



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305885

x
745

DENKSCHRIFT

UEBER DIE

VERMINDERUNG DER HOCHWASSER-VERHEERUNGEN

IM

FLUSSGEBIET DER STEINLACH

DURCH

ANLAGE VON SAMMELWEIHERN.

VII C 46
16090

BEARBEITET VON DEM K. MINISTERIUM DES INNERN, ABTHEILUNG FÜR STRASSEN- UND WASSERBAU.



MIT 9 BLATT ZEICHNUNGEN UND 4 HOLZSCHNITTEN.

STUTTGART.

W. KOHLHAMMER'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.

1883.

~~Nachtrag~~ *a*

458 673

5.45.
41.

DEKORATION

1871

VEREINIGTE DRUCK-UND VERLAGS-ANSTALT

VERLAGS-ANSTALT DER BROTHERS

1871

ANSTALT VON SAMMELWEIEREN



33443

Druck von W. Kohlhammer in Stuttgart.

Akc. Nr. 2593/50

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	V
I. Beschreibung des Steinlachgebietes	1
1. Geognostische Verhältnisse	1
2. Grösse des Flussgebietes	2
3. Flussnetz	3
4. Längenprofil der Gewässer	3
5. Querprofil der Gewässer	4
6. Meteorologische Beobachtungen	5
7. Wassermengen der Steinlach	8
8. Verhältniss der Regen- und Abflussmengen	10
9. Ueberschwemmungen, Hochwasserbeschädigungen	12
10. Geschiebe	14
11. Verbreitung des Waldes	15
12. Verbreitung der Wiesen	16
13. Wasserwerke	17
II. Berechnung der zur Verminderung der Hochwasser zurückzuhaltenden Wassermengen	18
1. Zweck der Wasserzurückhaltung	18
2. Berechnung der nöthigen Wasserzurückhaltung auf meteorologischer Grundlage	19
3. Berechnung der Fassungsräume der Sammelweiher auf Grund von Wassermessungen	20
III. Ausgeführte Sammelweiher-Anlagen	23
IV. Entwürfe zu einem System von Sammelweiher im Steinlachgebiet	26
1. Grundzüge für die Projektabfassung	26
2. Bauweise der Sammelweiher	28
3. Baukosten	29
4. Wirkungsweise der Sammelweiher	30
5. Erstes Projekt mit 58 Weiher	33
6. Zweites Projekt mit 7 Weiher	36
7. Drittes Projekt mit 3 Weiher	37
8. Viertes Projekt mit 26 Weiher	38
9. Nutzbarmachung der Sammelweiher für Industrie und Landwirtschaft	39
10. Unterhaltungskosten der Sammelweiher	41
11. Rentabilität der Sammelweiher	42
Schlusswort	46

1 qkm = 100 ha.

1 ha = 10 000 qm.

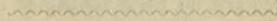
31,5 ha = 100 Morgen württembergisch.

1 cbm = 1 000 Liter.

1 mm Regenhöhe in 24 Stunden = 10 000 Liter per ha = 1 000 cbm per qkm.

1 Tag = 24 Stunden = 86 400 Sekunden.

1 Jahr = 365 Tage = 31 536 000 Sekunden.



V o r w o r t.

Wenn hohe oder langanhaltende Wasseranschwellungen an Flüssen in Folge starken Regenfalles oder raschen Schneeabganges eintreten, so pflegen sowohl die mit Ungestüm zu Thale fließenden Fluthen, als auch die steigenden Grundwasserstände in weitem Umfange Schaden anzurichten: Brücken, Wege, Ufer, Gelände und Gebäude werden beschädigt oder gar zerstört, Erträgnisse des Ackerbaues ganz oder theilweise vernichtet, Werthe mancher Art, selbst Menschenleben, werden zuweilen ein Raub der Fluthen. Unscheinbar, aber nicht minder nachtheilig sind die Wirkungen der plötzlich steigenden Grundwasserstände: sie suchen in die Keller und Erdgeschosse der im Flussgebiete liegenden Gebäude einzudringen, sie zerstören oder schädigen Vorräthe verschiedenster Art, sie bedrohen, wenn die Ueberfluthung während der kälteren Jahreszeit eintritt, häufig die Gesundheit Derjenigen, welche die überschwemmten Gebäude bewohnen, in gleich nachtheiliger Weise, wie direkte Ueberfluthungen durch Hochwasser selbst. Auch ohne eine Statistik über Hochwasserschäden lässt sich mit Sicherheit annehmen, dass die solcher Weise alljährlich zu Grunde gehenden Werthe und die erwachsenden Beschädigungen an dem Eigenthum des Staats, der Gemeinden und Privaten grosse Summen erreichen.

Kleiner, aber nicht unwichtiger ist der Verlust, welcher dem Volkswohl durch anhaltend niedere Wasserstände erwächst. Alsdann sind insbesondere im Bereich der Industrie und der Wasserversorgung, sowie für die Erhaltung der Schifffahrt beträchtliche Aufwendungen zu machen, wenn die Wasserläufe den Motoren die erforderliche Kraft nicht mehr zuzuführen vermögen, wenn die nutzbare Tiefe der floss- und schiffbaren Gewässer so klein wird, dass künstliche Ausräumungen nothwendig werden oder nur kleine Ladungen möglich sind. Auch die Landwirthschaft leidet in solchen Fällen dadurch, dass sie das zur Bewässerung von Wiesen erforderliche Wasser nicht zu erhalten und somit die betreffenden Grundstücke nicht zur vollen Ertragsfähigkeit zu bringen vermag.

Ausserdem ist es eine fast allseitig anerkannte Thatsache, dass sich die Wasserabflussverhältnisse im Laufe der Jahre allmählich in nachtheiliger Weise verändert haben; das Zurückdrängen des Waldes und die Beseitigung der Moos- und Laubdecken desselben, die Umwandlung vieler Wiesen in Ackerflächen, die vielgestaltigen Einrichtungen für rasche Abfuhr der Tagwasser von Aeckern, Wiesen und Waldflächen, die Drainirung sumpfiger Grundstücke, die Beseitigung von Seen und Teichen, endlich die meist auf Abkürzung des Laufes, Einschränkung des Bettes und Beseitigung von seitlichen Verwilderungen abzielenden Korrekturen an Bächen und Flüssen haben dahin zusammengewirkt, dass das auf die Erdoberfläche fallende und theils offen, theils als Quellen-

und Grundwasser den Flüssen zuströmende Wasser seinen Weg rascher als zuvor zurücklegt, dass sich grössere Wassermassen plötzlich zusammendrängen, dass einerseits die Hochwasser an Intensität und Häufigkeit zunehmen und dass andererseits die kleinen Wasserstände an Höhe abnehmen und länger andauern.

Es ist daher wohl begründet, nach den Mitteln Umschau zu halten, mit welchen den bezeichneten Missständen begegnet werden kann.

Was zunächst den Wald, diesen wichtigsten Faktor für die Erhaltung eines geordneten Wasserabflusses betrifft, so ist an eine erhebliche Vergrösserung desselben in Württemberg nicht zu denken, weil die Bewaldungsziffer verhältnissmässig günstig ist und weil die zum Ackerbau erforderlichen Flächen eine Schmälerung nicht zulassen werden. Gegen gemeinschädliche Devastirungen des Waldes sowohl, als auch gegen die übermässige Entziehung der zur Zurückhaltung beträchtlicher Wassermengen geeigneten Moos- und Laubdecken des Waldbodens ist überdies in Württemberg durch die neue Forstgesetzgebung in einer den öffentlichen Interessen vollkommen Rechnung tragenden Weise gesorgt.

In dem Maasse, als sich die Landwirthschaft dem Getreidebau zuwandte und die Milchwirthschaft beschränkte, sind Wiesen, selbst wenn sie in den Ueberschwemmungsgebieten der Flüsse lagen, umgebrochen und als Aecker bebaut worden. Während die Grasnarbe der Wiesen im Stande ist, grosse Wassermengen aufzunehmen und allmählich zum Abfluss oder zur Verdunstung zu bringen, fliessen von Ackergrundstücken, namentlich wenn sie von Furchen nach Linien grössten Gefälles durchzogen sind und wenn der Grund nicht sehr durchlassend ist, die Meteorwasser rasch zum nächsten Sammler ab; dass hiedurch das Anschwellen der höchsten Wasserstände der Flüsse bedeutender und die Quellenbildung beeinträchtigt werden wird, ist unzweifelhaft. Abgesehen hievon erwachsen dem Volkwohlstand in Folge der bezeichneten Kulturveränderungen auch dadurch grosse Verluste, dass bei jedem Hochwasser von den Ackerflächen grosse Mengen des fruchtbarsten Humus abgeschwemmt und fortgetragen werden. So wünschenswerth es wäre, dass in der bezeichneten Richtung eine Aenderung herbeigeführt, dass namentlich in Ueberschwemmungsgebieten Ackerflächen durch Wiesen ersetzt werden möchten, so ist doch kaum zu hoffen, dass Abhilfe ohne erhebliche Beeinträchtigung und Beschränkung des Grundbesitzes durchführbar ist.

Auch gegen die Drainirung von Acker-, Wiesen- und Waldflächen, soweit dieselbe durch die lokalen Verhältnisse geboten und behufs der Steigerung des Ertrags des Bodens nothwendig ist, wird nicht angekämpft werden wollen, dagegen könnte es in vielen Fällen möglich und vortheilhaft sein, an der Stelle der direkten Ableitung des Drainwassers in Bäche und Flüsse eine theilweise Versenkung desselben mittelst Gräben von schwachem Gefäll da zu versuchen, wo der Boden nach Beschaffenheit und Oberflächengestaltung hiezu geeignet erscheint. Ein derartiges Verfahren führt zu dem System der sog. Horizontalgräben, das schon seit langer Zeit an vielen Orten mit gutem Erfolg in Anwendung steht; es werden sich auch in Württemberg Stellen finden lassen, wo das bezeichnete System unschwer ohne grosse Kosten und mit Nutzen für die Wasserwirthschaft eingeführt werden könnte.

Manche wollen auch in der Wiederherstellung der im Laufe der Jahrhunderte beseitigten Seen und Teiche ein Mittel zur Verminderung der Wassersnoth gefunden haben. Wenn man jedoch erwägt, dass es sich hiebei meist um unbedeutende Anlagen und Fassungsräume handelt, die auf den Verlauf der Hochwasser eine nennenswerthe Einwirkung nicht auszuüben vermochten, dass ferner die Tiefe dieser Wasserbehälter meist so gering war, dass Pflanzenwuchs und ebendesshalb gesundheitsschädliche Einwirkungen auf die Umgebung nicht hintangehalten werden konnten, dass endlich mit der Beseitigung der Seen und Teiche meist ein nicht unbedeutender Gewinn an Kulturflächen verbunden war, so wird eine Wiederherstellung der in Rede stehenden Wasserbehälter, von einzelnen Ausnahmefällen abgesehen, nicht als zweckmässig oder wünschenswerth bezeichnet werden können.

Bezüglich der Behandlung der Bach- und Flusskorrekturen wird allerdings eine eingehende Erwägung darüber am Platze sein, ob man in manchen Fällen in Absicht auf möglichste Geradföhrung und Einschränkung der Wasserläufe nicht zu weit gegangen ist. Flüsse mit beweglicher Sohle haben bekanntlich das Bestreben, die Flussrinne zu vertiefen; insolange sich neben dem Fluss-schlauche Gelände befinden, in welchen das Hochwasser die im Thalwege rollenden Geschiebe selbst unterzubringen vermag, treten in der Regel Schwierigkeiten nicht ein, trifft jedoch die erwähnte Voraussetzung nicht zu, so bilden sich, namentlich im unteren Theile des Flusslaufes, Geröllablagerungen, die meist eine Erhöhung der Sohle und in Folge dessen eine Gefährdung der Ufer und der hinter denselben gelegenen Landstriche bewirken. Gelingt es nun auch, die Fortsetzung der Korrektion thalabwärts so weiter zu föhren, dass der Fluss an jeder Stelle die Kraft erhält, die ihm zurollenden Geschiebe weiterzutragen, so ist doch in manchen Fällen die Zunahme der Sohlenvertiefung nicht nur bedrohlich für die Ufer, sie erfordert nicht nur stets neue Aufwendungen zum Schutze derselben, sondern es tritt auch die weitere Gefahr hinzu, dass sich der Grundwasserstand in den hinter den Ufern gelegenen Geländen in einer für die landwirthschaftliche Benützung derselben unerwünschten Weise senkt. In solchen Fällen wird entweder mittelst Befestigung der Sohle des Flusses durch Schwellen, Wehre und dergl. oder, falls dies nicht thunlich, durch entsprechende und ausgedehnte Bewässerung Abhilfe zu treffen sein. Korrekturen, bei welchen in Folge der Abschneidung von Flusswindungen unter Annahme möglichst gerader Richtungslinien eine beträchtliche Verkürzung des ursprünglichen Laufes eingetreten ist, senden die Hochwasser zwar weit rascher zu Thal, als zuvor, sie häufen aber auch ebendeshalb im unteren Lauf des Flusses die Hochwasserwellen zuweilen derart, dass hier erhebliche Missstände auftreten. Man wird daher von der Herstellung allzulanger gerader Linien, von der Abschneidung zu vieler Flusskrümmungen, von übermässiger Einschränkung des Flussbettes besser Umgang nehmen und vielmehr die Regulirung eines Gewässers unter thunlichster Anschmiegunq an dessen alten Bestand nur soweit ausdehnen, als dies absolut erforderlich ist.

Eine wesentliche Veränderung des Charakters eines Gewässers bezüglich der von ihm abzuföhrnden Wassermengen kann selbstverständlich durch Korrektion und Befestigung seines Laufes nicht herbeigeföhrt werden.

In neuerer Zeit ist nun unter Hinweisung auf Ausföhrungen in Frankreich und England der Vorschlag gemacht worden, es möge mittelst Anlage von Sammelweihern eine Regulirung des Wasserabflusses in der Art bewirkt werden, dass die Hochwassermengen vermindert und die Niedermwassermengen vermehrt, dass überhaupt ein möglichst gleichmässiger Abfluss in den Gewässern hergestellt werde.

Hiebei glaubte man hoffen zu dürfen, es werden die bisherigen Hochwasserbeschädigungen beseitigt, und es werde mittelst Zurückhaltung der zuvor nur mit zerstörender Wirkung abfliessenden Hochwassermengen die Möglichkeit geschaffen werden können, Wasser in ausgiebiger Weise für die Industrie und Landwirthschaft zur Verwendung zu bringen.

Dieser Gedanke ist an sich vollkommen berechtigt, denn das vorgeschlagene Verfahren wäre geeignet, den mit den Hochwasseranschwellungen im Allgemeinen verbundenen Nachtheilen in wirksamster Weise zu begegnen, allein es musste fraglich erscheinen, ob die praktische Durchföhrung des Gedankens möglich und ob der hiebei erwachsende Aufwand nicht so hoch sein werde, dass der erzielte Gewinn nicht in entsprechendem Verhältniss zu den aufgewendeten Kosten stehen würde. Hierüber konnte nur die technische Untersuchung eines geeigneten Objektes Aufschluss geben, und als solches empfahl sich das Gebiet der bei Tübingen in den Neckar mündenden Steinlach deshalb, weil an diesem Gewässer seit einer Reihe von Jahrzehnten fortgesetzte Uferbeschädigungen und

Verwilderungen des Laufes mit grossem Aufwand, welcher schwer auf den hievon betroffenen Gemeinden lastet, zu bekämpfen sind.

Nachdem die Stände Württembergs eine von dem Ministerium des Innern in dem Etat des Flussbaufonds eingebrachte Exigenz von 3 000 *M* für Fertigung eines Planes über die Verminderung der Hochwasserverheerungen an der Steinlach mittelst Anlegung von Sammelweihern genehmigt hatten, liess die Ministerialabtheilung für den Strassen- und Wasserbau im Laufe des Jahres 1881 unter der Leitung des Oberbauraths Leibbrand durch den der Strassenbauinspektion Reutlingen zugetheilten Baumeister Fleischhauer die erforderlichen Erhebungen an Ort und Stelle vornehmen. Dabei wurde namentlich versucht, theils in der Steinlach selbst, theils in ihren Zuflüssen an geeigneten Stellen Einrichtungen zur Wasserzurückhaltung in solcher Grösse zu entwerfen, dass die Unregelmässigkeiten im Wasserabfluss der Steinlach möglichst ausgeglichen würden.

Das Ergebniss der gepflogenen Untersuchungen ist in Nachstehendem niedergelegt und, obgleich dieselben nicht dazu geführt haben, die Ausführung des geplanten Netzes von Sammelweihern als zweckdienlich und empfehlenswerth erscheinen zu lassen, so vermag doch vielleicht die vorliegende Arbeit einiges zur Klärung der sich widerstreitenden Ansichten in der Frage über die Verbesserung der Wasserabflussverhältnisse vermittelt der Anlage von Sammelweihern beizutragen.

I.

Beschreibung des Steinlachgebietes.

1. Geognostische Verhältnisse.

Vergl. Tafel II.

Die Hauptmasse des ganzen Gebiets nimmt die Juraformation ein.

Nur an den Ausläufern des Steinlachthales in das Neckarthal tritt noch die **Keuperformation** auf. Die bunten Mergel derselben begrenzen den untersten Theil der Thalgehänge vom Bläsibad ab; hart unterhalb Dusslingen treten die Stubensandsteine als Felsenschwellen in der Sohle der Steinlach zu Tage, sie setzen sich mit Unterbrechungen fort bis zur Einmündung des Ehrenbaches, im Thale des letzteren selbst, sowie im Ransbach werden die Gehänge durch rothe, bis zu 23 m mächtige Schieferletten gebildet, die wegen ihrer Neigung zu Rutschungen gefürchtet und daher bei Bauanlagen mit Vorsicht zu behandeln sind.

Der **Lias**, das unterste Glied der Juraformation, setzt in der Regel mit scharfem Rande gegen die Keuperformation ab, sein Liegendes ist im unteren Theile des Steinlachgebietes durch reichliche, in der Tiefe einsamer Klingen entspringende Quellen bezeichnet. Der Arietenkalk mit auflagernden sandigen Mergeln, Malmstein und Nagelkalk ist auf grosse Länge im Steinlachbett von Dusslingen bis Offerdingen freigelegt, im ersteren Orte merkwürdige Treppen bildend; hierauf folgen einförmige Schieferletten von grosser Mächtigkeit, welche die Vegetation nicht leicht aufkommen lassen, alsdann reihen sich 6—7 m mächtige aschgraue Mergelkalke (Numismalmergel) an, die feste Punkte in der Sohle der Gewässer bilden, weil sie der Zerstörung kräftigeren Widerstand entgegensetzen, als die folgenden schwarzen Amaltheenthone. Nun kommen die ca. 10—12 m mächtigen Etagen der Posidonienschiefer, sie bilden feste Schwellen im Bette der Steinlachgewässer: an der Steinlachmühle zwischen Mössingen und Offerdingen, an der Wiesaz unterhalb Gomaringen stürzen sich die Wasser in mächtigen Fällen über die kompakten Schiefer hinab; auch im Charakter des Terrains kommen dieselben zum Ausdruck, sie bilden eine große, weithin erkennbare Vorebene am Fuße der Gehänge des braunen Jura. Die grauen Jurensismergel schliessen im Wechsel mit harten Steinbänken den Lias ab.

Der nun folgende **braune Jura** steigt in meist bewaldeten Gehängen plötzlich bis zu 140 m an, er bildet den erhabenen Sockel, auf dem sich der Steilrand der Alb aufthürmt. Die Opalinusthone, 80—90 m mächtig, sind dunkle Thongebilde, sie stehen in steilen Wänden an, verwittern

leicht und sind wasserdurchlassend, an Stellen, wo sich die Gewässer über sie ergiessen, sind sie starken Ausspülungen unterworfen; die nun folgenden harten Kalkmergel und Thoneisensteinbänke widerstehen dem Angriff der Gewässer besser, sie ergeben daher wieder feste Schwellen und sind, da in der Höhe derselben auch reichliche Wasser zufließen, an manchen Orten der Anlass zur Bildung von Wasserfällen. Die sich anreihenden blauen Kalke bilden eine kleine, aber gewöhnlich deutlich ausgeprägte Hochfläche, auf welcher sich in der Form vielgestalteter niederer Vorhügel die grauen zerfallenden Mergelkalke, die mageren, dunkel gefärbten Parkinsonithone und die fetten, wasserhaltenden Ornatenthone erheben; in diesem Horizonte befindet sich die stärkste Neigung zu Bergbewegungen, die grossartigen Rutschungen ganzer Berggehänge am Schönberg und nördlich vom Farrenberg geben hievon Zeugnis und nur mit grösster Vorsicht könnte in dieser Etage gebaut werden.

Der folgende **weisse Jura** enthält am reichlichsten Wasser, in ihm liegen die Quellen der Steinlach und die meisten ihrer Zubringer. Zu unterst lagern mächtige, aschgraue Impressathone, auf welchen die Quellen an dem Albrande herabströmen, auf ihnen baut sich in steiler Wand mauerartig die Etage der wohlgeschichteten Kalkbänke auf, die wesentlich den Steilrand der Alb bilden; in diesem Hange entspringen die Quellen der Steinlach oberhalb Thalheim. Auch die folgenden Schichten der Schwammfelsen, die in 100 m hohen Bergen bestimmt und scharf begrenzt auf der Ebene der wohlgeschichteten Kalkbänke aufsetzen, sind reich an Quellen: in dieser Höhe entspringt der Seebach bei der ehemaligen Willmandinger Mühle, der Oeschenbach am Rinderberg, die Wiesaz bei Genkingen und deren zweiter Arm am Gielsberg. Obgleich die Schichten des Jura in südöstlicher Richtung etwa mit 1% fallen, so gibt doch der ausserordentliche Quellenreichtum am Rande des weissen Jura davon Zeugnis, dass ein grosser Theil des auf das Albplateau fallenden Wassers durch die das Gestein durchsetzenden Klüfte seinen Weg bis zu undurchlassenden und in Folge lokaler Störungen gegen das Becken der Steinlach geneigten Schichten in diese findet.

In Betreff der Ackerböden ist zu bemerken, dass in der Keuperformation die mit Sand gemischten Thone sehr geschätzt sind; den weissen Sandstein decken meist sehr magere Böden, daher sie an Oeden anzutreffen sind; die darüber folgenden rothen Böden sind sehr schwer und undurchlässig. Auch der Lias hat in seiner unteren Abtheilung sehr schwere raue Böden, nur auf dem Posidonienschiefer lagert schöne lockere Gartenerde, höher hinauf folgen graue thonige Böden, die nass und kalt sind. Im unteren braunen Jura finden sich sehr schwere Böden, in der Höhe der blauen Kalkbänke werden jedoch viele schöne, eisenschüssige Felder angetroffen. Die Mergelkalke des mittleren braunen Jura sind rau und mager, auf den Ornatenthonen werden die Böden meist nur durch den Hinzutritt der Trümmer und des Schuttes des weissen Jura besser. Die Impressamer gel des weissen Jura bilden meist Waldgehänge und die höher liegenden Schichten sind bis zum Plateau steinig, nahezu ohne Humus.

Auf der Sohle der Thäler, insbesondere in den weiten Ebenen von Oeschingen und Gomaringen und im unteren Steinlachthale bei Derendingen lagern die Trümmer der Jurageschiebe in wechselnder Mächtigkeit bis zu 9 m Tiefe. Im Wiesazthale und theilweise auch an der oberen Steinlach bei Thalheim haben sich mächtige Ablagerungen porösen Kalktuffes gebildet.

2. Grösse des Flussgebiets.

Das **Niederschlagsgebiet der Steinlach** hat nach der hydrographischen Karte Württembergs eine Ausdehnung von 147,76 qkm; die Bestimmung der Wasserscheiden entlang des Randes des Albplateaus, wo es die vielen Trockenthäler zweifelhaft erscheinen lassen, ob das Wasser dem Rhein oder der Donau zufließt, ist indessen schwierig, es wurden daher nur diejenigen Flächen des Alb-

plateaus als zum Regengebiet der Steinlach gehörig bezeichnet, von welchen das Wasser unzweifelhaft der letzteren zufließt; da ferner die im Nachstehenden gegebenen Rechnungen sich hauptsächlich auf die beim Waldhörnle, Markung Derendingen, eingerichtete Beobachtungsstation der Pegelstände beziehen, so war das Niederschlagsgebiet nur bis zu dieser Stelle massgebend; das zugehörige Flussgebiet beträgt 138 qkm oder 13 800 ha.

3. Flussnetz.

Vergl. Tafel I.

Die Verästelung der Steinlach ist eine sehr entwickelte, der ausserordentlichen Vielgestaltigkeit des Terrains entsprechend.

Die Gesamtlänge sämtlicher Wasserläufe im Steinlachgebiet beträgt 125 km.

Der Hauptfluss, die **Steinlach** entspringt oberhalb Thalheim an dem Steilabfall der Alb, 743 m über dem Meer, und fließt vornehmlich in nördlicher Richtung bis zu ihrer 315 m über dem Meer gelegenen Einmündung in den Neckar bei Tübingen, sie besitzt hienach im Ganzen einen Fall von 428 m auf eine Länge von 26,5 km.

Die Hauptzuflüsse sind:

Der **Weierbach**, der am Dreifürstenstein in 842 m ü. d. M. entspringt und sich nach 4,1 km langem Lauf 559 m ü. d. M. unterhalb Thalheim in die Steinlach ergießt.

Der **Oeschenbach**, 8 km lang, entspringt 777 m ü. d. M. und vereinigt sich 483 m ü. d. M. unterhalb Oeschingen mit der Steinlach, ferner

Der **Oehrbach**, 6,3 km lang, entspringt 640 m ü. d. M. und fließt oberhalb Offerdingen bei 426 m ü. d. M. in die Steinlach; unmittelbar oberhalb dieser Einmündungsstelle ergießt sich:

Der **Danbach** in den Oehrbach, der 676 m ü. d. M. in Hechingen'schem Gebiet entspringt und einen Lauf von 8,2 km hat.

Der **Opisgraben**, der sich bei Dusslingen in die Steinlach ergießt, entspringt 450 m ü. d. M.; hat einen 6,1 km langen Lauf und endet bei 374 m ü. d. M.

Der wichtigste Zufluss ist jedoch die **Wiesaz**, sie hat ein Regengebiet von 3 876 ha oder 28 % der gesamten Fläche des Steinlachgebietes, entspringt unweit Genkingen in einer Höhe von 770 m ü. d. M. und vereinigt sich nach einem Lauf von 16,6 km in 360 m Höhe ü. d. M. unterhalb Dusslingen mit der Steinlach.

Der letzte bedeutendere Zufluss ist der **Ehrenbach**, er entspringt 510 m ü. d. M. und fließt nach 6,7 km langem Lauf oberhalb des Bläsibades 342 m ü. d. M. in die Steinlach.

4. Längenprofil der Gewässer.

Vergl. Tafel VII.

Die Steinlach und ihre wichtigeren Zuflüsse entspringen sonach sämtlich am Steilrand der Alb; dementsprechend zeigen die Längenprofile der Gewässer ausserordentlich verschiedene und bedeutende Gefälle; die Wasser stürzen von ihrem Ursprung durch tief und scharf eingeschnittene Klingen mit Gefällen bis zu 30 % nieder; da, wo sich die meist kurze Klinge mit dem Thale vereinigt, ermässigt sich das Gefälle allmählich bis zu dem normalen Sohlongefälle der Thalrinne.

Der Hauptfluss der Steinlach fällt z. B. von seiner im Waldesdickicht verborgenen Quelle in einer in die unteren Schichten des weissen Jura scharf eingeschnittenen Terrainfalte mit 23 % zu Thale, unweit der Quelle haben im Laufe der Jahrhunderte die kalkhaltigen Wasser des Baches

mächtige Kalktufflagen gebildet und auf ihnen ermässigt sich das Gefälle sofort auf 8,4 ‰. Nach der Vereinigung der Steinlach mit dem von Willmandingen her fliessenden Wildwasser tritt eine weitere Ermässigung des Sohlengefälles auf 4–5 ‰ ein; in dem Maasse, als sich weitere Zuflüsse mit der Steinlach vereinigen, ermässigt sich nun auch das Sohlengefälle; bei der Einmündung des starken Oeschenbaches sind nur noch 1,7 ‰, bei derjenigen des Oehr- und Danbaches nur noch 0,7 ‰ vorhanden; dieses Gefälle bleibt bis zum Einfluss der Steinlach in den Neckar bestehen, es erleidet kleine Aenderungen auf kurze Strecken nur da, wo widerstandsfähige Felsschichten in der Flusssohle auftreten, die dem Bestreben der Gewässer, sich mehr und mehr in die Sohle einzugraben, grösseren Widerstand zu leisten vermögen, als ihre Umgebung; in solchen Fällen bilden sich Felsenschwellen oder Wasserfälle, unterhalb welcher das Gefälle des Flusses auf kurze Strecken erst grösser und hernach wieder kleiner wird, als das Durchschnittsgefälle.

In ähnlicher Weise, wie das Längenprofil der Steinlach, sind auch diejenigen der Nebenflüsse gestaltet.

Der Weiberbach hat in seinem oberen Laufe 15 ‰, im unteren 2,5 ‰ Gefälle und vereinigt sich an einer Stelle mit dem Hauptflusse, an welcher dieser nur 1,5 ‰ Gefälle besitzt. Der Oeschenbach besitzt im oberen Laufe 9 ‰, im unteren 2,6 ‰ Gefälle und trifft bei nur 0,9 ‰ Gefälle in die Steinlach. Der Oehrbach stürzt mit 21 ‰ von seiner Quelle herab, er hat an seiner Einmündung in die Steinlach verglichen, 1,0 ‰ letztere selbst nur 0,7 ‰ Gefälle. Unweit davon fliesst auch der Danbach, welcher mit 31,5 ‰ von dem Albrande herabfällt, mit 1,3 ‰ in die Steinlach. Der Opigraben, dessen Quellengebiet nur in den Vorbergen des Fürstberges liegt, zeigt mässiger Gefälle; er fällt verglichen mit nur 3 ‰ und vereinigt sich mit der Steinlach in einem Gefälle von 0,7 ‰. Die Wiesaz und ihre höchstgelegenen Zubringer zeigen zuerst Gefälle von 10 ‰, entlang der gewaltigen Tufflager bei Gönningen bildet sie eine Reihe von Wasserfällen, um von da ab mit Gefällen von 1,0–1,7 ‰ ihren Weg weiter zu verfolgen, 2 km oberhalb der Einmündung in die Steinlach ermässigt sich jedoch das Gefälle der Wiesazsohle auf nur 0,2 ‰, während der Hauptfluss an der Vereinigungsstelle 0,7 ‰ aufweist, hier hat also das von festen Keupersandsteinbänken durchsetzte Bett der Steinlach dem Bestreben der Wiesaz, sich noch weiter zu vertiefen, ein Ziel gesetzt. Der Ehrenbach endlich hat an seinem Ursprung 17 ‰, in seinem unteren Lauf 1,8 ‰ Gefälle und vereinigt sich mit einem Steinlachgefälle von 0,6 ‰.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass die wichtigeren Zuflüsse der Steinlach grössere Gefälle anweisen als der Hauptfluss selbst an den entsprechenden Stellen. Das Gleiche ist auch und zwar in erhöhtem Maasse bei den kleinen Zubringern der Steinlach der Fall. Hiedurch ist erklärlich, dass die Anschwellungen der Seitenflüsse rascher zu Thale fliessen, als diejenigen der Steinlach selbst, dass also die in der letzteren durch die Zuflüsse hervorgerufenen Wasseranschwellungen denjenigen des Hauptflusses voranzueilen pflegen; es setzt ein derartiger Wasserabfluss jedoch voraus, dass der meteorische Niederschlag gleichmässig im ganzen Steinlachgebiete erfolge; ist dies nicht der Fall, so werden grössere Anschwellungen in den Zonen des starken Regen- oder Schneeabganges eintreten und kann hiedurch das oben angedeutete regelmässige Voreilen der Wasserwellen der Zuflüsse erheblich und in manchfachster Weise gestört und verändert werden.

5. Querprofil der Gewässer.

Vergl. Tafel VII.

Die Steinlach und ihre Zuflüsse haben sich ihr Bett beinahe überall in scharfer, tiefeingeschnittener Profilform in die flache Thalsole so eingegraben, dass auf die weitaus grösste Länge ein Austritt des Wassers bei starken Anschwellungen nicht erfolgt.

Mit Ausnahme der Strecke von Ofterdingen bis Derendingen, welche nahezu jedes natürlichen oder künstlichen Uferschutzes entbehrt und daher auch die beträchtlichsten Verwilderungen zeigt, sind die Ufer der Gewässer meist mit einer kräftigen Vegetation, bestehend aus Buchen, Erlen- und Weidengebüsch gesichert.

Auf den Markungen Tübingen und Derendingen hat der Fluss in Folge der daselbst vorgenommenen Korrekturen neben dem für Nieder- und Mittelwasser bestimmten 10 m breiten und 0,9 m tiefen Bette beiderseits 4—5 m breite Vorländer mit Dämmen, welche über Hochwasser reichen, erhalten.

6. Meteorologische Beobachtungen.

Im Gebiete der Steinlach befindet sich keine meteorologische Station, man war daher bei den vorliegenden Untersuchungen auf die seit dem Jahre 1866 in Thätigkeit stehende Station auf dem Bahnhof Tübingen angewiesen. Notizen über diejenigen Niederschläge, welche die höchsten bekannten Hochwasser der Jahre 1824, 1851 und 1852 bewirkt haben, waren also überhaupt nicht erhältlich.

Es beträgt die durchschnittliche jährliche Regenhöhe als:

11jähriges Mittel aus den Jahren 1870—1880 . . .	718,6 mm
5 " " " " " " 1876—1880 . . .	815,4 mm

Im Einzelnen wurde während der letztgenannten fünf Jahre beobachtet:

Jahrgang.	Jährlicher Gesamt- niederschlag.	Mittlerer Tages- niederschlag.	Grösster Tages- niederschlag.
	mm	mm	mm
1876	883	2,42	57
1877	812	2,20	26
1878	809	2,20	51
1879	794	2,17	23
1880	799	2,19	46

In Tafel VIII sind die täglichen Regenhöhen der Jahre 1876—80 graphisch dargestellt und es ist hieraus ohne Weiteres zu ersehen, dass während der genannten Periode die grösste Regenmenge vom 7. bis 17. Juni 1876 niederging, es folgten mit ein- bis zweitägigen Unterbrechungen vier höhere Tagesniederschläge von 36, 53, 53 und 28 mm, so dass sich in 10 Tagen eine gesammte Regenmenge von 310 mm oder 35% des ganzen Jahresniederschlags ergab; es ist deshalb auch erklärlich, dass jene Regenfälle die höchsten Anschwellungen der Steinlach und die grössten Wasserabflussmengen erzeugten, welche in neuester Zeit beobachtet worden sind.

Auch das so regenreiche Jahr 1882 zeigt nur grösste tägliche Regenfälle von 55,8 mm, also weniger als das Maximum von 1876, auch kommt keine Regenperiode des erstgenannten Jahres derjenigen vom 7.—17. Juni 1876 gleich.

Es ist zunächst fraglich, ob die an der Station Tübingen gemachten Aufzeichnungen über Regenfälle für das im Mittel fast 200 m höher gelegene Gebiet der Steinlach Giltigkeit haben können. Man nimmt nun an, dass der Niederschlag mit der Meereshöhe wachse, auch gibt Belgrand¹⁾

¹⁾ Victor Fournié: Notice sur les progrès récents de la Météorologie et observations 1869 S. 48.

das Maass dieser Zunahme auf je 100 m Höhendifferenz zu 90 mm an, es wäre sonach die jährliche Regenmenge im Steinlachgebiet um 180 mm höher, als in Tübingen; wird von dem mittleren Jahresniederschlag von 1870—1880 mit 718,6 mm ausgegangen, so würde derjenige des Steinlachgebietes 898 mm oder rund 900 mm betragen. Mit Rücksicht darauf jedoch, dass neuerdings die Richtigkeit der von Belgrand angegebenen Proportionalität der Zunahme der Regenmenge mit der Meereshöhe bestritten wird, könnte das auf vorstehende Weise gefundene Jahresmittel für das Steinlachgebiet möglicherweise als zu hoch bezeichnet werden dürfen. J. van Bebler²⁾ gibt auch die durchschnittliche jährliche Regenhöhe für Süddeutschland nur zu 825 mm an.

Von Bedeutung sind für die Behandlung der vorliegenden Fragen die grössten vorkommenden Tagesniederschläge überhaupt. Der grösste in Tübingen von 1866 bis heute beobachtete Regenfall erfolgte am 10. August 1870 mit 77 mm = $8,9 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$, es ist dies jedoch keineswegs der grösste unter ähnlichen Verhältnissen überhaupt vorgekommene tägliche Regenfall; denn in Kirchheim u. T. fielen am 31. Mai 1868 113 mm = $13,1 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$, in Stuttgart am 25. September 1824 82,3 mm = $9,5 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$.

Auch anderwärts sind weit höhere Tagesniederschläge beobachtet worden. Josef Riedel³⁾ gibt für das Gebiet der 27,1 bis 31,8% Bewaldung und 1020 mm Jahresniederschlag aufweisenden Ostraviza, während der Zeit vom 1.—5. August 1880 das tägliche Maximum zu 200 mm = $23,2 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ beobachtet in Roznau, an.

William Humber⁴⁾ gibt für 800 mm Jahresniederschlag das Maximum der täglichen Regenmenge zu 104 mm = $12,1 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ an.

Die Regen vom 10.—12. Juni 1876, welche die großen Verheerungen in der Schweiz⁵⁾ verursacht haben, zeichnen sich — gleichwie in Württemberg — weniger durch hervorragende Intensität, als durch lange Dauer aus; sie betragen:

in drei Tagen in St. Gallen	314 mm =	$12,1 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$
Winterthur	305 „ =	11,7 „
Zürich	272 „ =	10,5 „

Der stärkste Tagesniederschlag wurde beobachtet am 11. Juni 1876

in Rorschach	188 mm =	$22 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$
Zürich	171 „ =	20 „

Im Wiengebiet ist die grösste Regenmenge in 24 Stunden am 11. Mai 1881 zu 150—220 mm oder $17,4—35,2 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$, am 28.—30. Juli 1881 täglich zu 138—195 mm = $16,0—22,6 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ beobachtet worden⁶⁾.

M. Jollois⁷⁾ gibt für die obere Loire an, daß das grösste Hochwasser durch einen anhaltenden Regen vom 22.—25. September 1866 mit 139 mm = $16,1 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ täglichem Regenmaximum erzeugt worden sei.

Am 8. Oktober 1878 gieng daselbst ein Gewitter mit 172 mm täglicher Regenmenge = $19,9 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ nieder und erzeugte eine rasch verlaufende Hochfluth.

Am 18.—20. Oktober 1872 erzeugte ein allgemeiner Regen im ganzen Loiregebiet ein Hochwasser, dabei war das Mittel der täglichen Regenhöhen 113,6 mm = $13,2 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$, das tägliche Maximum überhaupt 270 mm = $31,3 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$, während die mittlere Jahresregenmenge 648—989 mm beträgt.

²⁾ J. van Bebler, die Regenverhältnisse Deutschlands 1877 S. 50.

³⁾ Josef Riedel, die Wasserverhältnisse in Schlesien.

⁴⁾ William Humber, water supply of cities and towns, S. 39.

⁵⁾ Bürkli-Ziegler, Grösste Abflussmengen in städtischen Abzugskanälen, S. 11.

⁶⁾ Bericht an den Gemeinderath der Stadt Wien über die Wienflussregulirungen. 1882.

⁷⁾ Les crues de la Loire supérieure (Annales des ponts et chaussées 1881).

Nach Dr. Hermann Ziemer⁸⁾ sollen für Deutschland als Tagesmaximum 100 mm = $11,6 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ angenommen werden können.

Beobachtungen darüber, wie sich die stärksten Regenfälle in dem ganzen Gebiet der Steinlach zu vertheilen pflegen, fehlen und doch sind in der Regel bei lang anhaltendem sowohl, als bei starkem Regen von kurzer Dauer die Intensitäten des Regens nicht gleich.

In dem 218,8 qkm grossen Gebiete des Wienflusses bei Wien wurde beispielsweise durch eine Reihe von Beobachtungsstationen für die heftigen Regen vom 11. bis 15. Mai 1881 ein Schwanken der Regenmengen in der Weise beobachtet, dass im Centrum des stärksten Regenfalles die tägliche Regenmenge 110% und am Rande der schwächsten Regenzone nur 74% des mittleren täglichen Niederschlags betrug⁹⁾.

Andererseits gibt Harlacher¹⁰⁾ an, dass sich die Wolkenbrüche vom 25. und 26. Mai 1880 in Böhmen im Gebiete der Beraun und Eger über 3000 qkm und zwar im ersteren über 2500, im letzteren über 500 qkm erstreckt haben.

Es hindert also Nichts, anzunehmen, dass auch das ganze Gebiet der Steinlach von einem Wolkenbruche betroffen werden kann.

Ferner fehlen Anhaltspunkte über die Intensität und Dauer der stärksten Regenfälle. Die Höhe der Wasseranschwellungen eines Flusses ist jedoch weniger von der täglichen Regenhöhe als von der Menge der in kürzerer Zeit niederfallenden Wassermassen, von der Intensität des Regens abhängig. Es ist meist ein ausserordentlich hoher, über den mittleren Stundenniederschlag weit hinausgehender, verhältnissmässig nur kurze Zeit dauernder Niederschlag, der bei gleichem Gefälle dem Wasserlauf um so rascher zufliesst, je höher die abfliessende Wasserschicht ist; ein vorangegangener oder gleichzeitiger Landregen wird daher den Effekt eines Wolkenbruches noch erheblich zu steigern vermögen. Im Steinlachgebiete fehlen Beobachtungen hierüber, man hat sich daher wieder nach anderweitigen Erfahrungen umzusehen.

Seit Frühjahr 1877 ist auf der Sternwarte in Zürich ein selbstregistrierender Regenmesser aufgestellt; der am 3. Juni 1878 beobachtete Regenfall, welcher grosse Verheerungen in der Umgebung von Zürich verursachte, besass eine Tageshöhe von 120 mm; dabei wurde beobachtet: als durchschnittliche Intensität des Regenfalles $103 \text{ mm} = 26,5 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$, die länger andauernde stärkere Intensität zu $56,7 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ und als grösste Intensität $212 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$.

Auch M. Knauff¹¹⁾ gibt eine Reihe von Zahlen über beobachtete Regenintensitäten an die Hand:

O r t.	Z e i t.	Höhe des Regens.	Dauer des Regens.	Menge in l pro ha u. Sek.
		mm	Min.	
Frankfurt a. M. }	4. Juli 1875	40	100	67
	2. August 1876	25	40	75
Berlin	22. Mai 1882	18,7	25	120
Zürich }	3. Juni 1878	13	10	217
	9. September 1876	21,2	10	353

J. van Bebler¹²⁾ gibt das Maximum des Niederschlags für den am 25. September 1824 in Stuttgart gefallenen Regen bei zweistündiger Dauer $82,3 \text{ mm} = 114 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$. Gordon¹³⁾ hat für das $1\frac{1}{2}$ stündige Gewitter vom 23. Juni 1873 in Stuttgart $29,3 \text{ mm} = 54 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ gefunden.

⁸⁾ Petermann's Mittheilungen 1881.

⁹⁾ Bericht an den Gemeinderath der Stadt Wien über die Wienflussregulirungen. 1882.

¹⁰⁾ Harlacher, Beiträge zur Hydrographie Böhmens. S. 85—91.

¹¹⁾ Gesundheitsingenieur 1882. S. 545.

¹²⁾ Gordon, Gutachten über die Kanalisation Stuttgarts. S. 16.

¹³⁾ J. van Bebler, die Regenverhältnisse Deutschlands.

Nach Erwägung aller einschlägigen Verhältnisse dürfte es wohl gerechtfertigt sein, als Maximum der im Steinlachgebiet niedergehenden Regenmengen $100 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ anzunehmen.

Die Dauer derartiger heftiger Regenfälle wird jedoch eine Stunde nicht überschreiten können, wenn das Maximum des täglichen Regenfalles zu 207 mm etwa im Anschluss an die in Schlesien und der Schweiz gemachten Beobachtungen angenommen wird. Dies stimmt auch im Allgemeinen mit den Erhebungen an Ort und Stelle überein, wonach die stärksten Gewitter $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden im Steinlachgebiet anhalten sollen.

7. Wassermengen der Steinlach.

Erhebungen über die von der Steinlach und ihren Zubringern abgeführten Wassermengen waren früher nicht gemacht worden; es mussten daher Wassermessungen vorgenommen werden. Dieselben hätten, um zu einem einigermaßen vollständigen Ergebniss zu führen, insbesondere bei Hochwasserständen gemacht werden sollen; dies war jedoch nicht möglich, weil während des Aufenthaltes des mit den Aufnahmen betrauten Ingenieurs kein Hochwasser eintrat.

Am 3. September 1881 wurde mittelst eines Woltmann'schen Flügels bei einem Pegelstand von 0,50 an der Waldhörnlesbrücke bei Tübingen die Geschwindigkeit des Wassers gemessen und hiedurch die der Beschaffenheit der Steinlach entsprechende Konstante der Ganguillet-Kutter'schen Formel für Berechnung der Geschwindigkeit fließender Gewässer zu 0,035 gefunden. (S. Tafel VIII.) Mit der so gewonnenen Formel konnte nun die bei dem Hochwasserstand vom 12. Juni 1876 in der Steinlach am Waldhörnle abgeflossene Wassermenge berechnet werden, da hiefür Wasserstand und Längenprofil genau bekannt waren; hier war daher auch ein richtiges Ergebniss zu erwarten: es wurden bei einem Pegelstande von 2,77 m als Hochwassermenge 130 cbm in der Sekunde oder umgerechnet $9,4 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ gefunden.

Nach den eingezogenen Erkundigungen kann jedoch angenommen werden, dass die Hochwasser der Jahre 1824, 1851 und 1852 noch erheblich stärker gewesen sind.

In ähnlicher Weise wurde berechnet, dass die Niederwassermenge der Steinlach in ihrem unteren Lauf 0,8 cbm pro Sekunde und die Mittelwassermenge 1,8 cbm pro Sekunde betrage.

Für alle übrigen Theile der Steinlach und ihrer Zuflüsse war man auf das Ergebniss von Erhebungen über die höchsten Wasserstände bei erfahrenen Bewohnern des Steinlachthales angewiesen, hienach wurden Längen- und Querprofile der höchsten Wasserstände aufgenommen und die zugehörigen Wassermengen berechnet. Es muss zugegeben werden, dass das eingeschlagene Verfahren keinerlei Gewähr für zuverlässige Resultate geben konnte, allein ein anderer Weg war in Ermangelung anderweitigen Materials ausgeschlossen. Abgesehen von der Unsicherheit, mit welcher nach fünf Jahren die Erhebung des Wasserstandes von 1876 verbunden war, und von den seither mancherorts erfolgten erheblichen Veränderungen des Flussbettes war die unzuverlässigste Seite dieser Aufnahmen diejenige der Hochwassergefälle, da man hiebei nahezu ohne alle Anhaltspunkte war. Wenn der Anlage von Sammelweihern im Steinlachgebiet praktisch überhaupt näher getreten werden wollte, so müssten namentlich eine Reihe von Jahren hindurch neben eingehenden Beobachtungen der meteorologischen Verhältnisse fortlaufende Aufnahmen über Pegelstände und Wassermengen an dem ganzen Flussnetze gemacht werden.

Das Resultat der oben erwähnten Aufnahmen und Berechnungen ist in folgender Tabelle angegeben:

Name und Oertlichkeit des Flussufers.		Hochwasser- menge in cbm.	Nieder- schlagsgebiet in ha.	Abfluss- menge pro ha. u. Sek. in Liter.	Bemerkungen.
1. Steinlach	Vor Einmündung des Ehrenbaches	53,8	12 535	4,3	viel zu klein.
2. "	" " der Wiesaz . . .	61,3	8 490	7,2	zu klein.
3. "	" " des Opisgrabens	54,3	6 850	7,9	desgleichen.
4. "	" " Ohrnbaches	35,6	3 840	9,3	desgleichen.
2. "	In Mössingen	73,6	3 490	21,0	zu gross.
6. "	Vor Einmündung des Oeschenbach	37,3	2 030	18,4	—
7. "	Unterhalb Thahlheim	18,0	1 245	14,4	—
8. "	Oberhalb Thalheim	5,4	160	33,8	—
9. Ehrenbach	Vor Einmündung in die Steinlach .	13,2	845	15,7	—
10. Wiesaz	" " " " " "	24,2	3 870	6,2	viel zu klein.
11. "	In Gomaringen	59,0	1 900	31,7	zu gross.
12. "	Unterhalb Gönningen	9,1	1 100	8,2	zu klein.
13. Spuntgraben	Vor Einmündung in die Wiesaz . .	27,1	650	41,8	zu gross.
14. Erdmannsbach	" " " " " "	28,4	600	47,3	zu gross.
15. Opisgraben	" " " " Steinlach . .	4,4	635	13,9	—
16. Oehrbach	" " " " " "	56,6	2 150	26,3	—
17. Danbach	" " " in die Oehrn . .	10,9	880	12,4	—
18. Oehrn	Unterhalb Belsen	29,0	1 230	23,6	—
19. Oeschenbach	Vor Einmündung in die Steinlach	17,6	1 155	15,2	—
20. "	" " des Kastenthales	13,0	430	30,3	—
21. Kastenthalbach	" " in den Oeschenbach	4,3	140	30,5	—
22. Seebach	Am oberen Weg nach Thalheim . .	4,4	290	15,2	—
23. Wangenbach	Vor Einmündung in den Weiherbach	4,8	245	19,0	—
24. Weiherbach	" " des Wangenbachs	2,7	595	4,6	—

Es ist begreiflich, dass die relativen Hochwassermengen, oder mit anderen Worten die pro Hektar und Sekunde abfliessenden Wassermengen um so grösser sein müssen, je mehr man sich dem Ursprung der Gewässer nähert, wo in Folge steilerer Gehänge das Wasser rascher zum Abfluss gelangt. Da nun die für das Hochwasserprofil beim Waldhörnle gefundene Abflussmenge von $9,4 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ als richtig festgehalten werden muss, so werden in vorstehender Tabelle, Kolumne 5 alle diejenigen Zahlen als unrichtig zu bezeichnen sein, welche kleiner als 9,4 sind; andererseits erscheinen die in der Tabelle bemerkten Zahlenwerthe 31,7 bis 47,3 wohl zu gross; es wird vielmehr als zutreffend angenommen werden dürfen, dass auch bei kleinen Einzugsgebieten eine Hochwassermenge von 30 l pro ha u. Sek. nicht leicht überschritten werden wird. Aendert man hienach die vorstehende Tabelle ab, so ergibt sich als wahrscheinliches Mittel für das ganze Gebiet der Steinlach eine Hochwassermenge von $19 \frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ und hiemit sollen die folgenden Untersuchungen auch weiter geführt werden.

Von Wichtigkeit wird es sein, zunächst zu erheben, ob die anderwärts gemachten Erfahrungen mit Vorstehendem übereinstimmen:

Nach Honsell¹⁴⁾ führen die Flüsse des südlichen Schwarzwaldes 8,9—19,6 $\frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$, Bürkli-Ziegler¹⁵⁾ gibt für die Hochwasser bei Zürich vom 10.—12. Juni 1876 eine Wassermenge von 10,5—22 $\frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$ an; ebendasselbst sind auch die an der Töss bei demselben Hochwasser beobachteten Wassermengen aufgezeichnet und zwar: Liggerschwand 21,6, Rittweg 16,7, Au 16,7 und Kollburg 14,8 $\frac{1}{\text{ha u. Sek.}}$.

¹⁴⁾ Honsell, der Bodensee und die Tieferlegung seiner Hochwasserstände 1879.

¹⁵⁾ Bürkli-Ziegler, Grösste Abflussmengen bei städtischen Abzugskanälen 1880.

Für eine Reihe von Gewässern des französischen Jura gibt Lamairesse¹⁰⁾ einschlägige Mittheilungen, hienach betragen die Hochwasser:

Flusslauf.	Länge in km.	Gebiet in qkm.	Hochwasser- menge in Liter pro ha u. Sek.
Bienne	66	816	13,2
Ain	112	1 620	11,7
Chalaronne	35	202	4,4
Vallièrè	10,1	170	3,1
Seille	18,8	111	0,5
Veyle	3,0	25	10,0
Reyssouse	16,5	90	11,1
Brenne	24,5	280	3,3—18,0
Orain	44,5	252	6,7— 8,0
Cuisance	26,0	184	5,4— 7,4

Hienach dürften die für die Steinlach gefundenen Mittelwerthe wohl als mit anderweitig gemachten Erfahrungen übereinstimmend angesehen werden.

8. Verhältniss der Regen- und Abflussmengen.

Im allgemeinen nimmt man an, dass je $\frac{1}{3}$ des niederfallenden Wassers oberflächlich abfliesse, versickere und verdunste, und erst im Unterlauf der Gewässer $\frac{1}{2}$ des Niederschlags wirklich abfliesse.

Um für die Steinlach einen sicheren Anhaltspunkt zu gewinnen, wurden für die Zeit vom 1. November 1881 bis 31. Oktober 1882 die täglichen Pegelstände in der unteren Steinlach beim Waldhörnle beobachtet und die zugehörigen täglichen Wassermengen berechnet.

Es beträgt hienach in der bezeichneten Jahresperiode

	Millionen cbm.
die Wassermenge ohne Hochwasser in 355 Tagen	31,39
das genauèr beobachtete Hochwasser des 16.—17. Juli, welches 2,80 m Pegelstand erreichte, in 2 Tagen	6,50
das Hochwasser vom 18.—25. September, das seinen höchsten Stand mit 1,15 m Pegelstand erreichte, in 8 Tagen	5,61
der konstante Abfluss im Derendinger Mühlkanal mit 0,7 cbm pro Sekunde während eines Jahres	22,10
Zusammen	<u>65,60.</u>

Nach den Aufzeichnungen der meteorologischen Station Tübingen fielen während derselben Jahresfrist 957 mm Regen; werden diese auch für das 138 qkm grosse Steinlachgebiet als zutreffend angenommen, so beträgt die gefallene Regenmenge 122,06 Millionen cbm, es wären somit 53,7% des Regens zum Abfluss gelangt.

Während der verschiedenen Jahreszeiten sind die Wasser jedoch keineswegs gleichförmig, sondern sehr verschiedenartig abgeflossen, wie nachstehende Tabelle zeigt:

¹⁰⁾ Lamairesse, Études hydrologiques sur les monts Jura 1873 S. 108—139.

Vierteljährlicher Niederschlag.				Abflussmenge.	Abflussverhältniss.
		mm	mm Mill. cbm	Mill. cbm	%
November	1881	27	} 67 = 7,87	8,87	112,7
Dezember	"	30			
Januar	1882	10	} 118 = 17,66	6,99	39,5
Februar	"	13			
März	"	17			
April	"	88			
Mai	"	101			
Juni	"	156	} 414 = 57,13	25,66	44,9
Juli	"	157			
August	"	83	} 358 = 49,40	24,08	48,7
September	"	195			
Oktober	"	80			
Zusammen . . .			957 = 122,06	65,60	

Versucht man, den Abflusscoefficienten für die beiden, während des Jahres 1882 eingetretenen und in kurzen Zeitintervallen beobachteten Hochwasser zu berechnen, so ergibt sich Folgendes:

Das Hochwasser vom 16.—17. Juli 1882 erreichte die Höhe desjenigen von 1876, es ergab unter Hinzurechnung des durch den Derendinger Kanal abgeflossenen Quantums eine Wassermenge von 6,55 Millionen cbm. Der zugehörige Niederschlag hat in Tübingen am 16. Juli nur 20,5 mm betragen, was einer Wassermenge von 2,83 Millionen cbm entsprechen würde, es kann hienach die angegebene Tübinger Regenhöhe unmöglich für das Steinlachgebiet als zutreffend angesehen werden, es muss in letzterem viel stärker und länger geregnet haben, als in Tübingen. Auffallend ist auch, dass die sehr heftigen Regen vom 14. April und 31. Mai 1882, die 55,8 und 51,7 mm per Tag betragen haben, so kleine Erhebungen in der Steinlach erzeugt haben sollten; hiebei muss offenbar im Steinlachgebiet der Regen schwächer gewesen sein, als in Tübingen.

Günstiger wird die gesuchte Beziehung für das Hochwasser vom 18.—25. September 1882, während welcher Zeit 5,80 Millionen cbm zu Thal flossen und die einem Gesamtniederschlag von 84,6 mm entsprechende Regenmenge 11,67 Millionen cbm. betrug, was als Abflusscoefficienten 49,7% ergibt.

Da schon an vielen Orten Untersuchungen über das Abflussverhältniss angestellt worden sind, so wird es angezeigt sein, einige Beispiele zur Würdigung der in obigem gefundenen Zahlenwerthe namhaft zu machen.

Die an grossen französischen Reservoiranlagen gemachten Erhebungen zeichnen sich vornehmlich durch Zuverlässigkeit aus.

Am Reservoir von Montaubry¹⁷⁾ wurde gefunden 1862—1876 als Abflusscoefficient 0,288

Am Reservoir des Furens¹⁸⁾

im Winter	1,245	} im Mittel	0,641
" Frühjahr	0,681		
" Sommer	0,272		
" Herbst	0,636		

Nach Versuchen an der Marne bei Vitry¹⁹⁾ 0,48

¹⁷⁾ Wochenschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins 1879, S. 148.

¹⁸⁾ Graeff, Mouvement des eaux etc. 1873. S. 191.

¹⁹⁾ Victor Fournié. S. 53.

An dem den Rhein-Marne Kanal speisenden Teiche von Gondrexange ²⁰⁾			
im Winter	0,862	} im Mittel	0,493
" Frühjahr	0,458		
" Sommer	0,323		
" Herbst	0,491		
Im Gebiete des l'Anzon ²¹⁾ , einem Zuflusse des Lignon, bei 150 qkm Grösse und 590 mm Jahresniederschlag			
im Winter	1,116	} im Mittel	0,626
" Frühjahr	0,586		
" Sommer	0,414		
" Herbst	0,592		
Am Reservoir von Grosbois ²²⁾ , das zur Speisung des Kanals von Bourgogne dient,			0,498
Gordon gibt in seinem Bericht über die Kanalisation Stuttgart's das Verhältniss der daselbst abfliessenden Wassermenge zur Regenmenge zu			0,275 an.
Monestier-Savignat ²³⁾ gibt für das Gebiet des Allier			0,30 "
bei Liasuntergrund dagegen			0,56 "
Honsell rechnet in seinem Bericht über die Tieferlegung der Hochwasserstände des Bodensees mit			0,60—0,70
Bürkli-Ziegler geht bis zu			0,70
Die Abflussmenge der Illmenau bei Bardwich ²⁴⁾			0,325
Mollendorf ²⁵⁾ gibt als Mittel für Deutschland an			0,475.

Hienach dürfte es, obgleich die für die Steinlach angestellte Berechnung nur auf den kurzen Zeitraum eines Jahres sich erstreckt, begründet sein, das dort gefundene Resultat als zutreffend und den Abflusscoefficienten zu 0,50 anzunehmen, die Hochwassermengen werden sich dabei eher etwas zu klein, als zu gross ergeben können.

9. Ueberschwemmungen, Hochwasserbeschädigungen.

Nur an wenigen Stellen treten, wie dies auch aus den Hochwasserprofilen auf Tafel VII ersichtlich ist, die einzelnen Wasserläufe über ihre Ufer; aber auch da, wo dies geschieht, sind Verheerungen selten und meist unbedeutend. Es treten Ueberschwemmungen ein: an der Steinlach unterhalb Thalheim und oberhalb Mössingen, am Oehr- und Danbach von Sebastiansweiler bis zur Mündung in die Steinlach, am Opisgraben von Nehren bis Dusslingen, an der Wiesaz unterhalb Gomaringen, am Erdmannsbach und Spuntgraben, an der Steinlach von Dusslingen bis zur Einmündung der Wiesaz und endlich am untern Laufe des Ehrenbaches.

Eben diese Stellen sind es auch, wo den Angrenzern Schaden zugefügt wird, meist durch Fortnahme von Heu und anderen Feldfrüchten und, jedoch nur in ganz vereinzelt Fällen, auch durch kleine Uferabbrüche.

Die Hochwasser von 1851 und 1852 waren es, welche durch Zerstörung von Brücken- und Wehrbauten in den Orten Mössingen und Gomaringen grössere Beschädigungen herbeiführten.

Von fortgesetzten und empfindlichen Hochwasserschäden wird dagegen die Gemeinde Derendingen und theilweise auch Tübingen entlang dem untersten Laufe der Steinlach betroffen, man wird dieselben näher zu betrachten haben.

²⁰⁾ Annales d. p. e. ch. 1856.

²¹⁾ Graeff, Mémoires sur l'application des courbes de debits etc. 1875.

²²⁾ Keller, der Rhein-Marne Kanal in Zeitschrift für Bauwesen 1882. S. 443 u. f.

²³⁾ Monestier-Savignat, Etude sur les phénomènes des eaux etc. 1858.

²⁴⁾ Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover 1877. S. 77.

²⁵⁾ Mollendorf, die Regenverhältnisse Deutschlands. 1862.

Bis zum Jahre 1841 hatte die Gemeinde Derendingen systemlos ihre häufig durch Hochwasser zerstörten Ufer durch Faschinenbauten zu schützen gesucht.

Mit diesem Jahre trat der Staat mit seiner Fürsorge für eine planmässige Regulirung ein, welche bis zum Jahre 1845 vollendet erschien; der Lauf der Steinlach war von der Markungsgrenze gegen Dusslingen bis zum Waldhörnle gerade gelegt und eingedeicht, und die Ufer waren mit üppig angewachsenem Weidenholz bestockt.

Jedoch schon in demselben Jahre, sodann im Jahre 1848 traten grosse Uferbeschädigungen ein, welche wieder mittelst Holzbau (Grundwellen am Böschungsfusse) ausgebessert wurden.

Das bedeutende Hochwasser des Jahrs 1851 brachte für die Konstruktionsweise der Uferbauten eine Wendung, indem der bislang verworfene Steinbau (Uferschutz durch Böschungspflaster) Anerkennung fand. Während dieses Baues kam das gewaltige Hochwasser vom August 1852 und richtete grossen Schaden an. Unbeirrt wurde in bisheriger Weise mit den Pflasterarbeiten, für deren solide Ausführung die jetzt noch stehenden Reste beredtes Zeugniss geben, fortgefahren, obgleich schon damals der Beginn starker Sohlenvertiefung beobachtet wurde.

Im darauf folgenden Jahre 1853 erschienen drei Hochwasser in kurzen Zwischenräumen; die eben erst vollendeten Pflasterungen wurden unterwaschen und auf ein Drittel ihrer Länge zum Einsturz gebracht. Jetzt griff man wieder zum Faschinenbau; in der Zeit 1854/55 wurde der freigelegte Fuss der Pflaster mit hölzernen Schwellen, welche in eingerammte Pfähle eingezapft wurden, unterfangen.

Die Sohlenvertiefung nahm in gefahrdrohender Weise zu; um derselben entgegenzuwirken, sah man sich im Jahre 1856 zum Bau von fünf Stauwehren (Grundswellen) veranlasst, wodurch das allzstarke Gefälle der Steinlach auf bestimmte Punkte concentrirt, somit ermässigt wurde.

Mit jedem folgenden Jahre mehrten sich die Unterhaltungskosten der Ufer und Wehrbauten; im Jahre 1860/61 wurden zwei weitere Stauwehre eingesetzt und einzelne der früheren als Stangenwehre höher gebaut, die Pflaster mit endlosen Senkwellen unterfangen.

In den Jahren 1862 und 1863 wurde der unterste Theil der Steinlach vom Waldhörnle bis zur Einmündung in den Neckar, unter Anschluss der Gemeinde Tübingen durch Geradlegungen und Eindeichungen regulirt. Zur Ufersicherung verwendete man Senkwellen und Weidenspreutlage. Kein Jahr vergieng, ohne dass hier und weiter oberhalb Uferanbrüche und Beschädigungen an Wehrbauten einen Bauaufwand verursachten; auch hier wurde das Einsetzen zweier Stangenwehre nothwendig.

Das grosse Hochwasser des Jahrs 1872 zerstörte vier Stauwehre und viele Pflasterungen; erstere wurden bis zum Jahre 1875 wie früher wieder eingesetzt, die Ufer durch Senkwellen geschützt, Böschungen und Bermen zu Hochwasserdämmen umgestaltet.

Allein das Hochwasser des Jahres 1876 übertraf an Stärke das vom Jahre 1872; das eben vollendete, von Grund aus neu hergestellte grosse Wehr beim Waldhörnle war ein Raub des Wassers geworden; grosse Beschädigungen waren an allen übrigen Wehr- und an vielen Uferbauten zu beklagen. Die hierauf nothwendigen Bauarbeiten umfassten:

a) für die Markung Tübingen:

Abheben der hohen Vorländer und ausgedehnten Uferschutz durch Rollpflasterungen,

b) für die Markung Derendingen:

gleichfalls Abheben des zu hohen Vorlandes an einigen Stellen und Wiederherstellung der Stauwehre.

Bis in die neueste Zeit hat sich nach jedem stärkeren Anschwellen das alte Spiel wiederholt, die Holzwehre wurden mehr oder weniger beschädigt, die Ufer unmittelbar unterhalb ausgerissen; kaum fertig gestellt kam eine neue Fluthwelle, die neue Beschädigungen brachte; auch im Jahre 1882 ist Schaden auf Schaden gefolgt.

Wohl hat der Staat den beteiligten Gemeinden stets durch reichliche Beiträge im Betrag von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ der Bausummen zu helfen versucht, allein dessen ungeachtet blieb die Last für die baupflichtigen Gemeinden noch eine ausserordentlich grosse.

Nach den angestellten Berechnungen belaufen sich die auf den Markungen Derendingen und Tübingen seit dem Jahre 1841 aufgewendeten Flussbaukosten auf rund 200 000 *M.*
wovon etwa 125 000 *M.* auf den Staat entfallen. Vor dem Jahre 1841 sollen die Aufwendungen dieser Gemeinden für Hochwasserbeschädigungen seit 1810 eine Summe von 50 000 fl. betragen haben; obgleich die Beschädigungen im Jahre 1824 sehr grosse gewesen sein sollen — es sei damals sogar ein Theil der Strasse beim Waldhörnle fortgerissen worden —, so ist es doch einigermaßen unwahrscheinlich, dass der Gesamtschaden die bezeichnete Summe erreicht hat, es werden daher hiefür nur eingestellt — ∴ 50 000 „

An weiteren Kosten haben aufgewendet:

Dusslingen für Ausführung eines Durchstiches bei Gelegenheit des Bahnbaues — ∴	10 000 „
ferner die Gemeinde Ofterdingen durch Heranziehung der disponibeln Mittel einer frommen Stiftung für Ausführung einiger kleineren Durchstiche und Herstellung von Faschinendeckwerken, theilweise auch auf Markung Nehren — ∴	15 000 „
ebenso die Gemeinde Gomaringen für Schutzarbeiten an der Wiesaz — ∴	4 000 „
Sonstige kleinere Posten im Steinlachgebiet werden geschätzt auf — ∴	1 000 „

Der Gesamtaufwand betrug somit in ca. 70 Jahren	280 000 <i>M.</i>
mithin per Jahr durchschnittlich — ∴	4 000 <i>M.</i>

Er scheint diese Summe auch im Verhältniss zum ganzen Steinlachgebiet nicht gerade übermässig gross, so wirkt der Aufwand doch dadurch in hohem Grade drückend, weil er zum weitaus grössten Theile von einer einzigen Gemeinde, nämlich von Derendingen zu tragen ist.

Die in den Jahren 1841/43 auf der Markung Derendingen ausgeführte und in den Jahren 1861—1865 bei Gelegenheit des Eisenbahnbaues auch auf der Markung Tübingen fortgesetzte Korrektur der Steinlach besteht in der Hauptsache in der Geradleitung des verwilderten Flussgerinnes auf 4 km Länge und der Schaffung einer regelmässigen Rinne für Mittel- und Niederwasser, der Anlage von Vorländern für die Ausbreitung des Wassers bei höheren Wasserständen und der Herstellung von Hochwasserdämmen zur Seite derselben. Wenn die Korrektur auch den Erfolg hatte, dass die früher so nachtheilig wirkenden Kies- und Geröllverstopfungen des Flussbettes auf der Markung Derendingen aufgehört haben, wenn vielmehr die Wasser jetzt die Gerölle bis an das Ende des Laufes der Steinlach und bis in den Neckar fortzuwälzen vermögen, so dass Ueberfluthungen der Dämme und rückliegenden Gelände bislang nicht mehr eingetreten sind, so haben sich doch allmählich andere Missstände ergeben: die meist aus beweglichem Juragerölle bestehende Sohle des Flusses hat sich nämlich fortschreitend vertieft, alle bislang angewendeten Mittel, hiegegen durch Anlage von Sohlenschwellen oder Wehre anzukämpfen, haben den erstrebten Erfolg nicht oder nicht vollständig gehabt, es ist daher nicht abzusehen, wann die nahezu bei jedem stärkeren Wasser eintretenden Beschädigungen an Wehren und Ufern ein Ende nehmen werden.

10. Geschiebe.

Verstopfungen der Steinlach und ihrer Zuflüsse durch Geschiebe konnten an keiner Stelle beobachtet werden, nur am unteren Ende des Flusses, von der Steinlachbrücke bei Tübingen bis zum Neckar, wo der Flussschlauch sich plötzlich erbreitert, und wo ausserdem das fallende Hoch-

wasser der Steinlach meist mit einem Ansteigen des Hauptflusses zusammentrifft, was die in der Steinlach rollenden Geschiebe zu hemmen geeignet ist, fanden sich beträchtliche Gerölleablagerungen.

Fliessen auch die Wasser der Steinlach und ihrer Zuflüsse, wie aus der geognostischen Beschreibung des Flussgebietes zu entnehmen ist, auf beträchtliche Längen über Boden- und Gesteinsarten, welche dem Angriff des Wassers nicht dauernd zu widerstehen vermögen, so finden sich doch im ganzen Bereich des Flussgebietes nirgends Schutthalden oder sonstige Stellen, an welchen die Gewässer beständig abbrechen und die Trümmer zu Thale führen würden.

Die am unteren Ende der Steinlach sich ablagernden Geröllmassen kommen nur aus der Flusskorrektur von den Markungen Derendingen und Tübingen, wo sich der Fluss seit 40 Jahren 1 m und mehr in die Sohle eingewühlt und dadurch grosse Massen von Kies ins Rollen gebracht hat. Die Beseitigung dieser Kiesmassen erfordert jedoch nicht nur keine Opfer, sie wird vielmehr von der Gemeinde Tübingen als eine günstige Gelegenheit zur Gewinnung von Strassenunterhaltungsmaterial betrachtet und benützt.

11. Verbreitung des Waldes.

Die wohlthätige Wirkung des Waldes für die Regulirung des Abflusses der Gewässer ist unbestritten, der Wald hält in Blättern und Holz der Bäume, in der Moos- und Laubdecke seines Bodens und in der unter dem Schatten der Bäume feuchter bleibenden Luft beträchtliche Wassermengen zurück, welche nur allmählig zum Abfluss gelangen und hiedurch grosse und nachtheilige Schwankungen des Wasserstandes in den Gewässern verhindern.

Thatsache ist, dass die Waldluft zu allen Zeiten des Jahres durch Abstumpfung der Temperaturextreme feuchter als die Luft im Freien ist, was die Neigung zu Niederschlägen durch den Wald vermehrt.

Die Zahlenangaben über die Wirkung des Waldes bezüglich der Wasseraufnahme und Zurückhaltung sind allerdings verschieden. Marschall Vaillant gibt auf Grund von Versuchen, die im Jahre 1866 von ihm vorgenommen worden sind, bezüglich der bei Regenfällen an den Blättern eines Waldes zurückgehaltenen Wassermenge an, dieselbe habe im Winter 30 %, im Sommer 50 %, im Mittel 40 %, in anderen Fällen jedoch nur 20 % betragen. Im Durchschnitt werden neuerdings 26 % als zutreffend angenommen.

Ebermayer gibt unter Anderem an, dass

in Fichtenbeständen	72—73 %
in Buchenbeständen	73—83 %
in Kieferbeständen	66 %

des Wassers zu Boden gelangen und der Rest von den Bäumen aufgenommen werde.

Bezüglich der im Walde zur Verdunstung gelangenden Wassermenge gilt als richtig, dass dieselbe bei streufreiem Boden um 60 % geringer sei, als im freien Felde, bei streubedecktem Boden dagegen 85 % weniger betrage.

Die absolute Wassermenge der Flüsse wird zwar durch den Wald nicht vermehrt, wohl aber liefert der Wald im Sommer das 2 $\frac{1}{2}$ bis 3 fache, im Winter dagegen ein weit geringeres Quantum an Wasser, als das freie Feld.

Auch in anderer Beziehung ist der Waldbestand von Bedeutung; er schützt nämlich den Boden vor Bildung der so gefährlichen Wasserrisse und Rufen und der allmählichen Zerstörung durch Wildwasser; er schützt die Bergabhänge vor dem Abbruch durch die darüber fliessenden Wasser und verhindert dadurch die Ueberladung der Gewässer mit Geschieben, die Erhöhung der Flusssohle mit ihren meist verhängnissvollen Folgen.

Ueber die klimatische Einwirkung des Waldes auf eine Gegend fehlen zur Zeit noch absolut sichere Anhaltspunkte, es kann desshalb von dieser Seite der Thätigkeit des Waldes hier abgesehen werden.

Im ganzen Gebiete der Steinlach sind nach sorgfältigen Erhebungen des Bestandes 4300 ha Waldungen, vornemlich Laubbestand vorhanden, es sind somit 31,2 % bewaldet; diese Ziffer ist keineswegs ungünstig, denn im Mittel beträgt die Bewaldung in ganz Württemberg 30,6 %, im Laubholzgebiete der Alb 29 %.

Hiemit soll jedoch keineswegs gesagt werden, dass es nicht wünschenswerth wäre, dem Wald eine noch etwas grössere Verbreitung zu geben. Es befinden sich nämlich, meist im Anschluss

an den Waldessaum, in den oberen Etagen des braunen Jura noch ausgedehnte Berggehänge, welche als Schafweiden benützt werden; der dürrtliche schwere Boden gestattet keine Bebauung dieser Hänge, welche überhaupt in hydrotechnischer Beziehung nicht rathsam wäre, das Beweiden aber ist für den Bestand der betreffenden Gehänge sowohl als für die Ableitung des Wassers in hohem Grade nachtheilig.

Es ist Thatsache, dass in Frankreich überall da wo eine kurzflüchtige Bevölkerung nur darauf bedacht war im Gebirge an die Stelle von Wäldern Weiden zu setzen, die traurigsten Misserfolge zu erfahren waren; die Berggehänge, welche von den weidenden Schafen betreten wurden, fiengen bald an, sich mit den dem Wandel der Thiere entsprechend ausgebildeten kleinen Wegen zu überziehen, auf welchen die Vegetation ausblieb; die Grasnarbe, über Gebühr von den weidenden Thieren beansprucht und bis auf die Wurzel gelockert, begann abzusterben, und die Bergwände waren daher ohne Fähigkeit, Wasser aufzusaugen und zurückzuhalten; die Regenwasser stürzten unaufgehalten, von den offenen Wegen der weidenden Thiere geleitet, den Terrainfalten zu und wühlten sich hier als Wildwasser in das Erdreich ein; der fruchtbare Boden wurde unablässig zu Thal geschwemmt, Riss an Riss in die Bergfläche gegraben, bis sie zuletzt für jede landwirthschaftliche Benützung verloren war. Der Charakter ganzer Landstriche hat sich in Folge dieser Vorgänge total verändert, ganze Landestheile, die zuvor wohlhabend waren, sind verarmt.

So schlimm liegen nun allerdings die Verhältnisse im Steinlachthale lange nicht, allein es wäre doch wünschenswerth, dass an den Steilhängen der Berge die Weiden allmählig verschwinden und dass sie zu Wald umgewandelt werden möchten, für den Abfluss des Wassers im Steinlachgebiet könnte eine derartige Veränderung nur vortheilhaft sein.

Uebrigens muss auch die geographische Vertheilung des Waldes im Steinlachgebiet als eine glückliche bezeichnet werden; im Süden und Südosten zieht sich entlang dem Albrande ein 2700 ha grosser, nahezu zusammenhängender Begrenzungswald hin, in ihm und in dem in der Mitte des Gebietes am Fusse des Fürstberges gelegenen, 800 ha grossen Waldkomplexe befinden sich beinahe vollständig die Quellgebiete der Steinlach und ihrer Zubringer, sie wirken also in günstigster Weise auf das den Gewässern in ihren obersten Theilen zuströmende Tagwasser verlangsamend und zurückhaltend. Die im nördlichen Theile des Steinlachgebiets befindlichen Waldungen sind dagegen für den Wasserabfluss nur von untergeordneter Bedeutung, weil in ihnen nur ganz unbedeutende Wasser entspringen.

12. Verbreitung der Wiesen.

Die Wiesenflächen haben nach den gepflogenen Erhebungen, welche in Tafel I des kleinen Massstabes der Karte wegen nicht vollständig zur Anschauung gebracht werden konnten, eine Ausdehnung von 2825 ha, sie bedecken somit 20,3 % des Flussgebietes; bewässert werden rund 114 ha oder 4 % der ganzen Wiesenfläche, während 2711 ha oder 96 % derselben noch unbewässert sind.

Von den erwähnten Wasserwiesen befinden sich 92,5 ha, also der weitaus grösste Theil, im Wiesazthale, sie beginnen zwischen Gomaringen und Bronnweiler und reichen bis zum Ursprung der Wiesaz; ausserdem liegen noch 15,5 ha Wasserwiesen auf der Markung Derendingen, die übrigen 6 ha vertheilen sich in kleineren Beträgen auf die Markungen Thalheim, Nehren und Immenhausen.

Wenn auch zugegeben ist, dass manche der im Steinlachgebiet vorhandenen Bodenarten zur Bewässerung nicht geeignet sind und dass das Wasser in den oberen Gebieten der Steinlach und ihrer Zubringer wegen seiner niederen Temperatur nicht zur Verwendung kommen kann, so bleibt es doch immerhin auffallend, dass in einem so wasserreichen und nach der Terrainbeschaffenheit für die Vertheilung des Wassers so günstigen Gebiete bis jetzt so wenig Bewässerungen eingerichtet worden sind.

13. Wasserwerke.

Besser sind die vorhandenen Wasserkräfte ausgenützt, wie nachstehende Tabelle zeigt:

An der Steinlach.					An der Wiesaz.								
Markung.	Beschreibung des Wasserwerkes.	Gefälle in m.	Mittel- Wassermenge in Liter pro Sek.	Wasserkraft in Pferdestärken.	Reserve- dampfmaschinen in Pferdestärken.	Markung.	Beschreibung des Wasserwerkes.	Gefälle in m.	Mittel- Wassermenge in Liter pro Sek.	Wasserkraft in Pferdestärken.	Reserve- dampfkraft in Pferdestärken.		
Thalheim.	1. Gipsmühle „oben im Ort“	5,30	120	8	—	Genkingen.	1. Mahlmühle „sog. Thalmühle“	4,00	200	11	—		
	2. Mahl- u. Sägmühle „Oberer Müller“	8,90	200	23	—		Gönningen	2. Sägmühle „oben im Ort“	6,90	210	19	—	
Mössingen.	3. Mahlmühle „Unterer Müller“	6,60	230	20	—	Gönningen		3. Pappdeckelfabrik „oben im Ort“	14,90	250	50	20	
Oeschingen.	4. Mahl-M. „Aschermartinsmühle“	6,90	300	25	—		Gönningen	4. Mahlmühle „beider Kirche“	4,60	200	12	—	
	5. Mahlmühle „Oeschinger Mühle“	5,45	200	14	—	Bronnweiler.		5. Mahl- u. Cementmühle „unten im Ort“	4,60	250	15	—	
Mössingen.	6. Gips- und Schleifmühle „oben im Ort“	1,60	300	6	—		Bronnweiler.	6. Mahl-M. „Miether Lochermühle“	4,85	180	11	—	
	7. Mahlmühle „unten im Ort“	4,60	300	18	10	Bronnweiler.		7. Stuhltuchfabrik	3,70	280	13	—	
Ofterdingen.	8. Gips-, Oel- u. Sägmühle „unten im Ort“	2,90	300	11	—		Gomaringen.	8. Mahl- u. Gipsmühle „unten im Ort“	5,20	300	21	—	
	9. Mahlmühle „Neue Mühle“	5,70	330	25	—	Gomaringen.		9. Feinschleiferei	6,30	300	25	—	
Nehren.	10. Mahlmühle „obere Mühle“	4,00	130	7	6		Gomaringen.	10. Mahl-M. „Aeussere Mühle“	5,20	220	15	—	
	11. Sägmühle „untere Mühle“	3,70	130	7	—	Dusslingen.		11. Oehnhühle im Ort	1,00	110	1	—	
Dusslingen.	12. Mahl- u. Sägmühle	3,40	250	11	—		Dusslingen.	12. Mahlmühle im Ort	5,80	140	15	—	
	13. Mahlmühle „oben im Ort“	4,00	300	16	6	Dusslingen.		13. Oel- u. Gipsmühle „unten im Ort“	1,60	180	3	—	
Deren- dingen.	14. Oelmühle „oben im Ort“	1,00	300	4	—		Dusslingen.	14. Sägmühle „unten im Ort“	5,20	350	24	—	
	15. Mahlmühle „unten im Ort“	3,10	350	14	6	Dusslingen.		15. Hammerwerk	3,70	350	17	—	
Deren- dingen.	16. Sägmühle „unten im Ort“	4,60	350	21	—		Dusslingen.	16. Cementfabrik und Gipsmühle	4,00	350	18	—	
	17. Oel- u. Gipsmühle „oben im Ort“	1,20	320	5	—	Dusslingen.		17. Sägmühle	1,70	280	6	—	
	18. Sägmühle u. mechanische Werkstätte	1,45	350	6	15			Dusslingen.	18. Mahlmühle und Cementfabrik	5,20	360	25	10
	19. Mahl- u. Sägmühle „unten im Ort“	2,80	700	26	—								

Es bestehen hienach

an der Steinlach	19	Wasserwerke mit	267	Pferden Wasserkraft,	43	Pferdestärken	Reservedampfkraft
„ „ Wiesaz	18	„ „	301	„ „	30	„ „	„
Zus.	37	„ „	568	„ „	73	„ „	„

II.

Berechnung der zur Verminderung der Hochwasser zurückzuhaltenden Wassermengen.

1. Zweck der Wasserzurückhaltung.

Die während eines Jahres in der Steinlach abfliessende Wassermenge ist ausserordentlich schwankend; wird z. B. die Zeit vom 1. November 1881 bis 31. Oktober 1882 in Betracht gezogen, so sind am Waldhörnle bei Tübingen Pegelschwankungen von 0,06 bis 2,8 m und dementsprechend Differenzen der Wassermengen von 0,1 bis 129 cbm vorhanden gewesen. Mit diesen grossen Schwankungen des Wasserstandes und der Wassermengen sind bekanntlich die Nachteile verbunden, dass zu Zeiten kleinen Wasserstandes der Industrie und Landwirthschaft das erforderliche Betriebs- und Brauchwasser mangelt, die grossen Wasserstände haben dagegen das Bestreben, Ufer und Sohle der Gewässer zu beschädigen und sonstige Missstände durch Ueberschwemmung herbeizuführen.

Als wünschenswerthestes Ziel bei Anlage von Sammelweihern musste die Herbeiführung eines Zustandes bezeichnet werden, bei welchem der Unterschied zwischen Nieder- und Hochwasser beseitigt und der Wasserabfluss so regulirt wäre, dass stets nahezu dasselbe Wasserquantum abfliesst, dass also im Wasserabfluss der Beharrungszustand eingetreten ist.

Sollte sich ein derartiger Zustand nicht oder nur mit unverhältnissmässig grossem Aufwande herbeiführen lassen, so wird zu untersuchen sein, welche Wasserzurückhaltungen nothwendig sein würden, um einen ungefährlichen Abfluss der stärksten Wasserstände der Steinlach zu sichern; zu dem Ende müsste zunächst der Hochwasserstand im untersten Theil der Steinlach um mindestens 2,2 m gesenkt werden; ausserdem sollte das in der Steinlachkorrektion auf den Markungen Derendingen und Tübingen fliessende Hochwasser auf einen Stand herabgedrückt werden, bei welchem erfahrungsgemäs Uferbeschädigungen nicht mehr vorzukommen pflegen; es empfiehlt sich als oberste Grenze des Wasserstandes im unteren Steinlachbett ca. 0,60 m mit einer Wassermenge von 5,7 cbm pro Sekunde anzustreben; grössere Wasserstände, ja schon kräftiges Mittelwasser, haben häufig an der Steinlach grössere Beschädigungen verursacht, als eigentliches Hochwasser.

2. Berechnung der nöthigen Wasserzurückhaltung auf meteorologischer Grundlage.

Auf Tafel VIII sind für die Jahrgänge 1876—1880 die von der meteorologischen Station Tübingen beobachteten Regenmengen dargestellt. Obgleich durch die früheren Untersuchungen dargethan ist, dass die Regenmengen im Steinlachgebiet selbst grösser sein und auch in ihrer relativen Mächtigkeit nicht mit denjenigen in Tübingen übereinstimmen werden, so setzen wir doch in Ermanglung anderweitiger Angaben voraus, es haben die Regenbeobachtungen von Tübingen auch für das Steinlachgebiet Giltigkeit.

Nimmt man nun an, es fliessen die in das Steinlachgebiet fallenden Regenmengen nicht ab, sie werden vielmehr in einem Gefäss von der Grösse des Regengebietes der Steinlach aufgefangen, so würden sich während der genannten fünf Beobachtungsjahre — von der Verdunstung des Wassers abgesehen — allmählig diejenigen Wasserstände bilden, welche durch die auf Tafel VIII gezeichnete treppenförmig ansteigende Kurve dargestellt sind. Zieht man durch die tiefsten Punkte der letzteren eine Gerade, so würde dieselbe das allmähliche Ansteigen der Regenhöhen in dem gedachten Behälter dann veranschaulichen, wenn die Regenniederschläge nicht mit Unterbrechungen und in verschiedener Stärke, sondern vollständig gleichmässig in einer Höhe von 2,25 mm per Tag erfolgen würden. Denkt man sich andererseits, es fliessen aus dem mehrerwähnten Behälter täglich 2,25 mm Wasserhöhe ab, so kann die durch die tiefsten Punkte der treppenförmigen Regenkurve gelegte Gerade auch als die Linie bezeichnet werden, welche einem vollständig gleichförmigen Wasserabfluss während der fünf Beobachtungsjahre entsprechen würde; für jeden Tag derselben gibt alsdann die Höhendifferenz zwischen der Treppenkurve oder der Summe der täglichen Niederschläge und der Linie des gleichförmigen Abflusses ein Bild derjenigen Wasserhöhe, welche bis zu dem betreffenden Tage in dem Behälter von der Grösse des Steinlachgebietes zurückzuhalten ist. Bis zum 31. Juli 1877 sind beispielsweise 1440 mm Regen gefallen; wäre in dieser Zeit stets gleichförmig eine Wasserhöhe von 2,25 mm täglich zum Abfluss gelangt, so würden bis zum 31. Juli im Ganzen 1180 mm aus dem Behälter abgeflossen sein, der Rest mit 260 mm wäre somit die an dem mehrgenannten Tage aufzuspeichernde Wasserhöhe.

Ein Blick auf die Darstellung der solcherweise zurückzuhaltenden Regenmassen lässt sofort erkennen, dass die grösste Zurückhaltung nach dem Hochwasser vom 12. Juni 1876 hätte stattfinden müssen. Der Behälter wäre alsdann am 17. Juni auf 310 mm Höhe gefüllt gewesen, dieser Stand wäre bis Ende Februar 1877 langsam auf 120 mm gesunken und hätte sich bis 24. Juli desselben Jahres auf 260 mm wieder gehoben; gegen das Ende des Monats April 1878 wären nur noch 60 mm in dem Reservoir vorhanden gewesen, bis 25. September 1878 hätte sich der Wasserstand auf 250 mm gehoben, um bis 10. April 1879 auf 90 mm zu fallen; bis 26. September 1879 wäre eine Hebung auf 240 mm eingetreten und bis Ende März des folgenden Jahres wäre das Reservoir nahezu, am 10. Juni desselben Jahres vollständig leer, also wieder auf dem Stand vom 6. Juni 1876 gewesen.

Die grösste Wasserzurückhaltung vom 17. Juni 1876 mit 310 mm entspricht bei einem Regengebiet von 138 qkm einer Wassermenge von 41,4 Millionen cbm.

Da nun aber nicht die wirklichen Regenmengen, sondern nach den Untersuchungen von Abschnitt I, Kapitel 8 nur 50% derselben abfliessen werden, so ist auch nur die Hälfte der oben erhobenen Wassermenge aufzuspeichern.

Hienach wären für das Hochwasser vom 12. Juni 1876 20,7 Millionen cbm zurückzuhalten gewesen. Der tägliche Wasserabfluss würde alsdann während der erwähnten fünf Beobachtungs-

jahre der Hälfte des täglichen Regenniederschlags von 2,25 mm entsprechend 1,8 cbm, der jährliche Gesamtwasserabfluss dagegen 56,7 Millionen cbm betragen haben.

Es dürfte nun zunächst angezeigt erscheinen, darauf hinzuweisen, dass die Jahre 1876 bis 1880 keineswegs durch grosse Jahresniederschläge ausgezeichnet sind, auch hat die direkte Messung der in der Steinlach vom 1. November 1881 bis 31. Oktober 1882 abfliessenden Wassermengen ergeben, dass während des genannten Jahres im Ganzen 65,6 Millionen cbm abgeflossen sind, was einem Jahresniederschlag von 957 mm entspricht, der nach den früheren Ausführungen für das Steinlachgebiet keineswegs zu gross sein wird; ebendeshalb wird sowohl die für den mittleren sekundlichen Abfluss gefundene Wassermenge von 1,8 cbm im Verhältniss $\frac{65,6}{56,7}$ oder auf 2,1 cbm, als auch die durch Sammelweiher zurückzuhaltende Wassermenge von 20,7 Millionen cbm auf $20,7 \cdot \frac{65,6}{56,7} = 24,0$ Millionen cbm zu erhöhen sein.

Allein, auch wenn es gelänge, 24,0 Millionen cbm Wasser aufzuspeichern, so wäre hiedurch noch keine Sicherheit dafür geboten, dass selbst bei ganz regelmässiger Thätigkeit der Ablassvorrichtungen der Weiheranlagen nicht mehr als 2,1 cbm per Sekunde zum Abfluss gelangen, denn die grössten täglichen Regenhöhen, welche der obigen Untersuchung zu Grunde gelegt worden sind, betragen nur 57 mm; aus den in Abschnitt I enthaltenen meteorologischen Beobachtungen geht jedoch unzweifelhaft hervor, dass die täglichen Regenhöhen auch im Steinlachgebiet bis zu 100 mm betragen, dass sich selbst solche schwere Regenfälle über das ganze Gebiet ausbreiten können und dass ausserdem selbst innerhalb der angegebenen hohen Regenhöhen für kurze Zeiträume Steigerungen der Intensität des Regens, etwa bis zu einem Ergebniss von 100 Liter pro Hektar und Sekunde eintreten können.

Dies wird auch durch die Thatsache bestätigt, dass in den Jahren 1824, 1851 und 1852 die Hochwasser weit mächtiger gewesen sein sollen als im Jahre 1876; dementsprechend müsste der Inhalt der anzulegenden Sammelweiher höher gegriffen werden, als oben berechnet worden ist, wenn man sich nicht entschliessen wollte, beim Eintritt derartiger ausserordentlichen und selten vorkommenden Wasserstände von der vollständig gleichförmigen Wasserabführung abzusehen und zuzugeben, dass sich in solchen Fällen die abfliessende Wassermenge eben dem Ueberschuss entsprechend vergrössert, welcher durch das ungewöhnlich grosse Hochwasser geliefert wird.

In Ermanglung irgend welcher Anhaltspunkte über Grösse und Verlauf der Hochwasser vor dem Jahre 1876 kann jedoch dieser Gedanke rechnungsmässig nicht weiter verfolgt werden.

3. Berechnung der Fassungsräume der Sammelweiher auf Grund von Wassermessungen.

Wären an der Steinlach während einer Reihe von Jahren Pegelbeobachtungen gemacht worden, würden sich dieselben namentlich auf das Jahr 1876 oder selbst nur auf den Verlauf des Hochwassers vom Juni des genannten Jahres erstrecken, so wäre es leicht, diejenige Wassermenge mit genügender Sicherheit zu berechnen, welche zurückgehalten werden muss, wenn ein beliebig zu wählender Wasserstand nicht überschritten werden soll. Leider sind derartige Beobachtungen früher nie gemacht worden, und man ist daher auf die während der Jahre 1881 und 1882 nur für die vorliegende Untersuchung gemachten Beobachtungen beschränkt, welche in Tafel IX dargestellt sind.

Betrachtet man hier die Kurve der täglichen Wassermengen, so bemerkt man an derselben ausserordentlich starke Schwankungen; die Wassermenge fällt bis auf 0,8 cbm per Sekunde (thatsächlich selbst bis auf 0,5 cbm) herab und hebt sich in raschem Wechsel, der wegen des beschränkten Raumes der Tafel nicht vollständig zum Ausdruck gebracht werden konnte, bis zu 129,7 cbm per

Sekunde. Eben in diesem raschen Wechsel und dem Umstand, dass die Hochwassermenge diejenige des Niederwassers um das 162fache und mehr übersteigt, kommt der Charakter der Steinlach als der eines wilden Gebirgswassers am besten zum Ausdruck. Das ausserordentlich rasche Anlaufen des Wassers geht aus den nachstehenden Hochwasserbeobachtungen der Pegelstation Waldhörnle deutlich hervor:

16./17. Juli 1882

16. Juli,	Abends	6 ¹ / ₂	Uhr	Pegelstand	0,20 m	Anlauf des Hochwassers,
16. "	"	8	"	"	2,80 "	Höchster Stand,
16. "	"	9	"	"	2,40 "	Rasches Fallen,
17. "	Morgens	6	"	"	0,65 "	Starkes Mittelwasser,
19. "	"	6	"	"	0,25 "	

18./19. September 1882

18. September,	Morgens	6	Uhr	Pegelstand	0,24 m	Anlauf des Hochwassers,
18. "	Abends	6	"	"	0,70 "	
18. "	Nachts	?	"	"	1,70 "	Höchster Stand,
19. "	Morgens	6	"	"		
19. "	Abends	6	"	"	0,72 "	Fallend,
20. "	Morgens	6	"	"	0,54 "	

Die Hochwasser wälzen sich gleich einer mächtigen Welle, der man nicht zu folgen vermag, daher.

Wollten nun die Ungleichheiten des Wasserabflusses während des Beobachtungsjahres 1881/82 durch Sammelweiher so ausgeglichen werden, dass ein vollständiger Beharrungszustand eintritt, so dürften täglich nur 2,08 oder rund 2,1 cbm per Sekunde abfließen.

Auf Tafel IX ist die Linie, welche einem derartigen Wasserabfluss entsprechen würde, eingezeichnet; was über die bezeichnete gleichförmige Wassermasse hinausgeht, ist zurückzuhalten und es entspricht die Menge des zurückzuhaltenden Wassers demjenigen Theil der Wassermassenkurve, welcher oberhalb der Linie des gleichförmigen Abflusses liegt; sie wurde zu 22,5 Millionen cbm, also nahezu vollständig übereinstimmend mit derjenigen Grösse gefunden, welche sich für den Inhalt der Sammelweiher auf dem Wege der meteorologischen Betrachtungen ergeben hat.

Gegen die vorstehende Untersuchung lässt sich mit Grund einwenden, dass die zurückgehaltenen Wassermengen sich auf eine ziemlich lange Zeit vertheilen; es könnte also beispielsweise ein beträchtlicher Theil des zurückgehaltenen Hochwassers vom Juli 1882 bis zu dem Hochwasser vom September desselben Jahres abfließen und es werden ebendeshalb die Fassungsräume für die Sammelweiher erheblich kleiner gemacht werden können, als oben berechnet wurde. Allein hiegegen wird darauf aufmerksam zu machen sein, dass die Hochwasser vom Juli und September 1882 keinesfalls zu den grössten zu zählen sind; das erstere hat nur zwei Tage gedauert und bei 2,80 m höchstem Stande ein Ergebniss von ca. 6,50 Millionen cbm geliefert, das zweite hat bei 1,15 m höchstem Stande in acht Tagen 5,61 Millionen cbm ergeben; dagegen hatte das Hochwasser vom Juni 1876 während 10 Tagen eine Wassermenge abzuführen, die einem Regenfall von 310 mm entspricht; dieselbe berechnet sich unter der Annahme eines Abflusskoeffizienten von 50% und unter der weiter oben begründeten Voraussetzung, dass die Regen im Steinlachgebiet etwa 16% mächtiger als im Tübinger sein werden, auf 24,6 Millionen cbm; sollten nun täglich 2,1 cbm abfließen, so würde dies in 10 Tagen 1,8 Millionen cbm betragen, es verbleiben also noch 22,8 Millionen cbm selbst unmittelbar nach dem betrachteten Hochwasser zurückzuhalten; dies stimmt genügend genau mit der durch Betrachtung des Jahres 1881/82 gefundenen Zahl überein; die letztere wird daher wohl als richtig betrachtet werden können.

Würde nur beabsichtigt, die Anschwellung der Steinlach auf sogenanntes starkes Mittelwasser d. h. auf einen Pegelstand von etwa 0,5 m herabzudrücken, bei welchem in der Steinlach und dem Derendinger Mühlkanal im Ganzen ca. 5,7 cbm Wasser zum Abfluss kämen, so wären alle diejenigen Wassermengen zurückzuhalten, welche über das bezeichnete Maass hinausgehen, es wären die auf Tafel IX über die Linie des zulässigen Abflussquantums hinausragenden Anschwellungen aufzuspeichern; zu diesem Zwecke müssten 10,3 Millionen cbm in Sammelweihern untergebracht werden.

Weit ungünstiger werden jedoch die Ergebnisse, wenn man nur ein auf wenige Tage beschränktes, mächtiges Hochwasser, etwa dasjenige von 1876 untersuchen wollte; wie oben gefunden wurde, kann die Mächtigkeit desselben 24,6 Millionen cbm betragen haben, während der zehntägigen Dauer desselben wären alsdann 4,9 Millionen cbm zum Abfluss gelangt, es müssten somit noch 19,7 Millionen cbm zurückgehalten werden. Man müsste dementsprechend die Sammler grösser machen, oder aber die Anordnung der Bauwerke so treffen, dass alsdann die den Fassungsraum der Weiher übersteigenden Wassermassen als Uebereich ihren Weg zugewiesen erhielten. Die Weiher gäben alsdann während des Hochwassers durch den gewöhnlichen Ablass 5,7 cbm und 9,5 cbm durch das Uebereich ab; im Flussbett selbst würden somit 14,5 cbm pro Sekunde bei einer Wassertiefe von 0,9 m mit 1,8 m mittlerer und 1,5 m Sohlengeschwindigkeit zum Abfluss gelangen, der Derendinger Kanal hätte 0,7 cbm aufzunehmen.

Es könnte nun noch die Frage entstehen, ob es nicht möglich oder zweckmässig wäre, die Menge des zurückzuhaltenden Wassers dadurch zu vermindern, dass im unteren Steinlachbett ein höherer Wasserstand als 0,5 m oder eine grössere Wassermenge als 5,0 cbm pro Sekunde zugelassen würde, allein dies wird zu verneinen sein, denn bei dem bezeichneten Wasserstande beträgt die Sohlengeschwindigkeit schon etwas mehr als 1,0 m; die nur aus losem Jurakiese bestehende Sohle des Flussgerinnes fängt bei grösseren Geschwindigkeiten an, in Bewegung zu gerathen; soll daher dem Hauptübelstand in dem bisherigen Verhalten der Flusskorrektur auf den Markungen Derendingen und Tübingen wirksam begegnet werden, so muss die Sohle durch Ermässigung der Geschwindigkeit, die bei 2,80 m Pegelstand (demjenigen vom 16. Juli 1882) im Mittel 3,1 m und auf der Sohle 2,5 m beträgt, gegen weitere Vertiefung und Auskolkung geschützt werden, erst dann kann auch ein wirklicher Schutz der Ufer erzielt werden.



III.

Ausgeführte Sammelweiher-Anlagen.

Die ausgeführten Sammelweiher-Anlagen dienen zur Bewässerung, zur Speisung von Schiffahrtskanälen, zur Versorgung von Städten mit Wasser, zu industriellen Zwecken oder zur Hochwasserzurückhaltung, bei manchen sind jedoch die Anlagen so getroffen worden, dass sie mehr als einem Zweck gleichzeitig zu dienen vermögen.

Sammelweiher für **Bewässerungsanlagen** findet man namentlich in den wärmeren Ländern, wo nur mit Zubilfenahme reichlicher Befeuchtung des Bodens ergiebige Ernten zu erhoffen sind.

Schon 2000 Jahre v. Chr. haben die Aegypter zur Bewässerung der Nilebene den bekannten Möris-See angelegt. Der künstlich hergestellte Nitokris-See in Assyrien soll im Stande gewesen sein, die Wassermasse des Euphrats 22 Tage lang aufzunehmen.

Die Römer haben bei Saint-Rémy in der Provence eine mächtige Bewässerungsanlage mittelst einer Thalsperre hergestellt.

Gewaltige Bauwerke schufen die Mauren in Spanien: die 44 m hohe, 67 m lange Thalsperre von Alikante mit 3,7 Millionen cbm Fassungsraum; die 50 m hohe, 240 m lange Thalsperre von Puentos, die einen Zufluss des Velez und der Luchena aufstaut; bis in die neueste Zeit sind in Spanien Sperren gebaut worden: am Guadarrama die Sperre del Gasco, 93 m hoch und 250 m lang; die Thalsperre des val inferno an der Luchena, 36 m hoch und 79 m lang; diejenige de Nijar an einem Wildwasser des Cavrizal, 27 m hoch und 105 m lang; der Ponton de la Oliva an der Lozoga, 28 m hoch bei 72 m Länge, die Thalsperre del Villar an demselben Gewässer 51 m hoch, 124 m lang, gleichzeitig zur Versorgung der Stadt Madrid mit Wasser bestimmt.

In Indien begegnen wir besonders Erddämmen, die zwar geringe Höhe, aber grosse Fassungsräume haben, in Madras ist eine 61 m hohe Sperre am Soonkesalakanal ausgeführt worden.

Die Franzosen haben namentlich in Algier grosse Steinwerke gebaut; z. B. dasjenige von Habra mit 30 Millionen cbm Inhalt und dasjenige von Hamiz, welches 14,5 Millionen cbm Wasser zu fassen vermag.

Der weitaus grösste Theil der neuen Anlagen ist dazu bestimmt, das zur **Speisung von Schiffahrtskanälen** erforderliche Wasser zu sammeln und nach Bedarf abzugeben.

In dieser Beziehung haben die Franzosen von den Pyrenäen bis zu den Vogesen eine grosse Zahl bedeutender Bauten erstellt, sie sollen zusammen 265 Millionen cbm Wasser zu fassen vermögen. Die bekanntesten sind:

Das Reservoir von Montaubry	mit 5 Mill. cbm Inhalt,	speist den Kanal du centre.
" " "	Panthier	" " de Bourgogne.
" " "	Settons " 22 " " "	" die Yonne.
" " "	Gondrexange	" den Rhein-Marne Kanal.
" " "	Mouche " 32,5 " " "	
" " "	Liez " 17 " " "	
" " "	Vingeanne " 12 " " "	
" " "	Bouzey " 7,1 " " "	" am Kanal de l'Est.

Für **Wasserversorgungszwecke** haben vorzugsweise in England, wo die Grafschaften Yorkshire und Lancashire besonders hiezu geeignet waren, Sammelweiher in ausgedehntem Maasse Anwendung gefunden, so z. B. das Wasserwerk von Rotherham, Manchester und Sheffield (letzteres mit 3,4 Mill. cbm Inhalt); auch Liverpool und Edinburg werden vollständig mit Wasser aus Sammelweihern versorgt.

Die grossen Reservoirs des Furens bei St. Etienne, genannt Gouffre d'enfer und Pas de Riot mit zusammen 2,9 cbm Wasserfassung bei 50 m beziehungsweise 34,5 m hohen Abschlussbauten zeichnen sich durch ihre rationelle Anlage aus.

In Belgien ist die Thalsperre der Gileppe bei Verviers zur Ansammlung von 12 Mill. cbm Wasser bestimmt.

Vornehmlich für **industrielle Zwecke** dienen die Fabrikweiher von Orbeis in Oberelsass; am Südabhange des Harzes bei Klausthal sollen sich seit Jahrhunderten 70 Weiher von 245 ha Oberfläche mit 15 Millionen cbm Wasserinhalt befinden, welche durch Vermittlung eines weit verzweigten, 200 km langen Kanalnetzes meist für Bergbauzwecke auf ca. 200 Wasserräder 2800 Pferdekräfte übertragen.

Auch in Oesterreich, besonders in Böhmen, bestehen schon seit dem 12. und 13. Jahrhundert grosse Teichanlagen, so fasst der Rosenberger Teich allein 600 000 cbm, der bei der Stadt Schemnitz liegende Teich bei 21 m Dammhöhe 1 Mill. cbm; auch in Pribram befinden sich beträchtliche Teichanlagen von welchen der grösste, der Pilkateich, bei 16 m Dammhöhe 1,5 Millionen cbm Inhalt besitzt.

Anlagen zur Verminderung der Hochwasser

sind nur in beschränkter Zahl ausgeführt worden; die schon erwähnten Thalsperren am Furens dienen neben der Versorgung der Stadt St. Etienne mit Wasser und neben der erheblichen Vermehrung der Betriebskräfte der dortigen Industrie wesentlich auch zum Schutze der Stadt St. Etienne gegen Hochwasserbeschädigungen; die Hochwasser des Furens, die bei den stärksten Wolkenbrüchen mit 131 cbm pro Sekunde beobachtet worden waren, wurden so ermässigt, dass höchstens noch 93 cbm pro Sekunde zum Abfluss kommen; hiedurch wurde die Wasserhöhe bei St. Etienne so beschränkt, dass daselbst kein Schaden mehr entstehen kann.

33 Kilometer oberhalb der Stadt Roanne ist das Flussbett der Loire an einer Stelle, wo die durch hohe Kalksteinfelsen gebildeten Thalgehänge sich sehr nahe rücken, mittelst starker Stein-dämme bis auf 20 m Breite geschlossen worden; die Hochwasser der Loire werden hiedurch gezwungen, sich aufzustauen und in der weiten Ebene von Forez oberhalb der Abschlussstelle auszubreiten; hiemit ist eine Wasserzurückhaltung verbunden, welche im Jahr 1856 bei einem bis 6 m hohen Aufstau an den Dämmen den Abfluss von 3 600 cbm pro Sekunde auf die Dauer von 16½ Stunden vertheilte und hiedurch im Stande war, eine gefahrdrohende Höhe der Fluthen der Loire für die Stadt Roanne abzuwenden.

Ausführungen, bei welchen durch ein ausgedehntes System von Sammelweihern eine Ver-

minderung der Hochwassermenge erzielt werden soll, sind bis jetzt nirgends zu Stande gekommen, wohl aber wurden dieselben schon häufig angeregt und erwogen, vornehmlich in Frankreich.

Nach den grossen Verheerungen, welche die Hochwasser 1856 über weite Landstriche Frankreichs gebracht hatten, beschäftigte man sich aufs Eingehendste mit der Frage, ob den Hochwasserkatastrophen nicht dadurch gründlich abgeholfen, ob insbesondere die Ueberfluthungen in den mittleren und unteren Flussläufen nicht dadurch verringert werden könnten, dass man den Abfluss der Hochwasserfluthen mittelst Zurückhaltung derselben in einer grossen Anzahl von Reservoiren hemme.

An einer Reihe von Flüssen: Garonne, Rhône, Loire, Seine wurden Studien hierüber gemacht, die Ergebnisse derselben waren jedoch keineswegs erfreuliche. Denn die angestellten Berechnungen haben gezeigt, dass es nur mit ganz ausserordentlichem Aufwande möglich wäre, den angestrebten Zweck zu erreichen. Monestier-Savignat berechnet für die Allier, die ein Niederschlagsgebiet von 8 841 qkm besitzt, den für die Zurückhaltung von $\frac{3}{4}$ des Hochwassers nöthigen Aufwand auf 12,8 Millionen \mathcal{M} , er geht jedoch hiebei bezüglich der Preise von Annahmen aus, die absolut unzutreffend sind, indem er für die Aufspeicherung eines cbm Wasser mittelst Gräben, Wehren und Reservoirs nur ca. 5 Pf. berechnet; ebendesshalb sind auch die von ihm für Behandlung des Gebiets der Garonne, der Rhône, der Saône und der Seine, die zusammen 261 340 qkm Regengebiet umfassen, angegebenen Summen von 1 800 Millionen \mathcal{M} viel zu klein, der wirkliche Aufwand würde mindestens das Dreifache betragen.

Alein auch in anderer Beziehung haben erhebliche Bedenken der planmässigen Bekämpfung der Hochwasser mittelst eines Systems von Sammelweibern entgegengestanden; man hat nämlich gefunden, dass es in manchen Flussgebieten sowohl der geognostischen Beschaffenheit des Terrains, als der Rücksicht auf die landwirthschaftlichen Interessen wegen überhaupt nicht möglich ist, diejenigen Fassungsräume der Weiher zu beschaffen, welche notwendig sind, um bei Hochwasser wirksam zu werden; ferner ist man zu der Einsicht gelangt, dass die Wirkung der Weiher sich in dem Masse vermindert, als sie sich von dem zu schützenden Objekte entfernen, dass somit für die unteren Theile der Gewässer höher gelegene Sammelweihernetze einen grossen Theil ihres Effektes verlieren; endlich hat man gefunden, dass zwar ein Sammelweiher in seinen Wirkungen sicher verfolgt werden kann, dass dies jedoch mit Sicherheit nicht mehr möglich ist, wenn ein ganzes Netz von solchen Anlagen in einem Flussgebiete errichtet wird, dass daher die beabsichtigte wohlthätige Wirkung der Weiher unter Umständen nicht nur ausbleiben, sondern sich ins Gegentheil verwandeln kann.

Das System der von manchen Seiten so warm empfohlenen Sammelweiheranlagen hat deshalb in Frankreich, namentlich im Kreise hervorragender Techniker wie Dupuit, Jollois, Lagréné, Graeff, Krantz etc. zahlreiche Gegner gefunden. Die französische Regierung scheint auch den weiteren Verfolg des Gedankens aus Anlass einer an die Nationalversammlung gerichteten Bitte einer Anzahl Grundbesitzer des südlichen Frankreichs um Anlage von Sammelweibern in den Pyrenäen und Se-vennen definitiv aufgegeben zu haben²⁶⁾.

Neuestens liess die Stadt Wien behufs der Abwendung der mit dem zu engen Bett des Wienflusses bei seinem Weg durch die Stadt verbundenen Missstände untersuchen, ob und mit welchem Aufwande Sammelweiher im oberen Wiengebiet angelegt werden könnten, damit die Hochwasser um $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ ermässigt werden. Ob das Projekt zur Ausführung kommen wird, bleibt dahingestellt.

²⁶⁾ Annales des ponts et chaussées, 1881, S. 5.

IV.

Entwürfe zu einem System von Sammelweihern im Steinlachgebiet.

1. Grundzüge für die Projektabfassung.

Nachdem in Abschnitt II gefunden worden ist, dass 22,5—24 Millionen cbm Wasser im ganzen Gebiete der Steinlach zurückgehalten werden müssten, wenn ein vollständiger Beharrungszustand im Abfluss der Steinlachgewässer herbeigeführt werden wollte, so hat man zunächst zu untersuchen, wo und wie Sammelweiher von dem erwähnten Fassungsraume angelegt werden können.

Es wären jedoch nur 10,3 Millionen cbm in Weihern unterzubringen, wenn man sich darauf beschränken wollte, die Schwankungen des Wasserstandes derart auszugleichen, dass im Steinlachbett höchstens 5,7 cbm zum Abfluss gelangen, dass also das Hochwasser etwa auf $\frac{1}{23}$ herabgedrückt würde.

Eine nur oberflächliche Berechnung zeigt, dass die Kosten der Anlegung eines Weihernetzes mit 24 Millionen cbm Fassungsraum keinesfalls unter 17 Millionen *M.* betragen würden; diese Zahl steht so ausser Verhältniss zu dem bezüglich der Verhütung von Wasserschäden alljährlich im ganzen Steinlachgebiet zu machenden Aufwande von ca. 4000 *M.*, dass ein weiterer Verfolg des Projektes für Herstellung eines vollständigen Beharrungszustandes im Wasserabfluss füglich unterlassen werden kann.

Man wird sich daher zum mindesten darauf zu beschränken haben, zu untersuchen, auf welche Weise die Verminderung der Hochwasser auf $\frac{1}{23}$ der bisherigen Wassermengen bewerkstelligt werden kann.

Neuerdings wurde von mancher Seite die Behauptung aufgestellt, es habe keine Schwierigkeit, unter Benützung der in einem Flussgebiete vorhandenen Weiher, Oeden, Weiden und sonstiger geringwerthiger Grundstücke diejenigen Flächen zu finden, auf welchen Sammelweiher zur Ausgleichung des Wasserabflusses ohne grosse Kosten angelegt werden könnten; die für das Steinlachgebiet angestellte Untersuchung hat das Gegentheil ergeben. Von 2 Mühlweihern an der Oeschinger- und der Aschermartinsmühle und zwei Eisweihern oberhalb Mössingen und unterhalb Dusslingen abgesehen, Anlagen, welche übrigens höchst unbedeutend und keineswegs vergrösserungsfähig sind, befinden sich keine Teichanlagen im Flussgebiet.

Oedungen sind nur wenige vorhanden, sie befinden sich entweder auf den Bergen am Waldessaum und sind, da auf dem Albplateau fast alles Wasser versickert, zu Weiheranlagen gar nicht zu

gebrauchen, oder im Thale der Steinlach an solchen Stellen, wo der Fluss sein Bett verändert und hiebei Aushöhlungen in benachbarten Geländen erzeugt hat. Drei derartige Stellen, nämlich oberhalb Mössingen, an der Markungsgrenze Mössingen-Ofterdingen und unmittelbar unterhalb Ofterdingen haben so unbedeutende Fassungsräume — zusammen bei entsprechender Verbauung höchstens 100 000 cbm — dass sie auf irgend ein Hochwasser der Steinlach völlig wirkungslos sein würden.

Es befinden sich entlang der Steinlach nur auf der Markung Dusslingen ausgedehnte Streifen Schafweide, die bei der Projektirung von Sammelweihern besonders berücksichtigt werden können.

Von dieser Stelle abgesehen, die indessen nur zur Anlage eines den untersten Theil des Steinlachthales schützenden Weihers ausgenützt werden kann, muss überall wohl kultivirtes, zum Theil sogar sehr kostbares Terrain zur Anlage von Weihern in Aussicht genommen werden.

Die Unterbringung der Weiher ist übrigens noch in anderer Beziehung schwierig. Die oberen Thalgebiete und Seitenschluchten, welche mit ihren steilabfallenden Wandungen die geeignetsten Stellen für Anlage von Abschlusswerken bieten, deren Grund und Boden in der Regel den geringsten Werth haben und deren Höhenlage die aufgespeicherten Wassermassen zu landwirthschaftlichen und industriellen Zwecken am günstigsten ausnützen lässt, haben ein ganz unbedeutendes Sammelgebiet, denn die Wasserscheide zieht sich am Steilrande der Alb hin; hier können die Weiher keine grossen Fassungsräume erhalten und ihre Wirkung auf den Verlauf des Hochwassers im unteren Theil der Steinlach wird daher nur eine sehr beschränkte sein. Hiezu kommt noch der Umstand, dass wegen des starken, bis zu 30% betragenden Gefälls dieser Thäler die Abschlusswerke sehr hoch gemacht werden müssen, wenn der Fassungsraum der Weiher nur einigermaßen erheblich werden soll; die Erdmasse des Abschlussdammes würde in manchen Fällen dem Fassungsraum des Weihers gleich kommen müssen, die Kosten solcher Anlagen werden daher verhältnissmässig sehr hoch werden. In den unteren Thalgebieten, deren günstigeres Längenprofil die Baukosten der Abschlusswerke vermindern könnte, sind die Querneigungen der Gehänge häufig ausserordentlich flach; Seitenwandungen, an welche die Abschlussdämme angesetzt werden könnten, fehlen hier ganz, so dass bei $\frac{1}{3}$ des Steinlachgebietes, von Mössingen bis Dusslingen, auf die Möglichkeit der Anlage wirksamer Sammelweiher ganz verzichtet werden muss, wenn nicht etwas Abenteuerliches geschaffen und eine Fläche von Hunderten von Morgen des fruchtbarsten Thalbodens unter Wasser gesetzt werden wollte.

Von grösster Wichtigkeit für die Lage der Weiher sind auch die geognostischen Verhältnisse des Untergrundes; sollen die Weiher Bestand gewähren, so müssen die Abschlusswerke so gegründet werden, dass Unterspülungen, Abrutschungen und Durchbrüche nicht zu erwarten sind; auch müssen Stellen vermieden werden, an welchen der Boden durchlässig ist. Desshalb konnten sowohl im Umkreis der Kalktuffablagerungen im oberen Wiesazgebiet, als auch in den beweglichen Schieferletten des oberen Keupers, sowie in den ausserordentlich leicht zum Rutschen gelangenden Parkinsoni- und Ornatenthonen des braunen Jura keine Stauwerke geplant werden; überdies mussten auch all die mächtigen Schutthalden des weissen Jura, welche den oberen braunen Jura auf grosse Ausdehnung überlagern, vermieden werden.

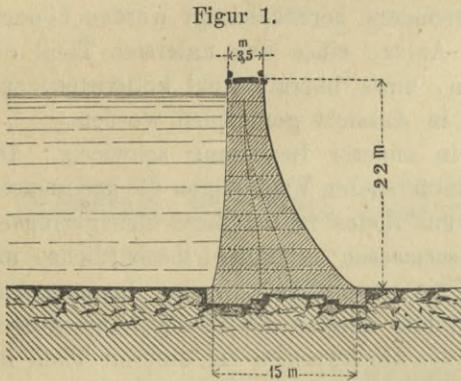
Ein Versuch, eine grosse Zahl über Wald und Flur vertheilter kleiner Sammelbecken in allen Höhenlagen des Gebiets der Steinlach zu projektiren, hatte nur das Ergebniss, dass es hiebei völlig unmöglich wäre, einen Gesamtfassungsraum von 10 Millionen cbm zu beschaffen; der Versuch wurde aufgegeben, da ausserdem unzweifelhaft erwiesen und nahezu allgemein als richtig anerkannt ist, dass die Wirkungsweise eines Systems von Sammelweihern umso verwickelter, unklarer und unsicherer wird, je grösser die Ausdehnung ist, die der Weiheranlage gegeben wird.

Musste hienach von der Anlage kleiner Weihern mit unbedeutenden Abschlusswerken abgesehen und sich der Anlage grösserer Behälter zugewandt werden, so hatte man sich zuvor über die Art der Bauweise der Weiher schlüssig zu machen.

2. Bauweise der Sammelweiher.

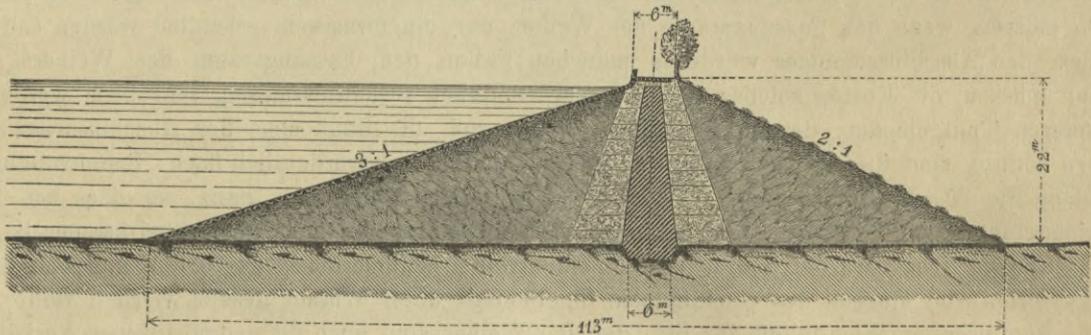
Für die Anlage der Weiher wurden stets solche Stellen im Steinlachgebiet ausgesucht, welche bei möglichst kleiner Länge des Abschlusswerkes verhältnissmässig grosse Fassungsräume ermöglichten.

Bezüglich der Abschlussbauten selbst entstand die Frage, ob sie als Mauern oder Erddämme zu



behandeln sein würden; wo Felsenuntergrund vorhanden ist, konnte dies nicht zweifelhaft sein, hier werden kräftige, wasserdichte Mauern, wie sie in Figur 1 nach französischen Mustern dargestellt sind, anzuwenden sein, in den meisten anderen Fällen empfiehlt sich dagegen die Anwendung von Erddämmen mit einem Lettenkern, welcher in das Terrain bis auf die undurchlässige Schichte hinabzuführen ist, das Profil einer solchen, englischen Vorbildern entsprechenden Dammanlage ist aus Figur 2 ersichtlich. Die Kosten beider Anlagen werden sich unter Berücksichtigung der Grunderwerbung ziemlich gleich kommen, wenn für die Dämme ein Durchschnittspreis von 2 \mathcal{M} ; für die Mauern

Figur 2.



ein solcher von 18 \mathcal{M} pro cbm zu Grunde gelegt wird; da im Steinlachthale, von den höchstgelegenen Weihern abgesehen, meist Dammanlagen ausgeführt werden müssten, so wurden die letzteren für die Projektfassung angenommen, und es könnte alsdann der Untersuchung im einzelnen Fall anheimgegeben werden, welche der beiden Bauweisen den Vorzug verdient.

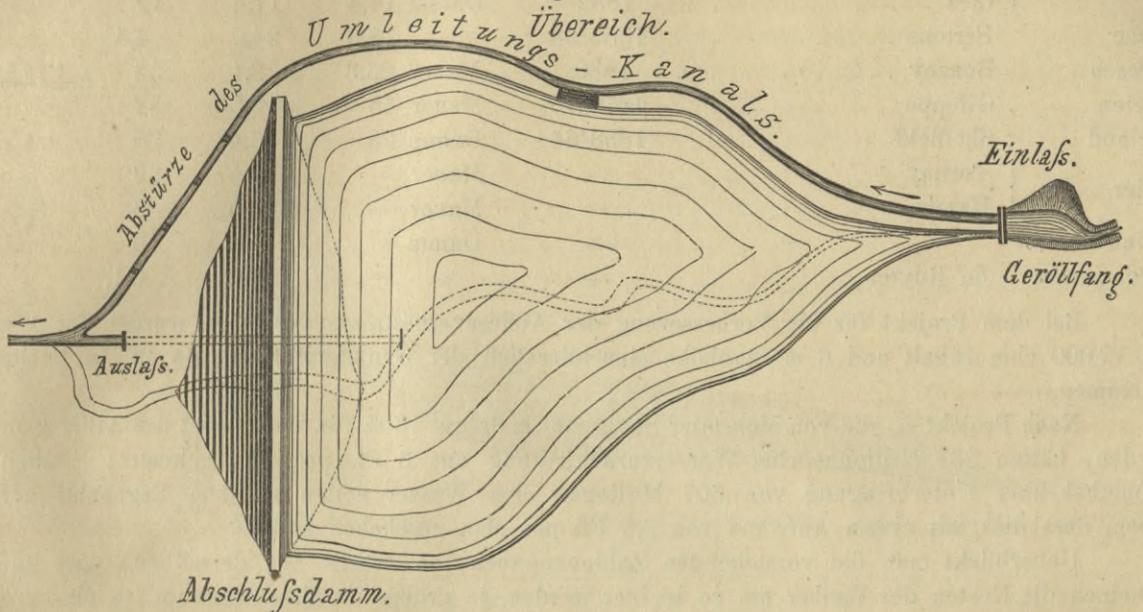
Bezüglich der Herstellung der Abschlussdämme wurde vorausgesetzt, dass die hiezu erforderlichen gewaltigen Erdmassen mittelst Ausgrabens im oberen, flacheren Theile des Behälters gewonnen und hiedurch zugleich eine Vergrösserung des Fassungsraumes des letzteren herbeigeführt würde.

Um die Dammkrone gegen Ueberfluthungen zu sichern, wäre dieselbe 1,5—2,0 m höher als der höchste Wasserstand anzunehmen, es wurde überdies vorausgesetzt, dass die Wasser des Baches oder Flusses nicht direkt in den Weiher geleitet werden, dass vielmehr am oberen Ende des Weihers ein Geröllfang von entsprechender Grösse angelegt werde; über die Krone eines kleinen Stauwehres hätte dann das dem Weiher zugewiesene Wasser in letzteren einzutreten.

Die Ableitung des Wassers aus den Weihern ist in selbstthätiger Weise, nicht vermittelt von Hand zu regulirender Schützen gedacht; es wird dies vollkommen begründet erscheinen, denn nur so wird falscher Handhabung der Abschlusseinrichtungen durch Menschenhand und den hiedurch drohenden Gefahren mit möglichster Sicherheit begegnet werden können. Oberhalb des tiefsten Punktes der Sohle des Weihers wäre eine Abflussöffnung anzubringen, von welcher aus das Wasser

mittelst eines in die Bergwand einzulegenden Stollens dem Bachbett wieder zuzuführen wäre; der Abflussöffnung wäre eine solche Grösse zu geben, dass durch sie auch beim höchsten Stande des

Figur 3.



Wassers im Weiher nur dasjenige Wasserquantum abzufließen vermag, bei welchem der Abfluss von 5,7 cbm im unteren Steinlachthale nicht überschritten wird, oder nur $\frac{1}{23}$ der bisherigen Hochwassermenge an der betreffenden Stelle des Flussgebiets beträgt.

Ein ganz aussergewöhnlich grosser Wasserstand könnte mittelst eines Uebereichs, das auf einer Seite des Weihers anzubringen wäre, in einen den Weiher auf dieser Seite umgebenden Kanal geleitet und unterhalb des Abschlussdammes in das alte Flussbett eingeführt werden; diese Anordnung würde zudem noch den Vortheil gewähren, dass nicht alles Wasser in den Weiher geleitet und hiedurch eine übermässige Absetzung von Schlamm und Gerölle in demselben hintangehalten würde; ausserdem gewähren derartige Umläufe zuweilen die Möglichkeit, den Wirkungskreis einer Reihe über einander angelegter Weihers so zu trennen, dass jeder Weiher nur dasjenige Wasser aufzunehmen und in seinem Abflussgebiet zu reguliren hat, welches in dem ihm zugewiesenen Regengebiet niederfällt, das durch die höheren Weihers regulirte Wasser braucht alsdann nicht in die tieferen Weihers einzutreten, der Fassungsraum der letzteren kann hienach lediglich nach dem ihnen zukommenden Gebietstheile, also kleiner als bei Weglassung des Umlaufs gewählt werden.

3. Baukosten.

Von einer beträchtlichen Zahl ausgeführter Sammelweihers sind die Herstellungskosten bekannt, sie sind meist bezogen auf die Grösse des Fassungsraumes und daher per Kubikmeter des letzteren ausgedrückt:

	Name des Reservoirs	Jahr der Erbauung	Grösste Tiefe m	Inhalt Mill. cbm	Kosten Pf.	
St. Etienne (Loire)	Gouffre d'enfer	1861/66	Mauer 50	1,6	92	} einschliesslich 9 Pf. für Grunderwerb
	Pas de Riot	1873/78	Mauer 34,5	1,6	76	
	St. Chamond	1866/71	Mauer 42	2,0	43	

	Name des Reservoirs	Jahr der Erbauung	Grösste Tiefe m	Inhalt Mill. cbm	Kosten Pf.	
Langres	Mouche	1882	Damm 20,4	9,3	25	ohne Grunderwerb
	Liez	1882	Damm 14,4	17,4	12	
Yonne	Settons	1855/58	— 18,0	24,0	4,4	sammt Grunderwerb
Vogesen	Bouzey	1880	Mauer 26,3	2,1	58	
Belgien	Gileppe	1870/75	Mauer 45	12,3	32	
England	Sheffield	1858/64	Damm 28	3,4	30	
Algier	Tornay	—	Mauer —	2,5	32	
	Hamiz	—	Mauer —	14,5	9	
Indien		—	Damm —	4,2	19	
Nordamerika	de Ruyter	—	— —	11,0	6,1.	

Bei dem Projekt für die Verbesserung der Abflussverhältnisse der Wien wurden für Weiher von 72 000 cbm Inhalt und 6 m Stauhöhe einschliesslich der Grunderwerbung 64 Pf. in Rechnung genommen.

Nach Projekten, die von Monestier-Savignat im Jahre 1856 für das Gebiet des Allier gemacht wurden, hätten 238 Millionen cbm Wasserzurückhaltung nur 3 Pf. pro cbm gekostet; Studien im Rhônethal über Unterbringung von 607 Millionen cbm Wasser sollen zu dem Ergebniss geführt haben, dass dies mit einem Aufwand von 8,6 Pf. pro cbm geschehen könnte.

Ueberblickt man die vorstehenden Zahlenangaben, so erhellt aus denselben, dass im Allgemeinen die Kosten der Weiher um so kleiner werden, je größer ihr Fassungsraum ist, sie bewegen sich bei Wassermassen von 1,6 bis 24,0 Millionen cbm für ausgeführte Anlagen zwischen 92 und 4,4 Pf. Es mögen übrigens wohl Verhältnisse ganz besonderer Art gewesen sein, welche es ermöglichen, den Weiher von Settons zu so auffallend niederem Preise zur Ausführung zu bringen. Garbe²⁷⁾ gibt die Kosten der Aufspeicherung des Wassers mittelst gemauerter Sperren zu 30—60 Pf. und Hess²⁸⁾ im Mittel zu 50 Pf. per cbm Wasserzurückhaltung an.

Als unterste Grenze muss im Steinlachgebiete für die grössten Weiher mindestens 10 Pf. angenommen werden; den neuesten, unter ähnlichen Verhältnissen für Dammanlagen beim Bau der Reservoirs von Mouche und Liez, die zur Speisung des Marne-Saône-Kanals bestimmt sind, gemachten Erfahrungen zufolge sollten eher 20 Pf. pro cbm angenommen werden.

Bei kleineren Aufstauungen werden jedoch die Kosten beträchtlich höher werden.

4. Wirkungsweise der Sammelweiher.

M. Graeff, der Erbauer der grossen Reservoirs bei St. Etienne, hat über die Wirkungsweise eines Reservoirs und eines Systems solcher Anlagen eingehende Studien gemacht²⁹⁾; es wird genügen, wenn hier die wichtigsten Ergebnisse derselben unter Anwendung auf das vorliegende Projekt wiedergegeben werden:

Die Sammelweiher verlangsamen den Abfluss der Hochwasser in der Art, dass sie eine vornehmlich durch die Grösse des Fassungsraumes und der Ausflussöffnung des Weihers bedingte Wassermenge zurückhalten; ein Beispiel wird diess am deutlichsten zu machen vermögen.

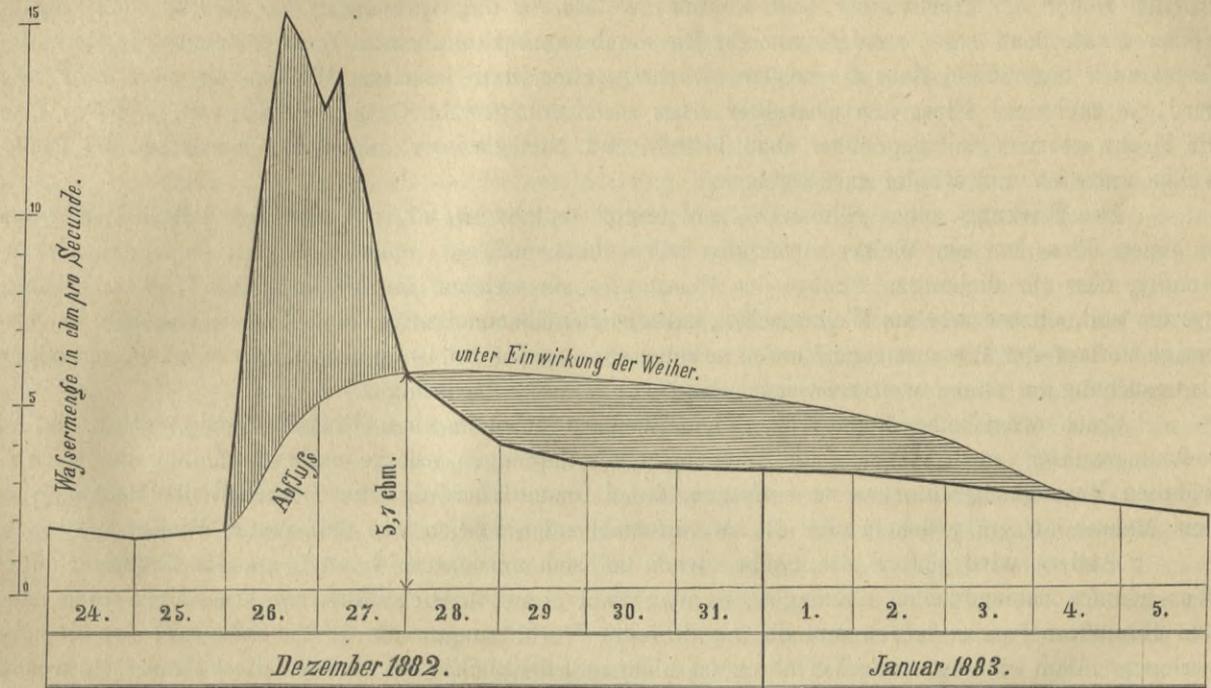
²⁷⁾ Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover 1882.

²⁸⁾ Ebendasselbst, S. 203.

²⁹⁾ Graeff, Mémoires sur le mouvement des eaux dans les réservoirs à alimentation variable, 1873 und Graeff, Mémoire sur l'application des courbes de débits à l'étude du régime des rivières et au calcul des effets produits par un système multiple de réservoirs, 1875.

In Figur 4 ist der Verlauf einer starken Anschwellung der Steinlach vom 26. Dezember 1882, beobachtet beim Waldhörnle auf der Markung Derendingen, in der Weise dargestellt worden, dass

Figur 4.



die per Sekunde abfliessenden Wassermengen als eine Wassermengenkurve erscheinen; es betrug hiebei die Wassermenge pro Sekunde vor Eintritt der Hochwasserwelle 1,70 cbm, zur Zeit des höchsten Standes 15,3 cbm und nach Verlauf der Anschwellung 5,5 bis 2,6 cbm; die am 26. u. 27. Dezember im Ganzen abgeflossene Wassermenge beträgt 1830000 cbm. Befindet sich nun in einem oberhalb der Beobachtungsstelle gedachten Weiher eine Abflussöffnung, welche nur dasjenige Wasserquantum durchzulassen vermag, bei welchem in der Steinlach nur 5,7 cbm pro Sekunde zum Abfluss gelangen, so wird nach den Graeff'schen Untersuchungen an die Stelle der ursprünglichen Wassermengenkurven eine solche treten, wie sie in Figur 4 dargestellt ist. Die genaue Form dieser Kurve hängt von der Form des Sammelbassins und der jeweiligen Höhe des Wasserstandes im Weiher über der Abflussöffnung beim Beginn des Hochwassers ab, es entspricht jedoch die grösste Abflussmenge demjenigen Zeitpunkt, welcher als Durchschnittspunkt der ursprünglichen und der in Folge der Wirkung des Weihers veränderten Wassermengenkurve gekennzeichnet ist; im vorliegenden Falle ist dies der 27. Dezember, Nachts 12 Uhr. Die in Figur 4 schraffirten Flächen geben alsdann ein Bild derjenigen Wassermengen, welche, durch die Wirkung des Weihers zurückgehalten, erst dann zum Abfluss gelangten, nachdem die aus dem Weiher abfliessende Wassermenge die zulässige Maximalgrösse erreicht hatte. Im Ganzen wurden vom 25. Dezember, Nachts 12 Uhr bis 27. Dezember, Nachts 12 Uhr 1080000 cbm zurückgehalten, dieselben flossen von dem zuletzt genannten Zeitpunkte bis zum 4. Januar 1883 ab, an welchem Tage die Wirkung des Weihers aufhörte.

Je grösser die Masse eines Hochwassers ist, desto grösser wird auch die zurückzuhaltende Wassermenge sein, desto längere Zeit wird jedoch auch verstreichen müssen, bis sich der Behälter allmählig entleert haben wird; bleiben die Wasserstände nach Verlauf des Hochwassers an sich höhere, so wird die Wasseransammlung im Weiher noch länger fort dauern; auch kann der Fall vorkommen,

dass neue Hochwasserwellen in den Behälter eintreten, ehe die zurückgehaltenen Wasser des vorhergehenden Hochwassers zum Abfluss gelangt sind.

Aus diesen Betrachtungen und dem angeführten Beispiele erhellt auch, dass es nicht die grössten Höhen der Hochwasser sein können, welche für die Bestimmung der Grösse der Sammelweiher massgebend sind, sondern nur die Massen des zurückzuhaltenden Wassers kommen in Betracht. Es ist auch begreiflich, dass die relative Wirkung eines und desselben Weihers um so grösser sein wird, je mehr ein Fluss den Charakter eines rasch anlaufenden Gebirgswassers hat, je höher also die Hochwassermengen gegenüber dem Mittel- und Niederwasser ansteigen, je rascher die Fluthwellen anlaufen und wieder zurückgehen.

Die Wirkung eines Sammel Weihers nimmt thalabwärts ab, sie lässt sich jedoch nur, wenn an einem Fluss nur ein Weiher vorhanden ist, rechnungsmässig genau verfolgen; es ist hiezu nothwendig, dass für diejenigen Punkte des Flusslaufes, an welchen die Wirkung des Weihers erhoben werden soll, ebenso wie am Weiher selbst, mittelst Pegelbeobachtungen und Wassermessungen der bisherige Verlauf der Wassermengenkurven erhoben werde; für die Steinlach fehlt es zu einer derartigen Untersuchung an einem weitverzweigten Netz von Pegelbeobachtungen.

Auch wenn eine Reihe von Sammelweihern an demselben Flusse angelegt wird, ist es rechnungsmässig noch möglich, die Wirkung einer derartigen Anlage unter Benützung der erwähnten Wassermengenkurven zu verfolgen, dabei nimmt allerdings die Sicherheit der Rechnung in dem Maasse ab, in welchem sich die zu untersuchenden Stellen von dem ersten Weiher entfernen.

Anders wird jedoch die Sache, wenn es sich nur darum handelt, an den Zuflüssen eines Wasserlaufes Sammelweiher anzulegen; es mag zwar in den meisten Fällen zweckmässiger erscheinen, den Hauptfluss frei zu halten und die regulirenden Vorkehrungen nur in die Zubringer desselben zu verlegen, allein ein derartiges Verfahren ist nicht unbedenklich. Die Zuflüsse eines Gewässers weisen meist grössere Gefälle auf, als das Hauptflussthal, in Folge dessen pflegen die Hochwasser der Zubringer denjenigen des Hauptflusses voranzueilen; bis die Hochwasserwelle des letzteren ankommt, sind — wie dies auch an der Steinlach beobachtet wird — die Wirkungen der Anschwellungen der Zubringer schon thalabwärts gegangen. Werden nun in den Thälern der Zuflüsse Weiher angelegt, so haben diese naturgemäss die Wirkung, dass sie den Wasserabfluss verlangsamen; es ist daher leicht möglich, dass die reduzirte Hochwassermenge eines Zuflusses mit der grössten Anschwellung des Hauptflusses zusammentrifft und dass hiebei nicht nur keine Ermässigung der Hochwasserstände, sondern das Gegentheil eintritt. Die Verminderung des Wasserquantums des Zuflusses sollte daher stets so erfolgen, dass sein höchster Stand demjenigen des Hauptflusses erst nachfolgt, nicht vorausseilt. Indessen kann auch einem starken Regenfalle in einem Seitenthale ein zweiter und dritter folgen, die höchsten Wasserstände des Seitenflusses können daher leicht mit denjenigen des Hauptflusses zusammentreffen. Die erwähnten Schwierigkeiten müssten bei der Bearbeitung eines Detailprojektes für Sammelweiher im Steinlachgebiet durch eingehendes Studium der Zeitfolge der Wasseranschwellungen in dem Hauptfluss und dessen Zuflüssen auf's Sorgfältigste berücksichtigt werden, die beste und sicherste Art, solchen Schwierigkeiten zu begegnen, wird jedoch stets die sein, wenn die Weiher thunlichst an der Vereinigung von Haupt- und Nebenfluss angelegt und hiedurch die beiderseitigen Unregelmässigkeiten durch einen Sammelweiher ausgeglichen werden. Auch die Wirkung derartiger Anlagen lässt sich noch, eine genügende Anzahl von Wassermengenbeobachtungen entlang des Flusslaufes vorausgesetzt, auf dem Wege der Rechnung verfolgen.

Sind jedoch an einem Hauptflusse und dessen Seitenflüssen Sammelweiher angebracht, so vereinigt sich die Ungewissheit über den Verlauf der durch letztere veränderten Abflussverhältnisse der Seitenflüsse mit der eben hiedurch veranlassten Unsicherheit in Betreff der Füllungsweise der Weiher des Hauptflusses. Es ist zwar auch hiebei noch möglich, unter Benützung der Wasser-

mengenkurven der Seitenflüsse und des Hauptflusses den Gang eines Hochwassers auf dem Wege der Rechnung annähernd zu verfolgen, allein nur, wenn ganz bestimmte Annahmen bezüglich des Zusammentreffens der Wasser der Zuflüsse mit denjenigen des Hauptflusses gemacht werden, Annahmen, für welche alle und jede Anhaltspunkte fehlen. Insolange die Projekte dahin gerichtet sind, die Hochfluthen gegenüber dem bisherigen Bestande nur wenig zu ermässigen oder wenn die durch die Herabminderung der Hochwasser zu schützenden Orte weitab von den Stellen liegen, an welchen sich die Wasserzurückhaltungen befinden, wird es nach obigen Erwägungen nicht räthlich sein, zu dem vielgestaltigen System der Anlage von Sammelweihern im Hauptfluss und in dessen Zubringern zu greifen; wenn jedoch die Herabminderung der grössten sekundlichen Wassermenge in so beträchtlicher Masse in Aussicht genommen ist, wie bei der vorliegenden Untersuchung, nämlich im Verhältniss 23 : 1, so werden die theoretisch vollständig begründeten gegen das ganze System gerichteten Bedenken weniger zu fürchten sein.

Es wäre nun noch die Frage zu erörtern, welche Wirkung die Sammelweiher auf die Erhöhung des niedersten Wasserstandes haben. Je grösser die Masse des durch ein Hochwasser gelieferten Wassers ist, je länger sich auch nach Abfluss der Hochwasserwelle ein Wasserstand erhält, der höher ist, als der niederste Jahreswasserstand, desto länger wird sich die ausgleichende Wirkung der in den Weihern aufgespeicherten Wassermassen fühlbar machen; das Hochwasser von 1876 hätte beispielsweise, wenn 19,7 Millionen cbm Fassungsraum in den Weihern vorhanden gewesen, und wenn unmittelbar nach Abfluss des Hochwassers ein Wasserstand eingetreten wäre, wie er zu Anfang des Jahres 1882 während der ersten fünf Monate anhielt, während mindestens 1½ Monaten eine Erhöhung des Niederwassers im unteren Theile der Steinlach von 0,9 cbm pro Sekunde auf 5,7 cbm pro Sekunde zu bewirken vermocht; je nach der Grösse eines Hochwassers wird sich die Wirkung desselben auf die nachfolgenden niederen Wasserstände bemessen lassen. Im Allgemeinen wird man wohl sagen können, dass die ganze, dem Fassungsraume der Weiher entsprechende Wassermenge zur Erhöhung der Niederwassermenge verwendet und daher der Industrie zu gute kommen wird.

5. Erstes Projekt mit 58 Weihern.

Nachdem es sich als nicht möglich erwiesen hatte, durch ein weitgehendes Netz kleiner Weihern einen Fassungsraum von 10,3 Millionen cbm zu beschaffen, so wurde versucht, die Zubringer der Steinlach überall da, wo es die Terrain- und Bodenverhältnisse zuliesse, an ihrer Wurzel mit regulirenden Weihern zu fassen.

Dabei war zunächst zu erwägen, ob der gesammte Fassungsraum des Weihersystems nicht grösser als in Kapitel 3, Abschnitt II berechnet, angenommen werden müsse. Bei den bisherigen Betrachtungen wurde nämlich das Steinlachgebiet stets als ein gleichförmiges Ganzes behandelt, auch wurden stillschweigend alle Berechnungen so geführt, als ob es sich nur um einen oberhalb der Beobachtungsstelle beim Waldhörnle herzustellenden Weiher handeln würde. Will nun mit einem weitverzweigten Weihersystem im oberen Steinlachgebiet derselbe Effekt erreicht werden, wie mittelst eines einzigen grossen Weihers oberhalb des Waldhörnles, so muss der Fassungsraum der bis zu 20 km von letzterem entfernten Weiher entsprechend grösser gemacht werden. Es nimmt, wie schon weiter oben ausgeführt wurde, die Wirkung der Weiher auf grössere Entfernungen überhaupt ab, auch ist in den höher gelegenen Theilen des Steinlachgebietes sowohl der Regen intensiver und auch das Anschwellen der Gewässer rascher, als in den tieferen Lagen des Steinlachthales; es ist auch schon bei den meteorologischen Untersuchungen darauf hingewiesen worden, dass die sekundliche Hochwassermenge des ganzen Steinlachgebietes im Mittel zu 19 l pro ha anzunehmen sein wird,

obgleich das untere Steinlachgebiet nach den Wassermengenberechnungen nur 9,4 l pro ha und Sekunde aufweist.

Sollen beim Waldhörnle 10,3 Millionen cbm Wasser zurückgehalten werden, so entspricht dies pro ha des zugehörigen Flussgebiets einer Zurückhaltung von 746 cbm.

Obgleich es sich rechtfertigen liesse, wenn man diese Zahl im Verhältniss 9,4 zu 19 vergrössern und hienach unter der Annahme, dass pro ha Regengebiet 1 508 cbm Wasser zurückzuhalten sei, die Grösse der einzelnen Weiher im Verhältniss zu ihrem Niederschlagsgebiet bestimmen würde, so soll doch im vorliegenden Falle weniger weit gegangen und angenommen werden, es seien im Mittel für das ganze Gebiet der Steinlach und ihrer Zubringer nur 1000 cbm pro Hektar Regengebiet anzusammeln; für diese niederere Zahl spricht der Umstand, dass bei den sämtlichen Projekten der weitaus grösste Theil der Wassermassen im unteren Theile des Steinlachgebiets angesammelt werden müsste; beim ersten Projekte können z. B. etwa nur 4,2 Millionen cbm in die Ursprungsgebiete verlegt werden, während 8,7 Millionen cbm auf die tieferen Lagen des Gebietes entfallen. An der Füreus bei St. Etienne halten die beiden Reservoire 1140 cbm pro ha zurück.

Den Einfluss, den die nicht unbeträchtliche Verdunstung auf den Bestand der in Weihern angesammelten Wasserflächen ausübt, sowie den Wasserverlust durch Versickerung und dergleichen kann man, solange es sich nicht um ein Detailprojekt handelt, vernachlässigen.

In Tafel III ist nun die Vertheilung der 58 Sammelweiher, sowie die Grösse der zugehörigen Niederschlagsgebiete zu ersehen.

Um sichere Anhaltspunkte für die mit Ausführung dieses Weihersystems verbundenen Kosten zu bekommen, wurden für die im Thalheimer Gebiet projektirten Weiheranlagen 1—22 die erforderlichen Terrinaufnahmen gemacht und auf Grund derselben die folgende Tabelle berechnet:

Nr. des Weiher.	Bezeichnung des Wasserlaufes.	Nieder-	Fassungs-	Wasser-	Wasser-	Grösste	Kubikgehalt	Pro cbm
		schlags-	räume des	tiefe		flä- che.		
		gebiet.	Sammel-	am Ab-	ha	dammes.	Erddammes.	raum sind
		ha	weihers.	schluss.		m	cbm	erforder-
			cbm	m				lich an
								Erdmasse
								cbm
1	Steinlach	33	33 000	17,0	0,61	18,5	34 000	1,03
2	"	17	17 000	18,0	0,28	19,5	29 000	1,71
3	"	35	35 000	19,5	0,51	21,0	50 000	1,43
4	"	93	93 000	12,0	1,40	13,0	27 000	0,29
5	Hinter der Thalheimer Kirche	73	73 000	14,0	1,25	15,0	80 000	1,10
6	Wangenbach	15	15 000	11,0	0,34	12,0	16 000	1,07
7	"	14	14 000	10,6	0,32	11,5	15 000	1,07
8	"	64	64 000	14,0	1,20	15,0	40 000	0,63
9	"	87	87 000	13,6	1,80	14,5	55 000	0,63
10	Weiherbach	55	55 000	14,0	1,10	15,0	41 000	0,74
11	"	74	74 000	18,6	1,04	20,0	71 000	0,96
12	"	42	42 000	12,8	1,05	14,0	39 000	0,93
13	"	23	23 000	13,5	0,60	14,5	31 000	1,35
14	"	18	18 000	12,4	0,51	13,5	26 000	1,45
15	"	68	68 000	16,0	1,28	17,5	57 000	0,84
16	"	218	218 000	12,4	5,20	13,5	56 000	0,26
17	Seebach	30	30 000	20,4	0,53	22,0	42 000	1,40
18	"	23	23 000	18,0	0,41	19,5	30 000	1,40
19	"	42	42 000	14,9	0,72	16,0	20 000	0,48
20	"	17	17 000	15,8	0,32	17,0	21 000	1,24
21	"	119	119 000	13,8	2,30	15,0	52 000	0,44
22	Steinlach	620	620 000	17,7	9,20	19,0	134 000	0,22
	Zusammen	1 780	1 780 000		31,8		966 000	durchschn. 0,54

Die Höhe der Abschlusswerke schwankt hienach zwischen 11,5 und 22,0 m; hätte man die Höhe der Weiher vermindern und die Zahl derselben vermehren wollen, so wäre, wie eine detaillirte Berechnung, die für das Thalheimer Gebiet statt obiger 22 Weiher deren 727 mit nur 5 m hohen Abschlussdämmen ergab, zeigte, die Summe der Rückstaulängen grösser als die vorhandene Länge der Thalsole geworden; es hätte also nicht nur ein Weiher gleich unterhalb des andern angelegt werden müssen, sondern es wäre sogar noch das Abschlusswerk des höheren Weiher im Stauwasser des tieferen gestanden; ganz abgesehen davon, dass alsdann die Grunderwerbung das Dreifache, nämlich 93 statt 31,8 ha erfordert und die Baukosten gleichfalls mehr, als bei der geringeren Weiherzahl betragen haben würden, so musste es auch an sich seltsam erscheinen, einen einfachen schmalen Wasserlauf in ein fortlaufendes, zusammenhängendes Weiher-system umwandeln zu wollen.

Die projektirten 22 Weiher des Thalheimer Gebiets würden 31,8 ha Grundfläche (oder = 100 württ. Morgen) und ihre Abschlussdämme rund 1 Million cbm Auffüllungsmasse erfordern.

Aus der letzten Kolumne der obigen Tabelle ist ersichtlich, dass die Weiher im Verhältniss zum Fassungsraum um so weniger Erdmasse zur Herstellung des Abschlussdammes erfordern, dass also die Hauptbestandtheile jeder Weiheranlage um so billiger werden, je grösser der Fassungsraum des Weiher ist. Der höchste Bedarf beträgt 1,71 cbm, der kleinste 0,22 cbm; es kostet hienach, wenn per cbm Dammanlage mit sämmtlichen Zubehörden nur 2 \mathcal{M} berechnet werden, der kleine Weiher Nr. 2 mit 17 000 cbm Fassungsraum per cbm angesammelten Wassers 3 \mathcal{M} 42 Pf., während der Weiher Nr. 22 mit 620 000 cbm Inhalt nur 44 Pf. per cbm Wasser Aufwand verursachen würde; der Durchschnittswerth von 0,54 cbm Erdmasse pro 1 cbm Wasserzurückhaltung entspricht einem Preis von 1 \mathcal{M} 08 Pf.

In gleicher Weise wurden nun auch die Fassungsräume der Weiher Nr. 23 bis 58 berechnet, wie nachstehende Tabelle zeigt:

Nr. des Weiher.	Name des Flusslaufes.	Niederschlagsgebiet. ha	Fassungsraum des Sammelweiher. cbm	Nr. des Weiher.	Name des Flusslaufes.	Niederschlagsgebiet. ha	Fassungsraum des Sammelweiher. cbm
23	Oeschenbach . . .	122	122 000	41	Danbach	42	42 000
24	"	38	38 000	42	Opisgraben	533	533 000
25	"	20	20 000	43	Steinlach	3 964	3 964 000
26	"	20	20 000	44	Ransbach	206	206 000
27	"	40	40 000	45	Wiesaz	140	140 000
28	"	40	40 000	46	"	24	24 000
29	"	32	32 000	47	"	48	48 000
30	"	20	20 000	48	"	72	72 000
31	Kastenthalbach . . .	80	80 000	49	"	84	84 000
32	Oeschenbach	345	345 000	50	"	90	90 000
33	"	76	76 000	51	"	1 228	1 228 000
34	"	330	330 000	52	Erdmannsbach	158	158 000
35	Oehrn, Buchbach . . .	375	375 000	53	"	88	88 000
36	" Gaisbach	66	66 000	54	"	70	70 000
37	"	42	42 000	55	"	150	150 000
38	"	128	128 000	56	"	60	60 000
39	Danbach	14	14 000	57	Wiesaz	1 425	1 425 000
40	"	102	102 000	58	Ehrenbach	863	863 000

Es wären hienach zurückzuhalten:

in 22 Weiher des oberen Steinlachthales bei Thalheim	—	1 780 000
" 12 " " Oeschenbachthales	—	1 163 000
" 7 " " Oehrn- und Danbaches	—	769 000
in 41 Weiher	—	<u>3 712 000</u>

in 41 Weihern	—	3 712 000
„ 3 „ der unteren Steinlach	—	4 703 000
„ 8 „ des Wiesazthales	—	3 111 000
„ 5 „ „ Erdmannsbaches	—	524 000
„ 1 „ „ Ehrenbaches	—	863 000

Zus. in 58 Weihern des ganzen Steinlachgebiets — 12 913 000.

Da nun unter den Weihern Nr. 23—58 Anlagen enthalten sind, bei welchen vermöge ihres grossen Fassungsraumes der Aufwand für die Abschlussdämme jedenfalls noch weniger als bei Weiher Nr. 22, also weniger als 0,22 cbm Erdmasse pro cbm Wasserzurückhaltung betragen wird, so kann günstigsten Falles auch angenommen werden, dass für sämtliche Weiher Nr. 1—58 die Grösse der Erdarbeit im Mittel 0,3 cbm betrage.

Werden pro cbm 2 *M* berechnet, so stellt sich der Bauaufwand pro cbm Wasserzurückhaltung im Mittel auf 60 Pf.

Hiebei sind die Kosten der für Sicherung der Dämme auf der Wasserseite mittelst Pflasterung, für Herstellung der Wehranlagen, des Geröllfanges, der Entleerungsöffnung, des Umlaufkanals und des Entlastungswehres inbegriffen, die zusammen bei derartigen Bauten sehr beträchtliche Summen erfordern.

Es stellt sich nun der Aufwand für das erste Projekt folgendermassen zusammen:

a) Für die Erwerbung von rund 300 ha Grund und Boden, in einandergerechnet à 3 000 <i>M</i>	—	900 000 <i>M</i>
b) Für Herstellung sämtlicher Bauten zur Ansammlung des Wassers bei rund 13 Millionen cbm à 60 Pf.	—	7 800 000 „
c) Aufwendungen für Verlegen von Wegen etc.	—	120 000 „
d) Entschädigung von Wasserwerksbesitzern, kleinere Uferregulirungen und sonstige Arbeiten	—	150 000 „
e) Verzinsung des Baukapitals während einer zehnjährigen Bauperiode	—	1 530 000 „
Summe Baukosten für das erste Projekt	—	10 500 000 „

6. Zweites Projekt mit 7 Weihern.

Wenn die kleineren, im Verhältniss zu ihrem Fassungsraume ausserordentlich theuren Sammelweiher aufgegeben werden und versucht wird, im Gebiete der Steinlach ein Netz grösserer Weiher an hiezu geeigneten Punkten anzulegen, so entsteht die auf Tafel IV dargestellte Vertheilung der Sammelweiher Nr. 1—7.

Ihr Inhalt wurde wiederum mit der oben entwickelten Einheit von 1 000 cbm pro ha Niederschlagsgebiet berechnet und beträgt:

Nr. 1, der Thalheimer Weiher	bei Nr. 22 des ersten Projektes fasst 1,78 Mill. cbm.
Nr. 2, der Oeschinger Weiher	„ Nr. 34 „ „ „ „ 1,16 „ „
Nr. 3, der Bronnweiler Weiher	„ Nr. 51 „ „ „ „ 1,69 „ „
Nr. 4, der Erdmannsbachweiher	„ Nr. 55 „ „ „ „ 0,46 „ „
Nr. 5, der untere Wiesaz-Weiher	„ Nr. 57 „ „ „ „ 1,48 „ „
Nr. 6, der Dusslinger Weiher	„ Nr. 43 „ „ „ „ 5,73 „ „
Nr. 7, der Ehrenbach Weiher	„ Nr. 58 „ „ „ „ 0,86 „ „

Zusammen 13,16 Mill. cbm.

Der hiefür zu machende Aufwand wird schon erheblich kleiner sein, als beim ersten Projekt, sowohl wegen der durch die geringere Wasserfläche der 7 grossen Weiher bedingten kleineren Grund-

erwerbungs-kosten, als auch ganz besonders deshalb, weil für die Baukosten dieser Weiher ein kleinerer Durchschnittswerth als 60 Pf. pro cbm Wasseransammlung in Ansatz gebracht werden kann.

Der Bauaufwand berechnet sich hier wie folgt:

a) Für Erwerbung und von 150 ha Grund Boden à 3 500 <i>M.</i> . . . — ∴	525 000 <i>M.</i>
b) Für die Bauarbeiten zur Herstellung der Weiher sammt Zubehörden rund 13 Millionen cbm à 40 Pf. — ∴	5 200 000 "
c) Für Wegkorrekturen, Entschädigungen etc. — ∴	150 000 "
d) Verzinsung des Baukapitals — ∴	825 000 "
Summe Baukosten für das zweite Projekt . . . — ∴	<u>6 700 000 <i>M.</i></u>

7. Drittes Projekt mit 3 Weihern.

Geht man mit der Ausnützung der Vortheile der grossen Weiheranlagen noch weiter, so kommt man zu dem auf Tafel V dargestellten dritten Projekte mit nur drei Weiheranlagen.

Das Steinlachthal verengt sich nämlich nach Einmündung der Wiesaz unterhalb Dusslingen sehr bedeutend, während oberhalb Dusslingen ein geschlossenes, zu einer Stauanlage geeignetes Thalprofil vergeblich gesucht wird. Hier lässt sich ein Sammelweiher mit verhältnissmässig geringen Kosten für das Abschlusswerk herstellen, weil hier das Thal sich am meisten verengt und der Weiher, sowohl in das Steinlach- als in das Wiesazthal hineinragend, grosse Wassermassen zu fassen vermöchte; auch könnte das Abschlusswerk in ganz solider und sicherer Weise auf die daselbst im Thale anstehenden Stubensandsteine gegründet werden; ausserdem ist hier Grund und Boden, wenigstens im Steinlachthale am billigsten. Die Grösse des Weihers ergibt sich unter der Bedingung, dass der Aufstau unterhalb des Ortes Dusslingen sein Ende zu finden hat, bei einer Höhe des Abschlusswerkes von 15 m zu rund 8 Millionen cbm.

Daneben sollen der Thalheimer und Oeschinger Weiher nach Lage und Grösse, wie sie im zweiten Projekt entwickelt wurden, beibehalten werden, sie erhalten Fassungsräume von rund 1,8, beziehungsweise 1,2 Millionen cbm, so dass zusammen die Summe des im Steinlachgebiete zurückgehaltenen Wassers auf rund 11 Millionen cbm sich beläuft. Diese Wassermasse wird genügen, weil die intensivste Zurückhaltung im untersten Theile des Steinlachthales, also in wirksamster Weise für die Regulirung des Wasserabflusses daselbst erfolgen könnte.

Die Baukosten dieses Projektes berechnen sich folgendermassen:

a) Grunderwerbung von 150 ha Wiesen- und Ackerfläche à 4 000 <i>M.</i> . . . — ∴	600 000 <i>M.</i>
b) Die Bauarbeiten für den kombinierten Steinlach- und Wiesazweiher mit Rücksicht auf dessen grossen Fassungsraum und den verhältnissmässig kurzen Abschlussdamm zu 10 Pf. pro cbm Wasserzurückhaltung, also so nieder, als nur irgend denkbar, veranschlagt gibt für 8 Millionen cbm . . . — ∴	800 000 "
c) Der Thalheimer und der Oeschinger Weiher erfordern zusammen bei 3 Millionen cbm Wasserinhalt 1 Million cbm Erdmasse à 2 <i>M.</i> gibt . . . — ∴	2 000 000 "
d) Für Schutzbauten zwischen der Eisenbahn und dem grossen Weiher unterhalb Dusslingen — ∴	500 000 "
e) Für Verlegung von Strassen und Brücken ebendasselbst auf 4 km Länge — ∴	200 000 "
f) Ankauf von Wasserwerken — ∴	100 000 "
g) Sonstige allgemeine Aufwendungen — ∴	50 000 "
h) Verzinsung des Baukapitals — ∴	450 000 "
Summe Baukosten für das dritte Projekt . . . — ∴	<u>4 750 000 <i>M.</i></u>

8. Viertes Projekt mit 26 Weihern.

Betrachtet man die Stellen, an welchen beim ersten, zweiten und dritten Projekt Sammelweiher angelegt wurden, näher, so bemerkt man, dass manche der Weiher in die fruchtbarsten Gelände fallen oder einzelnen Wasserwerksbesitzern beträchtliche Nachteile durch Rückstau bringen würden; es ist ohne weiteres klar, dass an die Ausführung derartiger Anlagen der hiebei erwachsenden Schwierigkeiten wegen gar nicht zu denken ist; es wurde daher ein viertes Projekt versucht, bei welchem Sammelweiher nur an solchen Stellen angenommen wurden, an welchen ihre Herstellung durchführbar erscheint. Weiher in Seitenklingen mit kleinerem Niederschlagsgebiet als 50 ha wurden indessen weggelassen, weil bei diesen der Aufwand für Abschlusswerke im Verhältniss zu der zurückgehaltenen Wassermenge ganz unverhältnissmässig gross wird.

Es hat sich bei dem eingeschlagenen Verfahren als unmöglich erwiesen, den so entstehenden 26 Weihern denjenigen Fassungsraum zu geben, welcher im Ganzen für 10,3 Millionen cbm Wasser geschaffen werden sollte, nur für 8,6 Millionen cbm konnten Weiher gefunden werden, wenn die oben entwickelte Einheit zur Bemessung des Fassungsraumes der Weiher von 1000 cbm pro ha Niederschlagsgebiet des Vergleiches mit den andern Projekten wegen nicht überschritten werden soll. Die Einzelgrösse dieser Weiher ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

Nr. des Weihers.	Name des Wasserlaufes.	Niederschlagsgebiet. ha	Fassungsraum des Weihers. cbm	Nr. des Weihers.	Name des Wasserlaufes.	Niederschlagsgebiet. ha	Fassungsraum des Weihers. cbm
1	Steinlach	178	178 000		Uebertrag	—	2 662 000
2	Hinter der Thalheimer Kirche	73	73 000	15	Wiesaz	140	140 000
3	Wangenbach	180	180 000	16	"	48	48 000
4	Weiberbach	171	171 000	17	"	85	85 000
5	"	109	109 000	18	"	84	84 000
6	"	218	218 000	19	Erdmannsbach	156	156 000
7	Seebach	231	231 000	20	"	88	88 000
8	Oeschingerbach	122	122 000	21	"	70	70 000
9	Kastenthalbach	132	132 000	22	"	150	150 000
10	Oeschenbach	503	503 000	23	"	60	60 000
11	"	76	76 000				wegen der Eisenbahn nur
12	Buchbach	375	375 000	24	Steinlach	5 447	4 000 000
13	Oehrbach	136	136 000	25	Ransbach	206	206 000
14	Danbach	158	158 000	26	Ehrenbach	863	863 000
	Uebertrag	—	2 662 000		Summe	—	8 612 000

Die Wirkung dieser Weiher wird entsprechend kleiner, als diejenige der Weiher des ersten, zweiten und dritten Projekts und zwar in der Art, dass statt 5,7 cbm beim Waldhörnle 6,8 cbm per Sekunde abfliessen, dass sich also die Wassertiefe daselbst auf 0,54 m, die Sohlengeschwindigkeit auf 1,10 m vergrössern werden; ebenso muss die ausgleichende Einwirkung der Weiher auf kleine Wasserstände geringer werden.

Die für das vierte Projekt zu machenden Aufwendungen berechnen sich, wie folgt:

- a) Für Erwerbung von 250 ha Grund und Boden à 3400 *M.* — : 850 000 *M.*
 b) Für Herstellung der Abschlussdämme nebst Zubehörenden bei 8,6 Millionen cbm Wasserzurückhaltung à 50 Pf. — : 4 300 000 „
 — : 5 150 000 *M.*

	— ∴	5 150 000	<i>M.</i>
c) Für Verlegung von Strassen, Brücken etc.	— ∴	100 000	"
d) Für sonstige allgemeine Aufwendungen	— ∴	75 000	"
e) Verzinsung des Baukapitals	— ∴	675 000	"
Summe Baukosten des vierten Projektes	— ∴	6 000 000	<i>M.</i>

9. Nutzbarmachung der Sammelweiher für Industrie und Landwirthschaft.

Man ist allgemein zu der Annahme geneigt, dass die für die Zurückhaltung der Hochwasser zur Verhütung von Wasserschäden getroffenen Einrichtungen gleichzeitig für die Industrie und Landwirthschaft ausgenützt werden können; allein dies ist nur insoweit zutreffend, als dasjenige Wasser benützt wird, welches durch die den Hochwasserabfluss regulirende Ablassöffnung des Weiher selbstthätig abströmt. Wollte man die Wassermassen in den Weihern aufspeichern und nur in dem Masse ableiten, wie dies Industrie und Landwirthschaft jeweils wünschenswerth erscheinen lassen, so wäre der Zweck der Weiher, soweit er die Regulirung der Hochwasser betrifft, völlig verfehlt. Die Weiher müssen sich thunlichst rasch wieder entleeren, wenn sie für die Regulirung der unvorhergesehenen anlaufenden Hochwasser von Werth sein sollen; die Hochwasserverminderung verlangt mit einem Worte leere, die Industrie und Landwirthschaft dagegen gefüllte Weiher.

Hiemit will jedoch keineswegs gesagt werden, dass ein zunächst nur zur Hochwasserregulirung bestimmtes Netz von Weihern nicht von den wohlthätigsten Wirkungen für den Betrieb von Wasserwerken, sowie für Wiesenbewässerung werden könnte; ein grosser Theil des Wassers, welches sonst als Hochfluth nutzlos abfloss, würde in den natürlichen Wasserläufen unterhalb der Sammelweiher allmählig zum Abfluss gelangen und könnte ganz oder theilweise zu den obengedachten Zwecken benützt werden.

Allein eine vollständige Stetigkeit im Wasserbezug ist hiedurch weder für die Wiesenbewässerung noch für die Wasserwerke gesichert, weil Schwankungen zwischen dem durch die Weiher ermässigten Hochwasserstande und dem Niederwasser bestehen bleiben. Der Betrieb der Wasserwerke erheischt einen möglichst regelmässigen Wasserbezug, er verlangt vornehmlich Erhöhung des Niederwasserstandes; hiezu sind jedoch die für Hochwasserermässigung gebauten Weiher nicht zu gebrauchen, weil in ihnen das Wasser nicht zurückgehalten werden darf, bis kleinster Wasserstand im Bach oder Fluss eintreten würde.

Wollte also namentlich auch für die Wasserwerke im Steinlachgebiet bezüglich des Wasserabflusses eine auf die Erhöhung des Niederwasserstandes sich erstreckende Regulirung bewirkt werden, so müssten zu diesem Zweck entweder besondere Sammelweiher angelegt oder die für die Hochwasserregulirung projektierten Weiher vergrössert und in anderer Weise angeordnet werden. Der letztere Weg wird der empfehlenswerthere sein, denn die Kosten der Zurückhaltung des Wassers werden — wie oben schon mehrfach ausgeführt wurde — per cbm Wasser um so kleiner, je grösser die Fassungsräume der Weiher gewählt werden können.

Die beiden Reservoirs am Furens oberhalb der Stadt St. Etienne zeigen die angedeutete Einrichtung: der untere Theil des Weiher, welcher eine grösste Tiefe von 44,5 m besitzt, fasst 1,2 Mill. cbm und ist zur Versorgung der Stadt St. Etienne mit Trink- und Nutzwasser, sowie zur Speisung von 68 Wasserwerken mit Betriebswasser zur Zeit anhaltender Trockenheit bestimmt; in einiger Höhe oberhalb des tiefsten Punktes des Reservoirs befindet sich eine mittelst Schützen regulirbare Oeffnung, durch welche das Wasser nach Bedarf zur Stadt und nach den Wasserwerken abgegeben werden kann. Der obere Theil des Reservoirs, 5,5 m hoch mit einem Fassungsraum von

0,4 Mill. cbm ist dagegen zur Ermässigung der Hochwasserwelle bei der Stadt St. Etienne von 3,17 m auf 2,00 m Pegelstand bestimmt. An der Grenze zwischen beiden genannten Theilen des Reservoirs, also 5,5 m unterhalb des höchsten zulässigen Wasserstandes befindet sich der stets offene Ablass für die regulirten Hochwasser.

Einer derartigen Anordnung steht auch bei den Sammelweihern des Steinlachgebietes im Allgemeinen nichts entgegen, es ist jedoch selbstverständlich, dass die Grösse der Weiher begrenzt ist einerseits durch die grösste Wassermenge, welche der Anlage nach der Ausdehnung und Beschaffenheit des Regengebiets überhaupt zufließen, andererseits durch lokale Verhältnisse. Innerhalb der hiedurch gegebenen Grenzen wäre in jedem einzelnen Falle zu bestimmen, welcher Theil des gesammten Fassungsraumes für Hochwasserregulirung und welcher Theil für andere Zwecke nutzbar gemacht werden kann und wie hienach die beiden Ablassöffnungen anzuordnen sind.

Nimmt man an, es wäre möglich, das vierte Projekt, selbst unter Vernachlässigung der bei demselben beobachteten Rücksichten so zu erweitern, dass im Ganzen statt 8,6 Mill. cbm etwa das ganze im Steinlachgebiet vorhandene, den mittleren Jahreswasserstand überragende Hochwasserquantum von ca. 23 Mill. cbm aufgespeichert werden könnte, so bleiben als verwendbar für die Industrie und Landwirthschaft 14,4 Mill. cbm, welche sich, da hievon $\frac{1}{4}$ durch Verdunstung und $\frac{1}{4}$ durch Versickerung bei der Bewässerung oder Zuleitung abgehen, auf 7,2 Mill. cbm als nutzbare Wassermasse vermindern. Es ist nun aber nach den bisherigen Berechnungen unzweifelhaft, dass der weitaus grösste Theil der Wassermasse im unteren Theil des Steinlachgebietes zur Aufspeicherung gelangen müsste.

Wird nun abzüglich des Gefällverlustes durch Zuleitungen u. a. m. eine verglichene nutzbare Fallhöhe von 100 m angenommen, so könnten durch die genannte Wasseransammlung rund 300 Pferdekräfte gewonnen werden.

Der Gewinn dagegen, welchen die vorhandenen Wasserwerke dadurch zu erzielen vermögen, dass sie bei der durch die geplante Hochwasserregulirung eintretenden theilweisen Verstärkung des Wasserstandes entweder ihre Reservedampfmaschinen erst später in Gang zu setzen brauchen oder die vorhandenen Kräfte nutzbringender zu verwenden vermögen, wird sich etwa während eines Vierteljahres mit einem Effekte von 160 Pferdekräften, also per Jahr etwa zu 40 Pferdestärken annehmen lassen.

Wie schon weiter oben gesagt, ist es voraussichtlich immerhin möglich, einen erheblichen Theil der zur Regulirung der Hochwasser zurückgehaltenen und selbstthätig aus den Sammelweihern abfliessenden Wassermengen zur Wiesenbewässerung zu verwenden; will man untersuchen, wie gross die Wiesenfläche ist, für welche das genannte Wasser nutzbar gemacht werden kann, so ist zunächst die Frage zu beantworten, wie gross der Wasserbedarf pro ha und Sekunde für eine Wässerwiese überhaupt ist? Bei den neueren Kulturverbesserungsplänen Frankreichs ist überall angenommen worden, es genüge 1 l pro ha und Sekunde und es brauche nur während 6 Monaten gewässert zu werden. Schliesst man sich dieser Annahme auch für das Steinlachgebiet an, so wären bei sechsmonatlicher Bewässerung per Jahr und Hektar 15 768 cbm Wasser erforderlich; hienach könnten mit den nach dem vierten Projekt aufgespeicherten 8,6 Millionen cbm Wasser, wenn $\frac{1}{2}$ als Verlust durch Verdunstung und Versickerung der Zuleitungen in Abzug gebracht werden, nur 273 ha Wiesen bewässert werden. Würden grössere Teichanlagen, als sie für die geplante Hochwasserregulirung beansprucht werden, gemacht werden, wie dies im Vorstehenden ausgeführt worden ist, so könnten mit dem nutzbaren Wasserquantum von 7,2 Millionen cbm weitere 457 ha bewässert werden.

Von den im ganzen Steinlachgebiet vorhandenen 2710 ha unbewässerten Wiesen könnten somit durch Benützung des zurückgehaltenen Wassers 730 ha Bewässerung erhalten. Dass dasjenige

Wasser, welches in der Steinlach und ihren Zubringern abfließt, ohne durch Weiher zurückgehalten zu werden, und das nach den meteorologischen Beobachtungen 56,7 Millionen cbm beträgt, zur Bewässerung des Wiesenkomplexes von 1320 ha, der vermöge seiner Höhenlage überhaupt bewässert werden kann, hinreichen würde, wird keines weiteren Nachweises bedürfen.

Die im Vorstehenden gemachte Annahme, es genüge 1 l pro ha und Sekunde, wird zwar für die württembergischen Verhältnisse wohl zu nieder sein, denn je nach Klima, Bodenbeschaffenheit und Qualität des Wassers wird bald mehr, bald weniger Wasser erforderlich werden; man ist in Württemberg gewöhnt, sehr grosse Wassermengen auf die Wiesen zu leiten, in der Regel nicht unter 10 l pro ha und Sekunde, manchmal sogar bis zu 100 l pro ha und Sekunde. Wenn es sich jedoch um die Anlage von Bewässerungen für weit ausgedehnte Wiesenkomplexe handelt, so wird es wohl gerechtfertigt sein, sich an diejenigen Erfahrungen anzuschliessen, welche unter ähnlichen Verhältnissen anderwärts gemacht worden sind, man kann daher die Grundzahl von 1 l als Bedarf für die Bewässerung eines Hektars beibehalten. Bei vorstehenden Untersuchungen wurde stillschweigend vorausgesetzt, dass das durch die Sammelweiher aufgespeicherte Wasser gleichzeitig zur Verstärkung der Triebkraft der vorhandenen Wasserwerke und zur Wiesenbewässerung benützt werden könnte, was wohl nur unter günstigen Verhältnissen zutreffend sein wird.

10. Unterhaltungskosten der Sammelweiher.

Man befürchtet zuweilen, es werde die Unterhaltung der Sammelweiher besonders desshalb hohe Summen erfordern, weil Bäche und Flüsse Gerölle und Schlamm in dieselben bringen, deren Beseitigung mit erheblichen Kosten von Zeit zu Zeit vorgenommen werden müsste.

Allein hiegegen lässt sich mancherlei Vorkehr treffen; es wurde schon weiter oben darauf aufmerksam gemacht, dass es sich empfehlen werde, die Hochwasser nicht unmittelbar in die Weiher eintreten zu lassen, vielmehr die Anordnung derart zu treffen, dass in einer oberhalb des Weihers anzubringenden entsprechend grossen Erweiterung des Bettes dem Wasser Gelegenheit gegeben wird, seine Geschiebe abzusetzen; der Eintritt des Wassers in den Weiher selbst hätte dann über die Krone eines Ueberfallwehrs weg zu erfolgen. In manchen Fällen wird es auch ausführbar sein, dem Weiher vermittelt einer oberhalb desselben anzulegenden Theilung des Laufes nur dasjenige Wasser zuzuführen, das er aufzuspeichern hat, den weitaus grösseren Theil jedoch vermittelt eines Umleitungskanals auf einer Seite des Weihers fortzuleiten und unterhalb des letzteren in das alte Bachbett wieder gelangen zu lassen. (Vergl. Figur 3 Seite 29.)

Erfahrungen darüber, wie hoch der Prozentsatz des Steinlachwassers an Geschieben und Schlamm sich beläuft, fehlen vollständig, sie konnten während der nur sechsmonatlichen Zeit der Aufnahmen noch nicht gemacht werden; man hat sich daher auch bei dieser Frage nach anderwärts gemachten Erfahrungen umzusehen.

Bürkli-Ziegler gibt auf Grund der im Jahre 1876 bei Zürich gemachten Erfahrungen für das Wolfbachbassin eine Geschiebeablagerung von 1 cbm pro ha und Jahr, für das Zeltweggebiet dagegen nur 0,6 cbm an; dies ergäbe für das ganze Gebiet der Steinlach eine Kies- und Geröllmenge von 8—14000 cbm pro Jahr. Diese Zahl kann jedoch nach der Beschaffenheit des Steinlachthales auch nicht annähernd richtig sein, denn es ist eine auf unmittelbare Beobachtung gegründete Thatsache, dass Geröllablagerungen beinahe nur am untern Ende des Laufes der Steinlach vorkommen, sie sind jedoch vornehmlich auf die Vertiefung der Sohle des Flusslaufes bei Derendingen zurückzuführen; es kann also zum mindesten behauptet werden, dass die Kiesablagerungen in dem oberhalb des Weihers anzulegenden Geröllfang nur unbedeutend sein würden.

Ebenso verhält es sich mit etwaigen Schlammablagerungen; Uferabbrüche von Belang, Abschwemmungen fruchtbaren Bodens kommen in den oberen Theilen des Steinlachthales nur ausnahmsweise vor, eine erhebliche Ablagerung von Schlamm ist deshalb in den Sammelweihern gleichfalls nicht zu befürchten. Monestier-Savignat gibt übrigens einige Erfahrungen, die bei französischen Flüssen über die von den Hochwassern mitgeführten Sinkstoffe gemacht wurden: für die Garonne eine jährliche Schlammführung im Verhältniss von 1 : 5 200, für die Rhône schwankend zwischen 1 : 7 000 und 1 : 230, im Mittel zu 1 : 2 000, für die Seine zu 1 : 43 000.

Ueber die Unterhaltungskosten von Sammelweiheranlagen ist nur wenig bekannt; die Fabrikweiher bei Orbeis sollen bei 3 Mill. cbm. Fassungsraum jährlich 4000 *M.*, das mit einer Mauer versehene untere Reservoir bei St. Etienne mit ca. 1,6 Mill. cbm Inhalt sogar 8000 *M.* per Jahr kosten. Den hauptsächlichsten Theil der Unterhaltungskosten werden ohne Zweifel die Belohnungen Derjenigen bilden, welche das Weiher system zunächst zu beaufsichtigen und für dessen Instandhaltung Sorge zu tragen haben. Obgleich angenommen wird, dass die Entleerung der zu regulirenden Hochwassermengen selbstthätig erfolge, so wird es doch kaum zu umgehen sein, dass für jede Weihergruppe ein Wärter aufgestellt werde. Beim vierten Projekt würden zum mindesten Posten in Dusslingen, Gomaringen, Oeschingen, Thalheim und Belsen zu errichten sein, der hiefür zu machende Aufwand kann nicht unter 2000 *M.* angenommen werden; der Unterhaltungsaufwand der Wehrbauten wird nicht unter 5000 *M.* oder etwa $\frac{1}{10}\%$ der Baukosten veranschlagt werden dürfen, so dass sich einschliesslich des Aufwandes für Oberaufsicht der ganze jährliche Unterhaltungsaufwand auf etwa 8000 *M.* belaufen könnte.

II. Rentabilität der Sammelweiher.

Insoweit die Sammelweiher nur zur Regulirung und Verminderung der in der Zeiteinheit abfliessenden Hochwassermenge zu dienen bestimmt sind, verursachen dieselben einen Bauaufwand von 4500 000 *M.* bis 10 000 000 *M.*, je nachdem man das eine oder andere der aufgestellten Projekte im Auge hat.

Es ist oben darauf hingewiesen worden, dass das vierte Projekt als dasjenige zu betrachten ist, dessen praktische Ausführbarkeit am ehesten möglich erscheint, es soll daher dasselbe der Rentabilitätsberechnung zu Grunde gelegt werden.

Der zu machende Bauaufwand beträgt	— ∴	6 000 000 <i>M.</i>
Derselbe verursacht ohne Amortisation, die als sehr wünschenswerth bezeichnet werden muss, bei 4% Verzinsung einen jährlichen Aufwand von	— ∴	240 000 <i>M.</i>
Die Unterhaltung erfordert im Jahr	— ∴	8 000 „
		248 000 „
Zusammen Jahresaufwand — ∴		248 000 „

Hiegegen verschwindet der in Folge der Sammelweiher möglicherweise in Wegfall kommende jährliche Aufwand für Fluss- und Uferbauten im Steinlachgebiet vollständig, von einer Rentabilität der behufs der Verminderung des Hochwassers zu errichtenden Weiher ist daher entfernt keine Rede.

Wenn von dem bisherigen jährlichen Unterhaltungsaufwand an der Steinlach mit 4000 *M.* ausgegangen wird und hienach der noch rentable zulässige Bauaufwand bestimmt werden wollte, so könnte es sich keinenfalls um eine grössere Summe als 100 000 *M.* handeln. Hiemit könnte jedoch nur eine Wasserzurückhaltung von ca. 300 000 cbm geschaffen werden, also nur etwa $\frac{1}{80}$ des Hochwassers vom Jahre 1876. Dass aber dadurch keine nennenswerthe Verminderung des höchsten Wasserstandes erreicht werden kann, darf als selbstverständlich betrachtet werden.

Es entsteht nun die Frage, ob sich die Rentabilitätsberechnung nicht günstiger gestaltet, wenn die Vortheile in Erwägung gezogen werden, welche der Industrie und Landwirtschaft schon durch diejenigen Weiher erwachsen, die zunächst nur zum Zwecke der Hochwasserverminderung angelegt werden.

Beim vierten Projekt ist, der Lage der Weiher gegen die nicht bewässerten Wiesenkomplexe entsprechend, die Möglichkeit geboten, folgende Flächen zu bewässern:

auf Markung Thalheim	—	170 ha
„ „ Oeschingen	—	150 „
bei Sebastiansweiler	—	200 „
„ Nehren	—	500 „
entlang der unteren Steinlach	—	100 „
bei Gomaringen	—	200 „
Zusammen	--	<u>1320 ha.</u>

Aus dem Wasservorrath des vierten Projektes können höchstens 273 ha bewässert werden; die Kosten für Herstellung dieser Bewässerungsanlagen, welche als natürliche Hang- oder Rückenbewässerungen auszubilden wären, sind wegen der ziemlich kostspieligen Zuleitungskanäle auf 200 *M.* pro ha bewässerter Fläche zu veranschlagen.

Hienach betragen die Wiesenbaukosten:

für 273 ha à 200 <i>M.</i> sammt Bauzinsen	—	54 600 <i>M.</i>
für neue Zuleitungen zu den Fabrikkanälen sammt Bauzinsen	—	<u>15 400 „</u>
Zusammen	—	70 000 <i>M.</i>
somit der jährliche Aufwand für Verzinsung dieser Summe mit 4%	—	2 800 „

Der Gewinn, welcher durch Nutzbarmachung des Inhaltes der Weiher für Landwirtschaft und Industrie erwachsen kann, wird geschätzt auf:

- Mehrertrag von 273 ha bewässerbare Wiesen, abzüglich des jährlichen Aufwandes für Erhaltung der Wässerungsanlagen mit 30 *M.* pro ha, à 100 *M.* 27 300 *M.*
In Frankreich wird als Mehrertrag pro ha meist 160—240 *M.* in Rechnung genommen.
 - Der den beteiligten 16 Wasserwerksbesitzern in Folge der zeitweiligen Verstärkung des Niederwasserstandes erwachsende Gewinn ist weiter oben berechnet auf jährlich 40 Pferdekräfte; hiefür werden pro Jahr und Pferdekraft in Rechnung gestellt 100 *M.*, thut 4 000 „
 - Endlich ist noch der Ertrag zu veranschlagen, welcher durch Benützung der Weiher als Fischeiche etwa erzielt werden könnte; an Pacht könnten bei einer dem durchschnittlichen Stand des Wassers in den Weihern entsprechenden Teichfläche von ca. 100 ha 20 *M.* pro ha erhalten werden, diess ergibt 2 000 „
Sonstige Nutzungen durch Eis, Stau und drgl. mehr können unbeachtet bleiben.
- | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------|
| Somit Gesamtgewinn pro Jahr | — | <u>33 300 <i>M.</i></u> |
|---------------------------------------|---|-------------------------|

Es erhellt hieraus, dass die Benützung der Weiher für landwirtschaftliche und industrielle Zwecke vortheilhaft und gewinnversprechend erscheint; allein auch der hiebei zu erzielende Reingewinn von 30 500 *M.* per Jahr reicht weitaus nicht zu, um die Unzulänglichkeit der Verzinsung der ganzen Anlage, welche 248 000 *M.* per Jahr beträgt, auch nur entfernt zu decken.

Wollten die Weiher auch grösser als nach dem vierten Projekt, also so angelegt werden, dass sie die vollständig gleichförmige Abführung der Gewässer zu bewirken vermöchten, was bei

einem Fassungsraum von etwa 23 Millionen cbm erreicht werden könnte, so würden sich die Anlagekosten der Weiher günstigsten Falles um 5 Millionen *M.*, also auf 11 Millionen *M.* erhöhen.

Die Rentabilitätsberechnung gestaltet sich hiefür, wie folgt:

1. Die Jahresausgabe setzt sich zusammen aus

a) Verzinsung des Baukapitals von 11 Millionen <i>M.</i> zu 4% gibt . . . — ∴	440 000 <i>M.</i>
b) der jährlichen Unterhaltungsausgabe von — ∴	15 000 „
Summe Jahresausgabe — ∴	455 000 <i>M.</i>

Diesem Jahresaufwand ist die Verzinsung desjenigen Aufwandes noch hinzuzufügen, welcher durch Herstellung der Bewässerungseinrichtungen und Zuleitungskanäle erforderlich wird, derselbe wird betragen:

a) Für Einrichtung der Bewässerung für 730 ha Wiesen à 200 <i>M.</i> — ∴	146 000 <i>M.</i>
b) Für Zuleitungen zu den Fabrikkanälen — ∴	24 000 „
Zusammen — ∴	170 000 <i>M.</i>

Hievon die jährliche Verzinsung mit 4% gibt — ∴	6 800 <i>M.</i>
Uebertragen wird die Jahresausgabe von — ∴	455 000 „
Somit jährliche Gesamtausgabe — ∴	461 800 <i>M.</i>

Dieser Ausgabe steht gegenüber:

a) Der jährliche Gewinn durch Bewässerung von 730 ha Wiesen à 100 <i>M.</i> — ∴	73 000 <i>M.</i>
b) der jährliche Gewinn aus der Erhöhung der Betriebskraft der Wasserwerksbesitzer um 300 Pferdestärken à 100 <i>M.</i> — ∴	30 000 „
c) der Ertrag des Fischpachtes — ∴	2 000 „
Somit jährlicher Gesamtgewinn — ∴	105 000 <i>M.</i>

Es erreicht somit die jährliche Gesamtausgabe noch weitaus nicht den jährlichen Gesamtgewinn; das Unternehmen wäre also, auch wenn man die Wiesenbewässerung und die Versorgung von gewerblichen Etablissements mit reichlichem Betriebswasser so weit als nur irgend möglich ausdehnen wollte, noch nicht rentabel.

Forscht man nach den Ursachen der vorliegenden Schlusszahlen, so findet man dieselben

1. in den beträchtlichen Herstellungskosten der Weiher,
2. in dem Umstande, dass durch die Hochwasser der Steinlach keine hohen Werthe gefährdet werden und
3. in dem verhältnismässig niederen Werth der Wasserkraft.

Die Baukosten der Weiher betragen ohne Bauzinsen im Durchschnitt etwa 50 Pf., werden Grunderwerbungen, Wegverlegungen und Bauzinsen hinzugerechnet, so beläuft sich der Aufwand nahezu auf 70 Pf. pro cbm Wasserzurückhaltung: dieser Einheitspreis ist so hoch, dass eine Rente bezüglich der Wiesenbewässerung nicht zu erreichen ist.

Wenn nämlich für die Bewässerung pro ha Wiese nur 1 l pro Sekunde, also per Tag 86,4 cbm erforderlich sind, so beträgt dies im Jahr bei sechsmonatlicher Bewässerung 15 768 cbm, es müssten somit, da ein beträchtlicher Theil des Wassers verdunstet und versickert, ehe es auf die Wiesen gelangt, rund 30 000 cbm Wasser pro ha Wiese aufgespeichert werden. Der hiefür zu machende Aufwand beträgt pro cbm 70 Pf. oder 21 000 *M.*
hiezuhinzuzufügen der Aufwand für Herstellung der Bewässerungs- und sonstigen Einrichtungen mit — ∴ 200 „

gibt Gesamtaufwand pro ha Wiese — ∴ 21 200 *M.*

Die Zinsen aus diesem Kapital sind bei 4% mit 848 *M.* schon weit grösser als der durch Bewässerung der Wiese zu erzielende Mehrertrag, welcher mit 100 *M.* in Rechnung gestellt wurde.

Hieraus ergibt sich nun, dass eine Wiesenbewässerung mittelst Anlegung von Sammelweihern nur rentabel sein kann, wenn die Aufspeicherung von einem Kubikmeter Wasser nicht mehr als ca. 8 Pf. kostet. Es ist keineswegs unmöglich, Landstriche zu finden, in welchen bei günstigen Terrainverhältnissen und billigen Preisen für Grund und Boden die Herstellung von Sammelweihern zu dem angegebenen Preise stattfinden kann, dort ist alsdann die Anlage von Weihern schon mit Rücksicht auf die Bewässerung empfehlenswerth, im Steinlachthale dagegen sind die Verhältnisse leider ganz andere.

Liegen im unteren Theil eines Flussthales Städte mit hohen Grund- und Gebäudewerthen, die bei regelmässig wiederkehrenden Hochwassern solchen Schaden nehmen, dass derselbe alljährlich nach vielen Tausenden zählt, so wäre es gleichfalls denkbar, dass die durch die Hochwasserzurückhaltung bewirkte Senkung der Hochwasserstände von solchem Nutzen sein könnte, dass Weiheranlagen, selbst wenn sie Millionen erforderten, noch wohl angelegt erscheinen können; auch diese besonderen Verhältnisse treffen im Steinlachthale nicht zu; die Gemeinden Derendingen und Tübingen haben zwar verhältnissmässig grosse Opfer zu bringen, um die nahezu nach jedem grösseren Wasserstande eintretenden Ufer- und Flussbeschädigungen wieder zu beseitigen, allein der jährliche Aufwand von 4 000 *M.* ist nicht so gross, dass die Herstellung eines Netzes gewaltiger Wasserzurückhaltungen auch nur entfernt zu rechtfertigen wäre; hier ist es weit billiger, einfacher und besser, unter Belassung der Eigenart des Flusses durch entsprechende Sicherung der Sohle und Ufer desselben und zweckmässige Erweiterung des Profils Abhilfe zu treffen.

Was endlich die Wasserkräfte im Steinlachthale betrifft, so sind dieselben in einer Gegend, welche vornehmlich auf die Landwirthschaft angewiesen ist, nicht sehr gesucht und werden dementsprechend auch nicht hoch gewerthet; man würde gewiss Mühe haben, für die durch Weiheranlagen gewonnenen Wasserkräfte zu dem in die Rentabilitätsberechnung eingeführten Preise Abnehmer zu finden. In Industriebezirken würde dies anders sein, dort könnten auch höhere Ansätze für die gewonnenen Wasserkräfte gemacht werden; auch hier liefert die Rechnung überzeugende Resultate: um eine Pferdekraft zu erzeugen, müssten jährlich 23 625 cbm Wasser das mittlere Gefälle des Steinlachthales mit 100 m durchlaufen; die aufzuspeichernde Wassermenge müsste jedoch wegen der Verluste durch Verdunstung und Versickerung um die Hälfte grösser sein, es müssten also für Erhaltung von einer Pferdekraft jährlich 35 437 cbm zurückgehalten werden; dies würde bei einem Einheitspreis von 70 Pf. pro cbm Wasseransammlung 24 800 *M.* kosten, also per Jahr 992 *M.* Zinsen erfordern. Da nun der Jahreswerth eines Pferdes Wasserkraft nur 100 *M.* beträgt, so dürfte die Aufspeicherung von 1 cbm Wasser nicht höher als ca. 7 Pf. kommen, wenn sie zur Verwerthung für die Industrie im vorliegenden Falle noch brauchbar sein sollte.

Wenn sich beispielsweise die grossen Weiheranlagen bei St. Etienne mit 5 % rentiren, so ist dies nur durch den ausserordentlich hohen Preis erklärlich, der dort für die Abgabe von einem cbm Wasser bezahlt wird, derselbe beträgt nemlich 7,2 Pf.

Schlusswort.

Nach den im vorhergehenden Abschnitt gepflogenen Erörterungen kann wohl nicht davon die Rede sein, im Steinlachgebiete der Ausführung eines Systems von Sammelweihern zur Regulirung des Wasserabflusses praktisch näher zu treten; hiemit kann es jedoch keineswegs als erwiesen angesehen werden, dass der Gedanke der Regulirung der Wasserstände mittelst Sammelweihern in einem Flussgebiet überhaupt unpraktisch, ja unausführbar wäre; es ist, wie schon oben angedeutet, beim Zusammentreffen günstiger Umstände, vornehmlich beim Vorhandensein topographisch günstiger Plätze für Anlegung von Weihern möglich, dass sich derartige, übrigens immerhin grosse Summen erfordernde Anlagen noch als rentabel erweisen können.

Ebendesshalb wird es auch gerechtfertigt erscheinen, wenn zum Schlusse noch die Bedenken besprochen werden, welche zuweilen gegen die Sammelweiheranlagen im allgemeinen erhoben zu werden pflegen.

Viele glauben, man solle von der Herstellung grosser Weiher überhaupt absehen, weil mit dem Bestand derselben Nachteile und Gefahren für Leben und Eigenthum derjenigen verbunden seien, welche in der Nähe der Weiher ihren Wohnsitz haben. Es wird behauptet, die stehenden Wasser erzeugen, namentlich in Folge der Zersetzung pflanzlicher Stoffe an den Ufern und auf der Sohle der Weiher, Ausdünstungen, die für die Gesundheit der Menschen schädlich sein müssen; man weist hiebei auf die unbestrittenen Missstände hin, welche viele der alten Fisch- und Mühlweiher zur Folge hatten, die im Laufe der Jahre beseitigt und in Kulturland verwandelt worden sind; man verweist auf die ungünstigen Gesundheitszustände, welche heute noch in der Nähe der Moore und Sümpfe vorhanden sind.

Man müsste den vorstehenden Bedenken beistimmen, wenn es sich nur um die Anlage kleiner Bassins mit unbedeutender Tiefe handeln würde; bei diesen sind allerdings all die Nachteile vorhanden, die den alten Mühl- und Fischteichen meist eigen waren. Allein bei Weihern mit grossem Fassungsraum, in welchen Licht und Luft im Verein mit lebhafter Bewegung der Wasseroberfläche durch Winde der Bildung schädlicher Gase entgegenwirken, sind die oben besprochenen Missstände nicht zu befürchten; die Erfahrungen, welche namentlich in England an zahlreichen, zur Wasserversorgung von Städten dienenden Weihern schon lange Jahre hindurch gemacht worden sind, legen hiefür Zeugnis ab; die Vegetation findet scharf begrenzt in der Höhe des herrschenden Wasserstandes ihr Ende, eine Zersetzung pflanzlicher Stoffe am Rande des Wassers oder gar auf der Sohle desselben findet auch bei wechselndem Stand des Wassers nicht statt, die Bildung von schädlichen Miasmen ist daher ausgeschlossen. Es muss zwar zugegeben werden, dass bei den für Wasserversorgungszwecke angelegten Weihern der Wasserstand in geringerem Masse Schwankungen unterworfen sein wird, als bei Weihern für Regulirung der Hochwasserstände, allein von grossem Belang wird diese Verschiedenheit bezüglich der Wirkung auf die Reinheit der Luft in der Umgebung der Weiher nicht sein.

Sodann wird auf die furchtbaren Katastrophen hingewiesen, welche entstehen, wenn die Dämme oder Mauern grosser Sammelweiher weichen und die Wassermassen sich unaufgehalten, verderbenbringend, zu Thale wälzen. Hiefür lässt sich eine Reihe unwiderleglicher Thatsachen anführen:

Im Jahre 1802 brach der Damm des Reservoirs von Puentes bei Lorca in Spanien, 608 Menschen kamen hiebei ums Leben, 809 Gebäude wurden zerstört, der Schaden soll 4,4 Millionen *M.* betragen haben.

Am 17. April 1875 wurde das Reservoir von Mill river in Massachussets zerstört und ein Schaden von 840 000 *M.* angerichtet.

Am 30. März 1876 fiel das Abschlusswerk des Lynde brook-Reservoirs bei Worcester in Massachussets, Häuser, Brücken, Wege und Felder im Werthe von 8 Millionen *M.* vernichtend.

Im Dezember 1881 brach der Damm von Habra in der Provinz Oran in Algier, die Stadt Perrégaux überschwemmend; neben vielen Millionen, welche hiebei zu Grunde giengen, wurden 160 Menschenleben ein Raub der Fluthen.

Auch der Bruch des Dammes von Sheffield verursachte grosse Verluste an Menschenleben und Eigenthum.

Es muss zugegeben werden, dass die Damnbrüche an grossen Sammelweihern zu gewaltigen Verlusten und Verheerungen Veranlassung geben können, allein diess dürfte keinen ausschlaggebenden Grund bilden, solche Anlagen nicht zu schaffen, wenn sie sonst segensreich wirken können. Wird bei der Situirung, Terrainuntersuchung, Gründung und der übrigen Ausführung der Stauanlagen mit möglichster Umsicht und Sorgfalt verfahren, werden die Dimensionen an der Hand der Wissenschaft und der Erfahrung ausreichend bemessen, so können auch Thalsperren mit derjenigen Sicherheit haltbar zu Stande gebracht werden, welche von Werken menschlicher Thätigkeit überhaupt erwartet werden kann.

Wegen ihrer angeblichen Gefährlichkeit dürften daher auch die grössten Sammelweiheranlagen nicht verworfen werden. Sie haben ihre berechnete Stelle in der Reihe der Werke, welche zur Erhöhung der Volkswohlfahrt seit Jahrhunderten geschaffen worden sind.

Wo die Anlage von Sammelweihern nur mit unverhältnissmässigen Opfern zu Stande gebracht werden könnte, wäre es vor allem angezeigt, eine Ausgleichung der Wassermengen eines Gewässers dadurch zu versuchen, dass man an geeigneten Stellen flache Gräben mit wenig Gefälle anlegt, welche im Stande sind, Wasser zurückzuhalten oder seinen Abfluss zu verzögern.

In Frankreich, insbesondere im Departement des Hautes Alpes, ferner in der Schweiz und in Oesterreich sind hiemit schon die besten Erfolge erzielt worden; auch in Württemberg sollen schon ähnliche Versuche gemacht worden sein, wobei der Aufwand nur 80—100 *M.* pro ha Regengebiet betragen haben soll.

Zum Schlusse möge noch die Bemerkung gestattet sein, dass die Herstellung von Sammelweiheranlagen, wie sie im Vorstehenden betrachtet worden sind, in Württemberg erst dann praktisch durchführbar sein könnte, wenn durch eine neue Wasserrechtsgesetzgebung die erforderlichen Bestimmungen gegeben sein würden.





26° 40'

45'

50'

Vertheilung von Wald und Wiesen im Steinlach-Gebiet.

Wald M.-1:80000. Wiesen
0 1 2 3 4 5 Kilometer



26° 40'

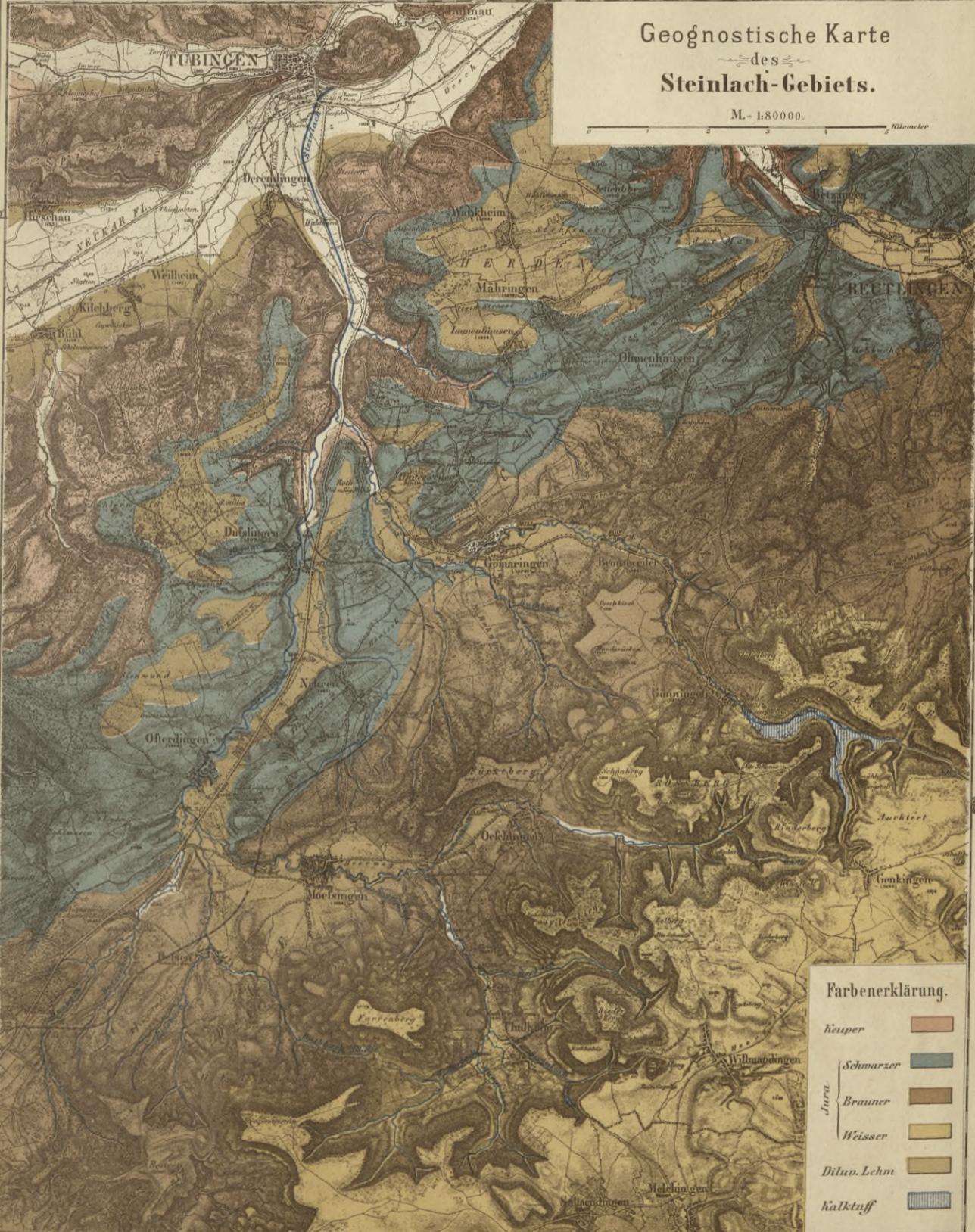
45'

50'

Geognostische Karte des Steinlach-Gebiets.

M. - 1:80000.

0 1 2 3 4 5 Kilometer



Farbenerklärung.

- Keuper
- Schwarzer
- Brauner
- Wiäßer
- Diluv. Lchm
- Kalktuff

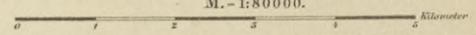
26 40'

45'

50'

1^{tes} Project zur Anlage von Sammelweihern im Steinlach-Gebiet.

M. - 1:80000.



26 40'

45'

50'

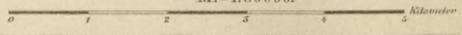
26 40

45

50

2^{tes} Project zur Anlage von Sammelweihern im Steinlach-Gebiet.

M. - 1:80000.



26 40

45

50

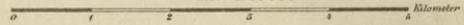
26 40'

45'

50'

4^{tes} Project zur Anlage von Sammelweihern im Steinlach-Gebiet.

M. - 1:80000.



26 40'

45'

50'



Längenprofile der STEINLACH und ihrer ZUFLÜSSE.

Maßstab der Längen = 1: 50000.
" Höhen = 1: 5000.

Querprofile für Hochwasserstände. M=1:500.

Die Steinlach.
1, vor Einmündung des Ehrenbachs.
F-25,0 q^m J-0,4% q-4,3 L.

2, vor Einmündung der Wiesaz.
F-21,4 q^m J-1,1% q-7,2 L.

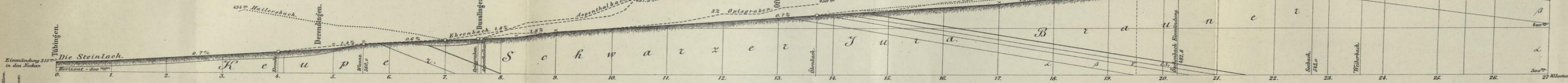
3, auf Markung Nehren.
F-22,1 q^m J-1,1% q-7,9 L.

4, vor Einmündung des Öhrnbachs.
F-12,5 q^m J-1,2% q-3,3 L.

5, in Mössingen.
F-38,6 q^m J-0,4% q-21,0 L.

Verf. v. H. Bohner, Stuttgart.

Die Steinlach.



Die Steinlach
6, vor Einmündung des Öchenbachs.
F-12,0 q^m J-1,8% q-16,4 L.

7, nach den Einfluss des Weiberbachs.
F-16,4 q^m J-2,1% q-16,4 L.

8, oberhalb Thalheim.
F-22,9 q^m J-2,7% q-33,8 L.

Der Ehrenbach.
9, vor Einmündung in die Steinlach.
F-4,5 q^m J-2,0% q-15,7 L.

Die Wiesaz.
10, vor Einmündung in die Steinlach.
F-19 q^m J-0,6% q-6,2 L.

11, in Gomaringen.
F-34,4 q^m J-0,2% q-31,7 L.

12, unterhalb Gömgingen.
F-5,1 q^m J-2,3% q-8,2 L.

Der Spuntgraben.
13, vor Einmündung in die Wiesaz.
F-7,0 q^m J-2,6% q-49,8 L.

Der Erdmannsbach.
14, vor Einmündung in die Wiesaz.
F-8,4 q^m J-1,9% q-45,3 L.

Der Opisgraben.
15, oberhalb Dusslingen.
F-6,5 q^m J-0,7% q-13,3 L.

Der Öhrnbach.
16, vor Einmündung in die Steinlach.
F-40,0 q^m J-0,3% q-26,3 L.

Der Danbach.
17, vor Einmündung in den Öhrn.
F-20,2 q^m J-1,1% q-12,4 L.

18, Der obere Öhrn.
F-16,0 q^m J-1,3% q-23,6 L.

Der Öschenbach.
19, vor Einmündung in die Steinlach.
F-11,7 q^m J-0,8% q-15,2 L.

20, oberhalb des Kastenthals.
F-5,6 q^m J-2,4% q-30,3 L.

Der Kastenthalbach.
21, vor Einmündung in den Öchenbach.
F-2,1 q^m J-2,6% q-30,5 L.

Der Seebach.
22, am oberen Weg nach Thalheim.
F-1,5 q^m J-3,9% q-15,2 L.

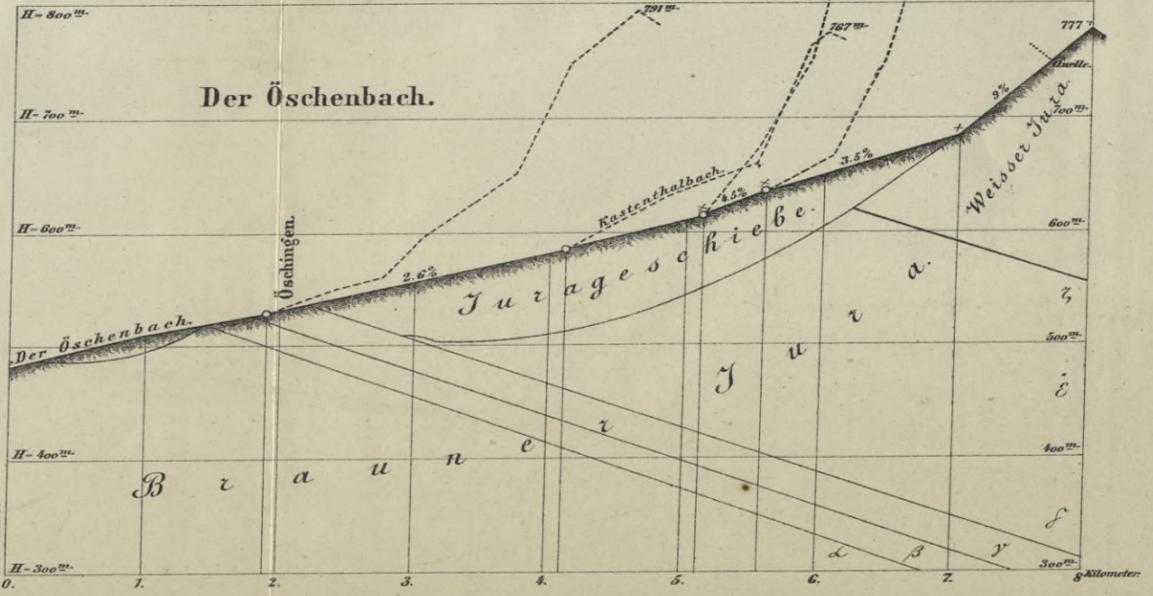
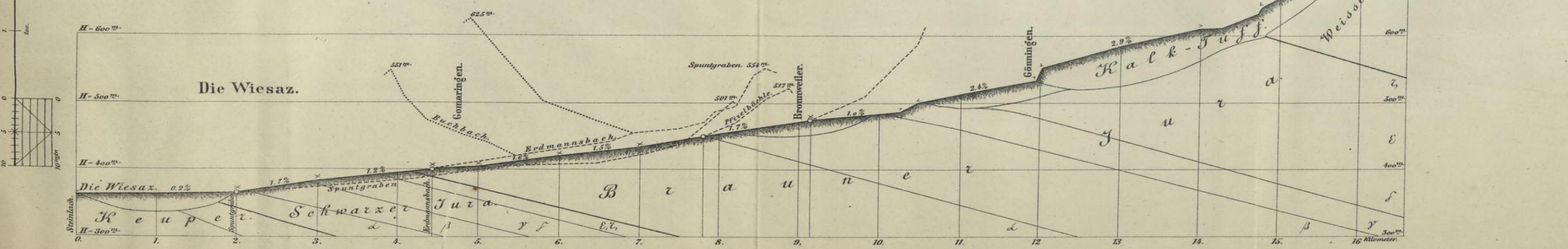
23, Der Wangenbach.
F-1,9 q^m J-2,2% q-19,0 L.

24, Der Weiberbach.
F-1,4 q^m J-2,5% q-4,6 L.

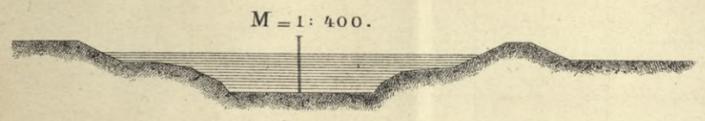
Ec. bedeuten:
J das Gefälle des Wasserspiegels
F den Wasserquerschnitt.
q die Hochwassermenge in Liter
pro Secunde und ha des Niederschlagsgebiets.

Anm: Die sämtlichen
Höhenaufnahmen sind
nur mittelst eines
Aneroid Barometers ge-
macht worden.

1:50000
1:5000
1:500



Beobachtungsprofil der Steinlach
beim Waldhörle auf Markung Derendingen.

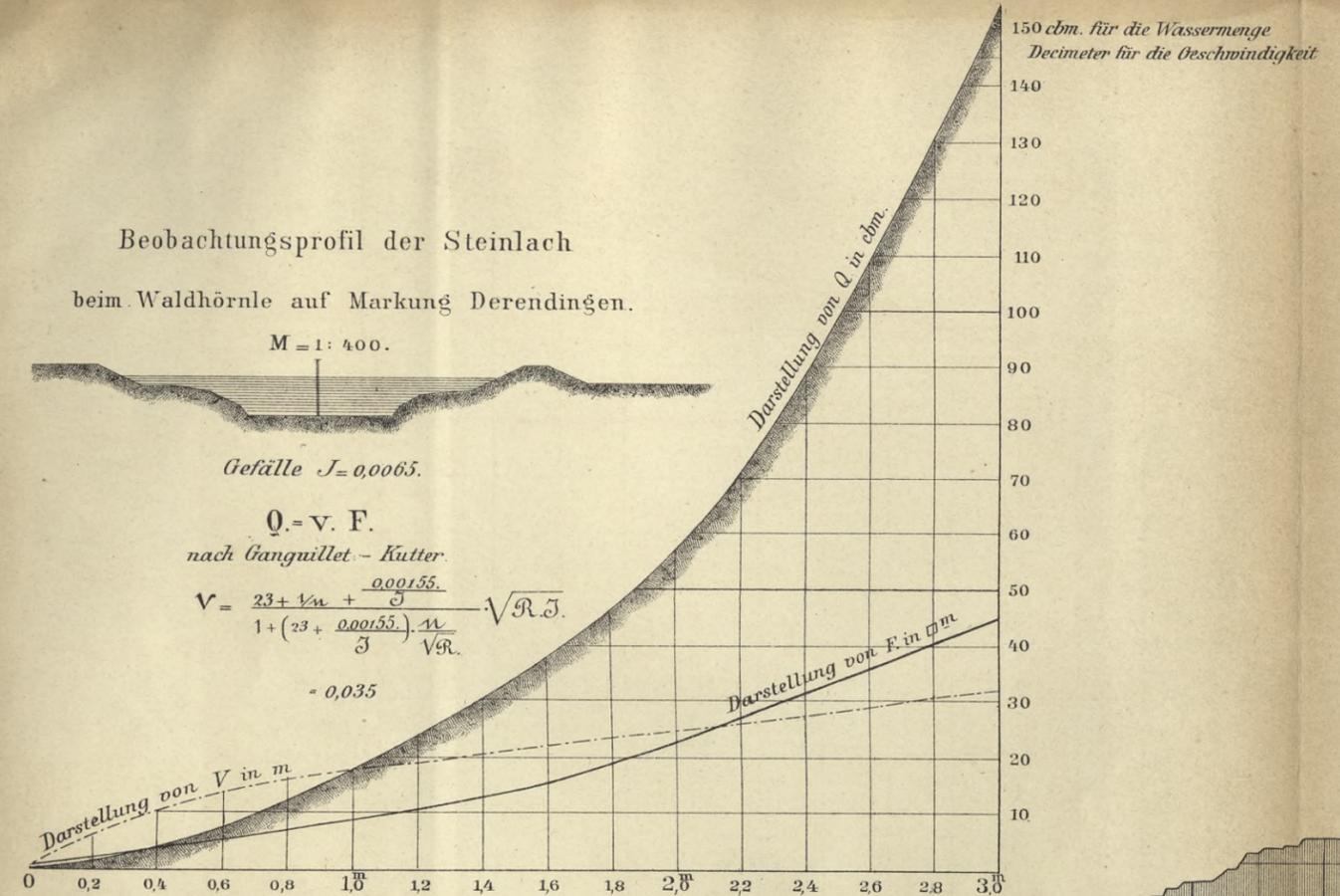


Gefälle $J = 0,0065$.

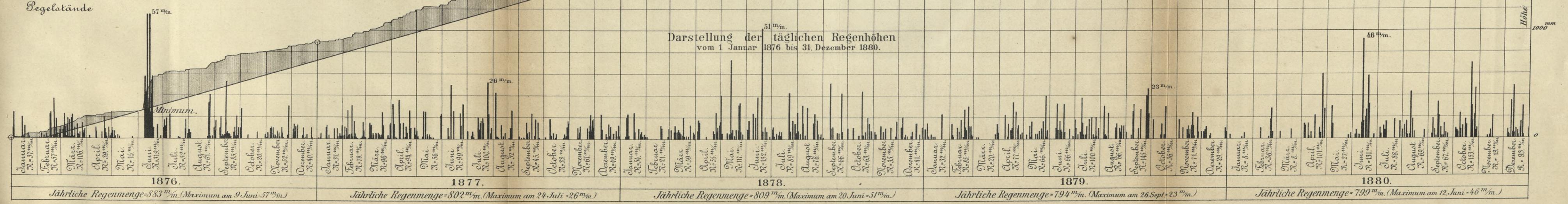
$Q = v \cdot F$
nach Ganguillet - Kutter.

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + (23 + \frac{0,00155}{J}) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{R \cdot J}$$

$= 0,035$



Darstellung der gesamten Regenniederschläge
vom 1. Januar 1876 bis 31. Dezember 1880.



Darstellung der täglichen Regenhöhen
vom 1. Januar 1876 bis 31. Dezember 1880.

1876.												1877.												1878.												1879.												1880.																																																																							
Januar	R. = 37 ^m / _{mm}	Februar	R. = 57 ^m / _{mm}	März	R. = 106 ^m / _{mm}	April	R. = 39 ^m / _{mm}	Mai	R. = 15 ^m / _{mm}	Juni	R. = 519 ^m / _{mm}	Juli	R. = 52 ^m / _{mm}	August	R. = 61 ^m / _{mm}	September	R. = 85 ^m / _{mm}	Oktober	R. = 20 ^m / _{mm}	November	R. = 32 ^m / _{mm}	Dezember	R. = 40 ^m / _{mm}	Januar	R. = 37 ^m / _{mm}	Februar	R. = 74 ^m / _{mm}	März	R. = 98 ^m / _{mm}	April	R. = 91 ^m / _{mm}	Mai	R. = 58 ^m / _{mm}	Juni	R. = 99 ^m / _{mm}	Juli	R. = 100 ^m / _{mm}	August	R. = 32 ^m / _{mm}	September	R. = 43 ^m / _{mm}	Oktober	R. = 33 ^m / _{mm}	November	R. = 61 ^m / _{mm}	Dezember	R. = 49 ^m / _{mm}	Januar	R. = 54 ^m / _{mm}	Februar	R. = 21 ^m / _{mm}	März	R. = 39 ^m / _{mm}	April	R. = 55 ^m / _{mm}	Mai	R. = 11 ^m / _{mm}	Juni	R. = 132 ^m / _{mm}	Juli	R. = 39 ^m / _{mm}	August	R. = 16 ^m / _{mm}	September	R. = 66 ^m / _{mm}	Oktober	R. = 63 ^m / _{mm}	November	R. = 55 ^m / _{mm}	Dezember	R. = 41 ^m / _{mm}	Januar	R. = 32 ^m / _{mm}	Februar	R. = 35 ^m / _{mm}	März	R. = 20 ^m / _{mm}	April	R. = 77 ^m / _{mm}	Mai	R. = 66 ^m / _{mm}	Juni	R. = 66 ^m / _{mm}	Juli	R. = 100 ^m / _{mm}	August	R. = 66 ^m / _{mm}	September	R. = 145 ^m / _{mm}	Oktober	R. = 36 ^m / _{mm}	November	R. = 71 ^m / _{mm}	Dezember	R. = 29 ^m / _{mm}	Januar	R. = 8 ^m / _{mm}	Februar	R. = 36 ^m / _{mm}	März	R. = 8 ^m / _{mm}	April	R. = 101 ^m / _{mm}	Mai	R. = 27 ^m / _{mm}	Juni	R. = 131 ^m / _{mm}	Juli	R. = 88 ^m / _{mm}	August	R. = 69 ^m / _{mm}	September	R. = 67 ^m / _{mm}	Oktober	R. = 133 ^m / _{mm}	November	R. = 18 ^m / _{mm}	Dezember	R. = 93 ^m / _{mm}
Jährliche Regenmenge = 883 ^m / _{mm} (Maximum am 9. Juni = 57 ^m / _{mm})												Jährliche Regenmenge = 802 ^m / _{mm} (Maximum am 24. Juli = 26 ^m / _{mm})												Jährliche Regenmenge = 809 ^m / _{mm} (Maximum am 20. Juni = 51 ^m / _{mm})												Jährliche Regenmenge = 794 ^m / _{mm} (Maximum am 26. Sept. = 23 ^m / _{mm})												Jährliche Regenmenge = 799 ^m / _{mm} (Maximum am 12. Juni = 46 ^m / _{mm})																																																																							

November. Dezember. Januar. Februar. März. April. Mai. Juni. Juli. August. September. Oktober.

1881.

1882.

Absolute Maximum

1882.

Hochwasser vom 16. Juli, Mittags
bei einem Pegelstand von 2,80 m.
mit einer Wassermenge von 129 cbm pro Sec.

Hochwasser vom 19. September, Morgens
bei einem Pegelstand von 1,15 m.
mit einer Wassermenge von 23 cbm pro Sec.

Darstellung

der täglichen Pegelstände: (1 cm = 0,10 m.)
und
der täglichen Wassermengen: (1 cm = 1 cbm pro Sec.)

vom 1. November 1881 bis 31. Oktober 1882.
1 mm = 1 Tag = 24 Stunden.

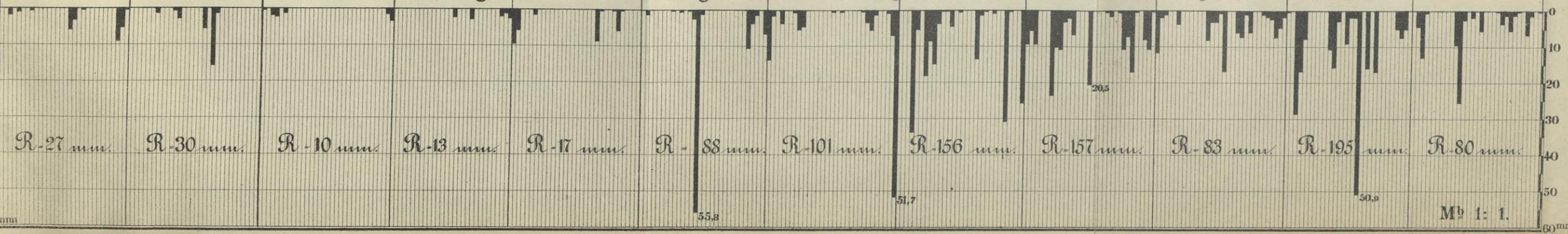
Linie der grössten zulässigen Abflussmenge mit 5,7 cbm per Sekunde.

Linie des gleichmäßigen Wasserabflusses mit 2,8 cbm pro Sekunde

Constanter Abfluss im Mühlkaval — 0,7 cbm pro Sec.

November. Dezember. Januar. Februar. März. April. Mai. Juni. Juli. August. September. Oktober.

Darstellung der täglichen Regenhöhen. (Jährliche Regenhöhe — 957 mm.)



Mafsstab für die Pegelstände.

Mafsstab für die Wassermengen.

20

501

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33443

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305885