Untersuchung übr die Verbesserung der Gefällsausnützung in Staugebieten [Schluss]

Autor(en): **Lüscher / Balthasar / Brodowski**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt**

Band (Jahr): **14 (1921-1922)**

Heft 9

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-920305

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Untersuchung über die Verbesserung der Gefällsausnützung in Staugebieten.

Bericht der Technischen Kommission des Aargauischen Wasserwirtschafts-Verbandes.

Vom 11. Januar 1922.

(Schluss.)

Die Schätzung der Mehrbaukosten für den Überstau erfolgte unter Zugrundelegung der heute üblichen Preise. Die Ergebnisse sind in Figur 6 zusammengestellt. Im Staugebiet werden erhöhte Uferdämme, Entwässerungen des Hintergeländes und ein Mehraufwand für Grunderwerb und -Entschädigung erforderlich. Beim Stauwehr kann die Wehrbreite mit zunehmender Stauhöhe wohl ermässigt werden, aber dies reicht nicht hin, um die Mehrkosten für die grösseren Abmessungen der einzelnen Wehrteile auszugleichen. Besonders ins Gewicht fallen beim höheren Stau die Schützenkosten, weil man im Interesse der Durchspühlungsmöglichkeit die Wehrschwelle möglichst tief legen wird. Beim Einlaufbauwerk wird dagegen die Stauerhöhung selten eine ins Gewicht fallende Kostenvermehrung bedingen. Die Kanaleinlaufverhältnisse werden bei höherem Stau sogar in der Regel günstiger.

Beim Maschinenhaus bedingt die hier in Betracht kommende Gefällsvermehrung zwischen Ober- und Unterwasser in der Regel nur eine unwesentliche Kostenvermehrung. Die maschinelle Ausrüstung wird pro Leistungseinheit billiger, aber im gesamten teurer. Praktisch tritt keine Preiserhöhung bei den Turbinen ein. Die beim grösseren Nutzgefälle sich ergebende höhere Tourenzahl wirkt günstig auf die Generatorenkosten pro Leistungseinheit. Für die höhere Leistung ergeben sich aber immerhin Mehrkosten für die Generatoren und Transformatoren. Fast unbeeinflusst bleiben die Kosten der Schaltanlage.

In Figur 7 sind die Schlussergebnisse der Gesamtuntersuchung in Funktion der Stauhöhe dargestellt, nämlich der Netto-Leistungsgewinn aus dem Überstau in Jahres-Turbinen-PS., die Mehrkosten für den Überstau, die durchschnittlichen Anlagekosten pro aus dem Überstau gewonnenes Jahres-Turbinen-PS. und die Anlagekosten für das zuletzt daraus gewonnene Jahres-Turbinen-PS. Die durchschnittlichen Anlagekosten pro Jahres-Turbinen-PS. schwanken zwischen reichlich *Fr. 500.—* und knapp *Fr. 900.—*, sind also im Verhältnis zu den heutigen Anlagekosten der Niederdruckwerke recht günstig. *Daraus geht die Wirtschaftlichkeit des Überstaues im vorliegenden Falle unzweideutig hervor.* Die durchschnittlichen Baukosten steigen mit zunehmender Höhe des Überstaus, was darauf schliessen lässt, dass die aus dem obersten Meter Überstau gewonnene Energie erheblich teurer zu stehen kommt, als die aus dem untersten Meter. Darüber gibt die Kurve 4 Aufschluss. Wir ersehen aus ihrem Verlauf, dass die Baukosten für das bei verschiedener Höhe des Überstaues jeweils zuletzt gewonnene Jahres-Turbinen-PS. von reichlich *Fr. 500.—* bis auf *Fr. 3100.—* ansteigt. Die starke Zunahme setzt etwa bei einer Stauhöhe von 8,50 m = 2,0 m Überstau ein, wo das zuletzt gewonnene PS. zirka *Fr. 1600.—* Baukosten erfordert.

Die Jahreskosten des Mehrbauaufwandes für den Überstau können unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die Personalkosten des Werkes durch den Überstau nicht erhöht werden, zu nur 10 % gerechnet werden. Mit dieser Annahme ist der Fig. 7

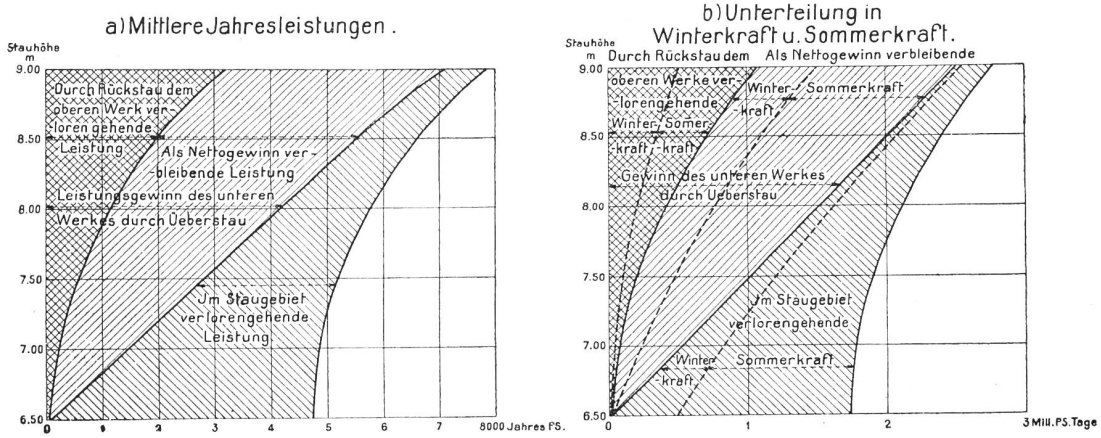

Fig. 5. **Zusammenstellung der Jahresleistungen.**

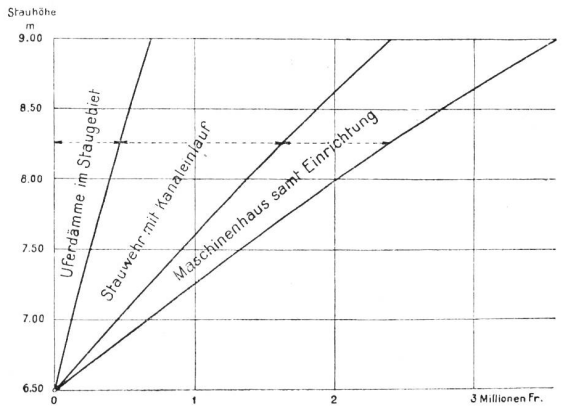

Fig. 6. **Mehrbaukosten.**

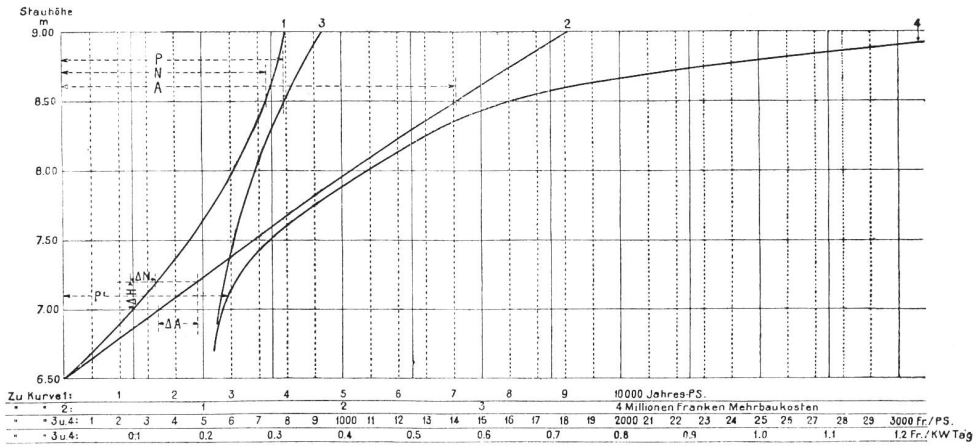

Fig. 7. **Zusammenstellung des Leistungsgewinnes, der Mehrbaukosten und der Kosten pro Leistungseinheit.**

Legende: Kurve 1: Nettoleistungsgewinn durch Überstau in Jahres-PS.
Kurve 2: Mehrbaukosten für Stauhöhen über 6,50 m.
Kurve 3: Baukosten pro Jahres-PS infolge Überstau $[P = \frac{A}{N}]$
Kurve 4: Baukosten der zuletzt gewonnenen Jahres-P-S infolge Überstau $(P^1 = \frac{\triangle A}{\triangle N}]$

ein Maßstab der Energiegestehungskosten pro kW-Tag angefügt worden. Die durchschnittlichen Gestehungskosten betragen darnach, je nach der Höhe des Überstaues 0.22 – 0.38 Fr. pro kW-Tag, während die Gestehungskosten für den zuletzt gewonnenen kW-Tag bis zu Fr. 1.24 ansteigen. Zur richtigen Bewertung dieser Zahlen muss eine Unterteilung in Winter- und Sommerenergie gemacht werden. Man wird keinen grossen Fehler machen, wenn man den heutigen Verkaufswert der sechsmonatlichen Winter-Energie zu 0.9 Fr. per kW-Tag und der sechsmonatlichen Sommer-Energie zu 0.3 Fr. per kW-Tag annimmt, wobei die mehr oder minder vollkommene Ausnützung der gekauften Energie Sache des Abnehmers bleibt. In unserem Untersuchungsbeispiel beträgt bei einer Stauhöhe von 8,5 m (2 m Überstau) der Winterkraftanteil an der zuletzt gewonnenen Kraft zirka 20 %, was einem Verkaufswert von 0.42 Fr. pro kW-Tag $(0.9 \times 0.2 + 0.3 \times 0.8 = 0.42)$ entsprechen würde, während die errechneten Gestehungskosten nach Kurve 4, gemessen am untersten Maßstab, bereits 0.64 Fr. pro kW-Tag betragen. Gestehungskosten und Verkaufswert des zuletzt gewonnenen kW-Tages sind mit 0.45 Fr. $(0.9 \times 0.25 + 0.3 \times 0.75 = 0.45)$ ungefähr gleich bei einer Stauhöhe von 8,0 m (1,5 m Überstau), wo der Winterkraftanteil annähernd $^1/_4$ beträgt. Theoretisch wäre dies die Grenze, bei welcher eine weitere Erhöhung des Überstaus in unserem Beispiel unwirtschaftlich zu werden anfängt. *Die Ergebnisse zeigen, dass die Überschreitung der Stauhöhe 8,5 m (2 m Überstau) für das durchgerechnete Beispiel bereits unwirtschaftlich wäre und deshalb nicht mehr befürwortet werden könnte.*

Beachtenswert ist an diesem Untersuchungsergebnis, dass bei einem Aarekraftwerk mit den angenommenen Verhältnissen ein Überstau bis zu 2,0 m auch dann noch wirtschaftlich sein kann, wenn das oberhalb anschliessende geschädigte Werk auf die gleiche Betriebswassermenge wie das untere ausgebaut ist. Bei einem solchen Überstau wird das für die Ausnützung verlorengehende Niederwasserfliessgefälle im Staugebiet bereits kleiner als 0,1 m. Für generelle Überlegungen bei andern ähnlichen Fällen mag diese Festlegung als roher Anhalt dienen.

c) **Besprechung einiger aktueller Aare-Stauprojekte.** Für die Aarestrecke Wynau-Brugg liegen zurzeit 3 Stauprojekte vor, bei denen Fragen der hier besprochenen Art ihrer Lösung harren und sie zum Teil bereits gefunden haben, nämlich die Projekte für die Werke

1. Wynau-Aarburg,
2. Rupperswil und
3. Wildegg-Brugg.

Nachfolgend sollen die wichtigsten Ergebnisse der von den Interessenten bisher angestellten bezüglichen Untersuchungen kurz wiedergegeben werden.

1. Werk Wynau-Aarburg.

Als ein aktuelles Beispiel, wie das Gefälle eines Staugebietes rationell ausgenützt werden kann, und wie dabei die Interessen des unten und oben liegenden Werkes durch direkte Verhandlungen der Beteiligten, ohne Beschreitung des Rechtsweges, gewahrt werden können, darf das Projekt Wynau-Aarburg in Verbindung mit dem Erweiterungsprojekt Wynau gelten.

Das vom Elektrizitätswerk Olten-Aarburg bei den zuständigen Behörden eingereichte Projekt sieht die Erstellung eines Stauwehrs bei Aarburg vor, dessen Aufstau bis zu dem 13,3 km oberhalb liegenden Kraftwerk Wynau reicht und dort noch einen kleinen Einstau bei Nieder- und Mittelwasser zur Folge hat. Ausserdem bedingt die Ausführung des neuen Werkes die Beseitigung des dem E.-W. Olten-Aarburg gehörigen Werkes Ruppoldingen. Das neue Werk ist für einen Ausbau auf 350 m³/sek. grösste Betriebs-

wassermenge vorgesehen, während das Kraftwerk Wynau zur Zeit nur für 140 m³/sek. ausgebaut ist.

Die bei der Aufstellung des Stauprojektes Wynau-Aarburg angestellten wasserwirtschaftlichen Untersuchungen, die unter Zugrundelegung der heutigen Verhältnisse im Kraftwerk Wynau erfolgten, haben die in den beiden nachstehenden Tabellen verzeichneten Gefälls-Gewinne und -Verluste und Leistungs-Gewinne und -Verluste, letztere in Turbinen-PS. ergeben:

Stauhöhe m (R. P. N. = 376.86 m)	Gefälls-gewinn bei Wynau-Aarburg (Ueberstau)	Gefällsverlust im Werk Wynau		
		bei 100 m³/sek.	bei 300 m³/sek.	bei 600 m³/sek.
405,0	0 m	0,09 m	0 m	0 m
406,0	1,0 „	0,20 „	0,08 „	0 m
406,5	1,5 „	0,59 „	0,15 „	0,03 „
407,0	2,0 „	1,02 „	0,29 „	0,11 „

Stauhöhe m (R. P. N. = 376.86 m)	Leistungsgewinn bei Wynau-Aarburg			Leistungsverlust im Werk Wynau			Rein-gewinn
	kleinster	grösster	mittlerer	kleinster	grösster	mittlerer	mittlerer
405,0	0	0	0	0	0	0	0
406,0	700	3500	2750	0	270	140	2570
406,5	1000	5250	4120	0	570	240	3880
407,0	1300	7000	5450	0	1500	530	4920

Aus den vorstehenden Zahlen und der Art ihrer Zunahme bei zunehmender Stauhöhe geht hervor, dass bei der Staukote 407,0 m die wasserwirtschaftlich richtige Stauhöhe noch nicht erreicht wird. Von der Ausdehnung der Untersuchung auf noch grössere Stauhöhen wurde aber abgesehen, weil die örtlichen Verhältnisse im Staugebiet, wie Überflutung und Versumpfung wertvollen Geländes, Höhenlage der Bahn usw., nicht nur einen Höherstau untunlich erscheinen lassen, sondern sogar eine Beschränkung der Stauhöhe auf 406,0 m notwendig machen. Bei dieser Sachlage konnte von der Aufstellung einer Wirtschaftlichkeitsberechnung abgesehen werden, da ein Überstau von nur 1,0 m ohne Zweifel vorteilhaft ist. Andererseits ergibt ein so geringer Überstau noch keine vollkommene Ausnützung des Gefälles, besonders weil hier das Staukurvenende infolge vorhandener Stromschnellen unterhalb dem Werk Wynau ziemlich steil verläuft.

Gleichzeitig mit dem Konzessionsgesuch des E.-W. Olten-Aarburg reichte das E.-W. Wynau ein Konzessionsgesuch ein für die Erstellung eines neuen Kraftwerkes auf dem linken Aareufer, für 160 m³/sek. Betriebswassermenge, als Erweiterung der bestehenden Wynauer Konzessionen, wobei zwecks Ausnützung des erwähnten Stromschnellengefälles der Unterwasser-Auslauf zirka 400 m unterhalb dem Auslauf des bestehenden Werkes angeordnet werden sollte. Da das Konzessionsprojekt Wynau-Aarburg mit einem Stau auf 406 m schon einen bescheidenen Einstau in das *bestehende* Wynauer-Werk und einen entsprechend grösseren in das *geplante neue* Wynauer-Werk bedingt, ergab sich ein Interessengegensatz zwischen den beiden Konzessionsgesuchen, indem beide teilweise das gleiche Aaregefälle beanspruchten.

Die zwischen den beteiligten Interessenten unter Mitwirkung des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft und der Baudirektionen der Kantone Bern und Solothurn geführten Verhandlungen führten zu einer beide Teile befriedigenden Verständigung, laut welcher das E.-W. Olten-Aarburg seine Einsprache gegen die Konzessionserteilung an das E.-W. Wynau zurückzog, während umgekehrt das E.-W. Wynau keine Einsprache gegen einen Einstau in sein bestehendes und in sein geplantes Werk erhebt, wie sich ein solcher rechnungsmässig bei einem Aufstau in Aarburg auf 406,0 m ergibt. Für die Einbusse an Energie, die dem E.-W. Wynau durch den Einstau erwächst, ist dieses schadlos zu halten, und zwar voll für den Einstau in das alte Werk und teilweise für den Einstau in das neue Werk. Bei letzterem sind 10 cm Einstau bei allen Wasserführungen entschädigungsfrei. Das E.-W. Wynau braucht sich erst ein Jahr vor dem Einstau darüber zu entscheiden, ob es die Entschädigung in natura oder in bar beanspruchen will. Die Höhe der Entschädigung ist auf Verlangen einer Partei alle 10 Jahre zu revidieren.

Das getätigte Abkommen gestattet in rechtlicher Beziehung die befriedigende Ausnützung einer bedeutenden Staustrecke, und zwar einerseits durch einen bescheidenen Überstau des unteren Werkes und andererseits durch Abwärtsverschiebung der Ausnützungsgrenze des oberen Werkes. Durch die Verständigung ist die Anrufung der Artikel 45, 46 und 47 des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. Dezember 1916 erübrigt worden.

2. *Werk Rupperswil.*

a) Nach dem Plan der S. B. B. soll zirka 7,0 km unterhalb der Unterwasserausmündung des Kraftwerkes der Stadt Aarau, die als Konzessionsgrenze festgesetzt ist, das Stauwehr errichtet werden. Durch Überflutung des tiefliegenden Schachengeländes ergibt sich für die unteren $^2/_3$ des Staugebietes ein Stausee mit praktisch horizontalem Wasserspiegel. Die von den S. B. B. angestellten Stauberechnungen haben ergeben, dass an der Konzessionsgrenze, bei einer Staukote von 362,5 m (R. P. N. = 373,6 m) noch gar kein und bei einer solchen von 363,0 m noch kein merklich fühlbarer Rückstau entsteht.

Bei den verschiedenen Stauhöhen ergeben sich folgende Gewinne und Verluste an Gefälle (bezogen auf die Aare; auf den weniger Gefälle als der Fluss verzehrenden Unterwasserkanal bezogen, wäre beispielsweise bei einer Wasserführung von 150 m³/sek. eine Korrektur um — 15 cm anzubringen):

Stauhöhe m	Gefälls-Gewinn Rupperswil Ueberstau	Gefällsverlust im Werk Aarau		
		bei 150 m³/sek.	bei 255 m³/sek.	bei 500 m³/sek.
363,0	0 m	0,12 m	0 m	0 m
364,0	1,0 „	0,54 „	0,30 „	0 „
365,0	2,0 „	1,37 „	0,96 „	0,42 „
366,0	3,0 „	2,33 „	1,86 „	1,12 „

Die S. B. B. haben für Stauhöhen von 363,0 bis 366,0 m den jeweiligen Kraftgewinn für das Bundesbahnwerk und den Kraftverlust für das Kraftwerk der Stadt Aarau in Abstufungen von ½ m berechnet, unter Zugrundelegung einer Ausnützung bis 350 m³/sek. bei ihrem Werk und von 250 m³/sek beim Aarauer Werk. Sie fanden dabei folgende Leistungs-Gewinne und -Verluste in Millionen kWh im Jahr, ausgehend davon, dass diese bei einer Stauhöhe von 363,0 null seien:

Stauhöhe m	Leistungs-gewinn bei Rupperswil	Leistungs-verlust bei Aarau	Netto-Leistungs-gewinn
364,0	17,6	2,8	14,8
365,0	34,8	11,4	23,4
366,0	52,8	21,8	31,0

stau von 2,4 m, mit einem Nettogewinn von 5,4 Millionen Fr. Für die Staukote 366,0 wird der Nettogewinn immer noch zu 5 Millionen Fr. angegeben. Die hier angewandte Berechnungsweise lässt aber bei der Energiebewertung deren Qualität ausser Betracht. Zu beachten ist auch, dass in unserm Normalbeispiel (Abschnitt *b* des Berichtes) die Jahreskosten zu 10 statt zu 8 % gerechnet worden sind, was beim allfälligen Vergleich der Resultate, d. h. des gefundenen, zweckmässigen Masses des Überstaues, zu berücksichtigen ist. Von Einfluss ist ferner der Umstand, dass das Kraftwerk der Stadt Aarau für eine um 100 m³/sek. kleinere Betriebswassermenge ausgebaut ist, als beim Bundesbahnwerk vorgesehen ist, so dass eine Stauerhöhung beim neuen Werk auch dann noch einen Nettoleistungsgewinn ergibt, wenn die Staulinie bereits horizontal ist, also wenn kein Gefälle mehr im Staugebiet verloren geht. Das im Staugebiet verlorengehende Gefälle beträgt zum Beispiel für 150 m³/sek. bei 365,0 m Stau nur noch 6 cm und bei 366,0 m gar nur noch 2 cm.

Wichtig ist hier die Bemerkung, dass in der obigen, rein theoretischen Berechnung, der Einfluss eines so hohen Staues auf die Besiedelung („Telli" und „Scheibenschachen" zu Aarau) ausser Betracht gelassen ist. Eine nähere Betrachtung dieser Verhältnisse erübrigt sich indessen, weil die Bundesbahnen

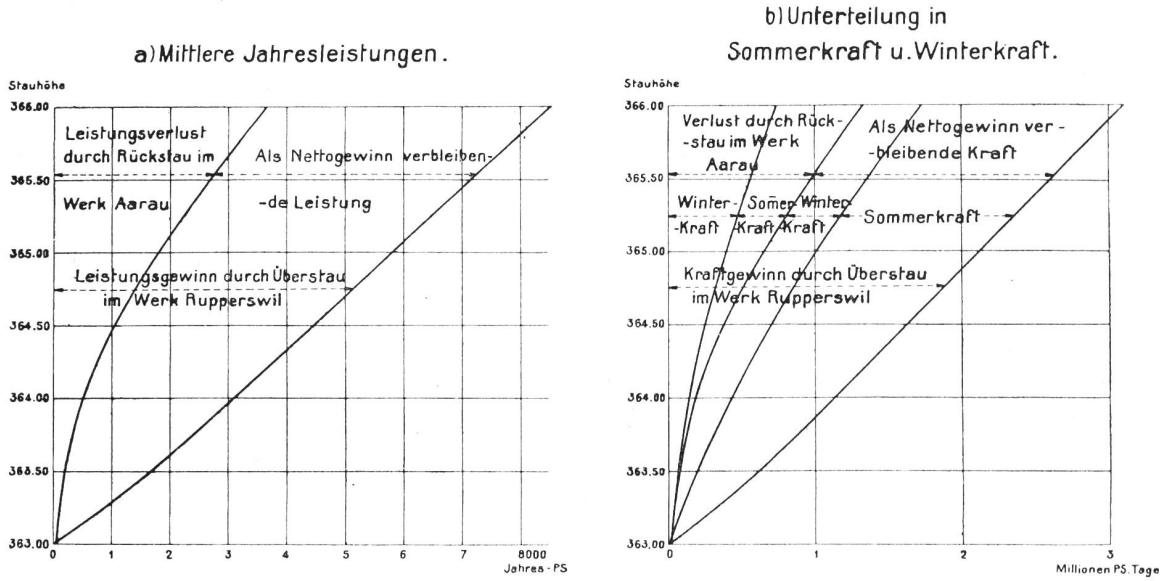

Fig. 8. **Zusammenstellung der Jahresleistungen des Kraftwerkes „Rupperswil" und der Verluste im Elektrizitätswerke der Stadt Aarau.**

Der Netto-Energiegewinn wurde im Durchschnitt zu 3 Cts. pro kWh angesetzt und der gefundene Jahreswert mit 8 % kapitalisiert. Vom kapitalisierten Kraftgewinn wurden die Mehrbaukosten für den Überstau über Kote 363,0 m abgezogen und daraus der Nettogewinn in Geldbeträgen erhalten. Wo dieser Nettogewinn ein Höchstmass erreicht, da ist die wirtschaftlich günstigste Stauhöhe. Die S. B. B. finden diese bei der Kote 365,4 m, also bei einem Über-

ihr Projekt schliesslich überhaupt nur für eine Staukote von 364,0 m (R. P. N. = 373,6 m) aufgestellt haben und der bezügliche Einfluss einer speziellen Prüfung untersteht.

b) Nachdem die Untersuchungen der S. B. B. zur Feststellung der zweckmässigsten Stauhöhe beim Werk Rupperswil sehr ausführlich gehalten und bereits zu einem gewissen Abschluss gebracht worden sind, liegt es nahe, die von den S. B. B. gefundenen Ergebnisse

auf die gleiche Basis zu bringen wie bei unserm Normalbeispiel unter Abschnitt *b* des Untersuchungsberichtes, weil bei dieser Gelegenheit die von uns angewandte Untersuchungsmethode an einem bedeutenden, aktuellen Beispiel dargelegt und verglichen werden kann. Dies soll im nachstehenden dadurch geschehen, dass für das Beispiel Rupperswil die Jahreskosten ebenfalls zu 10% angenommen und die Untersuchungen auf die jeweils zuletzt gewonnene Leistungseinheit, unter gleichzeitiger Einführung der heute üblichen höheren Bewertung der Winterleistung gegenüber der Sommerleistung, ausgedehnt werden.

In den Figuren 8a und 8b sind die Jahresleistungen dargestellt, wie sie sich durch Planimetrierung der von den S. B. B. bei ihren Untersuchungen gefundenen Leistungsflächen ergeben haben, und zwar zeigt Fig. 8a die mittleren Jahresleistungen in Turbinen-PS und Fig. 8b desgleichen in Turbinen-PS-Tagen, unterteilt in Winter- und Sommerkraft.

Aus den Kurven 1 und 2 wurden die Kurven 3 und 4 der Baukosten pro mittleres Jahres-Turbinen-PS, bezw. der Baukosten des jeweils zuletzt gewonnenen Jahres-Turbinen-PS berechnet. An dem zu unterst angefügten Maßstabe können für die Kurven 3 und 4 direkt die Energiegestehungskosten in Franken pro kW-Tag abgelesen werden.

Unter Annahme eines Verkaufswertes der Energie von 90 Cts. pro kW-Tag im Winterhalbjahr und von 30 Cts. pro kW-Tag im Sommerhalbjahr ist der durchschnittliche Verkaufswert der bei verschiedenen Überstauhöhen sich ergebenden Energiemengen und Qualitäten pro kW-Tag berechnet und durch Kurve 5a dargestellt worden. Der Schnittpunkt A dieser Kurve mit der Kurve 3 stellt die Begrenzung der Stauhöhe dar, bei deren Überschreitung die durchschnittlichen Gestehungskosten der durch den Überstau über 363,0 m gewonnenen Energiemenge den Verkaufswert dieser Energie übersteigen würden. Der

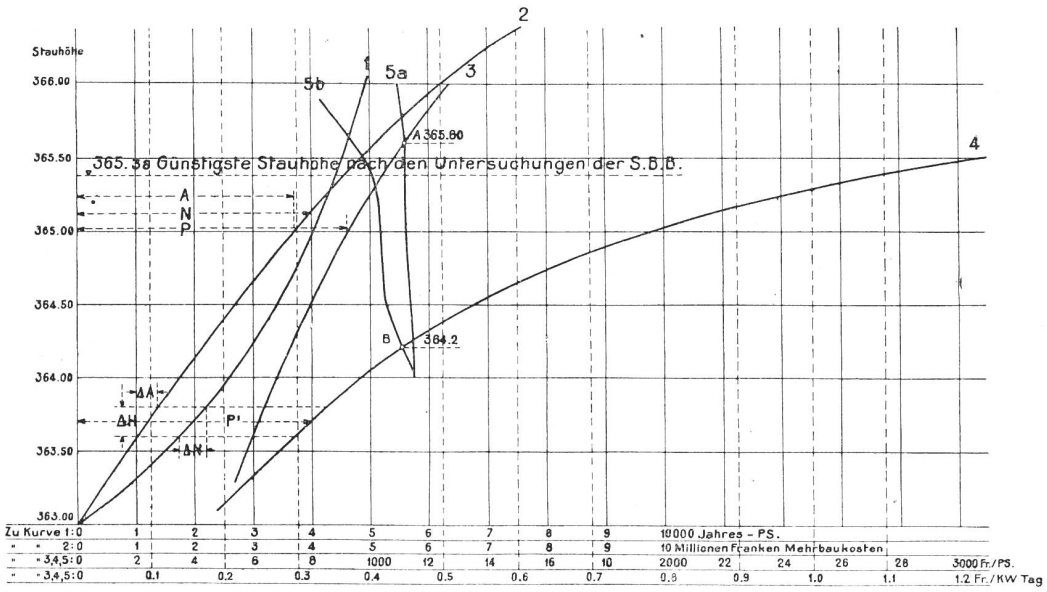

Fig. 9. **Zusammenstellung des Leistungsgewinnes, der Mehrbaukosten und der Kosten pro Leistungseinheit für das Kraftwerk „Rupperswil".**

Legende: Kurve 1: Netto-Leistungsgewinn durch Überstau, in Jahres-PS.

Kurve 2: Mehrbaukosten für Stauhöhen über 363,00 m.

Kurve 3: Baukosten pro Jahres-PS infolge Überstau $[P = \frac{A}{N}]$

Kurve 4: Baukosten der zuletzt gewonnenen PS infolge Überstau $[P^1 = \frac{\Delta A}{\Delta N}]$

Kurve 5: Verkaufswert der gewonnenen Energie.

Fig. 9 enthält eine Zusammenstellung des Leistungsgewinnes, der Mehrbaukosten und der Kosten pro Leistungseinheit, ausgehend von der für das E.-W. der Stadt Aarau als unschädlich angenommenen Stauhöhe 363,0 m, für Überstauhöhen von 0,0—3,0 m. Die Kurve 1 der Fig. 9 (Leistungsgewinn aus dem Überstau) ist aus der Fig. 8a entnommen, während die Kurve 2 der Mehrbaukosten für Stauhöhen über 363,0 m direkt nach der Darstellung der S. B B. übernommen worden ist.

Schnittpunkt liegt auf Kote 365,60 m. Eine analoge Kurve 5b wurde für den jeweils zuletzt gewonnenen kW-Tag berechnet, deren Schnittpunkt B mit der Kurve 4 diejenige Stauhöhe angibt, bei deren Überschreitung die Gestehungskosten der noch gewinnbaren Energie den Verkaufswert dieser Energie übersteigen. Der Punkt B liegt wesentlich tiefer als der Schnittpunkt A, nämlich auf Kote 364,2 m und entspricht einem Verkaufswert des zuletzt gewonnenen kW-Tages von 44 Cts. Die wirtschaftliche Stauhöhe

würde somit bei den vorstehend gemachten Annahmen zwischen den Koten 364,2 und 365,6 m liegen. Sie wird näher bei Kote 364,2 m liegen, wenn man vermeiden will, dass durch das Hinzukommen sehr teurer Energie, der Durchschnitts-Gestehungspreis der durch den Überstau gewonnenen Energie sich erhöhen soll. Bei der oberen Staugrenze, Punkt A, wo der durchschnittliche Gestehungspreis der aus dem Überstau gewonnenen Gesamtenergie bereits gleich dem Verkaufswert wird, betragen die Gestehungskosten des zuletzt gewonnenen kW-Tages zirka Fr. 1.45 gegenüber einem Verkaufswert von nur 38 Cts. Es macht sich hier neben der starken Zunahme der Anlagekosten auch der Umstand bemerkbar, dass der Leistungsgewinn in der Hauptsache nur noch in geringwertiger Sommerenergie besteht.

Bei der in den Untersuchungen der S. B. B. als am günstigsten gefundenen Stauhöhe von 365,38 m betragen die Gestehungskosten des zuletzt gewonnenen kW-Tages = Fr. 1.08, gegenüber einem Verkaufswert von nur zirka 40 Cts.

Im übrigen ist wiederum das auf Seite 140 über die Siedelungsverhältnisse bei Aarau gesagte zu beachten, wonach der Stau sowieso auf zirka Kote 364,0 m beschränkt wird.

3. *Werk Wildegg-Brugg.*

An der unteren Konzessionsgrenze des Werkes Rupperswil, beim Unterwasserkanalauslauf des jetzigen Werkes der Jura-Cement-Fabriken in Wildegg, schliesst unmittelbar die Konzession des Werkes Wildegg-Brugg an. Das Stauwehr ist vorläufig 2,0 km unterhalb der Konzessionsgrenze geplant. Nach Ausweis der Stauberechnungen ergibt ein Stau auf 347,2 m (R. P. N. = 373,6 m) gar keinen und ein solcher auf 347,5 m keinen praktisch spürbaren Rückstau an der Konzessionsgrenze. In den nachstehen Tabellen sind die Gefälls- und Leistungsgewinne beim Werk Wildegg-Brugg und die Gefälls- und Leistungseinbussen beim Bundesbahnwerk, und zwar die Leistungen in Turbinen-PS, für verschiedene Überstauhöhen zusammengestellt, ausgehend von einer Stauhöhe 347,5 m.

Stauhöhe m	Gefällsgewinn bei Wildegg-Brugg	Gefällsverlust beim Werk Rupperswil		
		bei 150 m³/sek.	bei 250 m³/sek.	bei 500 m³/sek.
347,5	0	0,06 m	0 m	0 m
348,0	0,5	0,48 „	0,19 „	0 „
348,5	1,0	0,93 „	0,59 „	0,08 „
349,0	1,5	1,40 „	1,02 „	0,41 „

Stauhöhe m	Leistungsgewinn bei Wildegg-Brugg			Leistungseinbusse bei Rupperswil			Reingewinn Jahresmittel
	Niederwasserhalbjahr	Mittel- und Hochwasserhalbjahr	Jahresmittel	Niederwasserhalbjahr	Mittel- und Hochwasserhalbjahr	Jahresmittel	
347,5	0	0	0	60	0	30	30
348,0	1020	1734	1377	560	22	291	1086
348,5	2030	3475	2752	1410	705	1057	1695
349,0	3064	5210	4137	2325	1880	2102	2035

In Wirklichkeit wird die Leistungseinbusse der Bundesbahnen etwas kleiner sein, als vorstehend angegeben ist und bei der Ausgangsstauhöhe 347,5 m ganz verschwinden, weil die Zentrale Rupperswil wahrscheinlich ca. 3 km oberhalb der Konzessionsgrenze angeordnet wird, unter Erstellung eines längeren Unterwasserkanals, der bewirken wird, dass der für den Kanalauslauf berechnete Einstau sich beim Maschinenhaus nicht mehr in vollem Masse fühlbar machen wird. Dabei ist vorausgesetzt, dass die S. B. B. das Gefälle tatsächlich bis zur Konzessionsgrenze durch entsprechende Ausgestaltung des Unterwasserkanals ausnützen werden.

Die endgültige Ermittlung der zweckmässigsten Stauhöhe kann im vorliegenden Falle nur im Zusammenhange mit der Frage der Gefällsausnützung im unteren Teil der Konzessionstrecke der S. B. B. erfolgen. Nach dem vorläufigen Projekt der S. B. B. soll das Gefälle der 2,9 km langen Aarestrecke vom Kraftwerk Rupperswil bis zur unteren Konzessionsgrenze bei Wildegg im oberen Teil durch einen entsprechend tiefliegenden, 1,9 km langen Unterwasserkanal und im unteren Teil durch eine erst später auszuführende Ausbaggerung des Aarebettes gewonnen werden. Es hat den Anschein, dass ein Teil dieses Gefälles mit geringeren Mitteln durch einen entsprechenden Überstau im Werk Wildegg-Brugg ausgenützt werden kann. Die Höhe des Überstaues ist hier allerdings durch die Geländegestaltung im unteren Teil des Oberwasserkanals beschränkt. Nach den bisherigen Feststellungen dürfte eine nennenswerte Überschreitung einer Stauhöhe von 349,0 m kaum erreichbar sein, indem diese schon beträchtlich hohe Kanaldämme unterhalb Villnachern bedingt.

Aarau, Baden und Rheinfelden,
den 11 Januar 1922.

Die technische Kommission
des Aarg. Wasserwirtschaftsverbandes:

Der Präsident:
Dr. **Lüscher**, Ingenieur, Aarau.

Die Mitglieder:
Balthasar, Direktor des Aarg. Elektrizitätswerkes, Aarau.
Brodowski, Obering. i. Fa. A.-G. Motor, Baden.
Grossen, Betriebsleiter d. städt. Elektrizitätswerkes, Aarau.
Gugler, Direktor der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Baden.
Hunziker-Habich, Oberingenieur, Rheinfelden.
Kübler-Wagner, Obering. i. Fa. Brown Boveri & Co., Baden.
Osterwalder, kant. Wasserrechtsingenieur, Aarau.