

Der
Königlichen Technischen Hochschule
zu Berlin

gewidmet von

ihrem Ehren - Doktor - Ingenieur

FR. VOITH.

Die

Turbinen-Versuchsstationen

und die Wasserkraft-Zentralen mit
hydraulischer Akkumulierungsanlage

der Firma J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz.

Zweigniederlassung in
St. Pölten (Österreich).

1909

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-662-33648-9

ISBN 978-3-662-34046-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-34046-2

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

In immer erhöhtem Maße wendet sich das Interesse unserer Zeit den Wasserkräften zu, und mit großer Aufmerksamkeit werden die eminent wichtigen wirtschaftlichen Fragen über die Nutzbarmachung dieser Naturschätze verfolgt und studiert.

Wenn heute überall die Elektrizität licht- und kraftspendend vordringt, die Städte und Dörfer, die Industrie und die Landwirtschaft mit elektrischem Strom versorgt, so wird stets gesucht, in erster Linie die Wasserkräfte unserer Flüsse und Bäche diesem Zwecke dienstbar zu machen.

In jüngster Zeit gewinnen insbesondere größere Wasserkräfte für die Elektrisierung des Bahnbetriebes erhöhte Bedeutung, und es benötigt die chemische Industrie zur Erzeugung von Karbid und Stickstoff ganz enorme Leistungen, zu deren billigen Beschaffung vor allem die großen Wasserkräfte berufen sind.

Es finden sich solch bedeutende Kräfte einmal an Flüssen mit großen Wassermengen (so bei uns in Deutschland am Rhein, an der Isar, der Weser und anderen Strömen), wobei aber das Gefälle meist nur gering ist, und dann in gebirgigen Gegenden mit verhältnismäßig kleinen Wassermengen und großen Gefällen (an den Abhängen der Alpen, im Schwarzwald und anderen Gebirgszügen). In überseeischen und den skandinavischen Ländern findet sich vielfach beides

in glücklichster Weise vereinigt, große Gefälle mit großen Wassermengen, und wir haben dort die ganz enormen Kräfte, wie sie z. B. in Nordamerika am Niagara, in Norwegen am Svaelgfos und Rjukan und in Schweden am Trollhättan ausgebaut werden.

Während früher der Bau einer 1000-pferdigen Turbine ein großes Ereignis war und nur ganz vereinzelt vorkam, wie aus meinen Turbinenempfängerlisten seit 1871 ersichtlich ist, sind heute Turbinen mit 10 000 bis 15 000 PS keine Seltenheit mehr, und es ist dadurch naturgemäß die Verantwortung des Turbinenkonstruktors ganz ungeheuer gestiegen. Bei derartigen Riesenanlagen muß er seiner Sache absolut sicher sein, und dies ist ihm nur auf Grund eingehendster Versuche und zwar in großem Maßstab möglich, mit denen natürlich die theoretischen Untersuchungen Hand in Hand gehen müssen.

Mit gelegentlichen Versuchen an ausgeführten Anlagen ist es heute nicht mehr möglich auszukommen, und es werden solche Anlagen von den Besitzern auch äußerst selten zu gründlichen Versuchen zur Verfügung gestellt, und Abnahmeversuche, welche fast stets innerhalb einer beschränkten Zeit durchgeführt sein müssen, können kaum jemals zur Beantwortung wichtiger Fragen herangezogen werden.

Wenn ich auch durch das dankenswerte Entgegenkommen verschiedener Wasserkraftbesitzer im württembergischen und badischen Schwarzwald in früheren Jahren Gelegenheit hatte, sehr wertvolle Versuche durchzuführen, so erwies sich doch die Errichtung einer eigenen Versuchsanstalt bald als unumgänglich notwendig, da eben auch diese Versuche, weit entfernt von der Fabrik und an begrenzte Zeiten gebunden, nicht immer so gestaltet und durchgeführt werden konnten, wie es die richtige Erforschung der vorliegenden

Fragen und auch die hohen Kosten der betreffenden Versuche verlangt hätten.

Auch die im Jahre 1900 auf der sogenannten „Bleiche“ innerhalb des Fabrikbereichs erbaute Turbinen- und Regulator-Versuchsstation konnte wegen des begrenzten Rahmens, in welchem hier Versuche vorgenommen werden konnten, bald nicht mehr genügen, um die fortgesetzt neu auftauchenden Aufgaben zu lösen, da die Gefälls- und Wasserverhältnisse hier nur gestatten, Francisturbinen mit stehender Welle für etwa 1,8 m Gefälle und kleine Leistungen abzubremesen.

Bei den großen Anlagen können die Verhältnisse natürlich auch günstig liegen, so daß die seitherigen Erfahrungen schon ein sicheres Gelingen gewährleisten. So kamen mir für die Lieferung von 3 Turbinen von je 13 000 PS an die Niagarafälle, welche ich vor etwa 5 Jahren übernahm und die damals die größten der Welt waren, die für das vorhandene Nutzgefälle günstige Größe der Aggregate und der Umdrehungszahl, welche dort verlangt wurde, zu statten und die Turbinen fielen zur größten Zufriedenheit aus. Es wurden sofort 3 weitere Turbinen nachbestellt und die siebente, genau gleiche Turbine ist zurzeit in meinen Werkstätten in Arbeit, so daß ich insgesamt rund 90 000 PS für diese eine Anlage geliefert habe.

Bei kleineren Gefällen und großen verfügbaren Wassermengen können die Aufgaben für den Turbinenbauer recht schwierig werden, da in solchen Fällen Aggregate von großer Leistung und möglichst hoher Tourenzahl verlangt werden.

Für die Konstruktion und Ausbildung dieser schnelllaufenden Turbinen mit großer Schluckfähigkeit bis zur Erzielung bestmöglichen Wirkungsgrades ist unbedingt eine Versuchsanstalt erforderlich, und es muß dieselbe die Untersuchung auch von großen Turbinen und von solchen der ver-

schiedensten Anordnungen: mit senkrechter und horizontaler Welle, einfache und Zwillingssturbinen, offene und Gehäusesturbinen gestatten.

Für die Anlage einer derartigen Versuchsstation kann nur eine natürliche Wasserkraft mit nicht zu kleinem Gefälle und reichlicher Wassermenge in Frage kommen, und es war schwierig, hierfür eine passende Wasserkraft zu finden, die auch noch in möglichster Nähe der Fabrik liegen sollte. Glücklicherweise bot sich mir in dieser kritischen Zeit die Gelegenheit, zwei an derselben Staustufe liegende Mühlen in Hermaringen, 12 km von Heidenheim entfernt, zu kaufen, und ich faßte den Entschluß, hier eine großzügige Versuchsanstalt für Turbinen zu erbauen.

Zur ständigen Verwertung der Wasserkraft sollte dann die Energie derselben mittelst elektrischer Kraftübertragung nach Heidenheim geleitet und dort zum Fabrikbetrieb verwendet werden.

Bei dem Gefälle von im Mittel 5,41 m und einer Wassermenge von maximal 7 cbm in der Sekunde, welche in Hermaringen zur Verfügung stehen, bleiben die Versuche auf Francis-Niederdruckturbinen beschränkt, während aber selbstverständlich auch bei den Hochdruckspiral- und besonders auch bei den neuzeitlichen Hochdruck - Freistrahlturbinen (Löffelturbinen) das Bedürfnis nach gründlichen Versuchen ebenso groß war.

Die Ausnützung der hohen und höchsten Gefälle ist in fast allen Gebirgsländern, den europäischen und außereuropäischen Ländern in großartiger Weise im Gang, und daß auch hierfür sehr große Aggregate in Frage kommen, zeigt die Anlage Rjukan in Norwegen, für welche ich zurzeit 5 Tangentialräder für 276 m Gefälle und je 14 500 PS Leistung zu liefern habe.

Natürliche Wasserkräfte mit hohem Gefälle sind auch in der weiteren Umgebung von Heidenheim nicht zu finden, und es blieb mir deshalb nur der Ausweg, durch Erstellung eines Hochreservoirs, welches mittelst Hochdruck-Zentrifugalpumpen gefüllt werden kann, eine künstliche Wasserkraft zu schaffen.

Es wurde diese Versuchsstation mit einer hydraulischen Akkumulierungsanlage im Anschluß an die Hermaringer Zentrale verbunden, so daß sich dann auch eine größere Wirtschaftlichkeit in der Ausnützung dieser Wasserkraft ergab. Als günstiges Gelände kam die 10 Minuten von meiner Fabrik entfernte Brunnenmühle, welche am Fuß eines etwa 100 m hohen, steil abfallenden Bergabhanges liegt, in Betracht, und ich entschloß mich nach reiflicher Überlegung und eingehender Untersuchung der einschlägigen Verhältnisse, diese Mühle zu erwerben und daselbst die Akkumulierungsanlage und die Hochdruck-Turbinenversuchsstation zu errichten, wobei mir in letzterer dann Gefälle bis 100 m zur Verfügung stehen und Turbinen bis zu 500 PS untersucht werden können.

Der Ankauf der Brunnenmühle und der Wasserkraft in Hermaringen gab zu recht schwierigen Verhandlungen Veranlassung, bei welchen mir mein Herr Direktor Gottschick in wirkungsvoller und tatkräftigster Weise zur Seite stand.

Mit der Projektierung der verschiedenen Anlagen in Hermaringen und der Brunnenmühle, der Ausarbeitung der Pläne und der Durchführung des Baues betraute ich Herrn Oberingenieur Dr. Ing. Oesterlen, dem die Erfahrungen von meiner älteren, kleinen Versuchsanstalt und von Versuchen und Bremsungen aller Art sowie die Erfahrungen des Herrn Direktor Cloß und meiner anderen Oberingenieure zur Verfügung standen.

In einem im Württembergischen Bezirksverein des Vereins Deutscher Ingenieure gehaltenen Vortrag hat Herr

Dr. Ing. Oesterlen eine Beschreibung beider Anlagen gegeben, welche nachstehend in etwas erweiterter Form folgt.

Mit diesen beiden Werken habe ich mir jetzt Versuchsanstalten geschaffen, in welchen so ziemlich alle Turbinenkonstruktionen in den verschiedensten Anordnungen sowie sämtliche Laufradtypen bis zu ganz erheblicher Größe geprüft werden können. Es sind deren Einrichtungen weiterhin so ausgebaut, daß ein Besteller, der die Wichtigkeit der Prüfung seiner Turbine erkennt und bewertet, dieselbe in den meisten Fällen vor dem Versand in der Versuchsanstalt prüfen lassen kann.

In der Anlage Brunnenmühle stehen mir am Betriebsaggregat bis zu 500 PS zur Verfügung, und es werden deshalb dort auch die bei dem weiteren Zweig meiner Fabrikation, den Maschinen für Holzschleifereien und Papierfabriken, erforderlichen Versuche vorgenommen, soweit dieselben große Antriebskräfte beanspruchen.

Die sämtlichen Ergebnisse der Versuchsstationen kommen natürlich auch meiner Zweigfabrik in St. Pölten (Niederösterreich) voll und ganz zugute.

Wie in der nachstehenden Beschreibung des näheren ausgeführt ist, können in den beiden Versuchsstationen neben Turbinenprüfungen auch wissenschaftliche Versuche durchgeführt werden, von denen ich hier nur Versuche über die Rohrreibung in geraden Rohren und in Krümmern bei den verschiedensten Abmessungen und Geschwindigkeiten und dann weiter die Bestimmung von Überfallkoeffizienten bei allen möglichen Ausführungen der Überfälle und bis zu recht großen Wassermengen erwähnen will.

Die Versuchsanstalten gewähren die Möglichkeit, alle theoretischen Untersuchungen zu prüfen und zu erhärten, jede

beim Bau von Turbinen und Regulatoren auftauchende Frage durch zuverlässige Versuche der Lösung entgegenzuführen, und so ist zu hoffen, daß dadurch die Wissenschaft und die Praxis des Turbinenbaues in gleicher Weise gefördert werden.

Heidenheim a. d. Brenz, März 1909.

Dr.-Ing. h. c. Fr. Voith.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
A. Versuchsstation und Wasserkraftzentrale „Hermaringen“	3
1. Allgemeine Verhältnisse, Kanal- und Wehranlage	3
2. Versuchs- und Prüfstation für Turbinen.	11
a) Einbau der zu prüfenden Turbinen	12
b) Messung des Gefälles	18
c) Wassermessung	19
d) Leistungsmessung.	23
e) Regulatorversuche	28
3. Betriebsanlage	31
B. Hydraulische Akkumulierungsanlage und Versuchsstation „Brunnen- mühle“	38
1. Allgemeine Verhältnisse	38
2. Akkumulierungsanlage	40
3. Versuchs- und Prüfstation.	57
a) Versuche an der Rohrleitung und an Teilen für Turbinenleitungen	58
b) Regulatorversuche	59
c) Turbinenversuche	60
Gefällsmessung	61
Bestimmung der Wassermenge	62
Leistungsmessung	65
d) Versuche mit Maschinen für die Papierfabrikation.	66
C. Schlußwort	68

