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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 9 (1916-1917)

Heft: 11-12

Artikel: Bessere Ausnützung unserer weissen Kohle vermittelst hydraulischer Kraftakkumulierung

Autor: Zuppinger, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920623

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 31.12.2025

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

SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT

OFFIZIELLES ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBANDES

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK, WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT .·. ALLGEMEINES PUBLIKATIONSMITTEL DES NORDOSTSCHWEIZERISCHEN VERBANDES FÜR DIE SCHIFFAHRT RHEIN-BODENSEE

GEGRÜNDET VON DR O. WETTSTEIN UNTER MITWIRKUNG VON a. PROF. HILGARD IN ZURICH UND ING. GELPKE IN BASEL

Erscheint monatlich zweimal, je am 10. und 25.
Abonnementspreis Fr. 15.— jährlich, Fr. 7.50 halbjährlich
für das Ausland Fr. 2.30 Portozuschlag
Inserate 35 Cts. die 4 mal gespaltene Petitzeile
Erste und letzte Seite 50 Cts. ro Bei Wiederholungen Rabatt

Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in ZÜRICH
Telephon 9718 .·. .·. .·. Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich
Verlag und Druck der Genossenschaft „Züricher Post"
Administration in Zürich 1, Peterstrasse 10
Telephon 3201 .·. .·. Telegramm-Adresse: Wasserwirtschaft Zürich

№ 11/12 ZÜRICH, 10. März 1917 IX. Jahrgang

Die Fortsetzung der Publikation über das Elektrizitätswerk Kallnach muss nochmals auf die folgende Nummer verschoben werden.

Inhaltsverzeichnis:

Bessere Ausnützung unserer weissen Kohle vermittelst hydraulischer Kraftakkumulierung. — Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband. — Wasserrecht. — Schiffahrt und Kanalbauten. — Mitteilungen des Linth-Limmatverbandes.

Bessere Ausnützung unserer weissen Kohle vermittelst hydraulischer Kraftakkumulierung.

Von W. Zuppinger, beratender Ingenieur in Zürich.

Eben hat die Abteilung für Wasserwirtschaft des Schweizerischen Departements des Innern ein bedeutendes Unternehmen[1]) beendigt, indem einerseits die wichtigsten Daten jeder einzelnen der bestehenden Wasserkraftanlagen, anderseits die noch verfügbaren noch nicht ausgebauten Wasserkräfte der Schweiz ermittelt wurden. Mit unendlicher Mühe und grossem Geschick ist diese Riesenaufgabe in ausgezeichneter Weise gelöst worden. Als Endresultat ergibt sich, dass in der Schweiz 6860 ausgebaute Wasserkraftanlagen bestehen mit durchschnittlich 526098 PS. Netto-Leistung. Wenn wir von diesen Anlagen 6025 unter 20 PS. abziehen mit 38880 PS., so bleiben 835 Kraftwerke über 20 PS. mit zusammen 1784 Turbinen und 116 Wasserrädern, die folgende Leistungen aufweisen:

Als Minimum (mittleres Niederwasser) = 306531 PS.
„ Mittel (Betriebszeit) = 487218 „
„ Maximum (vorhandener Ausbau) = 848017 „

Unter „Betriebszeit" ist die durchschnittliche Netto-Leistung verstanden, bezogen auf die Jahres-Kraftproduktion während der Betriebszeit. Also beträgt die bisherige mittlere Ausnützung unserer ausgebauten Wasserkraftwerke rund $\frac{487000}{848000}$ = 57,5 Prozent ihrer Leistungsfähigkeit.

Im Fernern sagt uns obiges Werk, dass in der Schweiz noch 2173238 PS. an Wasserkräften disponibel sind und zwar konstant, wenn die bezüglichen Wasserzuläufe mittelst Staubecken reguliert werden. Gewiss ist dies ein sehr erfreuliches Resultat, das uns ermutigen soll, die Einfuhr von Kohlen, die im Jahre 1915 eine Ausgabe von Fr. 125166000 verursachte, durch rationellen Ausbau unserer Wasserkräfte möglichst zu reduzieren. Es liegt also noch ein ungeheurer Reichtum verborgen in den Wasserkräften unseres kleinen Landes.

Mit dem Ausbau neuer Wasserkräfte ist es jedoch nicht getan; damit können wir die Produktion von Energie wohl vermehren, aber nicht verbilligen. Vorerst sollen wir darnach trachten, die bereits ausgebauten Wasserkräfte besser auszunützen, damit die elektrische Energie billiger wird zum Nutzen der Allgemeinheit.

Es ist bekannt, dass die Elektrizitätswerke im allgemeinen sehr schlecht ausgenützt sind, weil sie für die grösste Kraftabgabe im Winter während der Beleuchtung ausgebaut sein müssen, die aber nur wenige Stunden dauert. Im Sommer ist die Ausnützung

[1]) Die Wasserkräfte der Schweiz, 3 Teile in 5 Bänden mit Uebersichtskarten.

wegen geringem Lichtbedarf noch viel schlechter, umsomehr als dann gewöhnlich eine grössere Wassermenge zur Verfügung steht. Ebenso bekannt ist, dass man seit Jahren Mittel und Wege sucht, die daraus entstehende sog. Abfallkraft nützlich zu verwenden. Dies ist auch teilweise gelungen, namentlich in letzter Zeit, durch Entstehung vieler elektrochemischer und elektrometallurgischer Industrien, die auch des Nachts Energie verwerten können. Die Abfallkräfte sind aber so bedeutend, dass nur ein kleiner Teil auf diese Weise direkt verwendet werden kann. Andere Industrien können nicht die Nacht zum Tage machen, sie brauchen Tageskraft. Wir können aber in der Tat die Nachtkraft in Tageskraft verwandeln vermittelst hydraulischer Kraftakkumulierung und damit unsere weisse Kohle während 24 Stunden voll ausnützen. Dadurch kann die Produktion bestehender Wasserkraftwerke ganz gewaltig gesteigert werden, so dass damit der elektrische Strom verbilligt werden kann, weil die Betriebsspesen ungefähr gleich hoch sind, ob eine Wasserkraftzentrale wenig oder viel Kraft abgibt.

Um mit einem Zahlenbeispiel zu rechnen, stelle Abbildung 1 die Belastungskurve dar, wie sie bei hydro-elektrischen Kraftwerken, die Kraft und Licht liefern, in den Wintermonaten etwa vorkommt. Die Anlage sei ein Niederdruckwerk, wo das Wasser wegen dem grossen Volumen nicht aufgespeichert werden kann, und sei ausgebaut für 5000 kW., entsprechend der minimalen Betriebswassermenge im Winter, während letztere im Sommer meist erheblich grösser ist.

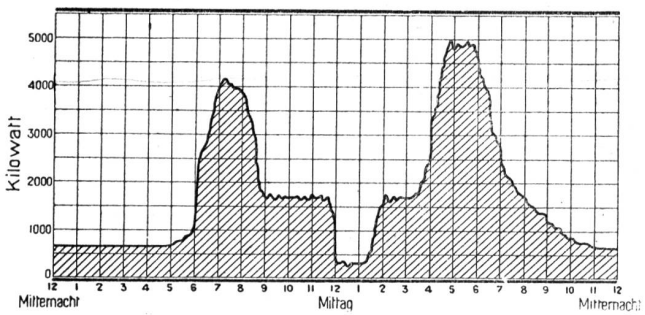


Abbildung 1. **Belastungskurve eines Elektrizitätswerkes im Winter.**

Für den Tagesstrom von morgens 6 bis abends 9 Uhr ergeben sich in diesem Beispiel als nützlich verwertete Kraft 35550 kWh., entsprechend einem Mittel von $\frac{35550}{15} = 2360$ kW. pro Stunde, wenn die Kraftabgabe gleichmässig wäre. Die disponible Tagesenergie der Wasserkraft beträgt aber $5000 \times 15 = 75000$ kWh., daher der Ausnützungskoeffizient der Anlage bei Tag $\frac{35550}{75000} = 47{,}5\,\%$ beträgt. Werde dieser Tagesstrom im Mittel zu 8 Rp. pro kWh. an die Konsumenten verkauft, so ergibt sich eine Tageseinnahme von $35550 \times 0{,}08 =$ Fr. 2844.—, während bei voller Ausnützung $75000 \times 0{,}08 =$ Fr. 6000.— eingenommen werden könnten. Es gehen demnach $6000 - 2844 =$ Fr. 3156.— in 15 Stunden durch die sog. Abfallkraft rein verloren, weil das Wasser unbenützt vorbeifliesst.

Die Abgabe von Nachtstrom von abends 9 bis morgens 6 Uhr beträgt in diesem Beispiel 6500 kWh., also im Mittel $\frac{6500}{9} = 722$ kW. pro Stunde, während die disponible Nachtenergie der Wasserkraft $5000 \times 9 = 45000$ kWh. beträgt. Also gehen des Nachts 38500 kWh. als Abfallkraft verloren und der Ausnützungskoeffizient bei Nacht beträgt $\frac{6500}{45000} = 14{,}5\,\%$. Werde dieser Nachtstrom zu 1 Rp. per kWh. verkauft, so ergibt diese Nutzkraft eine Nachteinnahme von $6500 \times 0{,}01 =$ Fr. 65.— gegenüber Fr. 450.—, wenn die ganze Energie des Nachts ausgenützt werden könnte bei demselben Verkaufspreis. Die Nachtkraft kann man wie gesagt billig abgeben, weil sie sozusagen keine Mehrkosten verursacht, also eine willkommene Mehreinnahme bildet für den Besitzer.

In diesem einfachen Beispiel, das durchaus normalen Verhältnissen entspricht und wobei der Verkaufspreis der Energie gewiss nicht zu hoch gerechnet ist, ergibt sich also durch die sehr schlechte Ausnützung der Wasserkraft ein tatsächlicher Verlust von $3156 + 385 =$ Fr. 3541 in 24 Stunden. Im Sommer wird dieser Verlust wegen geringem Lichtbedarf und grösserer disponibler Wassermenge bedeutend grösser, so dass der Jahresverlust nur bei dieser einzigen Anlage den Betrag von einer Million Franken wesentlich übersteigt!

Wenn es technisch und wirtschaftlich gelingt, wie ich zuversichtlich glaube, durch bessere Ausnützung unserer Wasserkräfte diese riesigen tatsächlichen Verluste an Nationalvermögen ganz oder teilweise zu beheben, so erscheint es kleinlich, noch darüber herumzustreiten, ob eine Turbine einen Prozent mehr oder weniger Nutzeffekt ergebe, namentlich bei kleinen Gefällen. Die Hauptsache liegt nicht hierin, sondern dass sie wirtschaftlich, einfach und betriebssicher sei, damit die erzeugte Kraft möglichst billig wird.

Wenden wir nun dasselbe Beispiel nach Abb. 1 an auf eine Hochdruckanlage mit Stauweiher, also mit ebenfalls 5000 kW. maximaler Leistungsfähigkeit der eingebauten Maschinenanlage. Diese Stauweiher, meist im Hochgebirge liegend, dienen bekanntlich zur Aufspeicherung von überschüssigem Betriebswasser des Nachts und namentlich im Winter, wo der Wasserzufluss geringer ist als dessen Verbrauch, während gerade dann der Kraftbedarf am grössten ist. Auch in diesem Fall wird die Maschinenanlage nach obigen Annahmen des Tags mit 45,5% und des Nachts nur mit 14,5% ausgenützt; ein Verlust von Wasser besteht hier aber nicht, weil dieses aufgespeichert werden kann. Eine Mehrproduktion von Kraft ist hier ausgeschlossen,

weil das Einzugsgebiet eben nicht mehr Wasser liefert und die Grösse des Stauweihers nach diesem berechnet ist.

In sehr sinnreicher Weise hat bekunntlich die A.-G. Motor ein Niederdruckwerk (Beznau) mit einem Hochdruckwerk (Löntsch) elektrisch gekuppelt, so dass beide Werke zusammen eine einzige Anlage bilden. Das Löntschwerk, welches in dem aufgestauten Klöntalersee eine Reserve an Betriebswasser von 45 Millionen Kubikmeter besitzt, hat nun die Spitzenbelastung beider Werke übernommen, wodurch das Beznauwerk befähigt wurde, mit einer bedeutend vermehrten konstanten Kraft zu arbeiten, also das vorhandene Wasser viel besser auszunützen.

Dieselbe Idee scheint dem Schweiz. Wasserwirtschaftsverband den Anstoss gegeben zu haben zu einer allmählichen elektrischen Verkettung sämtlicher Elektrizitätswerke der Schweiz, welcher Zusammenschluss erfreulicherweise auch schon weit fortgeschritten ist.[1]) Dadurch soll den Hochdruckwerken sog. Winterkraft zugewiesen werden, damit sie womöglich alle Spitzenbelastungen übernehmen können. Es werden dann die Niederdruckwerke befähigt, ihre volle Kraft während 24 Stunden auszunützen, wenn sie Absatz dafür finden.

Wenn aber die Hochdruckwerke, welche namentlich im Winter mit ihrem Wasser sparen müssen, durch diese Verkupplung auch die Spitzenbelastung der Niederdruckwerke decken sollen, so können sie um so weniger konstante Tageskraft abgeben. Eine finanzielle Einbusse erleiden sie vielleicht dadurch nicht, weil die Lichtspitzenkraft teurer abgesetzt werden kann, aber ihre Maschinenanlagen müssen um so leistungsfähiger sein, um in Zeit von wenigen Stunden ebensoviel Kraft abgeben zu können wie vorher den ganzen Tag. Also grösseres Anlagekapital für gleich grosse Jahresleistung. Die Sommerkraft werden sie dann wohl an die Niederdruckwerke abgeben müssen, nachdem sie ihre früheren Abnehmer von konstanter Kraft verloren haben.

Es scheint mir daher diese Kombination nicht im Interesse der Hochdruckwerke zu liegen, wohl aber in demjenigen der Niederdruckwerke. Durch deren volle konstante Produktion während 24 Stunden können diese nach obigem Beispiel enorme Gewinne einheimsen, während die Hochdruckwerke nach meinem Dafürhalten keinen Nutzen daraus ziehen, ausser wenn Nieder- und Hochdruckwerke demselben Besitzer gehören wie Beznau-Löntsch.

Der Hauptvorteil einer allgemeinen Verkupplung scheint vielmehr darin zu liegen, dass dann die einen Werke den andern aushelfen können, sei es bei Betriebsstörungen oder bei Wassermangel oder bei Hochwasser. Dadurch werden kalorische Reserveanlagen und Reserveturbinen vollständig überflüssig. Je mehr Werke zusammengekuppelt sind, desto eher ist diese Aushilfe möglich.

Wir haben aber, wie anfangs angedeutet, ein anderes Mittel in der Hand, um die Spitzenbelastungen unserer Elektrizitätswerke auszugleichen, und dieses Mittel besteht in der hydraulischen Kraftakkumulierung. Darunter seien solche Anlagen verstanden, bei denen des Nachts unbenütztes Wasser in einen hochgelegenen Stauweiher gepumpt wird, um es nachher bei Tag wieder zu benützen in Form von Kraft mittelst einer Turbine, hauptsächlich zur Deckung der Lichtspitzen. Im Gegensatz zu Ausgleichweihern mit natürlicher Wasserzuführung aus dem Einzugsgebiete handelt es sich hier mehr um Aufspeicherung von Kraft, indem das künstlich zugeführte Wasser nur als Mittel zum Zweck dient und die Wassermenge um so kleiner sein kann für eine gewisse Leistung, je höher das Druckbecken über der Pumpe liegt. Es wird hier gleichsam Nachtkraft in Tageskraft verwandelt, oder da nach Abb. 1 die Abfallkraft auch während des Tages sehr beträchtlich sein kann, so können wir eine solche Anlage auffassen als einen Transformator von Abfallkraft in Spitzenkraft.

Herr Oberingenieur Lüchinger hat in der Schweiz. Wasserwirtschaft vom 31. Okt. 1913 eine interessante Zusammenstellung solcher ausgeführter Akkumulierungsanlagen publiziert. Die meisten derselben schliessen sich an Niederdruckwerke an (z. B. Olten-Aarburg und Schaffhausen) und benützen einen Teil eigenen Betriebswassers zur Aufspeicherung. Leider aber erlaubt im allgemeinen das umliegende Gelände solcher Werke selten einen ökonomischen Ausbau grosser hochliegender Sammelweiher in deren Nähe.

Als besondere Art von Kraftakkumulierungswerken kann die von Herrn Lüchinger beschriebene Anlage in Viverone (Piemont) aufgefasst werden. Sie unterscheidet sich von den frühern dadurch, dass sie weit entfernt liegt von bestehenden Kraftwerken und von diesen die Nachtkraft elektrisch erhält zum Betrieb der Pumpen für fremdes Wasser. Die so aufgespeicherte Energie wird dann nachher als Tageskraft wieder in dasselbe Leitungsnetz abgegeben zur Unterstützung der andern Werke. Dort wurden zum erstenmal zwei bestehende Seen: der Lago di Viverone als unteres Sammelbecken und der Lago di Bertignano als Druckbecken benützt mit einem Höhenunterschied von 139 : 149 m für vorläufig 6000 kW. Durch künstliche Erstellung eines Abschlussdammes kann dieses Werk je nach Bedarf allmählich auf eine Leistung von 24000 kW. gebracht werden. Dieses Akkumulierungswerk gehört der Società di Elettricità Alta Italia in Turin, kam 1913 in Betrieb und hat sich sowohl technisch als finanziell ausgezeichnet bewährt. Auch hier wird die Nachtkraft aus eigenen Werken bezogen, ist also gratis, so dass der wirtschaftliche Erfolg eigentlich selbstverständlich ist.

Liesse sich denn dieses System nicht mit Vorteil

[1]) Uebersichtsplan der Verteilungsleitungen der west-, zentral-, nord- und ostschweizerischen Wasserkraftzentralen. Verlag des Schweiz. Wasserwirtschaftverbandes.

auch in der Schweiz anwenden, die so reich ist an Seen, Flüssen und Gebirgen? Denken wir uns verschiedene mit einander elektrisch gekuppelte Niederdruckwerke mit 24stündigem vollen Betrieb in Verbindung mit einem solchen Akkumulierungswerke, das an irgend einem passenden Ort längs des Stromnetzes angelegt würde, vorzugsweise an einem See. Dann können hier sämtliche Abfällkräfte jener Niederdruckwerke durch die Pumpen aufgenommen werden, welche eine der jeweiligen Kraft entsprechende Wassermenge aus dem See in das Druckbecken befördern. Dasselbe Akkumulierungswerk sei ferner mit einem oder mehreren Hochdruckwerken elektrisch gekuppelt, dann können die bisherigen Lichtspitzen dieser letzteren durch das Akkumulierungswerk gedeckt werden, wodurch auch die Hochdruckwerke befähigt werden, tagsüber eine grössere konstante Kraft abzugeben, unter Umständen auch zu verdoppeln.

Wenn nun dieses System zweckmässig ausgebaut und auf alle Elektrizitätswerke der Schweiz ausgedehnt würde, so dass die Niederdruckwerke ihre Produktion verdoppeln und die Hochdruckwerke rationeller arbeiten könnten, so wäre es möglich, durch diese bessere Ausnützung der bestehenden Kraftwerke die Kosten der elektrischen Tageskraft zu verbilligen, vorausgesetzt, dass die Aufspeicherung der Kraft nicht zu kostspielig werde.

Dabei darf man eben nicht vergessen, dass in solchen Akkumulierungswerken von der bezogenen Energie ca. 40 % verloren gehen durch die doppelte Umformung derselben in der Pumpe und in der Turbine. Mit andern Worten: Die Abfallkraft wird sich dadurch von z. B. 1 Rp. pro kWh. auf 1,4 Rp. verteuern. Da ferner der grösste Teil der Betriebsspesen einer jeden hydraulischen Zentrale in den Zinsen und Abschreibungen des Anlagekapitals besteht, so muss auch hier die Anlage möglichst ökonomisch ausgebaut werden.

Was zunächst die Maschinenanlage betrifft, so lassen sich die bisher üblichen Zentrifugalpumpen und Francisturbinen bezüglich Wirkungsgrad nicht wohl übertreffen, wohl aber hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und namentlich Leistungsfähigkeit. Grosse Einheiten sind hier Hauptbedingung. Die grösste mir bekannte Einheit von einstufigen Zentrifugalpumpen ist die von Gebrüder Sulzer gelieferte für das bereits erwähnte Akkumulierungswerk Viverone, nämlich 4000 PS. mit 1000 Umdr./Min. Francisturbinen wurden bisher wohl zuweilen für höhere Gefälle gebaut, aber meist mit doppeltem Laufrad und relativ kleinen Tourenzahlen[1]), daher unwirtschaftlich. In allerneuester Zeit dagegen baut z. B. die Firma A. Riva & C^a in Mailand einfache Francisturbinen von 10,000 PS. und 1000 Umdr./Min. für 200 m Gefälle, die alle bisherigen Hochdruckanlagen in den Schatten stellen. Auch in Amerika sind ähnliche, noch bedeutendere Anlagen ausgeführt worden.[1])

In der Schweizerischen Bauzeitung vom 13. November 1915 habe ich einen neuen Typ schnellaufender Wasserturbinen vorgeschlagen[2]), der mit umgekehrter Drehrichtung ebensogut auch als Pumpe funktionieren kann. Seitherige Versuche mit ähnlichen Konstruktionen haben die Richtigkeit meiner Annahmen und Berechnungen bestätigt, woraufhin ich meine diesbezüglichen Studien weiterentwickelt habe. Ich bin dabei zur Erkenntnis gelangt, dass der neue Typ mit entsprechenden Änderungen auch für hohe Gefälle Vorteile bietet, sowohl als Turbine, wie als Pumpe. In konstruktiver Hinsicht jedoch stand der damals vorgeschlagene Typ noch in den Kinderschuhen und habe ich seither die Konstruktion derart verbessert, dass sie den üblichen Bauarten der Francisturbine nicht mehr nachsteht, dagegen eine bedeutend höhere Leistungsfähigkeit und in baulicher Hinsicht grössere Einfachheit aufweist. Die besondere Bauart dieses neuen Turbinensystems erlaubt auch, eine solche Turbine oder Pumpe zweistufig auszuführen, anwendbar für Druckhöhen von 200 ÷ 400 m.

In Abbildung 2 ist dieser Typ in einstufiger Bauart dargestellt, in Anwendung auf ein Akkumulierungswerk oben beschriebener Art, für eine Kraftabgabe von 6300 PS. bei H = 150 m Gefälle. Das eine Aggregat besteht aus Elektromotor und Pumpe, das andere aus Turbine und Generator. Die Pumpe kann grösser, gleich oder kleiner sein als die Turbine, je nach den Betriebsverhältnissen. Von letzteren wird es auch abhangen, ob die Pumpe zur Vereinfachung feste Leitschaufeln erhalten kann oder drehbare haben muss wie die Turbine, in letzterem Fall in Verbindung mit einem sog. Leistungsregulator. Näheres über diese neue Bauart schnellaufender Wasserturbinen und Pumpen wird nächstens in der Schweizerischen Bauzeitung veröffentlicht werden.

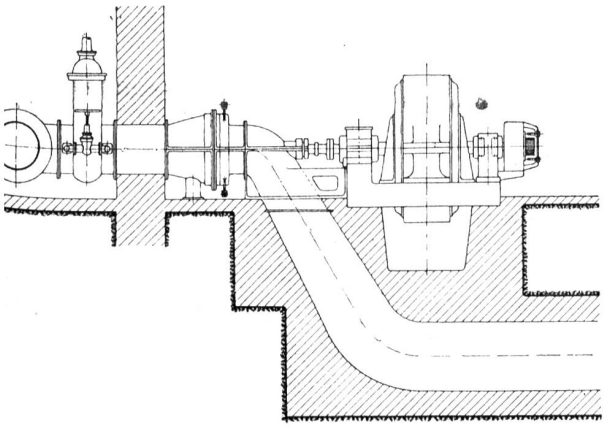
Durch die schon besprochene Verkettung verschiedener Kraftwerke werden auch hier Reserveturbinen und -pumpen überflüssig, um so mehr als in den Sommermonaten solche Akkumulierungswerke wahrscheinlich ausser Betrieb sein werden, weil dann kein oder wenig Bedürfnis für sie vorhanden sein wird, so dass dann eventuelle Reparaturen mit Musse ausgeführt werden können.

Da die beiden Aggregate nach Abbildung 2 nie gleichzeitig im Betrieb sein werden, weil man durch direkte Abgabe der Abfallkraft die ungefähr 40 % Verlust des Akkumulators ersparen kann, so wäre es vielleicht möglich, mit einem Aggregat auszukommen. Es müsste dann für den Pumpenbetrieb einfach die Drehrichtung umgekehrt werden, aber

[1]) Schweizerische Bauzeitung vom 24. Juli 1915.

[1]) Schweizerische Wasserwirtschaft vom 10. Januar 1917.

[2]) Sonderabdruck „Vergleich verschiedener Schnelläufertypen und Vorschlag zu einem neuen Typ". Verlag von Rascher & Co. in Zürich.



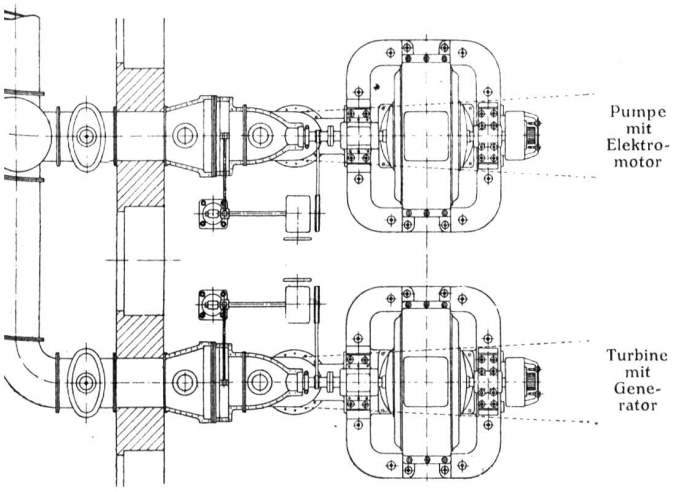


Abbildung 2.
Maschinenanlage zu einem Akkumulierungswerke.
= 150 m. Turbine: Q = 3,92 m³/sek. N = 6300 PS. n = 1000 Umdr./min.
1 : 150.

gleichzeitig die Umdrehungszahl um ca. 25 % erhöht werden, um mit der umgekehrten Turbine das Wasser auf dieselbe Höhe zu fördern. Ich fürchte aber, dass diese Lösung mit praktischen Schwierigkeiten verbunden wäre.

Was die Auswahl geeigneter Lokalitäten anbelangt, so wird sich wohl nicht oft Gelegenheit bieten, zwei natürliche Seen dazu zu benützen. Wohl aber ist es leicht möglich, wenigstens einen See oder einen grösseren Fluss zu benützen, um wenigstens den Bau des unteren Sammelbeckens zu ersparen. Ferner muss um so weniger Wasser hinaufgepumpt werden, je höher das obere Staubecken über dem untern liegt. Dadurch kann die Rohrleitung und das Staubecken erheblich kleiner sein. Auch ist dann beim Entleeren des letzteren die Gefällsdifferenz weniger spürbar und nachteilig für den Wirkungsgrad der Turbine.

Bei 400 m Gefälle und einer zweistufigen Diagonalturbine und -pumpe könnten z. B. in einem Staubecken von bloss 27,500 m³ Inhalt 11000 PS. aufgespeichert werden für 3 Stunden Dauer, oder 3300 PS. während 10 Stunden. Wenn aber der Zweck ein allgemeiner sein soll, so wird es wohl richtiger sein, möglichst viele kleinere solche Akkumulierungswerke, zweckmässig im Lande herum zerstreut, zu erstellen. Mit etwa 100 bis 200 m Gefälle werden dann die Turbinen, Pumpen und Rohrleitungen einfacher und billiger, die Stauweiher auch nicht übermässig gross, und namentlich kann dann die aufgespeicherte Kraft ohne weiteres an bestehende Leitungsnetze angeschlossen werden, also Ersparung neuer Leitungen. Es könnten dann auch die vielen kleineren Kraftwerke zur Speisung der Staubecken herangezogen werden, wodurch eine ganz gewaltige Kraftreserve geschaffen würde, wie wir sie nicht besser wünschen könnten.

Durch ein Akkumulierungswerk nach Abbildung 2 wäre auch die Möglichkeit geboten, Elektrizitätswerke mit verschiedenen Stromarten, Perioden und Spannungen auf hydraulischem Wege miteinander zu verkuppeln. Der Akkumulator würde dann gleichzeitig zum Transformator und dürfte vielleicht für elektrischen Bahnbetrieb anwendbar sein. Namentlich bei Bergbahnen, wenn auch in wasserarmen oder wasserlosen Gegenden, liessen sich für deren Betrieb solche Akkumulierungswerke anlegen für eigenen Bedarf, wobei das gleiche Wasser beständig zirkulieren würde. Da solche Bahnen meist nur im Sommer in Betrieb sind, wo wenig Kraft für Beleuchtung nötig ist, könnte Abfallkraft wohl sehr billig bezogen werden.

Nun steht aber der Verwirklichung aller dieser Ideen scheinbar ein grosses Hindernis entgegen. Herr Ingenieur A. Härry, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, hat unlängst in der Tagespresse[1]) einen interessanten Aufsatz veröffentlicht über „Die bessere Verwertung unserer Wasserkräfte", worin er u. a. sagt: „Die gegenwärtigen Verhältnisse haben die Verwertungsart der überschüssigen Energie mächtig und in ungeahntem Masse gefördert. Der Absatz aller elektrochemischen Produkte hat sich enorm gesteigert, ebenso sind die Preise enorm gestiegen. Diese Tatsache wird am besten durch die sehr günstigen Abschlussziffern des bedeutendsten schweizerischen elektrochemischen Unternehmens, der A.-G. Lonza, belegt. Es gibt heute kaum ein grösseres schweizerisches Elektrizitätswerk mehr, das nicht einen Teil oder seine ganze überschüssige Energie an elektrochemische oder elektrometallurgische Industrien abgibt."

Da diese Industrien auch des Nachts arbeiten können, so verwenden sie mit Vorliebe Abfallkraft, die sie nach den Angaben des Herrn Härry mit 0,5 bis 2 Rp. pro kWh. bezahlen. Nun waren nach der Statistik[2]) am 1. Januar 1914 bereits 26 Anlagen mit 113834 PS. mittlerer und 201148 PS. maximaler Nettoleistung für diese Industrien tätig. Wenn

[1]) Neue Zürcher Zeitung Nr. 42 und 47 vom 9. und 10. Januar 1917.

[2]) S. Schweiz. Wasserwirtschaft vom 10. Dez. 1916.

wir die seitherige, nach obigen Mitteilungen enorme Entwicklung dazu nehmen und sie vergleichen mit den im Eingang erwähnten, amtlich festgelegten 306531 PS. minimaler Leistung unserer sämtlichen bisher ausgebauten Wasserkräfte bei mittlerem Niederwasser, so ist zu befürchten, dass im Winter, also gerade dann, wenn die Kraftbedürfnisse für Beleuchtung und eventuell Heizung am grössten sind, keine Abfallkraft mehr übrig bleibt für die vorgeschlagenen Akkumulierungswerke.

Nach meinem Dafürhalten wäre dies sehr bedauerlich, indem unsere Wasserkräfte doch als Nationaleigentum betrachtet werden sollen, deren bessere Verwertung nicht zur Bereicherung einiger Weniger dienen soll, sondern der Allgemeinheit zugute kommen soll. Diese hat nur dann einen Nutzen von einer bessern Ausnutzung unserer weissen Kohle, wenn dadurch der elektritrische Strom billiger wird als bisher. Nur dann kann derselbe auch der Wärmeerzeugung (in gewissen Grenzen) dienstbar gemacht werden, um den Kohlenimport möglichst zu reduzieren, nur dann können unsere bestehenden Industrien konkurrenzfähiger werden, können neue Industrien herangezogen werden, kann der elektrische Bahnbetrieb ökonomischer werden und kann schliesslich auch der Export von Elektrizität befördert werden.

Damit sollen aber die elektrochemischen und elektrometallurgischen Industrien durchaus nicht verdrängt werden, im Gegenteil; nur soll die Allgemeinheit dadurch keinen Schaden leiden. Warum soll die Abfallkraft zu Schleuderpreisen an sie verkauft werden, besonders im Winter, wo wir sie weit besser verwenden können? Die hohen Gewinne jener Industrien beweisen, dass sie auch das Doppelte und mehr dafür bezahlen können. Man könnte z. B. Sommer- und Winterpreise einführen, gerade so gut wie für Tages- und Nachtkraft. Noch besser wäre folgendes Mittel: So viel ich weiss, erlaubt der Betrieb der meisten dieser Industrien, dass sie nötigenfalls einige Monate stille liegen können, um so mehr, als sie im allgemeinen wenig Arbeitspersonal erfordern. Wenn man ihnen also im Interesse der Allgemeinheit während der Wintermonate keinen oder wenig Strom zuteilt, so erleiden sie keinen Schaden, indem sie die verlorene Produktion im übrigen Teil des Jahres, wo reichlich Abfallkraft zur Verfügung steht, mehr als nachholen können. Ich glaube also, bei gutem Willen und gegenseitigem Entgegenkommen werde sich auch diese Schwierigkeit beheben lassen.

Zusammenfassung und Schlussbetrachtungen.

Hydraulische Kraftakkumulierungswerke mit künstlicher Wasserzuführung, elektrisch verbunden mit Niederdruck- und Hochdruckwerken, haben den Zweck, von ersteren die sog. Abfallkräfte aufzunehmen und sie nachher nützlich wieder abzugeben als Spitzenkraft für die Beleuchtung. Wenn eine solche Anlage wirtschaftlich sein soll, so muss sie möglichst ökonomisch ausgebaut sein, sei es bezüglich der Maschinenanlage wie namentlich bezüglich der Sammelbecken, obwohl die Lichtspitzenkraft zu guten Preisen abgesetzt werden kann. Solche Werke sind an keinen bestimmten Ort gebunden, daher soll dieser womöglich an einem See oder an einem grösseren Flusse gewählt werden, damit wenigstens nur ein Sammelbecken erstellt werden muss mit möglichst wenig Kosten.

Niederdruckwerke können bekanntlich wegen der Lichtspitzen in der Regel nur etwa 30 bis 50 % der disponiblen Wasserkraft ausnützen. Wenn sie aber die übrige Kraft als „Abfallkraft" an oben beschriebene Akkumulierungswerke abgeben, so kann (theoretisch gesprochen) die gesamte disponible Kraft eines Niederdruckwerkes während 24 Stunden verwertet und dadurch die Kraft bedeutend billiger abgegeben werden. Damit dies in möglichst weitgehendem Masse möglich sei zu Gunsten der Allgemeinheit, wäre es wünschenswert, die vielen noch unbenützten Wasserkräfte mit kleinen Gefällen intensiver auszubauen als bisher. Leider aber werden mit den heute üblichen Turbinensystemen solche Niederdruckwerke zu kostspielig, sie können aber wirtschaftlicher ausgebaut werden, wie nächstens in der Schweizerischen Bauzeitung gezeigt werden soll.

Hochdruckwerke mit natürlicher Wasserakkumulierung aus dem Einzugsgebiet haben in der Regel keine Abfallkraft abzugeben, sie können ihre Produktion nicht vermehren und auch ihre Maschinen sind wegen der Lichtspitzen nur während weniger Stunden des Tages im Winter voll ausgenützt. Wenn solche Werke aber die Deckung dieser Lichtspitzen oben beschriebenen Akkumulierungswerken überlassen, so können sie möglichst viel konstante Tageskraft für das ganze Jahr abgeben.

Wenn das umliegende Gelände eines Hochdruckwerkes die Anlage eines untern Sammelweihers in einiger Nähe des Ausflusses für konstantes Reservewasser erlaubt, um weiter unten liegende Wasserwerkbesitzer nicht zu schädigen, so kann mit Hilfe billigen Nachtstromes aus diesem das obere Druckbecken täglich nachgefüllt werden, so dass ein solches Hochdruckwerk dann das ganze Jahr hindurch seine volle Leistungsfähigkeit als konstante Tageskraft abgeben kann, wenn genügend Absatz dafür vorhanden ist. Und letzteres wird eben der Fall sein, wenn die Kraft billiger abgegeben wird, was ja durch die grössere Produktion möglich wird.

Ohne Zweifel wird eine Verwirklichung dieser Ideen auf mancherlei Schwierigkeiten stossen; ich hoffe aber, dass diese bei allseitig gutem Willen nicht unüberwindlich sein werden. Eine Schwierigkeit, die vielleicht grösser ist als die technische, wird wohl die

sein, ein so gross angelegtes Werk zu finanzieren und die Tarife für die Abfallkraft, für die Spitzenkraft, für die konstante Tageskraft und für die Nachtkraft so zu vereinbaren, dass unter den verschiedenen Interessenten ein jeder auf seine Rechnung kommt. Natürlich wird die Entwicklung eine allmähliche sein, so dass man nach und nach die nötigen Erfahrungen sammeln kann.

In jedem Fall glaube ich eine Frage angeschnitten zu haben, die meines Erachtens namentlich heute Beachtung verdient. Die Hauptsache liegt darin, die bestehenden Kraftwerke besser auszunützen, damit durch deren grössere Produktion die Tageskraft billiger wird, wodurch das Anwendungsgebiet der Elektrizität erweitert und der Kohlenimport vermindert werden kann. Der allgemeine Zusammenschluss der Elektrizitätswerke wird erst dann seine volle Bedeutung erlangen und wird dann auch die von Herrn Direktor Wagner vorgeschlagene eidg. Sammelschiene ihren Zweck voll erfüllen.

Zürich, im Januar 1917.

Schweizer. Wasserwirtschaftsverband

Komite für Bildung eines Syndikates von Elektrizitätswerken.

Auszug aus dem Protokoll der Sitzung vom 22. Febr. 1917 in Zürich, im Sitzungszimmer der ständigen Geschäftsstelle des S. W. V.

Anwesend sind: Direktor H. Wagner als Vorsitzender, Direktor Walch, Ing. Dr. Boveri, Baden, Prof. Dr. Wyssling, Wädenswil, Ständerat Dr. Wettstein als Vertreter des S.W.V. Sekretär: Ing. A. Härry.

Es wird Kenntnis genommen von dem Ergebnis der Umfrage bei den grössern Elektrizitätswerken der Schweiz über ihre Stellungnahme zur Bildung eines Syndikates von Elektrizitätswerken zur Gründung einer Geschäftsstelle zur Verbindung der Zentralen zwecks Ausgleiches und Aushilfe und Verwertung der Abfallkräfte. Das Komite beschliesst eine Konferenz der Werke einzuberufen und ihr die Richtlinien zur Gründung eines Syndikates zu unterbreiten.

Zürich, den 5. März 1917.

Der Sekretär: Ing. A. Härry.

Wasserrecht

Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte. Die Referendumsfrist für dieses Gesetz wird mit 27. März 1917 unbenutzt ablaufen und das Gesetz somit in Wirksamkeit treten. Den Zeitpunkt bestimmt der Bundesrat.

Schiffahrt und Kanalbauten

Wiedereröffnung der Rheinschiffahrt. Als im August 1914 der Krieg ausbrach, nahm die im besten Aufschwunge begriffen gewesene Rheinschiffahrt bis Basel ein jähes Ende. Militärische Massnahmen verunmöglichten weitere Wassertransporte. Alle Versuche, den Wasserweg nach Basel wieder zu öffnen, blieben erfolglos. Die Kanalschiffahrt konnte noch einige Zeit unter erschwerenden Bedingungen aufrecht erhalten werden, schliesslich wurde sie ebenfalls geschlossen.

Seit Neujahr haben sich die Verhältnisse insofern geändert, als die deutschen Behörden, veranlasst durch eine starke Transportkrisis, mit der Anregung der Wiederaufnahme der Schiffahrt auf dem Rhein und dem Rhein-Marne-Kanal nach der Schweiz an unsere obersten Landesbehörden herantraten. Die deutschen Militärorgane haben nunmehr ihren frühern Widerstand aufgegeben. Die gepflogenen Unterhandlungen führten in einer Schlussitzung vom 3. März in Basel, an der alle beteiligten militärischen und zivilen Behörden teilnahmen, zu einer vollkommenen Einigung. Sobald die Schneeschmelze den geeigneten Wasserstand geschaffen, werden wieder Schiffe an unsern Toren den Einlass begehren.

Die Wiederaufnahme der Schiffahrt ist vor allem zur Entlastung der Bahnen gedacht. Es sollen daher die hauptsächlichsten Massenimportgüter — Kohlen und Eisen — über den Wasserweg geleitet werden. In gleicher Weise sind unsere Exportwaren tunlichst dem Wasserwege zuzuführen. In Frage kommen hauptsächlich Produkte der chemischen und elektro-chemischen Industrien. Es liegen ganz bedeutende Mengen Talgüter für die Verschiffung bereit. Betreff dem Durchgangsverkehr über Holland (Rotterdam) sollen noch Verhandlungen im Gange sein, um dieses Eingangstor in Verbindung mit der Rheinwasserroute unserer Verproviantierung dienstbar zu machen. Die Ersparung an Eisenbahnwagen wird für den Rheinverkehr auf täglich 120 bis 150 Wagen, und für den Rhein-Marne-Kanal auf 40 Wagen berechnet, was bei einer durchschnittlichen Umlaufzeit von 12 Tagen eine Einsparung von über 2000 Wagen bedeutet. Dazu käme noch die Sparung an Lokomotiven und Personal. Diese Erleichterungen kommen überwiegend Deutschland zu gute. Die Schweiz zieht Nutzen aus der erwarteten Verbesserung der Kohlenversorgung. Ob sich auch wesentliche Frachtenersparnisse erzielen lassen, ist nicht sicher. Die deutschen Reedereien werden die Situation auszunützen wissen. An den Transporten werden sich beteiligen: Die Rheinschiffahrts-Aktiengesellschaft vormals Fendel in Mannheim; die Badische Aktiengesellschaft für Rhein- und Seetransporte in Mannheim; die Rhein- und Seeschiffahrtsgesellschaft zu Köln; Rhenania, Rheinschiffahrtsgesellschaft m. b. H. in Mannheim, und die Vereinigten Spediteure und Schiffer, Rheinschiffahrtsgesellschaft m. b. H. in Mannheim. Die Ausübung der Rheinschifffahrt durch schweizerische Gesellschaften und Leute lehnt Deutschland aus militärischen Gründen ab.

Leider wird die Leistungsfähigkeit der Rheinschiffahrt nach Basel begrenzt durch die wenig umfangreichen Umschlagsanlagen Basels. Auf einer 600 m langen Wasserfront stehen 6 elektrische und 1 Dampfkranen von je 4000 und 5000 kg Hebefähigkeit. Zur Verbesserung wird gegenwärtig ein viertes Geleise gebaut. Weitere bauliche Veränderungen oder Neuanlagen erfordern zu viel Zeit, um während dem Kriege noch in Wirkung treten zu können. Es könnte einzig noch in Frage kommen, dass verpackte Güter zur Entlastung der Kranen von Hand umgeschlagen, also in die Schiffe getragen würden. Solche Hülfsmittel werden gegenwärtig noch geprüft.

Zur wirksamen Verhinderung der Spionage und des Ausfuhrschmuggels werden strenge Absperrmassnahmen ergriffen. Das Schiffspersonal darf das Hafenareal nicht verlassen. Die Verproviantierung desselben besorgt eine besondere Vertrauensperson. Das Hafenareal wird polizeilich überwacht. Der Zutritt wird nur gegen Passkarten gestattet. Zur Erleichterung des Betriebes wird gegenwärtig die Einführung der englisch-amerikanischen Arbeitszeit geprüft.

L. Frey, Direktor der Rheinhafen A. G., Basel.

Eine Ehrung. Am 25. Februar 1917 hat das Basler Volk Herrn Ing. Rudolf Gelpke in den Nationalrat gewählt. Für den unermüdlichen Vorkämpfer und Pionier der schweizerischen Binnenschiffahrt und Wasserwirtschaft bildet diese Wahl die schönste Genugtuung für seine Lebensarbeit und einen Beweis, dass das Volk der Allgemeinheit geleistete Dienste dankbar zu schätzen weiss. Die Wahl ist aber auch ein Symptom dafür, wie gründlich sich die Ansichten über die Bedeutung der wasserwirtschaftlichen Bestrebungen und speziell der Binnenschiffahrt in der Schweiz in den letzten Jahren geändert haben.

Wir sprechen wohl im Namen aller wasserwirtschaftlichen Kreise der Schweiz, wenn wir Herrn Gelpke zu der ehrenvollen Wahl unsere herzlichsten Glückwünsche darbringen.