

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 77/78 (1921)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Steigerung der Werknutzung von Niederdruck-Wasserkraftanlagen  
**Autor:** Baun, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-37250>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

wird eine bessere Schienenverbindung mit Paris durch Erstellung einer Linie auf neuem Tracé vorgeschlagen (vgl. hierüber unsere kurze Notiz im Band LXXI, Seite 97, 23. Februar 1918), während andererseits durch Erstellung einer doppelten Rohrleitung für den Transport von Rohöl und Benzin von Le Havre nach Paris eine Entlastung der bisherigen Schienenverbindung angestrebt wird (vergl. die Notiz in Band LXXVI, S. 139, 18. September 1920).

### 3. Der Hafen von Cette.

Von den unmittelbar an der See gelegenen Häfen kommen in Bezug auf den Umschlagverkehr in dritter Linie jene von *Dunkerque* und von *Saint-Nazaire*. Doch würde es uns zu weit führen, auf diese näher einzugehen. Wir begnügen uns mit einem Hinweis auf die Berichte von Ing. Aug. Pawlowski über die Erweiterung des Hafens von *Dunkerque* in „*Génie civil*“ vom 31. Mai 1919, und über die weitgreifende Ausgestaltung des Hafens von *Saint-Nazaire* zu einer Versorgungsbasis für die in Frankreich kämpfende amerikanische Armee in „*Génie civil*“ vom 22. November 1919. Im Hinblick auf seine Bedeutung für die Versorgung der Schweiz während des Krieges sei hingegen noch auf Grund der Veröffentlichung von Ing. Pawlowski in „*Genie civil*“ vom 30. Dezember 1916 einiges über den an erster Stelle der französischen Häfen II. Klasse stehenden Seehafen von Cette hinzugefügt.

Cette, das nach Marseille der zweitwichtigste französische Hafen des Mittelmeeres ist, liegt auf der schmalen Landzunge zwischen dem Etang de Thau und dem Mittelmeer. Der aus dem XVII. Jahrhundert stammende Hafen (vergl. Abb. 4) ist ein unter grossen Kosten geschaffenes, vollständig künstliches Werk. Bis in der 60er Jahren des XIX. Jahrhunderts bildete das „Ancien Bassin“ mit dem zum „Etang de Thau“ führenden „Canal de Cette“ die einzigen Anlagen des Hafens. Mit Rücksicht auf die schon bei der Besprechung des Hafens von Marseille erwähnten geringen Seespiegelschwankungen konnte er als offener Hafen ausgeführt werden. Dafür ist er aber stark der Versandung ausgesetzt, sodass im Laufe der Zeit ausgedehnte Schutzmauern erstellt werden mussten, die zur Bildung des „Avant-Port“ führten. Die Erstellung des „Nouveau Bassin“, des parallel zum alten Kanal laufenden „Canal maritime“ und des „Bassin du Midi“ wurde erst im Jahre 1859 in Angriff genommen. Mit deren Fertigstellung beginnt der Aufschwung von Cette als Handelshafen.<sup>1)</sup> Seither hat er keine Erweiterung mehr erfahren. Als einzige Verbesserung ist die in den 80er Jahren erfolgte Erstellung des äusseren Wellenbrechers zu erwähnen.

In seinem gegenwärtigen Zustande gewährt der Hafen von Cette nur Schiffen bis 7,3 m Tiefgang Einlass. Für solche bis 8 m Tiefgang bietet sich jedoch die Möglichkeit, hinter den Wellenbrechern einen Teil ihrer Ladung zu löschen, bis sie den höchstzulässigen Tiefgang erreicht haben. Da keine Zufahrtsschleusen vorhanden sind, besteht in bezug auf die Länge der den Hafen benutzenden Schiffe keine Grenze, wohl aber in bezug auf deren Breite (17 m), wegen der Drehbrücken, insofern sie zu den nördlichen Becken gelangen sollen. Doch ist der Umbau der betreffenden Brücken auf 30 m lichte Durchfahrtsweite beschlossen. Das alte Becken, dessen Wassertiefe von 5 bis bis 7 m variiert, bietet keine Landungsmöglichkeit für grosse Schiffe; es wird denn auch hauptsächlich von Fischerbooten benützt. In den neuen Hafenteil, einschliesslich „Bassin du Midi“ und „Canal latéral“, haben Schiffe bis 6,8 m Tiefgang Einlass. Es stehen dort, einschliesslich „Bassin à pétrole“ („a“ in Abbildung 4) insgesamt 2220 m Quai zur Verfügung. Der „Canal de Cette“ und der „Canal du Rhône à Cette“ dienen gegenwärtig nur für die Binnenschiffahrt.

Mit dem Binnenland steht der gewissermassen auf einer Insel angelegte Hafen von Cette nur mittels einer

einzigsten Strasse, die nach Montpellier führt, in Verbindung. Dagegen besitzt er vorteilhafte Wasserwege nach dem Rhonebecken und, mittels des in den Etang de Thau einmündenden „Canal du Midi“, nach dem Garonne-Becken. Ferner ist Cette Kopfbahnhof der Linie über Montpellier nach dem Rhonetal der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn, sowie der Linie Cette-Bordeaux (über Adge) der Südbahn.

Eine Vergrösserung des Hafens ist, in Uebereinstimmung mit frühern, nicht zur Ausführung gelangten Bestrebungen, durch Ausbau des östlichen Teils des „Etang de Thau“ für Hochseeschiffe beabsichtigt. Die Erstellung einer Zufahrt mit 8,5 m Wassertiefe wurde bereits im Jahre 1916 beschlossen. (Schluss folgt.)

## Steigerung der Werknutzung von Niederdruck-Wasserkraftanlagen.<sup>1)</sup>

Von Regierungsbaumeister H. Baun, Biberach a. d. Riss.

Die Steigerung der Werknutzung von Niederdruck-Wasserkraftanlagen, die der Elektrizitätsversorgung grösserer Gebiete dienen, ist einerseits eine Frage der Tarifpolitik, die der erzeugbaren Energie für möglichst weitgehenden und wertvollen Absatz zu sorgen hat, andererseits aber auch eine Frage des planmässigen Ausbaus von Wasserkraften, durch den die Wasserkrafterzeugung dem Kraftbedarf besser angepasst werden soll und kann, als es bisher vielfach geschehen ist. In dieser letzten Hinsicht, um die es sich hier allein handeln soll, kann die Frage auch so lauten: Durch welche baulichen Massnahmen kann die Abfallenergie von Niederdruck-Wasserkraftanlagen am besten verwertet, bzw. deren Entstehung vermieden werden?

Zunächst sei auf den grundsätzlichen Unterschied hingewiesen, der besteht zwischen der Abfallenergie in den Zeiten des Wassermangels und derjenigen, die sich ergibt in den Zeiten der Wasserfülle; während die überschüssige Nachtenergie bei Wassermangel sehr wohl am Tage verwendbar wäre, wenn sie hierfür aufgespeichert werden könnte, kann in Zeiten der Wasserfülle, d. h. in den Sommermonaten, bei gleichzeitigem geringerem Energiebedarf, die überschüssige Nachtenergie im Tagesbedarf meist nur zum geringen Teil oder auch gar nicht untergebracht werden. Will man eine vollkommene Werknutzung erzielen, so handelt es sich um die doppelte Aufgabe:

1. Bei Wassermangel (im Winter) die überschüssige Nachtenergie für den Tagesbedarf zu speichern, d. h. einen *Tagesausgleich* zu schaffen, und
2. bei Wasserfülle (im Sommer) die Abfallenergie zur Deckung des Winterbedarfs aufzuspeichern, d. h. einen *Jahresausgleich* zu schaffen.

Bei der grossen Verschiedenheit dieser beiden Aufgaben ist es notwendig, für jede einzelne eine spezifische Lösung zu finden. Als geeignete Lösungen kommen in Betracht:

1. Für den *Tagesausgleich*: die Anlage eines Tagesspeicherbeckens möglichst nahe vor einem Niederdruckwerk, das gleichzeitig mehreren hintereinanderliegenden Werken dienen kann, und eines zugehörigen Gegenbeckens zum Ausgleich der durch den Tagesspeicherbetrieb bedingten Unregelmässigkeit im Wasserabfluss und

2. für den *Jahresausgleich*: in hierzu geeigneten Fällen, die Anlage von leistungsfähigen hydraulischen Akkumulier-Anlagen mit Pumpspeicherwerken.

Neuerdings wurde ganz allgemein für beide vorstehend bezeichneten Aufgaben die Ausführung von künstlichen Akkumulierungswerken grosser Leistungsfähigkeit und in grosser Anzahl für die Umformung von Nachtkraft in Tagkraft und von überschüssiger Sommerkraft in Winterkraft wiederholt vorgeschlagen<sup>2)</sup>. Diese Lösung kann zur Er-

<sup>1)</sup> Diese schon im August 1920 erhaltene Mitteilung konnte wegen Raummangel bis heute nicht veröffentlicht werden. Red.

<sup>2)</sup> Siehe: «Schweizer. Bauzeitung» Bd. LXX, S. 129, 130 (15. Sept. 1917) und Bd. LXXV, S. 270 (12. Juni 1920), sowie «Wasserspeicherung und ihre Bedeutung für die Wasserkraft Württembergs» von Dr. Ing. Burkhardt, Stuttgart, 1920, Verlag E. Wahl, gr. 8<sup>o</sup>, 138 Seiten.

<sup>1)</sup> In eingehender Weise ist hierüber berichtet in der Broschüre «Le Port de Cette. — Cette et le bassin de l'Etang de Thau». Lyon 1918, herausgegeben von der «Chambre de Commerce de Cette».

reichung des letzten Zweckes, d. h. für den Jahresausgleich wohl richtig sein; sie ist aber für den Tagesausgleich abzulehnen, weil dieser in der schon kurz bezeichneten Weise in den meisten Fällen besser erreicht werden kann. Dies soll im folgenden näher begründet werden.

Das Bestreben, einen Ausgleich zwischen Energie-Bedarf und Energie-Erzeugung zu erreichen, ist schon alt und zeigt sich in der einfachen und uns ganz selbstverständlichen Anlage von Mühlteichen, d. h. von Tagesspeicherbecken, bei Mühlen an kleinen Bächen. Die Unregelmässigkeit im Wasserabfluss verbietet aber zunächst die Anlage solcher Tagesspeicherbecken bei grösseren Flüssen und Werken. Dies hat zu der hydraulischen Akkumulierung durch Pumpspeicherwerke geführt. Erstmals wurde im Jahr 1905 ein Pumpspeicherwerk in Ruppoldingen für Olten-Aarburg gebaut; ähnliche kleinere Werke sind 1909 in Schaffhausen<sup>1)</sup> und in Heidenheim, 1914 am Neckar bei Neckartenzlingen<sup>2)</sup> und vor einigen Jahren etwas grössere bei Viverone<sup>3)</sup> und Viu in Italien entstanden. Auffallend ist aber, dass bis jetzt, trotz der anerkannten Vorteile, nicht *mehr* und auch grössere Werke dieser Art entstanden sind. Zurückzuführen ist dies wohl auf die grossen Kosten und den geringen Wirkungsgrad solcher Anlagen; der höchste erreichbare Wirkungsgrad bei unmittelbarer Verwertung von Abfallenergie ist 0,50 bis 0,52; bei einer umfangreichen Verwertung von *gesammelter* Abfallenergie auf dem Weg über die „Sammelschiene“ verringert sich der Wirkungsgrad weiterhin durch doppelte Umformung und Leitungsverluste auf etwa 0,45 bis 0,47. Das ist und bleibt ein wesentlicher Nachteil dieser Art von Energiespeicherung, und es wäre wünschenswert, wenn auf einfachere Weise und mit höherem Wirkungsgrad dasselbe Ziel erreicht werden könnte. Dies ist aber, wenigstens für den Tagesausgleich, wohl möglich, wenn man zu der einfachen Anlage der Mühlteiche, d. h. Tagesspeicherbecken, zurückkehrt, den notwendigen Ausgleich im Wasserabfluss durch ein entsprechendes Gegenbecken erreicht und, zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, beide Becken gleichzeitig einer Anzahl von hintereinanderliegenden Werken an einem Fluss dienstbar macht. Dieser Gedanke hat sich in letzter Zeit Geltung verschafft, und er wird auch schon verschiedentlich verwirklicht; er sei deshalb hier kurz beschrieben.

#### Zu 1. Tagesausgleich durch Tagesspeicherbecken.<sup>4)</sup>

Der immer weiter sich entwickelnde Zusammenschluss in der Energieversorgung grösserer Gebiete ermöglicht es heute mehr als früher, mehrere benachbarte Werke eines Flusses, schon bestehende und später noch zu bauende, zu einer Betriebseinheit zusammenzufassen. In Abbildung 1 und 2 ist eine solche Betriebsgruppe von Werken schematisch dargestellt. Vier Werke sind hier hintereinander an gemeinsamem Kanal, mit nur einem Wehr, angeordnet. Dem Werk I ist ein Speicherbecken vorgelagert, das möglichst alles überschüssige Nachtwasser für den Tagesbedarf aufspeichern kann. Die Werke I, II und III arbeiten als Speicherwerke mit möglichster Anpassung an den Tagesbedarf, d. h. bei Tag mit Zusatzleistung und bei Nacht nur soweit, als es die Deckung des Nachtbedarfs verlangt. Das Werk IV, dem ein dem oberen Speicherbecken entsprechendes Gegenbecken vorgelagert ist, arbeitet dauernd als Ausgleichwerk mit einem der jeweiligen mittleren Tagesnutzwassermenge entsprechenden gleichbleibenden Triebwasser, sodass es das von oben unregelmässig zufließende Wasser mit Hilfe der ausgleichenden Wirkung des Gegenbeckens gleichmässig an den Fluss zurückgeben kann. Mit

dem Eintritt des zunehmenden Tagesbedarfs, der durch die Zusatzleistung der Speicherwerke I, II und III gedeckt werden soll, beginnen diese gleichzeitig mit unter sich gleicher vermehrter Werkwassermenge, jedoch entsprechend dem verfügbaren Speicherwasser, auf den grösseren Bedarf zu arbeiten. Werk I entnimmt das erforderliche Zusatzwasser dem vorgelagerten Speicherbecken, unter Absenkung des Wasserspiegels desselben bis zur Grösse  $\Delta h_1$ . Bei vollständig gleichartigem Betrieb erhalten die übrigen Speicherwerke jeweils die unten entnommene vermehrte Werkwassermenge gleichzeitig am oberen Ende ihres Kanals ersetzt. Der Kanal hat dabei in gewissem Sinn vorübergehend als Ausgleichbecken zu dienen; er wird vor den

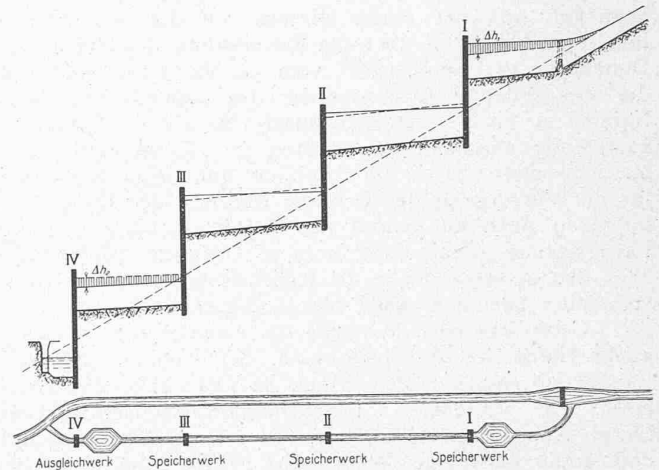


Abb. 1 und 2. Schematische Darstellung einer Betriebsgruppe von vier Speicherwerken und einem Ausgleichwerk.

Werken II und III auf kurze Zeit um ein gewisses Mass abgesenkt und hinter den Werken I, II und III etwas aufgestaut. Wie sich aber bei bezüglichen Versuchen, die am Mai 1919 am Werkkanal des Neckarkraftwerkes Poppenweiler vergenommen wurden<sup>1)</sup>, gezeigt hat, sind die dabei zu erwartenden Spiegelschwankungen vor und hinter den Werken verhältnismässig sehr gering und bei nicht zu grossen Werkentfernungen in kurzer Zeit ausgeglichen. Der Kanalwasserspiegel zwischen den Werken I und III wird sich bald mit einem der vermehrten Werkwassermenge entsprechenden Gefälle einstellen (s. Abbildung 1, gestrichelte Wasserspiegellinie). Das Gegenbecken und mit ihm der anschliessende Kanal vor Werk IV wird in der Zeit, in der die Werke I bis III mit vermehrter Wassermenge arbeiten, um die Höhe  $\Delta h_2$  aufgewirtschaftet. Der hierbei im ganzen entstehende Gefällverlust ist sehr gering und beträgt in dem dargestellten Fall höchstens 5 %, sodass hier mit einem Wirkungsgrad bei der Speicherung von etwa 95 % gerechnet werden kann. Der Wirkungsgrad wird umso besser, je mehr Werke in einer solchen Betriebsgruppe zusammengefasst sind und je grösser das verfügbare Gesamtgefälle dieser Werke ist. Am meisten fühlbar wird der Gefällverlust, der vor Werk I durch Absenken des Staubeckens um  $\Delta h_1$  entsteht und der im Mittel zu  $\frac{1}{2} \Delta h_1$  gesetzt werden kann; bekanntlich kann aber die Wirkung dieses Gefällverlusts auf die Speicherturbine beschränkt werden, wenn das Speicherbecken, losgelöst vom Werkkanal und mit diesem nur durch Schützenöffnungen verbunden, für sich allein betrieben werden kann.

Derselbe Speicherbetrieb, wie hier mit der Betriebsgruppe von vier Werken, ist nun aber auch möglich, wenn beliebig viele hintereinanderliegende Werke zu einer Betriebseinheit zusammengefasst werden, und auch wenn diese nicht an einem gemeinsamen Kanal liegen, sondern jeweils eigene Wehranlagen besitzen; nur verlangt der Betrieb im letzten Fall eine sorgsame Betriebsführung, damit nicht etwa Zusatzwasser über die Wehre verloren geht.

<sup>1)</sup> Die Versuche sind inzwischen im «Zentralblatt der Bauverwaltung» vom 28. August 1920 beschrieben worden.

<sup>1)</sup> Siehe «Schweizer. Bauzeitung», Band LV, S. 125 u. ff., März 1910. (Auch als Sonderabdruck erhältlich. Red.)

<sup>2)</sup> Siehe Zeitschrift d. Ver. deutscher Ing. 1916, S. 314.

<sup>3)</sup> Siehe «Schweizer. Bauzeitung», S. 129 letzten Bandes, 18. Sept. 1920. (Auch als Sonderabdruck erhältlich. Red.)

<sup>4)</sup> Vergl. hierzu auch den Aufsatz d. Verf.: «Speicherbecken für Niederdruck-Wasserkraftanlagen, ihre Wirtschaftlichkeit und ihr kohle-sparender Wert». Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1919, Seite 856 (6. Sept. 1919).

Die Anzahl der so zusammengefassten Werke wird beschränkt durch die mit der Werkzahl wachsenden Schwierigkeiten in der Betriebsführung. Im allgemeinen wird ein solcher Speicherbetrieb mit einer Betriebsgruppe von Werken nur möglich sein, wenn alle Werke unter *einer Hand* gebracht werden können.

Hat ein Versorgungsgebiet infolge einer günstigen Tarifpolitik eine gute Nachtbelastung und gleichzeitig für den Jahresausgleich ein leistungsfähiges Hochdruck-Jahresspeicherwerk oder eine Dampfkraftanlage, so ergibt sich aus den Niederdruckwerken weniger Abfallenergie. In solchen Fällen wird es sich vielfach ermöglichen lassen, die nicht speicherfähigen Niederdruckwerke des Gebiets voll auf den Nachtbedarf arbeiten zu lassen und den Tagesausgleich in weitgehendem Mass und durch volle Ausnutzung der Speichermöglichkeit der Betriebsgruppe von Niederdruck-Speicherwerken zu erzielen. Es ist also umso weniger nötig, alle Niederdruckwerke eines Versorgungsgebietes mit Tagesspeicherbecken in Verbindung zu bringen, je mehr die Tagesspeicherwerke für hohe Speicherleistung ausgebaut werden können. Dadurch beschränken sich auch die durch erhöhte Werkbelastungen bedingten Mehrkosten für Speicherbecken, Kanäle und Maschinen auf die Betriebsgruppe der Speicherwerke.

Besonders günstig ist es, wenn vorhandene natürliche Seen oder auch schon bestehende künstliche Becken grossen Umfangs zu Speicherbecken und Gegenbecken in dieser Art ausgebildet werden können.

Eine solche Betriebsgestaltung wird z. B. möglich bei den fünf hintereinanderliegenden Werken der „Mittleren Isar“<sup>1)</sup> (s. Abbildung 3), für die die Bauarbeiten zurzeit im Gange sind. Der hier ungewöhnlich grosse künstliche Speichersee mit 10 km Länge, 1,1 km mittlerer Breite und 32 Millionen  $m^3$  Speicherraum gestattet neben dem Tagesausgleich auch noch einen Monatsausgleich mit Speicherung des überschüssigen Sonntagwassers und dazu auch noch einen teilweisen Jahresausgleich durch die Möglichkeit der Aufhöhung des Niederwassers. Die Grösse des Gegenbeckens vor Werk V mit 3 Millionen  $m^3$  Speicherraum gestattet z. B. im Grenzfall, einer mittleren, durch die Werke I bis V erzeugten Winterkraft von 50000 PS eine zwölfstündige Zusatzkraft von weiteren 50000 PS zuzufügen, das sind 400000 kWh/Tag, sodass im Winter mit 100000 PS etwa die gleiche Tagesenergie verfügbar sein kann, die im Sommer dauernd im Mittel vorhanden ist. Um die Normalleistung der Werke I und V von der starken Absenkung der Becken, die bis zu 4,3 bzw. 2,7 m betragen kann, unabhängig zu machen, sind die Becken von den Kanälen losgelöst und mit diesen nur durch verschliessbare Schützenöffnungen und mit den Werken durch besondere Verbindungskanäle verbunden.

In gleicher Weise wie bei der „Mittleren Isar“ kann auch nach Ausbau der württembergischen Illerstrecke mit fünf hintereinanderliegenden, durch zwei Wehre bedienten Werken, wenn auch in bedeutend kleinerem Umfang wie dort, ein Tagesausgleich im Energiebedarf erreicht werden. Weiter sind auch für die aus Anlass des Neckarkanalbaus

<sup>1)</sup> Siehe: Was soll mit dem Ausbau der «Mittleren Isar» erreicht werden? von Dr. Ing. Th. Rümelin (†). München 1919.

am Neckar zu erstellenden und umzubauenden Wasserkraft-Anlagen Bestrebungen im Gang, durch Anlage eines grossen Speicherbeckens oberhalb Plochingen sämtlichen unterliegenden Werken eine an den Tagesbedarf angepasste Energie-Erzeugung zu ermöglichen<sup>1)</sup>. Dies ist aber wohl wieder nur durchführbar, wenn die Betriebsleitung für sämtliche Werke in *einer Hand* vereinigt werden kann.

Sogar für Talsperrenwerke kann diese Art der Speicherung und Werkverbindung von Bedeutung werden. So ist z. B. für das zurzeit im Bau befindliche Talsperrenwerk Goldentraum im Queis (in Schlesien, mittlere jährliche Abflussmenge =  $5 m^3/sek$ ) der Betrieb als Spitzenwerk erst möglich durch die Verbindung mit dem unmittelbar unterhalb liegenden Talsperrenwerk Marklissa, das in Zukunft als Ausgleichwerk arbeiten wird.<sup>2)</sup>

Zu 2: Jahresausgleich durch hydraulische Akkumulierung mit Pumpspeicherwerken.

Wenn auf die vorstehend dargestellte Weise auch ein befriedigender Tagesausgleich möglich ist, so lässt sich, auch in ganz besonders günstigen Verhältnissen, für den Jahresausgleich bei Niederdruckwerken meistens nur wenig durch Speicherbecken erreichen, weil diese ungewöhnlich gross werden müssten. (Die „Mittlere Isar“ mit dem grossen Stausee nimmt hier eine seltene Ausnahmestellung ein.) Der beste Jahresausgleich ergibt sich durch leistungsfähige Hochdruck-Jahresspeicherwerke; der Bau solcher Werke mit Talsperren und Staubecken im Oberlauf der Flüsse gestattet gleichzeitig eine teilweise Rückhaltung des Hochwassers und eine Aufhöhung des Niederwassers der Flüsse und damit eine für den Jahresausgleich wertvolle Erhöhung der Leistung von Niederdruckwerken zu Zeiten mit Wassermangel. Selten wird es aber möglich sein, hierdurch einen vollkommenen Jahresausgleich zwischen Energie-Erzeugung und -Bedarf zu erreichen. Will man die in Zeiten der Wasserfülle sich noch immer ergebende Abfallenergie der Niederdruckwerke für die Zeiten des Wassermangels nutzbar machen, so können hierfür allein die oben für den Tagesausgleich abgelehnten Pumpspeicheranlagen in Betracht kommen. Ein solches Pumpspeicherwerk hätte in den wasserreichen Monaten mit der verfügbaren Abfallenergie der Niederdruckwerke *nur* Wasser hochzupumpen und in den wasserarmen Zeiten von dem hochgepumpten Wasser Energie zu erzeugen. Wegen der Grösse des hierfür erforderlichen Stauraums ist es zweckmässig, die Pumpspeicherwerke mit natürlichen hochgelegenen Seen zu verbinden; noch einfacher und wirtschaftlicher ist es, wenn ein Pumpspeicherwerk mit einem Hochdruck-Jahresspeicherwerk vereinigt werden kann, sofern sich dessen Speicherbecken für eine weitere Jahresspeicherung durch gepumptes Wasser gross genug gestalten lässt. Die Bau- und Betriebskosten werden hierbei in gleicher Weise vermindert.<sup>3)</sup>

Natürlich kann ein solches Pumpspeicherwerk für den Jahresausgleich auch für den Tagesausgleich, mit Pumpbetrieb bei Nacht und Turbinenbetrieb bei Tag, vor allem in den Wassermangelzeiten verwendet werden, wenn hierfür den Niederdruckwerken keine Tagesausgleichbecken zur Verfügung stehen. Da in Wassermangelzeiten die wertvolle Energie der Niederdruckwerke durch Tagesspeicherbecken aber bedeutend besser, weil mit höherem Wirkungsgrad, verwertet werden kann, werden diese Becken, die fast überall und meist billig bei Niederdruckwerken errichtet werden können, auch neben den Pumpspeicherwerken für Jahresausgleich ihre Bedeutung behalten.

Die Beurteilung der Frage, ob und wann ein Pumpspeicherwerk für den Jahresausgleich zweckmässig ist, ist nicht ganz einfach. Ein solches Werk kommt in seinen bautechnischen Anlagen einem Hochdruckspeicherwerk

<sup>1)</sup> Siehe: Der Rhein-Neckar-Donaukanal und die Neckarwasserkräfte. Vortrag von Baurat Böhmler vom 12. Dez. 1919. Sonderdruck aus den Vereinsmitteilungen des Südwestdeutschen Kanalvereins, Heft 5, 1920, S. 31.

<sup>2)</sup> Siehe: «Zentralblatt der Bauverwaltung» 1920, Seite 82.

<sup>3)</sup> Das Murgwerk war ursprünglich von Rehbock als eine solche Vereinigung von Hochdruck-Jahresspeicherwerk und Pumpspeicherwerk geplant, wurde aber nur als Hochdruck-Jahresspeicherwerk ausgeführt.

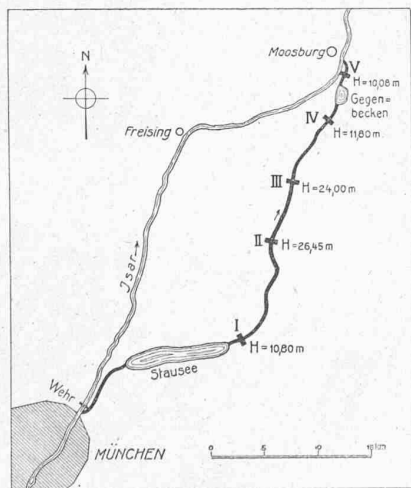


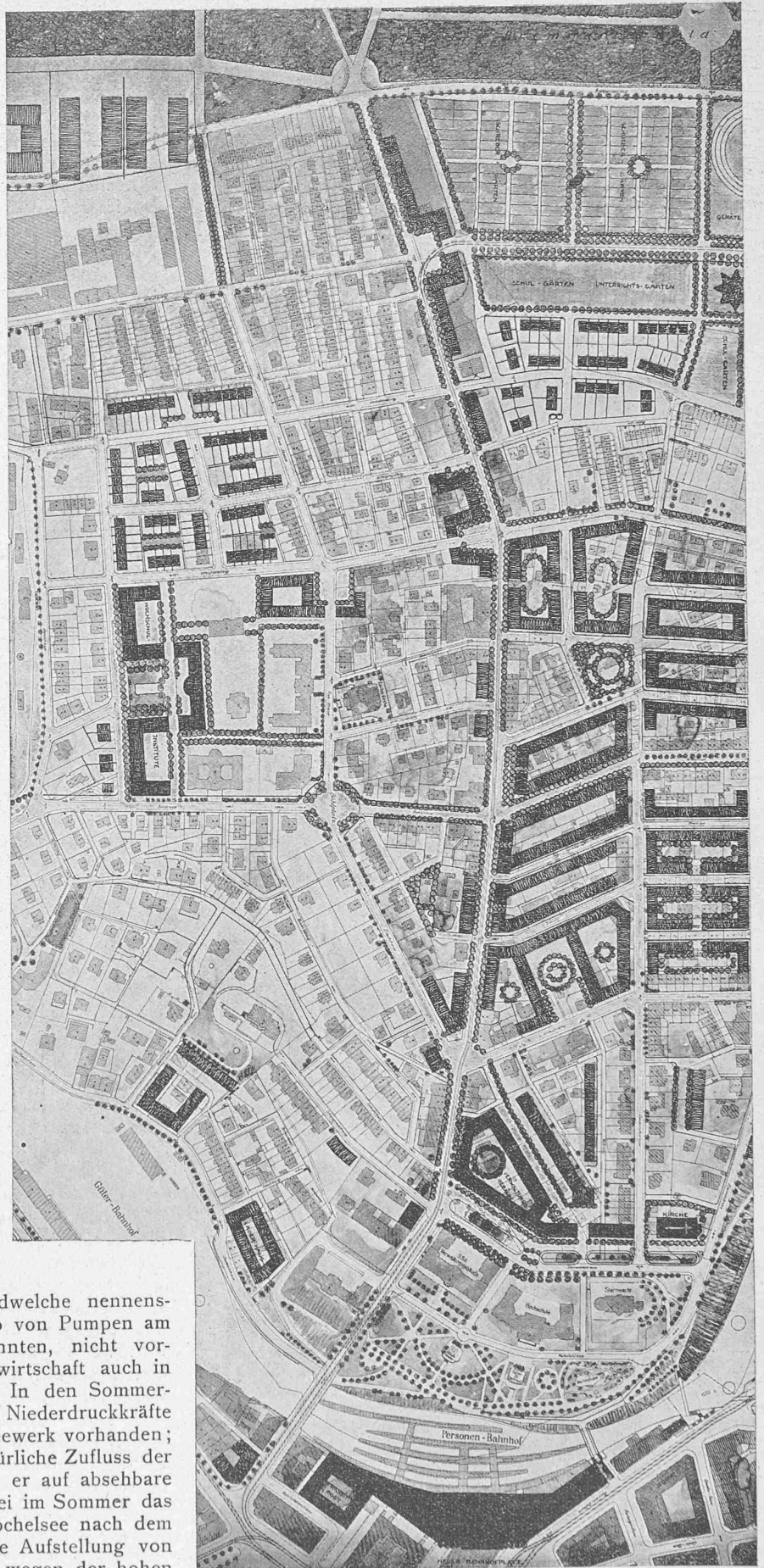
Abb. 3. Mittlere Isar-Werke. Betriebsgruppe von vier Speicherwerken und einem Ausgleichwerk.

gleich und erfordert sogar noch wesentlich umfangreichere Maschinenanlagen als dieses. Man wird deshalb in erster Linie bestrebt sein, Hochdruck-Jahresspeicherwerke auszubauen, und erst wenn die Ausbaumöglichkeit für diese erschöpft ist, den Bau von Pumpspeicherwerken für den Jahresausgleich anstreben, diese aber, wie gesagt, wenn irgend möglich, mit Hochdruckspeicherwerken vereinigen.

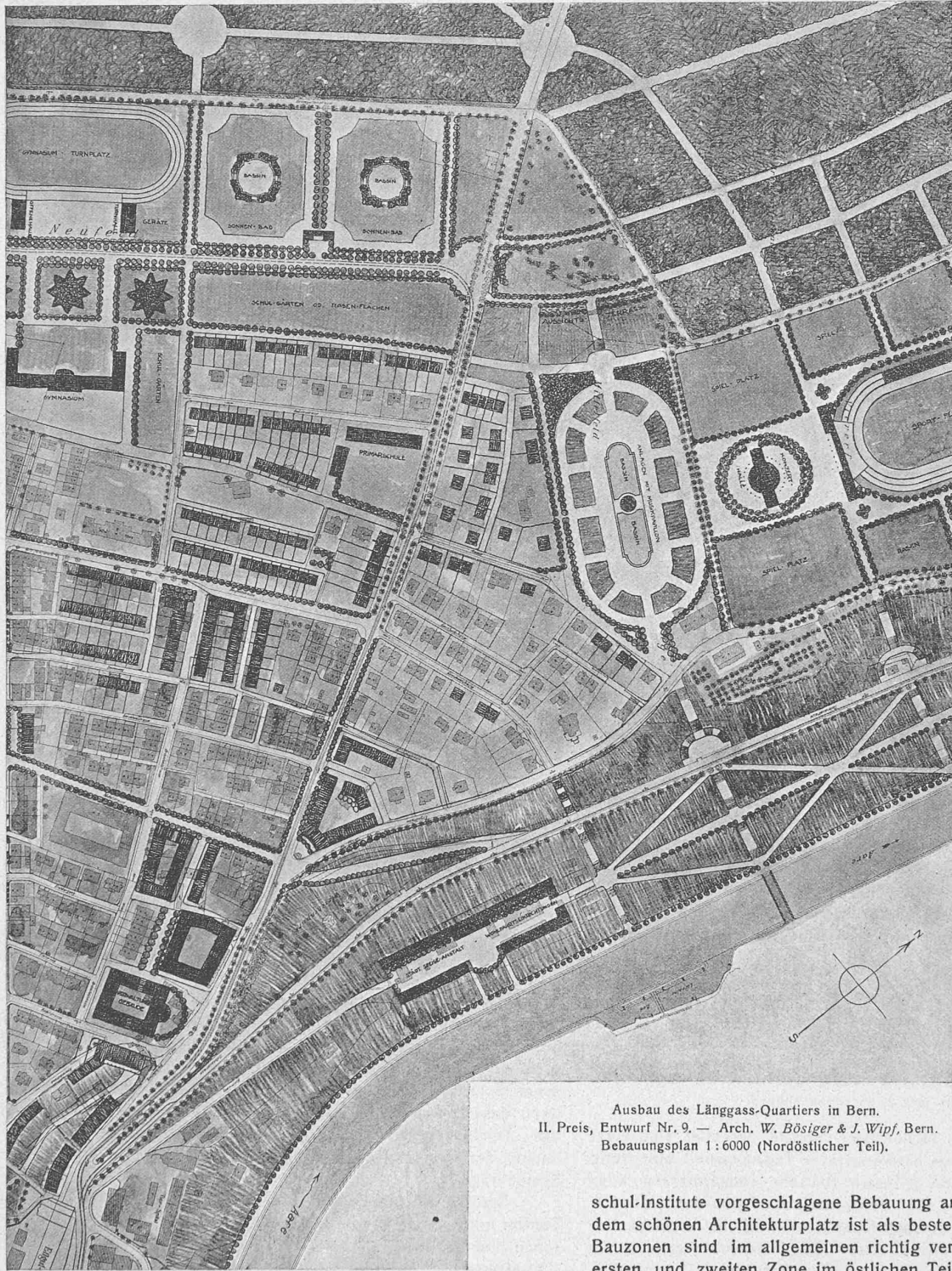
Erwähnt sei noch, dass mit einer zunehmenden Verbesserung des Jahresausgleichs durch den Bau von Hochdruckspeicherwerken und Pumpspeicherwerken sich auch ein höherer Ausbau der Niederdruckwerke als bisher (etwa für die 100- bis 120tägige Wassermenge) rechtfertigen und mit Vorteil durchführen lässt.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die Anlage von Tagesspeicherbecken für Niederdruckwerke in der angegebenen Weise immer eine wertvolle Verbesserung des Tagesausgleichs ermöglicht und dass Pumpspeicherwerke nur Bedeutung haben, wenn sie in erster Linie dem Jahresausgleich dienen. Durch beiderlei Anlagen wird es möglich sein, eine höchste Werknutzung für Niederdruck-Wasserkraftanlagen zu erzielen.

*Nachtrag.* Im Zusammenhang mit der im drittletzten Absatz behandelten Frage ist noch folgendes beachtenswert, was mir erst nach Abfassung dieses Aufsatzes bekannt wurde: Am 2. Okt. 1919 wurde dem bayerischen Energie-Wirtschaftsverband der Vorschlag zur Prüfung unterbreitet, man möge das im Bau befindliche Walchenseewerk durch geringe Erweiterung der Maschinenanlagen zu einem Pumpspeicherwerk ausgestalten, das bei Nacht und an Sonntagen die Abfallenergie des ganzen Landes aufnehmen könne; die geographischen Verhältnisse, die hierfür beim Walchenseewerk ganz ungewöhnlich günstig seien, sollten nicht unbeachtet gelassen werden. Die mit der Prüfung dieser Frage eigens beauftragte Kommission kam, trotz der zweifellos sehr günstigen örtlichen Verhältnisse, zu dem Schluss, dass der Vorschlag nicht näher verfolgt werden könne, „weil in den Nachtstunden der Wintermonate infolge des Zusammenschlusses die Wasserkräfte und Dampfkkräfte durch die Leitungen des Bayernwerks irgendwelche nennenswerte Kraftüberschüsse, die zum Betrieb von Pumpen am Walchenseewerk verwendet werden könnten, nicht vorhanden seien und bei richtiger Wasserwirtschaft auch in Zukunft nicht vorhanden sein werden. In den Sommermonaten wären allerdings überschüssige Niederdruckkräfte zum Betrieb von Pumpen am Walchenseewerk vorhanden; da aber in den Sommermonaten der natürliche Zufluss der Isar zum Walchensee so gross sei, dass er auf absehbare Zeit nicht ausgenützt werden könne, sei im Sommer das Zurückpumpen des Wassers aus dem Kochelsee nach dem Walchensee überflüssig. Jetzt schon die Aufstellung von Pumpen vorzusehen empfehle sich nicht wegen der hohen Kosten“. (Vergl. hierzu „Die Wasserkraft“, 1920, Heft 13 vom 10. Juli, Seite 118). — Also auch hier wird, unter Voraussetzung einer „richtigen Wasserwirtschaft“, die



H. Preis, Entwurf N. 9. — Arch. W. Bösiger & J. Wipf, Bern.  
Bebauungsplan des Länggassquartiers in Bern (südwestlicher Teil). — 1:1000.



Ausbau des Länggass-Quartiers in Bern.  
II. Preis, Entwurf Nr. 9. — Arch. W. Bösiger & J. Wipf, Bern.  
Bebauungsplan 1:6000 (Nordöstlicher Teil).

Pumpspeicherung für den Tagesausgleich abgelehnt. Für den Jahresausgleich kommt sie nicht in Betracht, weil der Walchensee nicht einmal alles Sommerwasser der Isar aufnehmen kann.

### Wettbewerb für den Ausbau des Länggass-Quartiers in Bern.

(Schluss von Seite 171.)

Projekt Nr. 9 „Renaissance“. Die Vorschläge für die Verbesserung des Strassennetzes können im allgemeinen bei diesem Projekt wenig befriedigen. Ausser der Länggassstrasse und der Bühl- und Mittelstrasse hat der Verfasser die Hauptverkehrsrichtungen nicht erkannt; so fehlt eine logische Weiterführung der sehr gut gelösten Sternwartstrasse als Promenadenstrasse in der Richtung Bierhübeli.

Ebenso ist die Bedeutung der Neufeldstrasse als Verkehrsstrasse in der Richtung nach der Engstrasse und in der Richtung Muesmatt, Murten- und Bahnstrasse nicht genügend berücksichtigt. Zu tadeln ist die Durchquerung des Neufeldes durch eine breite Alleestrasse in der verlängerten Fabrikstrasse. Erwähnenswert ist die Verbesserung des Knotenpunkte Bühlstrasse, Murten-Laupenstrasse. Die Aufteilung des Seidenfabrik-Areals ist zu engmaschig. Unverständlich sind auch die vielen Treppengänge von der Engstrasse nach der Tiefenastrasse und die auf der Halde zwischen Tiefenastrasse und Aare vorgesehene Kreuz- und Querwege. Dagegen zeichnet sich das Projekt aus durch seine vorzügliche Lösung in der Umwandlung der Sternwartstrasse in eine breite Promenadenstrasse mit Eckbetonung durch einen Kirchenbau, womit zugleich eine gute Lösung für den heute wenig befriedigenden Falkenplatz und dessen Nordrand gefunden ist. Die für das

Areal der Hochschule vorgeschlagene Bebauung an der Muldenstrasse mit dem schönen Architekturplatz ist als beste Lösung zu werten. Die Bauzonen sind im allgemeinen richtig verteilt. Die Enklaven der ersten und zweiten Zone im östlichen Teil mit höherer geschlossener Bebauung sind nicht gerechtfertigt. Es ist zu beanstanden, dass einzelne Strassen durch ungleiche Bauzonen begrenzt sind. Im Stadtbachquartier wirken die vereinzelt hohen Gebäudegruppen störend. Das Gebiet zwischen der äusseren Länggassstrasse und der Freie Strasse wäre in die zweite Bauzone einzubeziehen. Die vorgeschlagene Blockgestaltung zwischen Sternwartstrasse und Hallerstrasse ist unbefriedigend. Neufeld-, Mittel- und Vierfeld sind zu weitgehend mit Sport- und Gartenanlagen aufgeteilt und lassen eine spätere Verwendung zu Festanlässen schwerlich mehr zu. Unzulässig ist die Erweiterung des Industriegebietes in den Bremgartenwald hinein.

An Hand dieser Feststellungen ist das Preisgericht der Ansicht, dass keines der eingereichten Projekte in allen Beziehungen so gute Vorschläge enthält, dass ihm ein erster Preis zuerkannt werden könnte. Die einzelnen Projekte, auch diejenigen, die für