905



Ernst Siegfried Mittler und Sohn
Königliche Hofbuchhandlung
Kochstraße 68-71

945
715

xx
889



III 17720

g.x.24/1905



nr inw. 1780

Akc. Nr. 1046 52

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	I
1. Vergleichende Übersicht der in Frage kommenden Örtlichkeiten	2
2. Hochwasser-Sammelbecken im Okertale oberhalb Romkerhall. Bodenverhältnisse und Beschaffenheit des Geländes	3
3. Das Sammelgebiet des Okerbeckens und die Oberharzer Wasserwirtschaft	4
4. Niederschlag- und Abflußverhältnisse des Zuflußgebietes	4
5. Kurze Beschreibung der baulichen Anlagen	7
6. Kosten der Bauanlagen und des Grunderwerbes.	8
7. Wirtschaftliche Vorteile und Nachteile für die nächste Umgebung	9
8. Zurückhaltung des Hochwassers	9
9. Regelung des Abflusses aus dem Sammelbecken. Betriebsplan für die Abflußjahre 1901/03	10
10. Benutzung des vom Sammelbecken abgegebenen Wassers	12
11. Schlußergebnisse	13
Anhang. Bemerkungen über die geologischen Verhältnisse des Okerbeckens	15

5 Beilagen:

	Blatt
Übersichts- und Niederschlagskarte des oberen Okergebietes 1 : 200 000. Niederschlagsgebiet des Sammelbeckens im Okertale oberhalb Romkerhall 1 : 50 000.	1
Tägliche Abflußmengen für das Wintertal am Herzberger Teiche und für das Gebiet des Hochwasser-Sammelbeckens im Okertale. Monatliche Niederschlag- und Abflußmengen für das Wintertal am Herzberger Teiche	2
Sammelbecken im Okertale oberhalb Romkerhall 1 : 10 000	3
Fassungsraum und überstaute Fläche des Sammelbeckens für verschiedene Stauhöhen. Querschnittsform der Sperrmauer, angreifende Kräfte und Kantenpressungen	4
Betriebsplan des Sammelbeckens für die Abflußjahre 1901 bis 1903	5



Die

Anlage von Hochwasser-Sammelbecken im Okergebiete.

Der Wasserreichtum des Harzgebirges und die stürmische Gewalt der Flutwellen, die seine Gewässer zuzeiten in das wohlangebaute Vorland hinschicken, hat es längst als lockende Aufgabe erscheinen lassen, die ungenutzt und schadenbringend zu Tal schießenden Wassermassen einzufangen und zu geregelterm Dienste zu zwingen. Schon vor Jahrhunderten sind großenteils die für ihre Zeit bewundernswerten Teichanlagen des Oberharzes entstanden, die noch heute den Berg- und Hüttenwerken die Triebkraft spenden. Aus neuester Zeit sind die Pläne für Sammelbecken im Bodetale zu erwähnen. Auch im Okergebiete sind vor einigen Jahren vom Oberlandmesser HEMPEL einschlägige Untersuchungen ausgeführt worden, deren Ergebnisse sich zum Teile nahe mit den späteren amtlichen Untersuchungen berühren.

Den entscheidenden Anlaß, dieser Frage staatlicherseits näherzutreten, haben die Arbeiten des Ausschusses zur Untersuchung der Wasserverhältnisse gegeben, dessen unterm 27. Mai 1902 erstatteter Bericht über das Weser-Ems-Gebiet sich für eine genauere Prüfung der Möglichkeit aussprach, die schädlichen Hochwasser der Oker durch Anlage von Sammelbecken zu bekämpfen. Schon vorher hatte eine am 25. März 1901 in Cellè abgehaltene Versammlung von Vertretern kommunaler Verwaltungen, beteiligter Körperschaften und Einzelunternehmungen von der Oker und Aller nicht nur des Hochwasserschutzes wegen, sondern auch im Interesse der Wassernutzungen aller Art sich mit einer Eingabe gleichen Sinnes an die Minister der

öffentlichen Arbeiten und für Landwirtschaft sowie an das Herrenhaus gewandt. Infolge dieser Anregungen erhielt die inzwischen gegründete Landesanstalt für Gewässerkunde den Auftrag, die Frage nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Seite hin eingehend zu prüfen. Die vorliegende Denkschrift faßt den wesentlichen Inhalt der in Erfüllung dieses Auftrages angestellten Untersuchungen zusammen, soweit er für größere Kreise von Interesse sein kann. Fortgelassen sind hauptsächlich nur technische Unterlagen und Einzelheiten der Kostenberechnungen, die über den Zweck einer verlässlichen Abschätzung der Gesamtkosten hinaus für die weitere technische Bearbeitung der Aufgabe keine Bedeutung haben.

Die tatsächlichen Vorermittelungen im Okergebiete sind wesentlich gefördert worden durch die sehr dankenswerte Unterstützung, die der Landesanstalt seitens der Herren Geh. Baurat BRINKMANN in Braunschweig und Bauinspektor ZIEGLER in Clausthal zuteil geworden ist. Der letztere hatte in entgegenkommendster Weise auch die Leitung der örtlichen Aufnahmen an der vorläufig ausgewählten Baustelle der Sperrmauer übernommen. Sein Hinweis auf die von ihm veranlaßten Messungen der Niederschlags- und Abflußmengen des Wintertales bei Goslar hat die einzige vorhandene Möglichkeit eröffnet, die Berechnung der Zuflüsse des geplanten Hochwasser-Sammelbeckens auf eine für den Zweck einigermaßen ausreichende Grundlage unmittelbarer Beobachtungen zu stützen.

1. Vergleichende Übersicht der in Frage kommenden Örtlichkeiten. (Vgl. die Übersichtskarte auf Bl. 1.)

Für den Bau von Hochwasser-Sammelbecken im Okergebiete haben geeignete Stellen von vornherein nur in dem zum Harzgebirge gehörenden Quellbezirke des Flusses gesucht werden können. In dem dicht besiedelten flachen Vorlande mit seinen niedrigen Talrändern und mehr oder weniger durchlässigen Bodenarten ist die Aufspeicherung von Wassermengen, die nach vielen Millionen cbm zählen, eine wirtschaftliche Unmöglichkeit. Das Gebirgsland umfaßt zwar nur einen bescheidenen Teil, etwa 12,5 % des ganzen Okergebietes, hat aber für dessen Wasserwirtschaft eine weit größere Bedeutung, als seinem Flächenanteil entspricht. Am steilen Nordrande des Gebirges werden die von der See her über das norddeutsche Flachland hinwegstreichenden feuchten Luftströmungen zum ersten Male zu plötzlichem Aufsteigen gezwungen und müssen infolge der damit verbundenen Abkühlung einen großen Teil ihres Wassergehaltes als Regen fallen lassen. Das hier bis nahezu 1000 m über dem Meere sich erhebende Quellgebiet gehört deshalb zu den niederschlagreichsten Gegenden Norddeutschlands, und die von seinen Steilgehängen herabströmenden Wassermassen der Gewitterregen sind es, die die gefürchteten Sommerhochwasser der Oker hervorbringen. Das weite Flachlandgebiet liefert nur einen geringfügigen Beitrag, weil die volle Heftigkeit der sommerlichen Güsse sich immer nur über kleinere Flächen erstreckt und der Niederschlag in dieser Jahreszeit selbst von den weniger durchlässigen Bodenarten größtenteils verschluckt wird. Es kann also schon viel gewonnen werden, wenn es auch nur gelingt, von den Gewässern des Quellgebietes einen größeren Teil vor dem Verlassen des Gebirges abzufangen. Da im allgemeinen die Sammelbecken verhältnismäßig um so billiger werden, je größer man sie anlegen kann, so wird versucht werden müssen, den Zweck mit einem einzigen oder doch mit möglichst wenigen Becken zu erreichen.

Unter den tief eingeschnittenen Tälern, deren Abflüsse sich kurz nach ihrem Austritte aus dem Gebirge in der Oker vereinigen und von dieser durch die Aller der Weser zugeführt werden, kommen in Betracht im Westen das Gosetal und das Okertal, zwischen deren Ausmündungen in das Flachland die Stadt Goslar gelegen ist, dann weiter nach Osten das Radautal bei Harzburg, endlich das Eckertal und das Ilsetal.

Das Gosetal und das Radautal haben einen kurzen und steilen oberen Talboden und ein schmales Zuflußgebiet. In die Talausgänge sind die Vororte von Goslar und Harzburg hineingebaut, so daß die Anlage von Sperrmauern hier auf besondere technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten stößt und von vornherein nicht in Erwägung kommen kann. Minder ungünstig liegen die Verhältnisse im Ilsetale und im Eckertale, besonders aber im Tale der Oker selbst.

Im Ilsetale steht nur die Strecke oberhalb des Ilsensteins in Frage, da weiter unterhalb die Bebauung schon zu weit vorgeschritten ist. Das Tal ist zwar auch sehr steil, indessen findet sich etwa 0,5 km oberhalb des Ilsensteins eine Verengung, welche die Anlage eines kurzen, aber ziemlich breiten Staubeckens ermöglicht, ohne die durch landschaftliche Schönheit hervorragenden Ilsefälle zu überstauen.

Besser noch eignet sich das stark gewundene, deshalb nicht so rasch ansteigende und außerdem vielfach eingeschnürte Eckertal für eine solche Anlage. An der Dreiherrnbrücke unterhalb des Fulelohnbaches ist nach Gefälle und Querschnittsformen die günstigste Stelle; weiter abwärts am Spörenwagenkopfe und bei den Rabenklippen würde schon eine beträchtlich höhere und längere Sperrmauer nötig sein, um ein gleich ansehnliches Becken zu schaffen.

Das Okertal zeigt in seinem unteren Teile von Oker bis gegen Altenau hin eine weit geringere Sohlenneigung als die vorgenannten Täler der Seitengewässer. Unterhalb Romkerhall sind aber zahlreiche Wasserkraftwerke vorhanden, deren Ankaufswert außer Verhältnis zum erreichbaren Nutzen steht; auch besitzt diese Strecke landschaftliche Reize, die stellenweise denen des Bodetales nahe kommen und nicht ohne zwingenden Grund durch Anlage eines Staubeckens beeinträchtigt werden sollten.

Oberhalb Romkerhall gestalten sich die Verhältnisse günstiger. Das Tal nimmt ein noch mäßigeres Gefälle und bald auch geräumigere Weiten an; die Gabelung bei Unter-Schulenberg und eine Anzahl kleinerer Nebentäler tragen ebenfalls dazu bei, seine Aufnahmefähigkeit zu vergrößern. Die Talverengung zwischen den Ahrensberger Klippen und dem Bergkopfe oberhalb des Großen Birkentals ist für eine Tal Sperre oberhalb Romkerhall der erste geeignete Punkt, der zugleich das größtmögliche Sammelgebiet beherrscht. Etwa 0,5 km weiter aufwärts zwischen dem Großen und dem Kleinen Juliusstau ist ebenfalls eine geeignete Stelle, deren Sammelgebiet gegenüber der zuerst erwähnten nicht wesentlich vermindert ist.

Mehr ist dies der Fall bei Anlagen oberhalb der Talgabelung. Es kann etwa das Tal des Weißen Wassers bei der Oberförsterei Unter-Schulenberg und das Okertal bei der Försterei Gemkental gesperrt werden. Jedoch ist der gesamte Fassungsraum beider Becken durch die Nähe der bergfiskalischen Anlagen bei Mittel-Schulenberg und Altenau ziemlich eng begrenzt.

Für den überschläglichen Vergleich der in Frage stehenden Staubecken sind einige Ergebnisse der weiterhin folgenden genaueren Untersuchung über das untere Okerbecken vorweg genommen und daraufhin folgende Annahmen zugrunde gelegt worden:

Der mittlere Jahresabfluß ist mit 0,7 Mill. cbm für 1 qkm, entsprechend einer Abflußhöhe von 700 mm im Jahre oder einem Abflußverhältnis von 56% bei 1250 mm Jahresniederschlag angesetzt. Die Grund-

erwerbskosten (ohne Gebäude) sind zu 1000 M für 1 ha und die Baukosten zu 30 M für 1 cbm Inhalt der Sperrmauer angenommen einschließlich der Hochwasserableitung, aller Nebenkosten und Sicherheitszuschläge sowie der Bauleitungskosten. Wegeverlegungen und zu erwerbende Gebäude sind in runder Summe veranschlagt. Aus den Gesamtkosten der einzelnen Becken ist zum schließlichen Vergleich der Einheitspreis für 1 cbm Fassungsraum berechnet worden.

Das Staubecken im Ilsetale oberhalb des Ilsensteins würde ein Sammelgebiet von 21 qkm beherrschen, das eine Abflußmenge von 15 Mill. cbm im Jahre heranführt. Bei einer Stauhöhe von 48 m würde das Becken 5,75 Mill. cbm fassen und 4,35 Mill. M oder 75 Pf. für 1 cbm Fassungsraum kosten, also für den Zweck sehr teuer werden.

Das obere Eckerbecken bei der Dreiherrnbrücke erhielt bei ebenfalls 48 m Stauhöhe 6,4 Mill. cbm Inhalt und hätte die Zuflüsse von 17 qkm aufzunehmen, die im Jahre auf 12 Mill. cbm zu schätzen sind. Die Kosten betragen 55 Pf. für 1 cbm, sind also ebenfalls recht bedeutend und würden sich auch auf dieser Höhe halten, wenn man den im Vergleich zum Zuflusse reichlichen Beckenraum verringerte.

Das untere Eckerbecken beim Spörenwagenkopfe könnte bei 54 m Stauhöhe etwa 7,5 Mill. cbm aufnehmen und würde die auf 14 Mill. cbm anzunehmenden Zuflüsse von 20 qkm empfangen. Die Anlage würde sich im Einheitspreise etwa um die Hälfte teurer stellen als die vorige, ohne wesentliche Vorteile zu bieten.

Das untere Okerbecken oberhalb von Romkerhall faßt bei 56 m Stauhöhe 24 Mill. cbm und erhält die Zuflüsse von 86 qkm mit jährlich etwa 49 Mill. cbm.*) 1 cbm des Beckeninhalts kostet 28 Pf. Die Größe des Fassungsraumes und des Zuflußgebietes in Verbindung mit dem verhältnismäßig geringen Preise macht diese Anlage in erster Linie näherer Untersuchung wert.

Ein höher gelegenes Sammelbecken im Okertale, von Gemkental aufwärts, würde von 58 qkm, ein solches im Tal des Weißen Wassers, oberhalb Unter-Schulenberg, von 13 qkm Zufluß erhalten; es würden also vom Niederschlagsgebiete des Staues von Romkerhall 17% verloren gehen. Außerdem würden die beiden oberen Becken, auf die Raumeinheit berechnet, sich trotz unzweifelhafter Ersparnisse an den Straßenverlegungen um etwa 10% teurer stellen und könnten bei wechselnder Verteilung der Niederschläge nicht so vollkommen ausgenutzt werden wie ein für beide Gewässer gemeinsamer Sammelraum.

Die genauere Prüfung wird sich hiernach auf das Staubecken oberhalb Romkerhall beschränken.

2. Hochwasser-Sammelbecken im Okertale oberhalb Romkerhall. Bodenverhältnisse und Beschaffen-

*) Nach Abzug der im Dammgraben abgeleiteten Wassermenge; vgl. S. 6.

heit des Geländes. (Vgl. die Karte auf Bl. I.) Wie aus den im Anhang mitgeteilten Bemerkungen über die geologischen Verhältnisse hervorgeht, ist das Okertal im Bereiche des Sammelbeckens in die Schichten des Kulm eingesenkt, die hier ganz überwiegend aus Grauwacke, Ton- und Kieselschiefer bestehen und hinsichtlich der Undurchlässigkeit im allgemeinen nichts zu wünschen übrig lassen. Das Talgefälle, wenn auch gering im Vergleich mit den Tälern der Ilse und Ecker, beträgt doch noch 18‰; das ist reichlich das Zehnfache desjenigen Wertes, der an der Eder im Bereiche des Hemfurter Staues gefunden ist.

Einen gewissen Ausgleich dafür gewährt die günstige Form der als Bauplatz für die Sperrmauer gewählten Engstelle. Von der etwa 20 m breiten Talsohle steigen die nur dürftig von Schutt und Verwitterungsboden überdeckten Felshänge mit einer durchschnittlichen Neigung von 1 : 1½ (rechts etwas flacher, links etwas steiler) bis über die größtmögliche Höhe des Bauwerkes empor. Das die linke Talwand spitzwinklig durchfurchende Große Birkental kann mit besonderem Vorteil als natürliches Sturzgerinne zur Abführung des Hochwassers benutzt werden. Daß die Gesteinschichten etwa in der Richtung der linken Hangfläche einfallen, ist zwar nicht besonders günstig, gibt aber, falls nicht ganz unerwartete Klüftungen gefunden werden, bei der Art des Gesteines zu Bedenken keinen Anlaß.

Nötigenfalls würde, wie schon erwähnt, eine Verschiebung der Sperre um 100 bis 150 m oder auch bis oberhalb des Kleinen Juliusstaues ohne wesentlichen Mehraufwand möglich sein. Letztere Stelle und vielleicht selbst die schon etwas breitere Talstrecke zwischen dem Großen Juliusstau und dem Langen Tale verdient überhaupt bei weiteren Untersuchungen noch eingehender in Vergleich gezogen zu werden. Durch die Verschiebung des Bauwerkes gegen die obere Tal-erweiterung hin erhält es bei gleichem Fassungsraume des Beckens geringere Höhe. Zugleich gestalten auch die Wegeanlagen sich vorteilhafter, und es scheint nicht ausgeschlossen, daß trotz des Mehraufwandes für die größere Länge der Mauer und für die schwierigere Hochwasserableitung schließlich noch eine nicht von der Hand zu weisende Ersparnis an den Gesamtkosten der Anlage übrig bleibt.

Von den Baustoffen können feste Grauwackensandsteine in unmittelbarer Nähe gewonnen werden. Durch Zerkleinerung dieses Gesteines läßt sich auch ein vorzüglicher Mörtelsand herstellen, falls der Bezug aus dem Vorgelände des Harzes nicht befriedigen sollte, und Kalk ist ebenfalls aus mäßiger Entfernung (s. Anhang, Abschn. III) zu beziehen.

Ansiedelungen finden sich im Staubeckensbereich erst oberhalb der Talgabelung, nämlich an der Oker die Försterei Gemkental und am Weißen Wasser die Ortschaft Unter-Schulenberg, deren kleine Gehöfte, darunter ein größeres Oberförsterhaus, sich in zerstreuter Lage

das Tal hinauf erstrecken. Da wertvollere Baulichkeiten nicht vorhanden sind, der Grund und Boden meist geringwertig und bis auf einen kleinen Bruchteil in Händen des Fiskus ist, so wird der Grunderwerb sich besonders billig stellen. Die nicht weit vom oberen Ende des Beckens entfernten Mittel-Schulenberger Gruben sind endgültig außer Betrieb gesetzt und erfordern nach Angabe des Oberbergamtes keine besondere Rücksicht mehr.

Die Verkehrswege im Okertale bedeuten für die Anlage eines Sammelbeckens eine erhebliche Erschwerung. Eine Provinzialchausee, die neben dem Kleinverkehr auch dem Bergbau und der Industrie zu dienen hat und nach neuerem Plane noch das Geleise einer Nebenbahn aufnehmen soll, führt vom Eisenbahnanschlußpunkte Oker aufwärts bis zur Talgabelung, wo sie sich in die Richtungen nach Zellerfeld und Altenau verzweigt. Die Straße nach Altenau setzt sich fort über die Sperberhaier Einsattelung nach Osterode und Andreasberg. Da eine Überbrückung des Sammelbeckens an der Talgabelung zu teuer wird, eine Fährverbindung unzureichend und mit großen Mängeln behaftet ist, so wird ein Neubau von Landstraßen an beiden Steilhängen längs des unteren Teiles des Sammelbeckens mit Anschlußrampe nach Romkerhall nicht zu umgehen sein. Außerdem muß eine Nebenverbindung von Altenau nach Mittel-Schulenberg und Klausthal in der Gabelung des Beckens geschaffen werden, so daß dieses rings von neuangelegten Straßen umschlossen ist.

3. Das Sammelgebiet des Okerbeckens und die Oberharzer Wasserwirtschaft. Das nach dem Sammelbecken hin entwässernde Quellgebiet der Oker bildet den südlichsten Ausläufer des Allergebietes. Zwischen der Klausthal-Zellerfelder Hochfläche im Westen und der massigen Erhebung der Brockengruppe im Osten zieht es sich bis zur Höhe von +925 m am breiten Rücken des Bruchberges hinauf, der mit einigen sich anschließenden kleineren Köpfen die Verbindung jener beiden Gebirgsabschnitte vermittelt. Die Umrißform des Gebietes ist die eines breiten, fast kreisrunden Pflanzenblattes, dessen strahlenförmig nach allen Seiten sich verzweigende Hauptrippe der Quellbach der Oker bildet. Der natürliche Zuwässerungsbereich des Beckens umfaßt 86,6 qkm oder 36% der gesamten, der Oker oder ihren Seitenbächen zugehörigen Gebirgsfläche, deren Größe zwischen der Wasserscheide und der Linie Goslar—Oker—Harzburg—Ilsenburg—Wernigerode zu rund 240 qkm ermittelt ist.

Alle vom südlichen und südwestlichen Rande des Gebietes zwischen Torfhaus und Zellerfeld kommenden Bergwasser werden aber mehr oder weniger angezapft oder aufgefangen durch die Kunstgräben der Oberharzer Wasserwirtschaft. Diese führen das Wasser den zahlreichen kleinen Sammelbecken auf der Zellerfelder Hochfläche zu, von wo aus es Vorflut zur Innerste gewinnt, also dem Okergebiet verloren geht. Der

Dammgraben, der Hauptgraben der Oberharzer Wasserwirtschaft, beginnt am Torfhaussattel zwischen Brocken und Bruchberg in der Quellfurche des Kellwassers bei +630 m, führt um den Bruchberg herum und erreicht bei etwa +570 m den Sperberhaier Sattel, den er mittels des Sperberhaier Dammes längs der Kammlinie überschreitet. Nach mehrfacher Durchtunnelung der Vorsprünge des Tränkebergs mündet er in die Teiche zwischen Klausthal und Zellerfeld. Aus dem Schalketale nördlich von Ober-Schulenberg ist ferner der Schalkegraben zwischen den Höhenlinien +590 m und +570 m nach den Teichen bei Zellerfeld geleitet.

Der Dammgraben beherrscht etwa 18,5 qkm oder 21,5% des Zuflußgebietes der Oker, und zwar die höchsten und niederschlagsreichsten Teile, in der Weise, daß nahezu alle von dort kommenden Zuflüsse von ihm aufgefangen werden können. Außerdem sind ihm bei Torfhaus aus den dort angrenzenden Gebieten der Ecker, Radau und Harzoder, ferner beim Sperberhaier Damm aus dem Gebiete der Söse über die Einsattelungen der Wasserscheide hinweg von den höher gelegenen Berghängen Speisungsgräben zugeführt. Zusammen werden diese Gräben, insbesondere der Abbegraben und der Morgenbrodtsgräben, ein Gebiet von etwa 8,1 qkm beherrschen, welches nicht der Oker angehört. Der Schalkegraben bezieht seine Zuflüsse aus etwa 1,4 qkm des nordwestlichen Beckengebietes.

Ungehinderten Abfluß zum Sammelbecken hat demnach nur ein Gebiet von $86,6 - 18,5 - 1,4 = 66,7$ qkm. Da aber die Gräben nur einen kleinen Querschnitt haben, so gelangt bei höheren Wasserständen der größte Teil des Wassers durch Überlauf- und Auslaßvorrichtungen, die sogenannten Fehlschläge, wieder in sein natürliches Abflußgebiet. Es kann auf diese Weise sogar Wasser in geringen Mengen aus den Gebieten der Oker und Söse in das der Oker gelangen.

4. Niederschlag- und Abflußverhältnisse des Zuflußgebietes. Der oberste Pegel an der Oker, für den längere Beobachtungsreihen vorliegen, befindet sich zu Schladen, etwa 15 km vom Fuße des Harzgebirges und vom Ausgange des Okertales entfernt. Er ist schon zu weit in das Flachland vorgeschoben und steht zudem unter der künstlichen Einwirkung eines Mühlenstauwerkes, so daß er keine brauchbaren Unterlagen für die Beurteilung der Abflußverhältnisse der Oker in ihrer Gebirgsstrecke geben kann.

Eine günstige Gelegenheit, aus unmittelbaren Wassermengennmessungen eine solche Grundlage zu gewinnen, bieten die Beobachtungen am Herzberger Teiche unterhalb des Rammelsberges bei Goslar, wo der Abfluß des Wintertales für Zwecke des Bergbaues aufgespeichert wird. Das Niederschlagsgebiet beträgt allerdings nur 5,04 qkm und der Abfluß wird größere Unregelmäßigkeiten und größere Unterschiede zwischen größten und kleinsten Werten aufweisen, als für das 86,6 qkm umfassende Okergebiet zu erwarten sind.

Man wird also etwas zu ungünstig rechnen, wenn man die Abflußverhältnisse des Wintertales auf das nach Osten angrenzende Okertal überträgt.

Oberhalb des Herzberger Teiches sind die Zuflüsse über ein Wehr geleitet und mittels selbstzeichnender Pegelvorrichtung von Anfang Januar 1900 bis Ende Oktober 1903 täglich gemessen worden. Zusammen mit den täglichen Niederschlagsbeobachtungen, die während der Kalenderjahre 1900/02 an derselben Stelle vorgenommen sind, liefern diese Messungen folgende Ergebnisse:

Niederschlags- und Abfluß- mengen im Wintertale bei Goslar. (Niederschlagsgebiet 5,04 qkm)	Kalenderjahr			Mittel- wert für 1900/1902
	1900	1901	1902	
Niederschlagshöhe in mm	928	1138	958	1008
Abflußmenge in Millionen cbm	2,745	3,641	2,338	2,908
Abflußhöhe in mm	544	722	464	577
Abflußverhältnis in %	59	63	48	57

Die kleinste mittlere Abflußmenge eines Tages war 3 l/sek. oder 0,6 l/qkm.

Die größte mittlere Abflußmenge eines Tages war 1856 l/sek. oder 369 l/qkm.

Es kann fraglich erscheinen, ob diese Niederschlagshöhen, die am Herzberger Teiche, im untersten regenärmeren Teile des Wintertales, beobachtet sind, ohne weiteres zu den Abflußmengen in Beziehung gebracht werden dürfen. Für die Bejahung dieser Frage ist ausschlaggebend gewesen, daß der Regenschirm auf der Sohle des engen, 300 m tief eingeschnittenen Waldtales aufgestellt war, wo bei anhaltendem Regen ein beträchtlicher Teil der in Nebelform vom Boden aufsteigenden Feuchtigkeit durch die fallenden Tropfen wiederholt mit hinabgerissen werden muß. Er wird also vermutlich höhere Niederschlagsmengen angezeigt haben, als wenn er in mittlerer Höhe des Geländes oder, wie die meisten meteorologischen Gebirgsstationen, oben auf dem Kamme errichtet worden wäre. Die beiden dem Standorte des Regenschirms anhaftenden Mängel wirken also in entgegengesetztem Sinne, und durch das Unterlassen der Berichtigung, für deren Notwendigkeit und Größe durchaus kein Anhalt vorlag, wird deshalb das Abflußverhältnis im ungünstigsten Falle nur um ein Geringes zu groß gefunden sein. Da ferner die für die Kalenderjahre 1900/1902 gefundene durchschnittliche Niederschlagshöhe mit dem aus der Niederschlagskarte des Weser- und Emsgebietes*) bestimmten Werte des langjährigen Mittels gut überein-

*) Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse, herausgeg. v. H. KELLER, Berlin 1901, Kartenbeilage Bl. 6, Niederschlagskarte des Weser- und Emsgebietes 1 : 1 000 000, bezogen auf die Jahresreihe 1851/90. Die Linien gleicher Niederschlagshöhen sind aus dieser Karte in vergrößertem Maßstabe in die beiliegende Übersichtskarte des oberen Okergebietes übertragen worden.

stimmt, so wird auch das daraus abgeleitete Abflußverhältnis von 57% als annähernd richtiger Wert des mittleren Abflußverhältnisses für das Wintertal angesehen werden dürfen.

Um die vorstehenden Ermittlungen auf das Okergebiet übertragen zu können, muß zunächst die mittlere Niederschlagshöhe dieses Gebietes bekannt sein. Nach der Niederschlagskarte haben von dem rd. 86 qkm großen Sammelgebiete der Oker oberhalb Romkerhall etwa 6 qkm mindestens 1400 mm, 67 qkm i. M. 1300 mm und 13 qkm i. M. 1100 mm jährliche Niederschlagshöhe. Hieraus ergibt sich für die ganze Fläche ein Mittelwert von 1277 mm. Nach G. HELLMANN*) hatte in dem Jahrzehnt 1892/1901 Klausthal 1299 mm und Molkenhaus 1127 mm mittleren Jahresniederschlag. Das Mittel auf der Linie Molkenhaus—Klausthal, die das Zuflußgebiet des Sammelbeckens beinahe halbiert, beträgt hiernach 1213 mm. Letztere Berechnungsweise ist nach dem allgemeinen Verlaufe der Linien gleicher Niederschlagshöhe sehr wahrscheinlich zu ungünstig, doch soll sicherheitshalber die aus 1277 und 1213 mm gemittelte Niederschlagshöhe von 1245 mm den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt werden.

Trotz dieser großen Niederschlagshöhe wird aber das Abflußverhältnis für das Gebiet des Beckens nicht höher angesetzt als im Wintertale. Dies geschieht teils mit Rücksicht auf die schon erwähnte Unsicherheit der Berechnung, hauptsächlich aber weil die Bodenfläche des Wintertales fast ausschließlich aus Steilhängen besteht, während im Quellgebiete der Oker nicht ganz unbedeutende Hochflächen mit geringerer Neigung, stärkerer Wasseraufnehmender Bedeckung und z. T. von bruchiger Beschaffenheit vorhanden sind, für die ein größerer Verdunstungsverlust in Rechnung gestellt werden muß. Daß mit der Annahme eines Abflusses von 57% schwerlich zu günstig gerechnet wird, zeigt ein Vergleich mit dem allerdings weit schlechter bewaldeten oberen Wuppergebiete, für das bei wenig verschiedener mittlerer Niederschlagshöhe auf Grund vielfältiger Beobachtungen das mittlere Abflußverhältnis zu 70% angegeben wird.**)

Hiernach würde die mittlere jährliche Abflußhöhe für das Gebiet des Okerbeckens betragen

$$1245 \cdot 0,57 = 710 \text{ mm}$$

und die mittlere jährliche Abflußmenge

$$0,710 \cdot 86,6 = 61,5 \text{ Mill. cbm.}$$

Die Höhe der versickernden und verdunstenden Wasserschicht ergibt sich zu

$$1245 - 710 = 535 \text{ mm,}$$

also um etwa 10% höher als bei dem Sammelbecken der mittleren Eder, wo sie zu

$$838 - 353 = 485 \text{ mm}$$

bestimmt worden ist.

*) Regenkarte der Provinzen Hannover und Schleswig-Holstein. Berlin 1902.

**) ZIEGLER, Talsperrenbau, Berlin 1900, Teil I, S. 20/21.

Soll nun die Verteilung der Zuflüsse des Okerbeckens innerhalb des Jahres näher untersucht werden, so ist es nötig, die Beobachtungen am Herzberger Teich auch im einzelnen auf das Okergebiet zu übertragen. Die Abflußmengen aus dem Wintertal und dem unmittelbar benachbarten Okertale (Q_1 und Q_2) verhalten sich unter der Annahme gleichen Abflußverhältnisses annähernd wie die Produkte aus Flächengröße und mittlerer Niederschlagshöhe der beiden Gebiete

$$Q_2 = Q_1 \frac{1245}{1008} \cdot \frac{86,6}{5,04} = \text{rd. } 21,2 Q_1.$$

Der Tagesabfluß aus dem Okertale, in cbm ausgedrückt, bestimmt sich demnach aus dem sekundlichen Abflusse des Wintertales, in Litern ausgedrückt, durch den Faktor:

$$21,2 \cdot \frac{24 \cdot 60 \cdot 60}{1000} = 1830,$$

d. h. 1 l/sek. im Wintertale entspricht 1830 cbm am Tage (cbm/Tag) im Okertale, oder 100 000 cbm/Tag im Okertal entsprechen 54,5 l/sek. im Wintertale.

Von dem so ermittelten Tagesabfluß ist aber noch die Wasserführung der Oberharzer Gräben in Abzug zu bringen. Nach dem Werke »Das Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes«*) kann der Dammgraben auf dem Sperberhaier Damme bis 50 cbm in der Minute oder 0,83 cbm/sek abführen. Weiter unterhalb erhält der Dammgraben keine erheblichen Zuflüsse mehr, und von seinem 26,6 qkm großen Zuflußgebiete liegen 8,1 qkm oder rd. 30% außerhalb des Okergebietes. Selbst wenn die Wasserführung des Schalkegrabens, über welche Angaben nicht vorliegen, und dessen Sammelgebiet nur 1,4 qkm beträgt, als gleichwertig dem Zufluß aus dem 8,1 qkm großen fremden Gebiete angenommen wird, kann die größte Wasserentnahme

der Gräben aus dem Okergebiete 0,9 cbm/sek. kaum übersteigen. Um indessen nicht zu günstig zu rechnen, soll rd. 1,0 cbm/sek. als größte, durch die Oberharzer Gräben aus dem Okergebiete fortgeführte Wassermenge angenommen werden.

In trockener Zeit werden die Gräben nahezu alles Wasser auffangen, welches ihnen zugänglich ist. Dammgraben und Schalkegraben beherrschen zusammen etwa 20 qkm oder 23% vom natürlichen Sammelgebiete des Okerbeckens. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die höchstgelegenen Berghänge die stärksten und nachhaltigsten Zuflüsse liefern, sollen jedoch von dem Gesamtzufluß der wasserarmen Tage 33 $\frac{1}{3}$ % (fast um die Hälfte mehr, als dem Flächenverhältnis entspricht) als durch die Gräben fortgeführt gelten. Für die Tage, an denen der Gesamtabfluß des natürlichen Sammelgebietes 3,0 cbm/sek. oder mehr beträgt, ist demgemäß der Verlust durch Dammgraben und Schalkegraben mit seinem Höchstwerte von 1,0 cbm/sek. anzusetzen.

Die in dieser Weise ermittelten Abflußmengen sind für jeden Tag der Abflußjahre*) 1901 bis 1903 auf Bl. 2 dargestellt. Die beigezeichneten Maßstäbe gestatten sowohl die im Wintertale abgeflossene Menge in l/sek. wie die daraus für das Okertal berechnete Menge in Tausend cbm/Tag abzulesen. Nach letzterem Maßstabe gemessen, stellen also die Höhen von der Grundlinie der Figuren bis zur oberen staffelförmigen Begrenzung die Tagesmengen der natürlichen Zuflüsse des Okerbeckens dar. Die Höhen der gestrichelten Fläche geben in gleichem Maßstabe die Wasserführung der Oberharzer Gräben, so daß die Höhe zwischen den beiden Staffellinien dem wirklichen Tageszufluß zum Okerbecken entspricht. Aus den dargestellten Einzelwerten ergeben sich für die drei Abflußjahre 1901/1903 folgende jährliche und halbjährliche Ab- und Zuflußmengen:

Ab- und Zuflußmengen in Millionen cbm	A b f l u ß j a h r e								
	1901			1902			1903		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
Abfluß des Wintertales	2,128	0,829	2,957	2,830	0,751	3,581	1,464	1,214	2,678
Natürlicher Zufluß zum Sammelbecken	45,111	17,569	62,680	60,001	15,923	75,924	31,031	25,740	56,771
Abfluß durch die Oberharzer Gräben	9,011	4,604	13,615	12,691	4,973	17,664	8,096	6,690	14,786
Wirklicher Zufluß des Beckens	36,100	12,965	49,065	47,310	10,950	58,260	22,935	19,050	41,985

Nach Angabe der Bergverwaltung zu Klausthal wird die Ergiebigkeit des Dammgrabens zu 10 Mill. cbm/Jahr geschätzt. Auch bei hoher Schätzung der Wasserführung des Schalkegrabens dürfte daher die rechnerisch ermittelte Abflußmenge der Gräben nicht zu klein und zu günstig für das Okerbecken ausgefallen sein.

Die mittlere Größe des Zuflusses zum Sammel-

becken berechnet sich aus den 3 Beobachtungsjahren wie folgt:

Mittlere Zuflußmengen der Abflußjahre 1901/03 (in Millionen cbm)	Winter	Sommer	Jahr
	Natürlicher } Zufluß des Okerbeckens {	45,381	19,744
Wirklicher } Zufluß des Okerbeckens {	35,448	14,322	49,770

*) Stuttgart 1895.

*) Das Abflußjahr zählt vom 1. November bis 31. Oktober.

Aus dem langjährigen Mittel der Niederschlagshöhen ist auf S. 5 die mittlere jährliche Zuflußmenge zu 61,5 Mill. cbm berechnet worden. Demnach sind die Abflußjahre 1901/1903 im Durchschnitt ein wenig zu naß gewesen. Im einzelnen ist das Jahr 1901 etwa als ein Mitteljahr, 1902 als erheblich zu naß und 1903 als mäßig trocken anzusehen.

Der obere Grenzwert der sekundlichen Zuflußmenge des Sammelbeckens, der für die Abmessungen der Entlastungsvorrichtungen bestimmend ist, muß, da Beobachtungen fehlen, aus der größten bekannten Niederschlagsmenge abgeleitet werden.

Als größte auf den meteorologischen Stationen gemessene Tagesmengen werden angegeben 127 mm am Brocken im Juli 1858 und 116 mm zu Klausthal im Juni 1861. Ein außerordentlicher, auf ein kleines Gebiet beschränkter Niederschlag wurde am 3. August 1896 am Nordrande des Harzes beobachtet. Harzburg erhielt dabei 156 mm, während auf den Bergen und selbst auf dem Brocken der Niederschlag unter 100 mm blieb.*) Es scheint daher vollkommen ausreichend, als Größtwert des Tagesniederschlags für das ganze Gebiet 120 mm anzunehmen und ein sehr großes Abflußverhältnis anzusetzen. Dieses beträgt i. M. nach den bisherigen Voraussetzungen (s. S. 5) 57% und soll hier auf 80% erhöht werden. Ferner wird angenommen, daß die Abflußmenge in der Größe von 80% der 24stündigen Niederschlagsmenge auch innerhalb 24 Stunden in das Okerbecken gelangt.

Die größte Regenmenge des Tages ist

$$\frac{120}{1000} \cdot 86,6 = 10,4 \text{ Mill. cbm};$$

davon gelangen in das Becken (unter Vernachlässigung des Abflusses durch den Dammgraben):

$$0,8 \cdot 10,4 = 8,32 \text{ Mill. cbm}$$

oder durchschnittlich rd. 96 cbm in der Sekunde.

Vergleichsweise ergeben die Messungen am Herzberger Teiche als Tagesgrößtwert des Abflusses aus dem Wintertale am 21. November 1901 eine Menge von 1856 l/sek. Daraus berechnet sich der Abfluß aus dem Gebiete des Okerbeckens nach der auf Seite 6 entwickelten Verhältniszahl zu

$$1830 \cdot 1856 = \text{rd. } 3,4 \text{ Mill. cbm.}$$

Der aus den Messungen im Wintertale berechnete größte Tageszufluß ist demnach noch nicht halb so groß, wie ihn die Berechnung aus der größten bekannten täglichen Regenmenge geliefert hat. Dieser größte Tageszufluß wird sich nun ungleichförmig auf die Tagesstunden verteilen. Als ungünstigste Annahme, die noch einige Wahrscheinlichkeit für sich hat, wäre wohl anzusehen, daß der Zufluß im Laufe des Tages gleichförmig von 0 bis zum Größtwert anwächst und ebenso wieder auf 0 abnimmt, zwischen dem gleichförmigen Anwachsen und Abnehmen aber einige Zeit,

etwa drei Stunden, auf seiner größten Höhe verharret. Sollte wirklich eine schmale Spitze der Flutwelle noch etwas über diese Höhe hinausgehen, so würde sie schon durch die ausgleichende Wirkung, die auch dem voll gefüllten Becken noch eigen ist, hinweggenommen werden. Gegenüber dem größten Tagesdurchschnitte von 96 cbm/sek. berechnet sich dann die größte Abflußmenge auf

$$\frac{96 \cdot 24}{3 + \frac{21}{2}} = 171 \text{ cbm/sek.}$$

oder rd. 2,0 cbm/qkm in der Sekunde.

Im Wuppergebiete sind von INTZE selbst für sehr kleine Sammelbezirke nur Abflußmengen bis zu 1,2 cbm/qkm angenommen. Für den Alfeldsee in den Vogesen ist nach FECHTS Angaben die größte Abflußmenge zu 2,3 cbm/qkm, dafür aber auch die jährliche Abflußhöhe zu rd. 1250 mm oder 1,75 mal so hoch als beim Okerbecken anzusetzen. Die ungünstigeren Verhältnisse bei den schlesischen Sammelbecken können wegen der klimatischen Besonderheiten, die dem zugrunde liegen, für die westlicheren Teile Norddeutschlands nicht maßgebend sein. Die gewählte Berechnungsweise darf hiernach als hinreichend sicher angesehen werden.

5. Kurze Beschreibung der baulichen Anlagen.

Das auf dem Lageplane, Bl. 3, dargestellte Hochwasser-Sammelbecken im Okertale oberhalb Romkerhall hat bei voller Füllung bis zur Spiegelhöhe +399 m eine Flächenausdehnung von 127 ha, eine größte Wassertiefe von 54 m über dem Flußbette und einen Fassungsraum von 22,1 Mill. cbm. Es ist also bei dem mittleren jährlichen Zuflusse von nahezu 50 Mill. cbm eine mehr als zweimalige Füllung gewährleistet. Die allgemeine Beziehung zwischen Füllhöhe, Flächengröße und Inhalt des Beckens ist auf Bl. 4 maßstäblich veranschaulicht.

Die zur Herstellung des Sammelbeckens erforderlichen Bauanlagen umfassen außer der Sperrmauer mit den Entnahme- und Entlastungsvorrichtungen noch die Wegeverlegungen und eine Wärterwohnung. Die allgemeine Anordnung dieser Bauten ist soweit durchgearbeitet worden, wie es nötig war, um ein zuverlässiges Urteil über die Kosten einer völlig betriebssicheren Ausführung des Sammelbeckens zu gewinnen. Zur Ausnutzung der an der Sperre zur Verfügung stehenden bedeutenden Wasserkraft, deren zweckmäßige Verwendung an Ort und Stelle kaum möglich sein wird, ist außerdem die Anlage eines Elektrizitätswerkes in Aussicht zu nehmen. Der Gesamtaufwand für Bau und Betrieb dieses letzteren wird aber so sehr von der noch nicht hinreichend übersehbaren Gestaltung der Absatzverhältnisse bedingt, daß erst eine über die vorliegende Aufgabe hinausgehende finanzielle Sonderuntersuchung darüber näheren Aufschluß geben könnte.

Es ist eine volle Sperrmauer aus Bruchsteinen in Traßmörtel vorgesehen, deren Länge in der Bau- sohle rd. 24 m, in der Krone rd. 212 m beträgt.

*) Vgl. Weser-Emswerk, Bd. I, S. 86 und G. HELLMANN, a. a. O., S. 30.

Während des Baues der Mauer soll das Wasser der Oker durch einen kleinen Staudamm dem Umlaufstollen in der rechten Talwand zugewiesen werden, der später zwei Grundabläßrohre aufzunehmen hat. Der Querschnitt der Sperrmauer ist, wie aus Bl. 4 zu ersehen, im Vergleich zu anderen großen Ausführungen neuester Zeit reichlich bemessen, und zwar derart, daß auch bei vollständig gefülltem Becken die Mauer sich nicht überwiegend auf ihren talabwärts vorgeschobenen Fuß zu stützen braucht, sondern die Belastung sich gleichmäßig über die ganze Dicke der Mauer verteilt.

Die Entlastungsvorrichtungen sind so bemessen, daß auch beim stärksten Zufluß die Stauhöhe von +400,5 m nicht überschritten wird. Durch Schütze, die in dem brunnenartigen seitlichen Überfall angeordnet sind, wird es ermöglicht, eine gesenkte Stauhöhe von +392 m einzuhalten. Der hierbei freibleibende Hochwasserschutzraum von 7,5 Mill. cbm kommt beinahe dem größten Zuflusse während eines Tages gleich, der zu 8,32 Mill. cbm berechnet ist. Die Wasserführung der beiden Grundablässe steigt mit dem Stauspiegel und erreicht bei +392 m rd. 35 cbm/sek. Bei Hebung des Wasserspiegels über +392 m beginnt die Wirkung der Schützen. Liegt der Spiegel bei +399 m, so leisten die Grundablässe rd. 38 cbm/sek. und die Schützen 40 cbm/sek. Durch beide zusammen kann der Wasserspiegel bei gewöhnlichem Zuflusse des Beckens in 1½ Tagen von +399 wieder auf +392 m gesenkt werden.

Bei Füllung des Beckens über +399 m tritt der Überlauf in Tätigkeit, der gemeinsam mit den Schützen das Wasser durch den Stollen zum Großen Birkentale sendet. Bei der Spiegelhöhe von +399,8 m füllen Überlauf und Schützen den Stollen, der einen Querschnitt von 23 qm besitzt, mit 80 cbm/sek. bis zum Gewölbescheitel an. Die Grundablässe und der Entlastungsstollen führen dann zusammen 118 cbm/sek. ab. Bei weiterer Erhöhung des Wasserstandes im Becken tritt nur noch eine geringe Vergrößerung dieser Abflußmenge ein, die vernachlässigt werden mag. Bei einer Stauhöhe von +400 m beginnt die Wirksamkeit eines zweiten 64 m langen Überfalles, der auf dem östlichen Teile der Sperrmauer unterhalb der auf einer Bogenstellung hinübergeführten Chaussee angeordnet ist. Bei der höchsten Stauhöhe von +400,5 m stürzen 57 cbm/sek. über die Mauer, und beträgt die gesamte Leistung der Entlastung $118 + 57 = 175$ cbm/sek., während die größte beobachtete Regenmenge nach der Berechnung von S. 7 höchstens 171 cbm/sek. liefert.

Vor den Mündungen der Grundablässe soll der austretende Wasserstrom, wie an der Edersperre bei Hemfurt, durch eisenbekleidete gekrümmte Leitflächen nach oben abgelenkt und in fein zerteiltem Zustande weit hinaus in das Okerbett geworfen werden. Das in außerordentlichen Fällen über die Sperrmauer abstürzende Wasser wird, soweit es dabei nicht zerstiebt, durch einen ausgerundeten Vorsprung des

Mauerfußes in wagerechter Richtung abgewiesen und breit über den sehr widerstandsfähigen Felshang verteilt.

Die Verlegung des Trennungspunktes der Altenauer und Zellerfelder Landstraßen von der Talgabelung bei Unter-Schulenberg nach der Staustelle sowie die Führung der neuen Strecken beiderseits des Okerbeckens an den steilen felsigen Bergabhängen entlang verursacht erhebliche Arbeit und Kosten. Um von der Talsohle bei +340 m aus die Höhe von +400 m zu gewinnen, muß eine Rampe angelegt werden, deren Steigung das Verhältnis 1 : 25 nicht überschreiten darf. Erschwert und verteuert wird der Straßenbau auch durch die erforderliche Durchdämmung und Überbrückung mehrerer tiefer Seitentäler. Am linken Ufer von Romkerhall bis Mittel-Schulenberg ist eine Strecke von 6,7 km Länge, am rechten Ufer von Romkerhall bis zur ehemaligen Altenauer Eisenhütte eine Strecke von 5,2 km Länge als 9 m breite Hauptchaussee neu herzustellen. Zwischen den genannten beiden oberen Endpunkten ist eine 5,5 km lange und 5,5 m breite Nebenlandstraße zu erbauen. Soweit die Verkehrsbedürfnisse nach den vorhandenen Unterlagen beurteilt werden können, muß also das ganze Okerbecken durch neue Straßen eingefast werden. Die zur Verbindung Oker—Altenau gehörige Strecke wird zur Anlage der Straßenbahn geeignet sein müssen, die schon seit längerer Zeit geplant ist.

6. Kosten der Bauanlagen und des Grunderwerbes. Die Gesamtkosten des Baues und des Grunderwerbes, jedoch ausschließlich des Kraftwerkes, belaufen sich nach dem Überschlage auf 6,1 Mill. M, oder auf $\frac{6,1 \cdot 100}{22,1} = 27,6$ Pfennig für 1 cbm Fassungsraum des Sammelbeckens bis zur gewöhnlichen Staugrenze von +399 m. Unter den Preisansätzen dieses Überschlages, denen besondere Vorermittlungen zugrunde liegen, sind für das Schlußergebnis hauptsächlich folgende wichtig:

1. Grunderwerb mit Einschluß von Baulichkeiten, Nutzungsentschädigungen und allen Nebenkosten durchschnittlich für 1 ha 1 900 M
2. Erd- und Felsaushub für die Gründung der Staumauer durchschnittlich für 1 cbm 3,5 M
3. Bruchsteinmauerwerk der Sperrmauer für 1 cbm 20 M
4. Verlegte Provinzialstraße, ohne die Bauwerke und größeren Dämme, je nach Steilheit der Berghänge, für 1 km 35 000 bis 41 000 M
5. Nebenlandstraße von Mittel-Schulenberg bis zur Altenauer Eisenhütte für 1 km 20 000 bis 24 000 M

Von der Gesamtsumme des Anschlages entfallen 5,1 % auf den Grunderwerb, 58,0 % auf die Sperrmauer nebst Grundablaß, 4,0 % auf die beiden Ent-

lastungsstollen, 13,9% auf die Wegeverlegungen, 6,9% auf Bauleitung und Arbeiterfürsorge und 12,1% auf Wärterwohnung, kleinere Nebenarbeiten und Unvorhergesehenes.

Der berechnete Einheitspreis ist im Vergleiche zu denen, die für andere Gegenden des Wesergebietes gefunden sind, als ein mittlerer zu bezeichnen. Daß er gegenüber den in anderen Gutachten der Landesanstalt behandelten sehr billigen Sammelbecken des Eder- und Diemelgebietes hoch erscheint, erklärt sich mehr als hinreichend aus dem großen Unterschiede der Talgefälle, dessen große Bedeutung für die Anlagekosten der Sammelbecken schon vorhin hervorgehoben worden ist. Da diese Gefälle in den anderen Randtälern des Oberharzes meist noch beträchtlich stärker sind, darf der Preis des Okerbeckens für Harzer Verhältnisse noch als ungewöhnlich billig angesehen werden.

7. Wirtschaftliche Vorteile und Nachteile für die nächste Umgebung. Im Staubereiche der Okertalsperre hat der Talboden meistens nur eine geringe Breite, die ziemlich steilen Abhänge sind bewaldet, und menschliche Wohnstätten sind nur in geringer Zahl vorhanden, sodaß durch die Anlage für die landwirtschaftlichen Interessen keine wesentliche Schädigung entsteht. Soweit die zum Aufgeben ihrer Wohnsitze genötigte Bevölkerung nicht aus der Industrie, sondern aus landwirtschaftlichen oder forstlichen Arbeiten ihren Unterhalt zieht, wird es möglich sein, sie an anderen, nicht weit entfernten Stellen auf fiskalischem Gelände wieder anzusiedeln. Andernfalls finden sie in der Nähe der Bergwerke und Fabriken leicht wieder Unterkommen.

Die staatlichen Hüttenbetriebe bei Altenau liegen weit außerhalb des Staubereichs und erleiden keine Nachteile; die dem Becken nähergelegenen Mittelschulenberger Gruben sind, wie schon erwähnt, nicht mehr im Betriebe. Von der Verwendung der Elektrizität, die an der Sperre erzeugt werden kann, verspricht sich die Bergverwaltung zwar gegenwärtig keine unmittelbaren Vorteile für ihre Zwecke. Es ist indessen zu vermuten, daß diese Kraft für die Scheidung der Erze und andere chemische Industrien mit der Zeit noch eine lohnende Verwendung finden würde. In erster Linie dürfte sie sich aber für die jetzt sehr kostspielige Anfuhr des Kohlenbedarfes der Altenauer Hütte, mit oder ohne Spurbahn, nützlich erweisen. Auch der Luftkurort Altenau hat an einer solchen Verbesserung der Verkehrsverhältnisse ein dringendes Interesse.

Die landschaftliche Schönheit des Okertales wird durch das seeartige Becken eher gewinnen als verlieren. Die Talstrecke oberhalb Romkerhall, die überstaut wird, steht an Schroffheit und malerischem Reiz hinter der unberührt bleibenden unteren Strecke zurück. Im Bereiche des Sammelbeckens bietet der später vom Wasser bedeckte Saum der Talhänge keine Besonderheiten, und sie werden mit ihrer mäßig steilen Neigung eine hübsche Umrahmung des neuen Bergsees bilden. Dem felsigen Wildbette der unteren Strecke fehlt in

der sommerlichen Reisezeit meistens die Fülle des rauschenden Wassers, die das Sammelbecken in ansehnlicher Menge spenden wird. Der oberste, öfters trockenlaufende Teil des Beckens fällt dagegen, abgesehen von dem seitabliegenden Schulenberger Zipfel, schon in den Bereich der schädlichen Einwirkung des Hüttenrauches, wo durch die Zerstörung des Pflanzenwuchses der sonst anmutende Eindruck der Landschaft bereits dahin ist.

8. Zurückhaltung des Hochwassers. Die bedeutendsten Hochwasser der Oker*) treten in der heißen Jahreszeit, besonders im Juli, nächst dem aber im März auf, wogegen durch die Zahl der Hochwasser besonders der Dezember hervortritt. Die größten Tagesmengen der Niederschläge fallen für den Brocken in den Juli, für Klausthal in das Ende des Juni. Sie sind zwar von großer Heftigkeit, aber von kurzer Dauer und erstrecken sich selten über größere Gebiete. Die bei Tauwetter gegen Ende des Winters eintretenden Hochwasser sind weniger ungestüm, halten aber länger an, indem meistens das Abschmelzen des Schnees in den höheren Lagen des Harzgebirges sich um Tage und Wochen verspätet gegen das Abfließen des Winterwassers aus dem flachhügeligen Vorlande und von den unteren Berghängen.

Die große Mehrzahl der Sommertage ist wasserarm, und die Wasserführung sinkt am Orte der geplanten Sperre auf weniger als 0,1 cbm/sek., während bei den heftigsten Regengüssen nach früherem auf Abflüßmengen bis zu 171 cbm/sek. zu rechnen ist. Das mittlere Sommerhochwasser der Jahre 1901/03 hat nach Bl. 2 nur rd. 14 cbm/sek. betragen.

Die bisherigen Hochwasserschäden im braunschweigischen Gebiete betreffen unzeitige Überschwemmungen der Wiesen, Äcker und Gärten in der Talniederung, auch wohl schädigende Anstauung des Grundwassers, wie zu Wolfenbüttel, das mitten in der an Bodennässe leidenden Talniederung liegt. Im oberen Okertale von Vienenburg über Schladen bis Börssum ist die Niederung wegen der ausgedehnten Verschotterung sehr minderwertig. Oberhalb Braunschweig legt die Landwirtschaft mehr Wert auf Ackerbau als auf Wiesenbau. Das Bestreben geht dahin, die Wiesenflächen möglichst in Acker umzuwandeln, und dieses Vorgehen wird wahrscheinlich fortgesetzt werden, wenn infolge des Talsperrenbaues durch Regulierung des Flußlaufes dessen Hochwasserbett beträchtlich eingeschränkt werden kann. In den braunschweigischen Okergegenden unterhalb der Stadt Braunschweig und besonders in dem anschließenden preußischen Gebiete wird dagegen mehr Gewicht auf Wiesenkultur gelegt. Das Grünland, von dem ein erheblicher Teil mit Bewässerungsanlagen versehen ist, macht hier einen Hauptbestandteil vieler Wirtschaften aus, und wenn

*) Vgl. die Zusammenstellungen im Weser-Ems-Werk, Bd. IV, S. 304 u. 306.

größeres Sommerhochwasser kommt, bevor das Heu geborgen ist, so sind die Verluste schwer.

Hinsichtlich der Art und Weise, wie bei der Zurückhaltung der Hochwasser mit geringster Einbuße an anderweit nutzbarem Beckenraume die größtmögliche Wirkung erzielt werden kann, haben sich durch die Untersuchungen und Beobachtungen der letzten Jahre bereits gewisse allgemeine Regeln gebildet. Im vorliegenden Falle bietet die Bewältigung der Hochwasser des Winterhalbjahres kaum irgendwelche Schwierigkeit. Im November ist naturgemäß zur Aufnahme der geringen Anschwellungen dieses Monats überreichlich Sammelraum vorhanden. Vom Dezember bis einschließlich März ist der Schneevorrat im Zuflußgebiete für die mögliche Stärke des Wasserandranges so sehr maßgebend, daß hiernach stets ein ausreichender Schutzraum frei gehalten werden kann, ohne daß darum die vollständige Füllung des Beckens im Frühjahr in Frage gestellt wird. Der April ist so gut wie hochwasserfrei.

Vom Mai bis Juli wird mit der zunehmenden Gefahr der Sommerhochwasser unter gewöhnlichen Betriebsverhältnissen auch eine Zunahme des leeren Beckenraumes einhergehen. Nach den bisherigen Beobachtungen über den raschen Verlauf dieser Fluten dürfte es genügen, wenn die früher in Rechnung gezogene größte Zuflußmenge eines Tages von 8,32 Mill. cbm unschädlich aufgenommen werden kann. Soll dies möglichst vollkommen erreicht und mindestens zu der Zeit, wo die übrigen Harzbäche ihren stärksten Zufluß bringen, der Beitrag aus dem Quellgebiete der Oker gänzlich abgeschnitten werden, so ist es nötig, den Hochwasserschutzraum bis Ende Juni auf etwa 7 Mill. cbm zu vergrößern. Dazu wird manchmal ein nicht unbedeutender Teil des gesammelten Wasservorrates geopfert werden müssen.

Mit diesen Mitteln würden zunächst die Hochwasser des Quellgebietes bis hinab zur Mündung der Radau und Ecker bei Vienenburg gründlichst beseitigt werden. Von der Ilsemündung abwärts werden die Sommerhochwasser immer noch durchschnittlich mindestens $\frac{1}{3}$ ihrer größten Abflußmenge verlieren, da sie aus dem Flachlande keine nennenswerten Zuflüsse empfangen und von der ganzen Gebirgsfläche des Okergebietes, wie schon angegeben, etwa 36% dem Sammelgebiete des Beckens zugehören. In nicht wenigen Fällen wird die Wirkung größer sein, da die geschlossene Form des Okerquellgebietes und seine Lage im Mittelpunkte der Gebirgsfläche ihm ein starkes Übergewicht bei der Bildung der Hauptwelle der Oker zuweisen. Daß die Gebirgsbäche zu beiden Seiten dieses Gebietes große Hochwassermengen bringen, ohne daß es selbst stark in Mitleidenschaft gezogen wird, ist dagegen ein wenig wahrscheinlicher Fall, und man wird sonach damit rechnen dürfen, daß für die ganze Länge des Okerlaufes bei der großen Mehrzahl aller Sommerhochwasser eine Verringerung der größten Abflußmenge um $\frac{1}{3}$ oder mehr erreicht werden wird.

Weniger günstig liegen die Dinge hinsichtlich der Winterhochwasser, deren Wucht hauptsächlich der Schneeschmelze im Flachlande entstammt. Da das Zuflußgebiet der Oker bei Schladen 289 qkm, bei Wolfenbüttel aber schon 1004 qkm umfaßt, wird durch Zurückhalten der Zuflüsse von 87 qkm des Quellgebietes über Schladen hinaus nur noch eine bald verschwindende Wirkung zu erwarten sein.

Aber auch diese beschränkte Wirkung ist für den ganzen Flußlauf von Nutzen. Denn wenn bei und oberhalb Schladen das Arbeitsvermögen aller Hochwasser beträchtlich verringert wird, können viel weniger und nicht so grobe Geschiebe wie bisher aus den großen Schotterablagerungen der oberen Oker talabwärts verschleppt werden. Da durch das Sammelbecken zugleich auch die Hauptquelle neuer Geschiebezufuhr von oben her verstopft ist, so wird nunmehr mit geringerem Aufwande und besserer Aussicht auf guten Erfolg die zum Teil schon in Vorbereitung befindliche Regulierung des Okerbettes durchgeführt werden können. Erst dadurch wird es möglich werden, nicht allein die Schädigungen durch Sommerhochwasser weiter herabzumindern, sondern auch den Belästigungen durch Winterhochwasser wirksam zu begegnen, die durch die allmähliche Aufhöhung der Flußsohle entstanden sind und allein durch die Anlage von Hochwasser-Schutzbecken nach Lage der Dinge nicht wesentlich gemildert werden können.

9. Regelung des Abflusses aus dem Sammelbecken, Betriebsplan für die Abflußjahre 1901/03. In den 3 Abflußjahren 1901 bis 1903 belief sich die Abflußmenge aus dem Sammelgebiete des Okerbeckens nach S. 6 auf rund $49,1 + 58,3 + 42,0 = 149,4$ Mill. cbm. Der mittlere Zufluß zum Sammelbecken berechnet sich daraus für 1901 zu 1,56 cbm/sek., für 1902 zu 1,85 cbm/sek., für 1903 zu 1,33 cbm/sek., im Mittel für die 3 Jahre zu 1,58 cbm/sek.

Auf Bl. 5 sind die Zuflüsse und die planmäßig geregelten Abflüsse des Okerbeckens nach üblicher Weise im Bilde dargestellt. Die wagerechte Grundlinie der Figur ist mit einer Zeitteilung nach Monaten und Tagen versehen; am linken Rande des Blattes ist ein senkrechter Maßstab für die Wassermengen angebracht. Am Anfangspunkte jeden Tages der Zeitteilung ist nach jenem Maßstabe die ganze seit Anfang des Abflußjahres 1901 zugeflossene Wassermenge senkrecht aufgetragen. Durch Verbindung der so gewonnenen Punkte ergibt sich für jedes der 3 Jahre die als Zuflußsummenlinie bezeichnete bildliche Darstellung der Zuflußmengen. In gleicher Weise sind die aus dem Becken abgelassenen Wassermengen dargestellt. Da die Größe des Abflusses möglichst für längere Zeiten gleichmäßig angenommen ist, so wird die Abflußsummenlinie für diese Zeiträume eine Gerade, die um so stärker ansteigt, je größer der Abfluß angenommen ist. Der senkrechte Abstand zwischen den beiden Summenlinien gibt für jeden Tag unmittelbar an,

um wieviel bis dahin der Zufluß den planmäßigen Abfluß übertroffen hat, wieviel Wasservorrat also an diesem Tage im Becken vorhanden sein würde.

Auf dem Wege des zeichnerischen Versuches ist nun ein für die Ausnutzung der Triebkraft des Wassers möglichst günstiger Betriebsplan ermittelt. Die Änderungen dieses Planes, die etwa um anderer Nutzzwecke willen vorzunehmen sind, werden also noch besonders zu erwägen sein. Der Betrag der regelmäßigen Wasserabgabe ist möglichst gleichmäßig und so hoch bemessen, daß einerseits nur geringe Wassermengen zur Entlastung des vollen Beckens als Freiwasser abgegeben zu werden brauchen und andererseits die Füllung des Sammelbeckens nicht wesentlich unter 7 Mill. cbm hinabsinkt, weil sonst die Druckhöhe und damit die Betriebsleistung des Kraftwerkes zu starken Schwankungen unterliegen würde.

Die größtmöglichen Wasserverluste durch Verdunstung und durch die vergleichsweise geringfügige Versickerung sind auf Grund langjähriger Beobachtungen an dem lothringischen Stauweiher von Gunderfingen zu 650 mm Wasserhöhe im Jahre angenommen und auf die größte Spiegelfläche des Sammelbeckens von 132 ha bezogen. Die gesamte durch Versickerung und Verdunstung verloren gehende Menge beträgt demnach für 1 Jahr

$$0,65 \cdot 132 \cdot 10\,000 = \text{rd. } 0,86 \text{ Mill. cbm.}$$

Es ist der Einfachheit wegen die ungünstige Voraussetzung gemacht, daß sich der Gesamtverlust auf die 153 Tage der trockenen Monate Juni bis Oktober gleichmäßig verteilt.

Unter den angeführten Vorannahmen wäre es, wie der Betriebsplan zeigt, möglich gewesen, in dem Abflußjahre 1901 bis Ende April das Becken völlig anzufüllen, ohne den Abfluß ganz zu unterbrechen, dann regelmäßig täglich 0,147 Mill. cbm oder 1,7 cbm/sek. abzugeben bis Mitte Dezember des Abflußjahres 1902, wo bei gefülltem Becken die Entlastung beginnt und bis Ende Januar andauert. Von da an bis zum Ende des letzten Abflußjahres 1903 ist die gleichmäßige Abgabe von 0,108 Mill. cbm/Tag oder 1,25 cbm/sek. möglich, ohne daß ein wesentlicher Teil der Zuflüsse nur zur Entlastung abgelassen werden müßte.

Das Abflußjahr 1903 ist sehr ungünstig für den Betrieb, sowohl wegen des geringen Gesamtzuflusses als besonders wegen der ungünstigen Verteilung des Zuflusses auf die Jahreszeiten. November und Dezember waren sehr wasserarm; auch die Winter- und Frühjahrsmonate brachten ganz ungewöhnlich geringen Zufluß, und erst im September trat Wasserüberfluß ein. Wäre nicht fast das ganze Sommerhalbjahr 1902 besonders feucht gewesen, so daß an seinem Schlusse ein sehr reichlicher Wasservorrat im Becken übrig blieb, so wäre die gleichmäßige Abgabe von 1,25 cbm/sek. ohne schlimme Betriebseinschränkungen beim Kraftwerke nicht durchzuführen gewesen.

Indessen ist zu erwarten, daß einerseits die Abflußverhältnisse des Betriebsjahres 1903 sich nicht oft wiederholen werden, andererseits daß die aus den Beobachtungen im Wintertale abgeleiteten Zuflußwerte mit ihren starken Schwankungen nicht ganz auf das Okertal passen und in diesem 17 mal größeren Gebiete die Gegensätze sich etwas mehr ausgleichen. Der Absturz und die Sammlung des Wassers geht in dem steilen und kurzen Wintertale mit seinen schmalen Gehängen jedenfalls viel rascher vor sich als in den mäßig steigenden Tälern des Beckengebietes und auf seinen breiten Bergrücken, die den Niederschlägen zum Eindringen in die oberen lockeren Bodenschichten und späterem langsamen Absickern mehr Zeit und Gelegenheit bieten. Vermutlich wird auch die Wasserentziehung durch die Oberharzer Gräben, die sicherheitshalber reichlich veranschlagt werden mußte, bei genauerer Ermittlung sich etwas geringer herausstellen, als hier vorausgesetzt ist.

Man wird deshalb annehmen dürfen, daß eine ständige Wasserlieferung von mindestens 1,25 cbm in der Sekunde in der großen Mehrzahl der Jahre ohne Schwierigkeit möglich ist, und in der Regel wird auch wohl noch einiges übrig sein, um für kurze Zeiten, sei es zu Bewässerungszwecken oder zugunsten der Allerschiffahrt, die Wasserabgabe etwa auf das Doppelte zu steigern.

Eines Vorbehaltes bedarf jedoch diese Schlußfolgerung noch hinsichtlich der Erfordernisse des Hochwasserschutzes. Im Jahre 1901 hätte allerdings, wie nach Bl. 5 leicht zu übersehen ist, diesen Erfordernissen in weitestem Umfange genügt werden können, ohne daß die Nutzwasserabgabe unter 1,25 cbm/sek. herabgesetzt zu werden brauchte. Aber um im Dezember 1902 und im September 1903 die Restfüllung des Beckens nicht unter die für den Betrieb des Kraftwerkes nötige Mindesthöhe sinken zu lassen, haben die reichlichen Zuflüsse des Frühjahrs 1902 so sehr ausgenutzt werden müssen, daß noch zu Anfang der sommerlichen Hochwasserzeit der Sammelraum bis zu 20 Mill. cbm gefüllt geblieben ist. Um an Nutzwasser nichts einzubüßen und doch auch für einen so ungünstigen Fall ausreichenden Hochwasserschutzraum zu schaffen, scheint es ratsam, den Fassungsraum des Sammelbeckens von 22,1 auf etwa 26 Mill. cbm zu vergrößern. Der freie Hochwasserschutzraum würde dann unter übrigens gleichen Umständen im ungünstigsten Zeitpunkte zu Ende Juni 1903 sich noch auf $26 - 20 = 6$ Mill. cbm belaufen, und damit würde bei reichlicher Bemessung der Ablaufvorrichtungen das größte Hochwasser von 8,35 Mill. cbm sehr wohl in dem früher bezeichneten Maße beherrscht werden können.

Diese Vergrößerung des Beckens, der keinerlei besondere Schwierigkeit im Wege steht, ist auch noch in anderer Hinsicht als wünschenswert und nützlich zu bezeichnen. Beim Betriebe der Anlage wird anfänglich, solange Betriebseinrichtungen und Aufsichtspersonal

noch nicht nach allen Richtungen hin erprobt und eingearbeitet sind, die im vorliegenden Betriebsplane angenommene vollständige Füllung des Beckens im Frühjahr nicht zugelassen werden dürfen; vielmehr wird sicherheitshalber das Freihalten eines Mindestschuttraumes von einigen Millionen Kubikmetern während des ganzen Jahres zu verlangen sein. Das vergrößerte Becken wird dem genügen können, ohne daß die Wassernutzung weiter vermindert wird. Wenn später die Erfahrung auf diese besonderen Vorsichtsmaßregeln zu verzichten erlaubt, so wird der größere Sammelraum in den meisten Jahren auch eine entsprechende Vergrößerung der sekundlichen Wasserabgabe ermöglichen und eine verstärkte Gewähr dafür bieten, daß selbst noch trockenere Jahre wie 1903 ohne empfindliche Betriebseinschränkung der Triebwerke überwunden werden können.

10. Benutzung des vom Sammelbecken abgegebenen Wassers. Unter den Nutzzwecken, welchen der durch das Sammelbecken geregelte Wasserabfluß des Okerquellgebietes dienen kann, steht, wenn man von der bisherigen Sachlage ausgeht, die Erzeugung von Triebkraft für gewerbliche Anlagen obenan. Am weitesten ist diese Ausnutzung auf den braunschweigischen Gebieten vorgeschritten, und dort besonders auf der obersten, rd. 10 km langen Strecke von der Talsperre bis etwa zur Mitte zwischen den Orten Oker und Vienenburg, wo, unterhalb Romkerhall beginnend, die Werkkanäle von 8 Holzstofffabriken, der fiskalischen Okerhütte, einer Papierfabrik und einer Mahlmühle in nahezu geschlossener Folge sich aneinanderreihen und zusammen ein reines Betriebsgefälle von 125 m oder 74 % der ganzen Fallhöhe von 170 m an ihren Kraftmaschinen zur Wirkung bringen. Außer dem Stau an der Sperrmauer, dessen durchschnittliches Gefälle unter den vorhin dargestellten Betriebsverhältnissen sich überschläglich zu mindestens 48 m ergibt, wird auf dieser Strecke an nutzbarer Höhe nichts Wesentliches mehr zu gewinnen sein. — In der anschließenden preußischen Flußstrecke beträgt das durchschnittliche Talgefälle bis Vienenburg 7,3 ‰, von da bis zur Mündung des Eckergrabens (Ende des Oberlaufes der Oker) noch 4,3 ‰. Von der gesamten Fallhöhe von 89 m wird nur ein winziger Bruchteil durch die beiden Mühlen von Wöltingerode und Schladen verwertet; nach den Geländeverhältnissen dürfen aber 60 % der Fallhöhe = 53 m als vorteilhaft nutzbar gelten. Im Mittel Laufe der Oker, der bis zur Mündung der Schunter reicht, beträgt das Talgefälle nur noch 0,7 ‰, im Unterlaufe noch etwas weniger. Trotzdem ist die ganze Fallhöhe von 40 m durch 5 preußische und 6 braunschweigische Mühlen, die zusammen mit etwa 15 m Nutzgefälle arbeiten mögen, den Umständen nach leidlich ausgebeutet, und es soll auch hier auf weiteren Gefällsgewinn nicht gerechnet werden. — Schließlich ist noch das Gefälle der Allermühle bei Celle, der das Tal-

sperrenwasser ebenfalls zugute kommt, mit rd. 3 m in Ansatz zu bringen.

Die ganze nutzbare Fallhöhe des aus dem Sammelbecken abgegebenen Betriebswassers stellt sich demnach auf

$$48 + 125 + 53 + 15 + 3 = 244 \text{ m.}$$

Aus der regelmäßigen Wasserabgabe von 1,25 cbm/sek. erhält man, wenn überschläglich 100 Meterkilogramm roher Wasserkraft gleich einer Pferdestärke an der Turbinenwelle gerechnet werden, zunächst für das Kraftwerk an der Talsperre

$$\frac{48 \cdot 1,250 \cdot 1000}{100} = 600 \text{ Pfst.}$$

Bei den Triebwerksanlagen am freien Flusse ist von der aus dem Sammelbecken abgegebenen Triebwassermenge diejenige abzuziehen, die schon jetzt von den Werken ausgenutzt werden kann, und nur der verbleibende Rest ist als Nutzleistung des Beckens anzusehen. Die 11 Betriebe der obersten Gruppe können bei voller Beaufschlagung durchschnittlich Wassermengen bis zu 1,8 cbm/sek. verwerten, und aus einer bildlichen Darstellung der Wassermengen der Abflußjahre 1901/03 (Wassermengendauerlinie) ergibt sich danach die mittlere Beaufschlagung für diesen Zeitraum zu 0,88 cbm/sek., also bei der geringsten Wasserabgabe des Beckens von 1,25 cbm/sek. ein Gewinn von 0,37 cbm/sek. Für die weiter flußabwärts gelegenen Werke, die fremdes Wasser mitbenutzen, bleibt offenbar der Vorteil annähernd derselbe. Auf die ganze noch nutzbare Gefällhöhe von $244 - 48 = 196 \text{ m}$ berechnet sich dann der Arbeitsgewinn an Oker und Aller zu

$$\frac{196 \cdot 0,37 \cdot 1000}{100} = 725 \text{ Pfst.,}$$

insgesamt also mit Einschluß des Kraftwerkes an der Sperrmauer zu

$$725 + 600 = 1325 \text{ Pfst.}$$

Diese Zahlen beziehen sich auf ununterbrochenen Betrieb aller Werke. Hat man etwa nur mit 14½ stündigem Betriebe an 300 Arbeitstagen im Jahre zu rechnen, wie er z. B. an der Wupper üblich ist, so sinkt die jährliche Betriebsdauer von

$$24 \cdot 365 = 8760 \text{ auf}$$

$$14,5 \cdot 300 = 4350 \text{ Stunden,}$$

also auf knapp die Hälfte der früheren Anzahl. Das Sammelbecken kann infolgedessen während dieser kürzeren Zeit statt 1,25 cbm 2,51 cbm in der Sekunde liefern, und die Leistung des Kraftwerkes kommt von 600 auf 1210 Pfst.

Bei den übrigen Triebwerken aber steigen nun die Gewinnziffern in viel höherem Grade, weil sie bei unterbrochener Arbeitszeit die jetzt vorhandene natürliche Wasserkraft sehr schlecht ausnutzen, also von deren zweckmäßiger Regelung viel mehr Nutzen haben als im früheren Falle.

Als gegenwärtige durchschnittliche Beaufschlagung der Triebwerke bei ununterbrochenem Betriebe sind

vorhin 0,88 cbm/sek. in Ansatz gebracht. Bei 14¹/₂ stündigem Betriebe tritt hinzu derjenige Teil der nächtlichen Zuflüsse, der in trockener Zeit im Oberwasser der einzelnen Anlagen aufgestaut und so dem Tagesbetriebe zugeführt werden kann. In dem obersten sehr gefällreichen Teile des Okerflusses ist aber die Möglichkeit solcher Wasseransammlung jetzt verschwindend gering, und die weiter unterhalb gelegenen Werke empfangen neben den Zuflüssen aus dem Gebiete des Sammelbeckens so viel fremdes Wasser, daß sie den vorhandenen Sammelraum, wenn er für erstere nicht mehr gebraucht wird, mit gleichem Nutzen für die vermehrte Aufspeicherung des letzteren verwerten können. Der Nutzen dieser Aufspeicherung scheidet also fast gänzlich aus der Rechnung aus, und wenn man trotzdem die durchschnittliche Beaufschlagung aller Werke gegenüber dem Dauerbetriebe um 0,1 cbm/sek. höher anrechnet als zuvor, so dürfen von den 2,51 cbm/sek., die das Sammelbecken liefert, noch

$$2,51 - 0,98 = 1,53 \text{ cbm/sek.}$$

auf Gewinnkonto gesetzt werden. Das gesamte Mehr an Nutzleistung bei 14¹/₂ stündigem Werkstage beträgt dann für Oker und Aller

$$\frac{196 \cdot 1,53 \cdot 1000}{100} = 3000 \text{ Pfst.}$$

und einschließlich des Kraftwerkes

$$\text{rd. } 4200 \text{ Pfst.}$$

Auch wenn man berücksichtigt, daß diese Zahl nur rd. 2100 Pfst. bei ununterbrochener Arbeit entspricht, so bleibt doch der Nutzen des Sammelbeckens beim unterbrochenen Betriebe um reichlich die Hälfte größer als im anderen Falle.

Damit auf allen Strecken des Okerlaufes die tägliche Lieferung des Betriebswassers annähernd gleichzeitig beginnen und enden kann, sind nach Bedarf kleine Ausgleichsweiher einzuschieben; durch eine etwas geräumigere Anlage dieser Art würde nötigenfalls die Betriebszeit des großen Kraftwerkes von der der übrigen Triebwerke völlig unabhängig gemacht werden können.

Für die Landeskultur ist jede Vergrößerung der Niedrigwassermenge der Oker in hohem Maße nützlich, weil davon die Möglichkeit abhängt, in den Niederungen der unteren Oker und der Aller die Wiesengewässer weiter auszudehnen, die für eine lohnende Bewirtschaftung des dort vorherrschenden mageren Sandbodens die wichtigste Grundlage bildet. Auch die durch die Endlaugen der Kalifabriken herbeigeführte Versalzung der Oker, die sich bei kleinem Wasser schon bis in die Aller hinab in beunruhigender Weise bemerklich macht, würde gemildert werden, und die Kalifabriken könnten, ihrem hohen geldlichen Interesse entsprechend, zu Kostenbeiträgen herangezogen werden. Das Niedrigwasser der Oker sinkt noch bei Braunschweig nicht selten unter 1 cbm/sek. Da aus dem Sammelbecken in solchem Falle nahezu 1,25 cbm/sek. Zuschuß hinzukommen würde, so dürfte

nach beiden Richtungen hin eine durchgreifende Verbesserung des gegenwärtigen Zustandes erwartet werden. Endlich würde das Okerwasser wahrscheinlich auch zur Bewässerung der geringwertigen Schotterböden am Oberlaufe des Flusses besser brauchbar werden, wenn die durch Abgänge der bergfiskalischen Betriebe verunreinigten Zuflüsse in dem Sammelbecken völlig geklärt und durch Vermischung mit den dort angesammelten großen Hochwassermengen die gelösten Fremdstoffe unschädlich gemacht wären.

Für die Verbesserung der Schiffbarkeit der Aller würde durch die Abgabe von 1,25 cbm/sek. aus dem Sammelbecken noch nicht viel gewonnen sein. Für die oberste Strecke der schiffbaren Aller kann die geringste Abflußmenge zu etwa 6,0 cbm/sek. angenommen werden*) (vgl. Weser—Ems-Werk, Bd. IV, S. 282). Bei niedrigstem Wasserstande soll zwischen Celle und der Leinemündung für die Schifffahrt eine Tiefe von 0,8 bis 0,9 m bei 20 m Breite im Wasserspiegel vorhanden sein. Eine Versuchsberechnung hat erwiesen, daß diese Angabe und die kleinste Abflußmenge von 6 cbm/sek. mit dem Gefälle des Flusses im Einklange stehen, und daß eine Erhöhung des Wasserstandes um 20 cm einen Wasserzuschuß von rd. 3,5 cbm/sek. erfordern würde. Der regelmäßige Abfluß von 1,25 cbm/sek. aus dem Sammelbecken könnte also nur etwa 7 cm Gewinn an Fahrtiefe zur Folge haben. Zieht man aber in Betracht, wie sehr z. B. auf der Weser verhältnismäßig geringe Unterschiede der Fahrtiefen auf die Entwicklung der Schifffahrt Einfluß geübt haben, so kann kaum bezweifelt werden, daß schon eine Verdoppelung der Menge des Zuschußwassers, also eine Hebung des Niedrigwassers um 14 cm, für die Allerschifffahrt gegenwärtig ein wertvolles und besonders zweckmäßiges Hilfsmittel sein würde. Man könnte mit Hilfe des Okerbeckens die Probe darauf machen, ob die Aller als Wasserstraße sich zu solcher Bedeutung zu entwickeln vermag, daß es lohnt, größere Mittel auf ihre gründliche Verbesserung zu verwenden. Sollte die Frage verneint werden müssen, so wäre für den Versuch doch kein besonderer Aufwand nötig gewesen, und das Sammelbecken würde dann wieder im vollen Umfange seinen übrigen Zwecken zu dienen haben.

11. Schlußergebnisse. Wie die vorstehenden Ausführungen dartun, ist die Anlage von Hochwasser-Sammelbecken im Okergebiete wenigstens an einer, und zwar der wichtigsten Stelle des Berglandes unter günstigeren Bedingungen möglich, als nach der allgemeinen Beschaffenheit des Harzgebirges vermutet werden durfte, und die Interessen der Landeskultur, der gewerblichen Entwicklung und des Wasserverkehrs

*) Nach Abschluß der vorliegenden Untersuchungen ist während der großen Wasserklemme des Jahres 1904 ein noch tieferes Sinken der Abflußmenge beobachtet worden. Der Wert einer besseren Regelung des Zuflusses aus dem Okergebiete kann dadurch nur desto deutlicher werden.

würden aus dieser Anlage mannigfache und bedeutsame Vorteile ziehen können. Daß die unmittelbaren Erträge und der sonstige wirtschaftliche Nutzen des Unternehmens den erforderlichen Kostenaufwand überwiegen, hat durch die bisherigen Untersuchungen noch nicht ganz außer Zweifel gestellt werden können. Jedoch legen sie die Möglichkeit eines solchen Ergebnisses so nahe, daß eine Vervollständigung und Erweiterung dieser Untersuchungen zur Klärung der Sachlage im wohlverstandenen Interesse aller Beteiligten liegen dürfte.

Dringlich ist vor allem die Einrichtung einiger Beobachtungsstellen für Niederschlag- und Abflußmengen im Gebiete des geplanten Sammelbeckens, damit die zweckmäßigste Größe und die Leistungsfähigkeit dieses Beckens zutreffender als nach den bisherigen vermutlich zu ungünstigen Berechnungen beurteilt werden kann. Das Becken zeigt, wie schon die ungewöhnlich starke Krümmung der Inhaltskurve auf Tafel 3, Anlageheft II, andeutet, in hervorragendem Maße die Eigentümlichkeit, daß mit zunehmender Stauhöhe der Einheitspreis für die weitere Inhaltsvergrößerung immer geringer wird. Die empfohlene Vergrößerung des nutzbaren Beckenraumes von 22,1 auf 26 Mill. cbm würde

nur eine Erhöhung der Staumauer um rd. 2,5 m bedingen und nur etwa 14 Pf. für 1 cbm kosten, d. i. die Hälfte des für das ganze Becken ermittelten Einheitspreises. Andererseits steigt unter sonst gleichen Bedingungen der Nutzen des Beckens für die Triebwerke rascher als die Größe des Sammelraumes. Wenn die genaueren Messungen also, wie wahrscheinlich ist, für ein etwas größeres Becken ausreichenden Zufluß nachweisen sollten, so könnte die Frage der Wirtschaftlichkeit dadurch sich erheblich günstiger stellen.

Im übrigen erfordern alle hier berührten Einzelfragen des wirtschaftlichen Nutzens noch eine eingehende Behandlung durch die örtlichen Behörden und die Kreise der Beteiligten. Zu weiterem Eingehen auf die von letzteren gewünschten Untersuchungen über Sammelbecken in den Tälern der anderen Harzbäche des Okergebietes geben die eingangs mitgeteilten Vergleichsergebnisse einstweilen keinen Anlaß. Sollten aber besonders hochwertige Nutzzwecke nachgewiesen werden, die eine ausreichende Verzinsung auch dieser teureren Becken erhoffen lassen, so würde es sich empfehlen, die Beobachtungen über Niederschlag- und Abflußmengen alsbald auch auf diese Täler auszudehnen.

0,14 · 39
 1156
 546000 M
 61
 150000
 6796000 M
 38000
 6834000
 7 Mill M

975.24.60.60

42.3600
 144
 152.300

159.200 M
 75600 M · 050

Anhang.

Bemerkungen über die geologischen Verhältnisse des Okerbeckens.

I. Beschaffenheit des Staubeckens. Das Becken, welches im Okertal durch den Bau einer Sperre oberhalb Romkerhall geschaffen wird und die Talstrecken aufwärts an der Oker entlang bis zum Fuße des Heidelbeerkopfes und am Weißwasser entlang bis Mittel-Schulenberg umfaßt, liegt auf sedimentären Gesteinen des Kulms und unterscheidet sich dadurch wesentlich von jener Okertalstrecke, die unterhalb Romkerhall liegt und teils in Granit eingeschnitten ist, teils aber durch die abgestürzten Granitblöcke der rechtsseitigen Höhen ihr malerisches Gepräge erhält, das ihr den Ruhm, eins der schönsten Harztäler zu sein, eingebracht hat.

Die Schichten der paläozoischen Formationen sind entsprechend den verschiedenen Vorgängen, welche die Bildung des Harzgebirges verursachten, in mannigfaltiger Weise gefaltet, zusammengeschoben und verworfen. Die Rabenklippe, dicht oberhalb Romkerhall, zeigt besonders schön, wie weitgehend die Fältelung gewesen ist, ebenso enthüllt das unterste Ende des Langentals, welches mit in den Stau der Sperre fallen würde, ein Bild der vielen durch den Zusammenschub gebildeten Sättel und Mulden. Das vorherrschende Streichen geht von Südwesten nach Nordosten. (Vgl. Geognostische Übersichtskarte des Harzgebirges von K. A. LOSSEN 1 : 100 000.) Die Gesteine, welche den Kulm des Harzes bilden, sind hauptsächlich Ton- und Kiesel-schiefer sowie Grauwacke, daneben kommen Kalke vor. An den steileren Berghängen finden sich mehrfach die Schiefer und Grauwacken, von Natur zutage tretend, ebenso haben die Bachbetten natürliche Aufschlüsse in ausgedehntem Maße geschaffen, denn auf langen Strecken fließt das Wasser auf dem bloßgelegten Felsen; die besten Aufschlüsse aber geben fast überall die Wegebauten, so daß in reichhaltigster Weise Gelegenheit gegeben ist, den ständigen Wechsel der Schichten zu beobachten. Die Bedeckung des gewachsenen Felsen mit Verwitterungsmaterial ist meistens nur von geringer Mächtigkeit, entsprechend den steilen Böschungen der Berghänge, die nur unterhalb Mittel-Schulenberg und bei Gemkental etwas flacher werden, wo sie dann von

Bergwiesen bedeckt sind, während sie sonst Nadelwald tragen. Alluvialmassen liegen nur wenig im Tale, nur auf der westlich gerichteten Strecke unterhalb Gemkental und auf der östlich gerichteten, südlich vom Franzosenkopf, haben sich solche in nennenswerter Menge abgelagert. Im allgemeinen geben sowohl die Verwitterungsmassen des festen Felsen wie diejenigen der Gerölle einen schwer durchlässigen Boden, und da die Gesteine des Untergrundes selbst schwer durchlässig oder undurchlässig sind, auch die vorhandenen Spalten und Klüfte gut ausgefüllt sind, kann man annehmen, daß durch Versickerung dem Staubecken keine wesentlichen Mengen verloren gehen werden. Für diese Annahme spricht noch der fernere Umstand, daß der größere Teil jener auf dem Oberharz schon seit langem benutzten Teiche auf den gleichen Schichten liegen, wie sie den Untergrund des Okertalstaus bilden würden.

II. Die Sperrstelle. Die Talstrecke, welche für den Bau der Sperrmauer in Frage kommt, etwa zwischen den Telegraphenpfählen 122/125, hat insofern eine nicht ganz günstige Lage, als sie unweit jener großen Verwerfung liegt, welche die sonst aufeinanderfolgenden Ablagerungen des Devons und Karbons in ein Niveau gebracht hat. Die Nachbarschaft solcher Verwerfungen ist meistens von kleineren Verwerfungen, Spalten und dergleichen durchsetzt, wodurch die Sicherheit des Untergrundes leidet. Da jedoch irgendwelche Anzeichen nicht dafür vorliegen, daß zur Zeit noch Bewegungen in der Felsmasse stattfinden, so dürfte die Besorgnis, welche die Nähe jener Verwerfung hervorruft, nur gering anzuschlagen sein. Immerhin ist es wünschenswert, bei einer etwaigen Verlegung des Bauplatzes den Umstand im Auge zu behalten und lieber talaufwärts als talabwärts zu gehen.

Auf der in Frage kommenden Strecke hat sowohl auf der rechten wie auf der linken Seite der Wegebau Aufschlüsse geschaffen, welche ergeben, daß hier ebenfalls die Schichten fast ausschließlich von Südwesten nach Nordosten streichen und nach Südosten einfallen, auf der linken Seite also mit der Böschung, auf der rechten gegen dieselbe, so daß links beim Abräumen

die Schichtflächen und rechts die Schichtköpfe bloßgelegt werden. Der Einfallswinkel wechselt mehrfach von 30° bis 90° , auch ist die mehrere Hundert Meter lange Talstrecke, wie vorauszusehen, nicht frei von Störungen; allein es wird nicht schwer halten, eine Strecke von der Länge, wie sie die Dicke der Sperrmauer beansprucht, zu finden, die frei oder annähernd frei von solchen ist.

Beim Pfahl 122 sind feste Grauwackenbänke aufgeschlossen, deren Fallen und Streichen nicht gemessen werden konnte und die dicht unterhalb auch im Bachbett anstehen, wo sie auffallen durch die Formen, welche ihnen die Erosion gegeben hat. Der Abhangschutt wird von Tonschieferbrocken gebildet und muß demnach solcher oben am Berghange herauskommen. Etwas weiter talaufwärts treten Tonschieferbänke auch am Fuße des Berges auf.

Etwa 20 Schritt oberhalb des Telegraphenpfahls 123 sind auf einer Wegestrecke von 55 Schritt große, ebene Schichtflächen des Tonschiefers freigelegt mit einem Streichen von NO nach SW und einem Einfallen von 30° nach Südosten. Da der Böschungswinkel hier auch nur einige 30° beträgt, so liegen Schichtfläche und Oberfläche fast parallel. Die Bedeckung der Felsen durch Verwitterungsmaterial scheint auch weiter oben am Abhange nur gering zu sein.

Beim Telegraphenpfahl 124, wo ebenfalls Grauwackenbänke und Tonschiefer anstehen, werden die Lagerungsverhältnisse undeutlich, unweit desselben scheint eine Störung durchzugehen. 35 Schritt talaufwärts von demselben war das Streichen NO—SW, das Einfallen aber 54° nach SO, also wesentlich steiler als die Böschung, die auf 30° geschätzt wurde; ebenso wird hier der Abhangschutt mächtiger, der bis zu 2 m Tiefe aufgeschlossen ist.

Weiterhin beim Kilometerstein 14,6 stehen im Flußbette mächtige Grauwackenfelsen, deren glatte gerundete Erosionsflächen von dem Widerstande des Felsen gegen das Wasser Kunde geben.

Auf der rechten Seite der Oker sind durch einen Wegeneubau ebenfalls die Schichten am Fuße des Berges aufgeschlossen, dessen untere Abhänge noch etwas steiler zu sein scheinen als diejenigen seines Gegenübers. Das Fallen und Streichen wurde nur einmal gemessen und ergab Streichen SW—NO, Fallen 32° nach SO; überall aber kann man sehen, daß die Schichten nach dem Berge zu einfallen. Man wird wahrscheinlich beim Ausheben der Baugrube einen größeren Wechsel der Gesteine, die aber ganz vorwiegend aus Grauwacken und harten Tonschiefen bestehen werden, vorfinden als auf der anderen Seite. Die Aufschlüsse am Wege zeigen mächtige Grauwackenbänke, vereinzelte Kieselschieferschichten und viel Tonschiefer. Das Verwitterungsmaterial bedeckt den Felsen nur in dünner Decke, so daß wahrscheinlich

der Abraum geringfügig sein wird; allein man hat mit der Möglichkeit zu rechnen, daß stellenweise die scheinbar noch in Zusammenhang befindlichen Schichten an der Oberfläche stärker zerklüftet sind; wenn nämlich in irgend einem Stadium der Talbildung der Bach den rechtseitigen Hang schärfer angegriffen und unterhöhlt hat, so daß die höherliegenden Schichten den Halt verloren. In diesem Falle, auf dessen Möglichkeit lediglich hingewiesen sei, würde sich die Menge der abzuräumenden Massen etwas vergrößern.

Der Bergrücken zwischen dem Großen Birkental und dem Okertal, der möglicherweise von einem Stollen für die Abführung der Hochwasser zu durchfahren sein würde, gibt m. E. ebenfalls zu Bedenken keinen Anlaß. Die Gesteine sind dieselben wie diejenigen der Talengen, zum Teil aber sind sie durch den Kontakt mit Granit umgewandelt und haben dadurch ein anderes Aussehen und eine sehr große Härte erlangt, die das Arbeiten in diesem Gesteine erschweren wird, ein Umstand, der auch bei Projektierung der etwaigen Verlegung der Chaussee in Rücksicht genommen zu werden verdient.

III. Baumaterial. Als Baumaterial würden voraussichtlich die an Ort und Stelle in großer Menge anstehenden Grauwacken zunächst in Frage kommen, von denen anzunehmen ist, daß sie den an sie zu stellenden Anforderungen genügen. Allenfalls würde auch auf den Granit zurückgegriffen werden können, der entweder aus dem unteren Okertal zu Berg befördert werden müßte oder aber von der Höhe im Tale des Großen Romkebachs herabgebracht werden könnte. Im letzteren Falle würden voraussichtlich größere Abraumengen die Gewinnung erschweren. Für die Beschaffung von Sand würde man auf die Diluviallager im Vorlande des Harzes angewiesen sein. Auch würde man durch Zerkleinern der Grauwacken mittels Steinbrechmaschinen und Kollergängen einen vorzüglichen Ersatz für Natursand herstellen können. Für die Lieferung von Kalk würde wohl der Harzrand zwischen Goslar, Harzburg und Vienenburg in Frage kommen, wo sich solcher in großen Mengen vorfindet.

Die geologische Untersuchung der Untergrundverhältnisse des Beckens und der vorläufig angenommenen Baustelle der Sperrmauer hat sich beim gegenwärtigen Stande der Sache auf die ohne erheblichen Kostenaufwand möglichen Ermittlungen beschränken müssen. Sie bedarf deshalb, ehe eine genauere technische Bearbeitung der Sammelbeckenanlage in Angriff genommen wird, einer eingehenden Nachprüfung und Vervollständigung, besonders auch hinsichtlich der nach Seite 15 in Betracht zu ziehenden Verschiebungen der Sperrmauer. Mit dieser erweiterten Untersuchung dürfte zweckmäßig die Geologische Landesanstalt zu betrauen sein.



Niederschlagsgebiet des Sammelbeckens im Okertale oberhalb Romherhall.

Maßstab 1:50 000.

Übersichts- und Niederschlagskarte des oberen Okergebiets.

Maßstab 1:200 000.

----- Wasserscheide der Oker ----- Grenze des Niederschlagsgebietes
des Oberbeckens ----- Einem gleicher Niederschlagshöhen

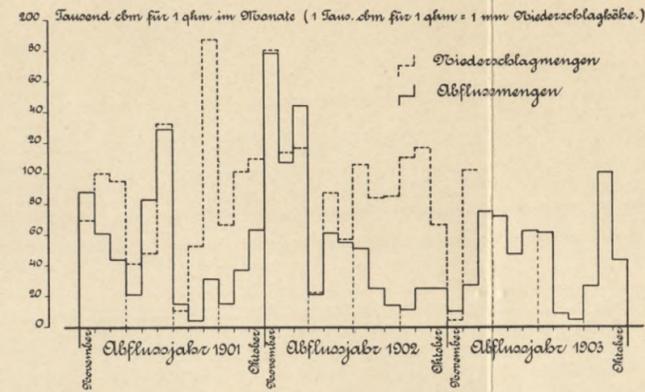


----- Wasserscheide der Oker
----- Grenze des natürl. Niederschlagsgebietes
des Sammelbeckens
----- Grenze des durch den Dammgraben ent-
wässerten Oker-Gebietes.



Tägliche Abflussmengen
für das
Wintertal am Herzberger Teiche
und für das
Zuflussgebiet des Hochwassersammelbeckens im Okerthale.

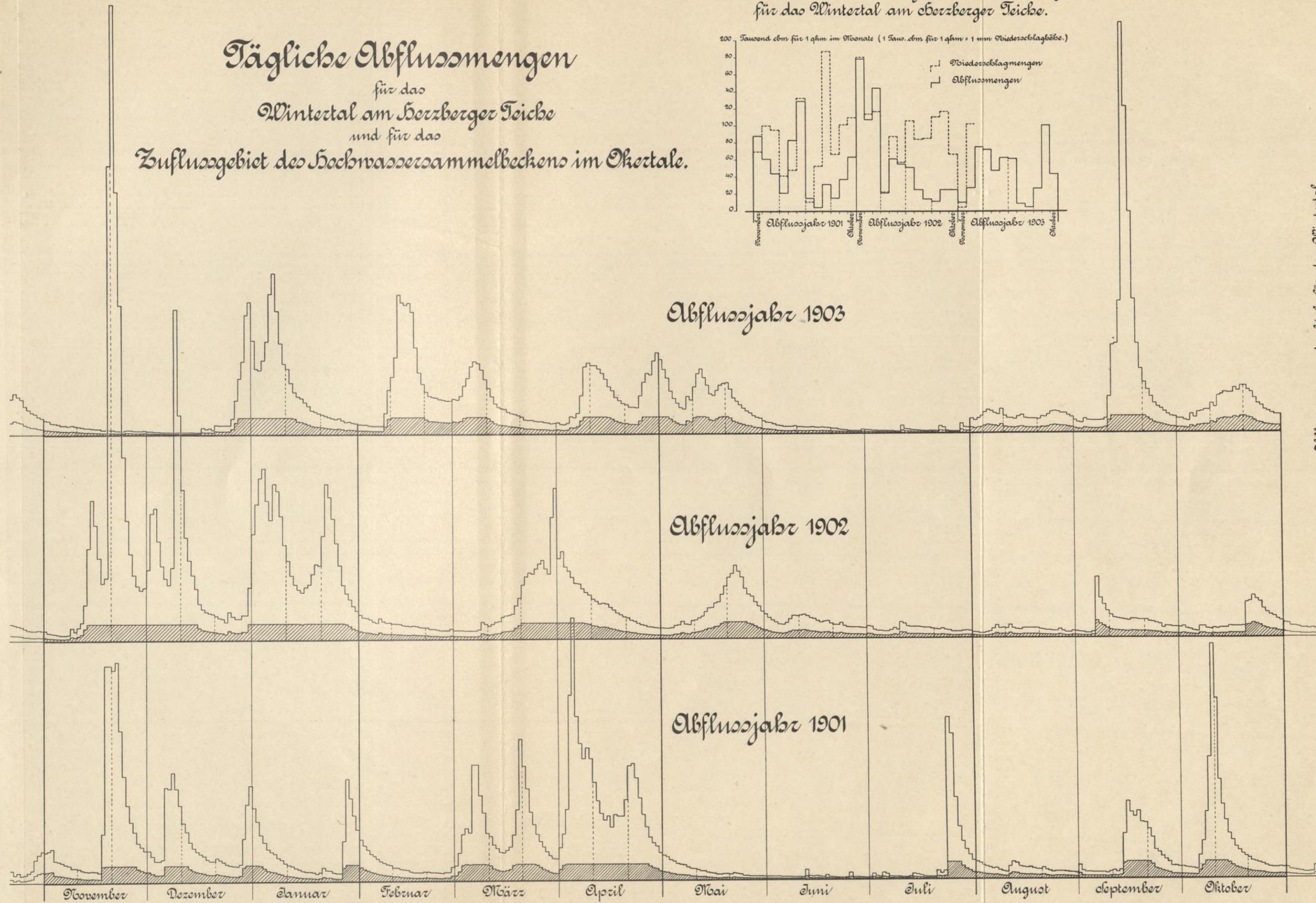
Monatliche Niederschlag- und Abflussmengen
für das Wintertal am Herzberger Teiche.



Abflussmengen in 1/2 Sek für das Wintertal
in Tausend cbm/Tag für das Okerbecken

Abflussmengen in 1/2 Sek für das Wintertal
in Tausend cbm/Tag für das Okerbecken

Abflussmengen in 1/2 Sek für das Wintertal
in Tausend cbm/Tag für das Okerbecken

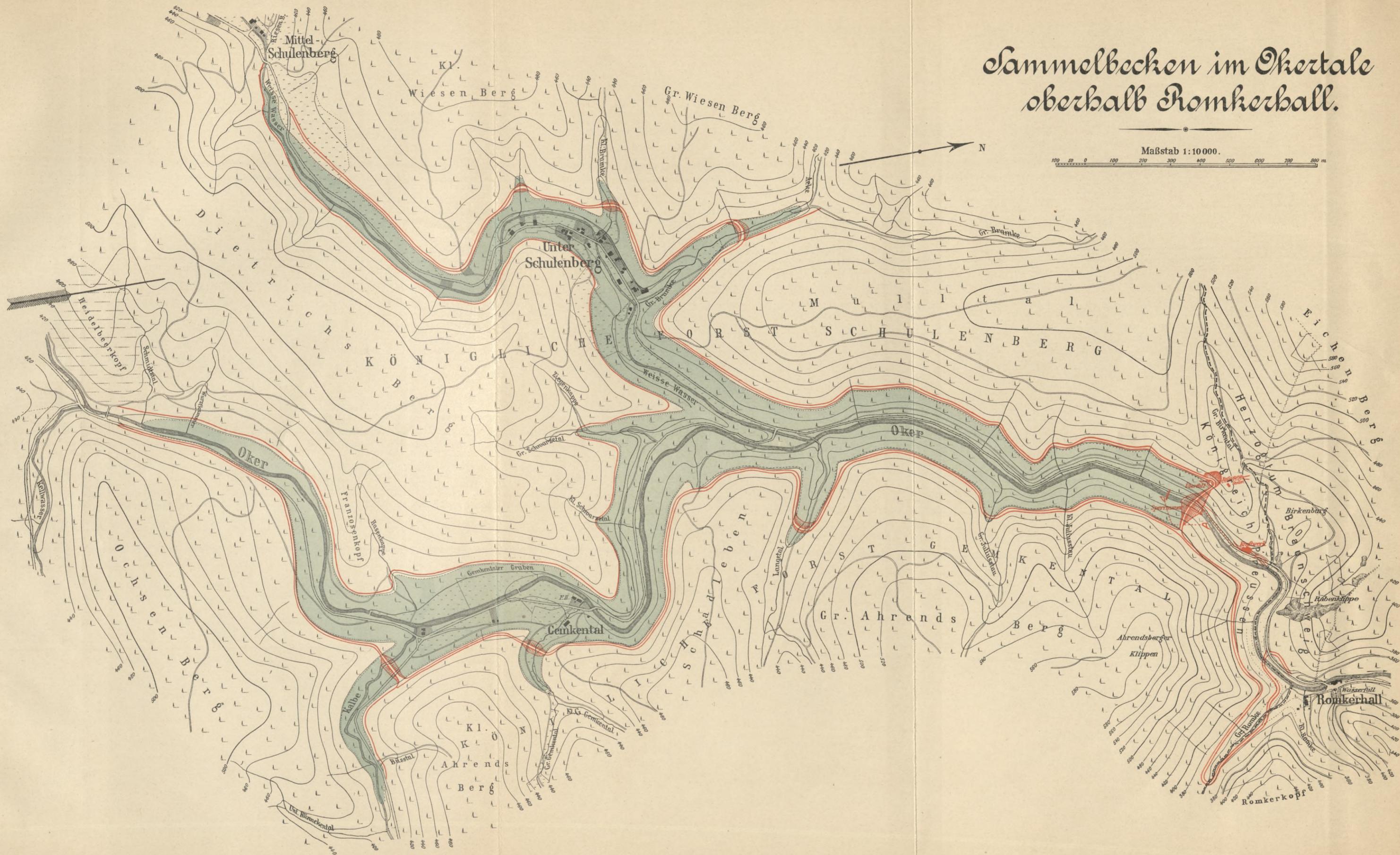


Abflussjahr 1903

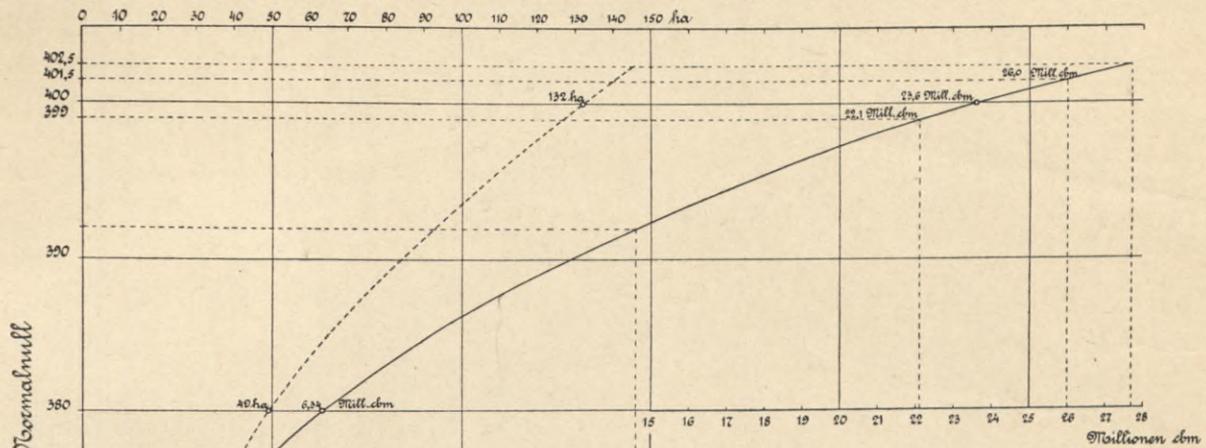
Abflussjahr 1902

Abflussjahr 1901

Sammelbecken im Okerthale oberhalb Romkerball.

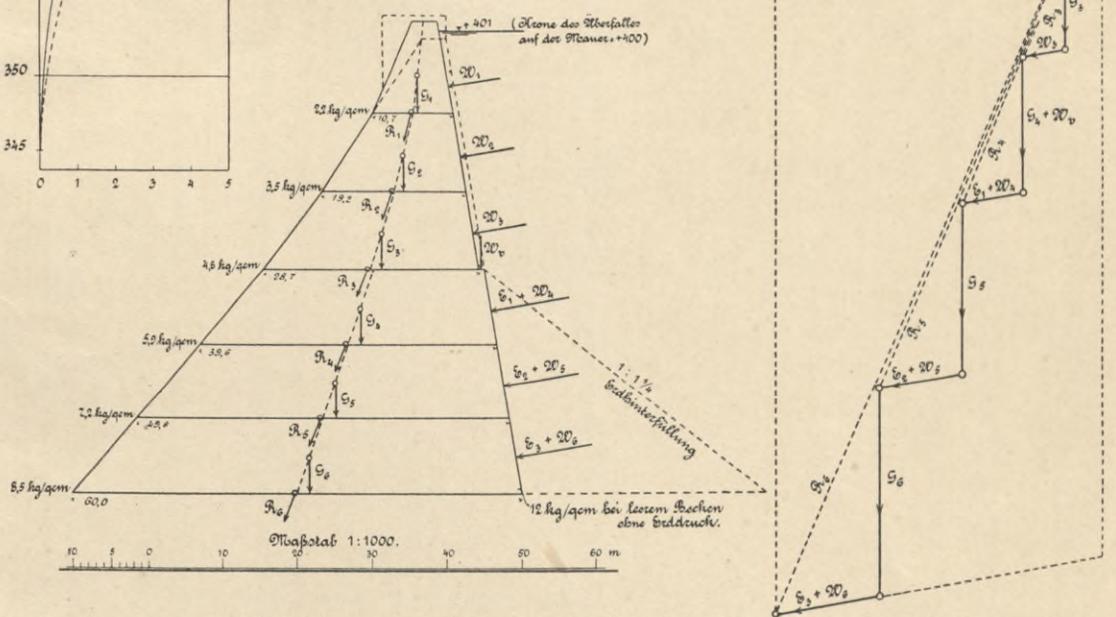


Fassungsraum und überstaute Fläche des Sammelbeckens für verschiedene Staubböden.



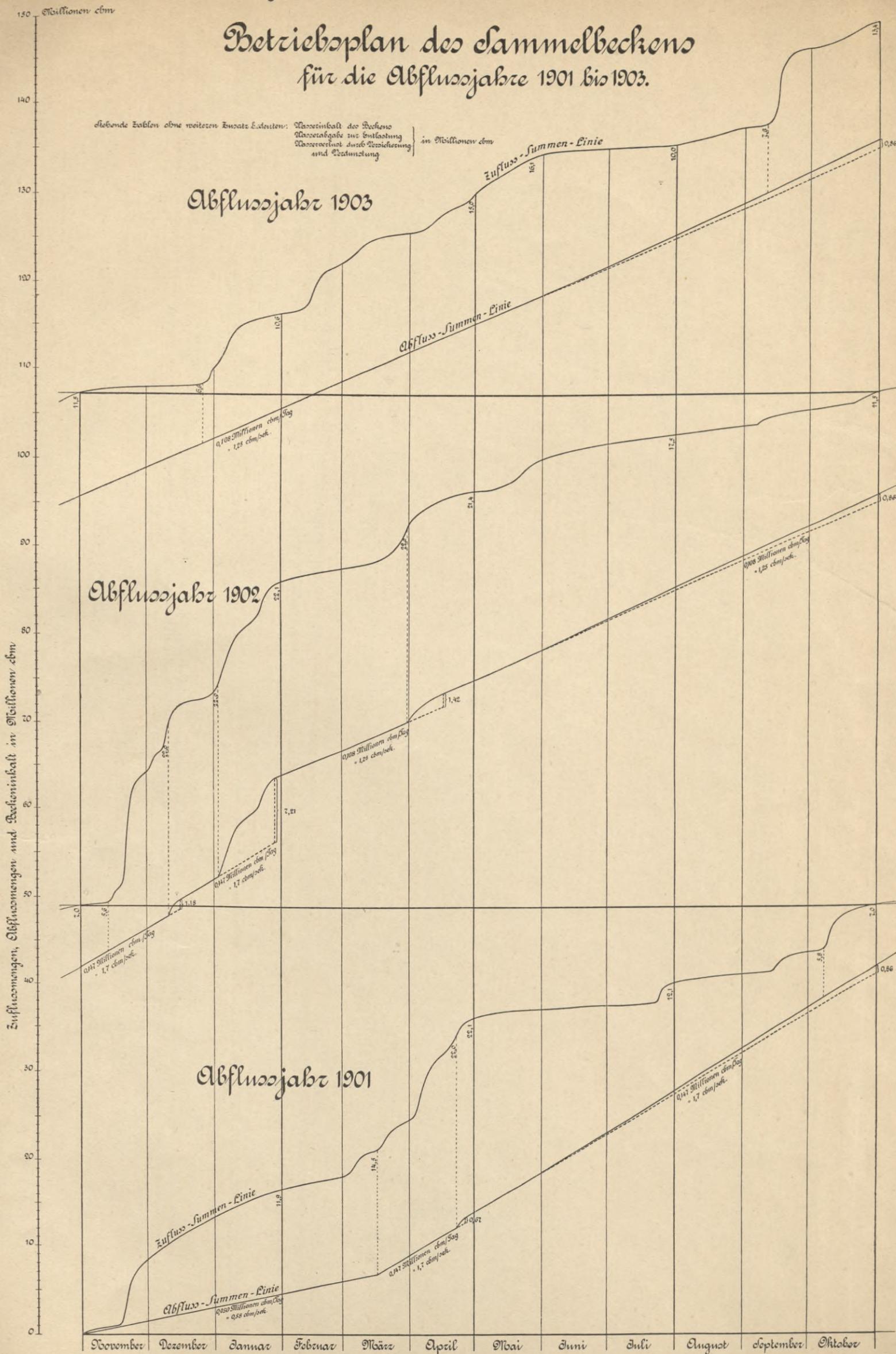
Raumgewicht des Mauerwerks = 2,3 t/cbm
 Kräftemaßstab 0,2 mm = 2,3 t

Querschnittsform der Sperrmauer.
 Angreifende Kräfte und Kantenpressungen.



Betriebsplan des Sammelbeckens für die Abflussjahre 1901 bis 1903.

Siehe die Zahlen ohne weiteren Zusatz bedeuten: Wassereinhalt des Beckens
Abgabe zur Entlastung
Abwasserverlust durch Verdunstung
und Entdunstung in Millionen cbm





Biblioteka PK

J.X.24

/ 1905

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305570