

1000

Die großen staatlichen
Niederdruckwasserkräfte in Südbayern

deren Erschließung und Verwertung nach den
Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit
und des kleinsten Massenaufwandes

Johann Hallinger
München



Jos. C. Hubers Verlag, Diessen vor München

1916

1830

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305849

Die großen staatlichen
Niederdruckwasserkräfte in Südbayern,
deren Erschließung und Verwertung

Grundsätze der Wirtschaftlichkeit
und des kleinsten Wasserverbrauches



Johann Gullinger, Bauleitender in München.

223/14



Josef C. Huber, Verlag, Dessel der München

x
1830



Eine Niederdruckgefällsstufe.

Die großen staatlichen
Niederdruckwasserkräfte in Südbayern,
deren Erschließung und Verwertung
nach den
Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit
und des kleinsten Massenaufwandes

9/6
von

Johann Hallinger, Zivilingenieur in München.

F. N. 31326
999



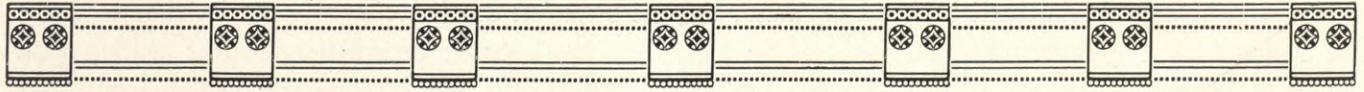
1916

Jos. C. Hubers Verlag, Diessen vor München.

F. N. 31326
999

Inhalt.

I. Allgemeines und Zeitgemäßes von den Wasserkräften und ihrer Ausnützung.	Seite	5
II. Die Notwendigkeit der Erschließung von Wasserkräften im eigenen Lande.	"	7
III. Die Entwicklung der einheimischen und ausländischen Wasserkräftausnützung.	"	8
IV. Die Wettbewerbsfähigkeit der Niederdruckwasserkräfte in Bayern.	"	9
V. Die Erschließung der Niederdruckwasserkräfte nach den Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit und des geringsten Massenaufwandes.	"	11
VI. Beschreibung der größeren bayerischen Niederdruckwasserkräfte, deren Ausnützung und Vorschläge für deren Verwendung.	"	14
VII. Schlußwort.	"	21



I. Allgemeines und Zeitgemähes von den Wasserkräften und ihrer Ausnützung.

Weit zurück in das Mittelalter lassen sich die Dienste nachweisen, welche das fließende Wasser den Bewohnern des Landes zu jeder Zeit geleistet hat. Neben Schifffahrt, Flößerei und Trift war damals schon, wenn auch in bescheidenem Umfange, seine Benützung zur Kräfteerzeugung üblich. Alte Mühlen, deren Bestand im 14. Jahrhundert urkundlich nachgewiesen werden kann, sind hierfür Zeugen. Im Laufe der Jahre sind dann zahlreiche Werke entstanden, die nun als Schneidsägen, Mühlen, Hämmer und dergleichen arbeiten. Im großen setzte die Wasserkraftausnützung in Bayern aber erst vor 20 Jahren ein, als die Isar-Werke oberhalb München erbaut wurden, denen später die Wasserkraftanlagen am Lech und jene der Stadt München folgten. Insgesamt dürften in Bayern nunmehr 120 000 PS im Betriebe sein.



Abb. 1. Zu Tal fließende Wassermengen.

Die in fließenden Gewässern liegende Kraft verdankt ihr Dasein dem ständigen Kreislauf der Natur. Die Niederschläge, welche die Wolken verteilen und der Erde spenden, sammeln sich auf der Erdoberfläche und fließen als Gewässer zu Tal den Seen und dem Meere zu. Aus diesen steigen sie dann wieder, durch die Sonnenwärme verdunstet, zur Atmosphäre empor, um die Wanderung von neuem zu beginnen. Je höher nun das Niederschlagsgebiet liegt und je umfangreicher die Niederschlagsfläche eines Abflusses ist, desto günstiger sind die Bedingungen für die Erschließung von Wasserkräften gegeben. Diese Voraussetzungen treffen bei den meisten bayerischen Flüssen zu, welche aus dem Gebirge kommen und durch das Flachland dem Sammelstrom der Donau zufließen. Ihre Gewässer sind unversiegbare Schätze der Natur; sie bilden, richtig erschlossen und für geeignete Zwecke verwendet, für das Bayerland ein Volksvermögen. Weder die üblichen Schilderungen der Ueberlegenheit ausländischer Wasserkräfte, noch unbefriedigende Erfolge bei der Errichtung einheimischer Kraftwerke können den hohen Wert der in unseren fließenden Gewässern liegenden Kraftquellen herabsetzen. Die größten und leistungsfähigsten davon liegen bekanntlich in Südbayern zwischen der Gebirgskette und der Donau. Sie sind durch die flachen Niederdruckgefälle gekennzeichnet, also von jener Art, die bisher für Groß-Industrie und insbesondere für Rohstoffherstellung zu teuer und nicht wirtschaftlich gewesen ist.

Soll daher einer neuen Abhandlung über die Ausnützung bayerischer Wasserkräfte eine praktische Bedeutung zukommen, so muß mit derselben der Beweis erbracht werden, daß im Gegensatz zu den bisherigen Erfahrungen aus Flußgebieten mit allergeringstem, für das freie Auge kaum merkbarem Gefälle noch bedeutsame, für Großbetriebe brauchbare Kräfte herausgewirtschaftet werden können.

Um aber zuerst ein Urteil dafür zu gewinnen, daß die vermehrte Wasserkraftausnützung im eigenen Lande eine Notwendigkeit geworden ist und um die für Land und Volk damit verknüpften Vorteile würdigen zu können ist es zweckmäßig, die zeitgemäße und wirtschaftliche Aufgabe der Wasserkraft näher zu untersuchen, ihre einheimische und ausländische Entwicklung unter sich und die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Niederdruckwasserkraftanlagen gegenüber anderen einheimischen Kraftquellen und ausländischen Wasserkraften zu vergleichen. Die richtige Beurteilung des Wertes unserer Niederdruckwasserkraften ergibt sich dann von selbst.

Bei dem heutigen Stand der Technik sind es in der Hauptsache zwei Arbeitsgebiete, welche den Wasserkraften zugewiesen sind, Arbeitsgebiete, die auch für bayerische Wasserkraften vollauf in Frage kommen und sich folgend kennzeichnen:

1. Lieferung elektrischer Kraft zur Uebertragung und Verteilung im Lande für Zwecke der Landwirtschaft, des Handwerkes und der Industrie, für Beleuchtung, für Kraftabgabe, Eisenbahnbetriebe und sonstige Zwecke (Ueberlandversorgung), Aufgaben, die vorzugsweise dem Staat und den öffentlichen, gemischten oder freien Verbänden obliegen.
2. Rohstoffgewinnung und seine Verarbeitung, Aufgaben, die der privaten Industrie zufallen und bis vor Kriegsausbruch in der Hauptsache vom Auslande unter Anwendung der billigen Wasserkraften gelöst wurden.

Die Aufgabe 1 kann für die Mehrzahl der bayerischen Flußgebiete, sollen deren Wasserkraften wirtschaftliche Verwertung finden, nicht in Frage kommen. Ueberlandwerke können, wie unten nachgewiesen ist, ohne Verbindung mit einem Spitzenwerk nicht mehr als 30—40 v. H. der im fließenden Wasser liegenden Kraft für eigene Zwecke verbrauchen, so daß 60—70 v. H. verloren gehen. Die Ursache der unwirtschaftlichen Ausbeutung aller im fließenden Wasser liegenden Kräfte durch Ueberlandwerke liegt in der ungleichen Belastung. Wie die Kurven solcher Werke nachweisen, besteht ein stark schwankender Kraft- und Stromverbrauch, der mit den Tageszeiten wechselt. Die Kraft-erzeugung der fließenden Gewässer ist im Gegensatz hierzu gleichmäßiger; diese wechselt nur mit der Jahreszeit und mit der Wasserführung. Der Stromverbrauch eines Ueberlandwerkes ist besonders in den Abendstunden groß, nachts am kleinsten und im Winter größer als im Sommer. Ganz im Gegensatz sind die bayerischen Niederdruckwasserkraften im Sommer wesentlich stärker als im Winter, so daß abgesehen von den Tagesschwankungen in den Zeiten des kleinsten Kraftverbrauches die größte Kraft verfügbar sein würde, während in den Zeiten des größten Kraftverbrauches die kleinste Kraftmenge infolge der kleineren Wasserstände zur Verfügung steht.

Das Verhältnis wird in der folgenden Tafel (Abb. 2) durch schraffierte Flächen dargestellt. Jene Kraftleistung, welche ein Ueberlandwerk daraus verwerten könnte, ist doppelt und die verlorene Kraft einfach schraffiert. Der Verlust würde 62 v. H. umfassen und etwa $\frac{2}{3}$ mal so groß sein, als die verwertete Kraft.

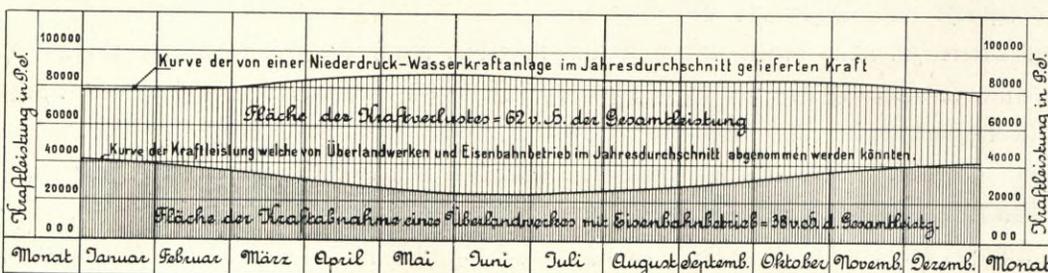


Abb. 2. Bildliche Darstellung der in einem Niederdruckwerk vorhandenen und für Ueberlandzwecke absehbaren Kraft.

Im Gegensatz hierzu sind die Bedingungen für die Kraftabnahme durch Industrien der Rohstoffherzeugung günstig. Diese arbeiten in der Hauptsache Tag und Nacht und nützen mittlere Wassermengen vollständig und ohne Unterbrechung aus. Mit solchen Betrieben ist daher eine fast vollständige Ausbeute der Niederdruckwasserkraften möglich.

Um wertvolle Kräfte nicht zu verschleudern, werden Eisenbahnbetriebe, Ueberlandwerke und dergleichen vorzugsweise an solche Kraftquellen angeschlossen, die aus künstlichen oder natürlichen Sammel Speichern gespeist werden, wie an das Saalach- und Walchenseewerk. Aus natürlichen oder künstlichen Seen kann das Wasser dem Kraftbedarf entsprechend entnommen werden, so daß im Gegensatz zu Anlagen an fließenden Gewässern nahezu keine Verluste entstehen.

Da jede geleistete und zu leisten mögliche Arbeit nur in der wirtschaftlichsten Art geleistet dem Lande Nutzen bringt und jede verlorene und nicht verwertete Kraft einen Verlust darstellt, so kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Wasserkräfte der flachen Flußstrecken mit wenig Ausnahmen dem großen Arbeitsgebiet, der Industrie, zuzuweisen sind.



II. Die Notwendigkeit der Erschließung von Wasserkräften im eigenen Lande.

Durch die Wasserkraftausnützung und durch die Ausfuhr der Erzeugnisse nach Deutschland haben sich ausländische Industrien in den letzten Jahren gewaltig entwickeln können. Nach dem Statistischen Jahrbuch hat Deutschland im Jahre 1913 vom Auslande unter anderem eingeführt:

Carbid	48 000 t im Werte von	8,6 Millionen Mark
Aluminium	18 000 t " " "	23,5 " "
Salpeter	774 000 t " " "	172 " "
Stickstoff und Kalksalpeter	78 600 t " " "	10 " "
Ferrosilicium und Kohlenstoffe	20 800 t " " "	6,2 " "

sowie Guß und Elektrotahlforten und zahlreiche andere Stoffe, die fast alle für den täglichen Verbrauch und für die Landesverteidigung unentbehrlich sind und ausnahmslos im Inlande mit eigenen Wasserkräften hergestellt oder zubereitet werden können. Dazu kommen große Mengen an Eisenerzen, von welchen Bayern bedeutende Vorkommen unter Anwendung von Wasserkräften erschließen und ausbeuten kann. Der gesamte Wert solcher Stoffe, die im Lande selbst unter Anwendung von Wasserkräften erzeugt werden können und die vom Auslande in Friedenszeiten geliefert und eingeführt worden sind, betrug im Jahre 1914 über 400 Millionen Mark. Der Krieg hat nun diese Einfuhr unterbrochen. Die Herstellung und Lieferung, die bisher dem Auslande zugefallen war, wurde, um die entstandenen Lücken möglichst auszufüllen, einheimischen, rasch herangezogenen Dampfanlagen zugewiesen. Mit diesen ist man bemüht, ohne besondere Rücksicht auf die Unkosten, den Ausfall zu decken. Die Nachteile, welche die deutsche Volkswirtschaft dadurch erleidet, daß sie gegenwärtig nicht mindestens 1 Million PS feiner Wasserkräfte im Betrieb zur Verfügung hat, sind sehr groß und lassen sich heute noch nicht annähernd abschätzen; jedenfalls sind es zehnstellige Zahlen.

Wird und bleibt es eine Aufgabe der Zukunft, das zum Leben und zur Verteidigung der Nation Notwendige im Lande selbst herzustellen und dem feindlichen und sonstigen Auslande möglichst jede Geldsumme dafür und so auch für die aufgezählten Einfuhrwerte zu entziehen, jede unnötige Geldabwanderung zu vermeiden und die in früheren Jahren abgeflossenen Summen in Zukunft der Bevölkerung des eigenen Landes zu erhalten, so müssen die Wasserkräfte dienstbar gemacht werden. Soll der einheimische Ernteertrag weiterhin und ausgiebig ansteigen, so wird es notwendig, auch dem kleinen Landwirt Salpeter und stickstoffhaltige Düngemittel zu billigen Preisen zur Verfügung zu stellen. Soll später nicht wieder der Chilesalpeter oder Getreide aus Rußland und Amerika eingeführt werden müssen und das Geld dafür ins Ausland wandern, so muß Deutschland selbst große Salpetererzeugungsanlagen im Anschluß an die Niederdruckwasserkräfte herstellen, denn Kalkstickstoff und schwefelsaures Ammoniak, die Stickstoffträger der Kriegszeit, können die Landwirtschaft dauernd nicht befriedigen und die Landwirtschaft kann und wird den Salpeter nicht entbehren. Soll sonach Deutschland mehr als bisher vom Auslande unabhängig sein, sollen ferner die im Kriege geschaffenen Produktionsstätten in der kommenden Friedenszeit dem Druck des ausländischen Marktes gegenüber bestehen können, so müssen sich die Betriebe wiederum auf die Wasserkräfte stützen.

Die Bedeutung der Wasserkräfte steigert sich aber unter dem Gesichtspunkt der Zukunft, der dauernden Wirtschaftlichkeit, da sie unverbrauchbar sind und durch Arbeit Werte schaffen, ohne Werte zu vernichten, im Gegensatz zu anderen Kraftquellen aus Brennstoffen, die durch Verbrauch aus den Vorräten der Erde ausscheiden und wie die Kohle um so schneller zu Ende gehen, je rascher der Bedarf ansteigt und je später die ausgiebige Wasserkrafterschließung einsetzt. Richtig ausgebaute Wasserkräfte erfordern auch ein Minimum an Bedienung, wenig Schmiermaterial und keinen großen Aufwand für Löhne, die z. B. bei der Kohlenförderung in Zukunft in der Hauptsache ausländischen Arbeitern zufließen werden, sie sind von keiner Geschäftslage abhängig und jederzeit vorhanden.

Gelingt es, aus bayerischen Wasserkräften einen Teil jener Erzeugnisse, die vor Kriegsausbruch vom Auslande geliefert worden sind, in Zukunft herzustellen und zu liefern, so ist dem Bayerlande ein neues, weites, großes Arbeitsfeld erschlossen und dem Reiche höhere Sicherheit und Unabhängigkeit gegeben. Das ist um so wichtiger, als durch Ereignisse auch die Ausbeutung größerer Kohlenreviere stillgelegt werden kann.

Werden aber bayerische Wasserkräfte bei der Gründung neuer Industrien zur Unabhängigmachung des Reiches nicht herangezogen, so besteht Gefahr, daß Bayern industriell noch weiter zurückgeht. So entstanden bereits bei Bitterfeld für Herstellung von Rohprodukten Dampfkraftanlagen mit mehreren hunderttausend PS Leistung, Werke etwa zehnmal so groß, wie die vielbesprochene Walchensee-Wasserkraftanlage. Andere neue Großkraftwerke in Nord-Deutschland sind im Bau, während in Bayern jede Entwicklung ruht.



III. Die Entwicklung einheimischer und ausländischer Wasserkraftausnützung.

Deutschland ist das Land der Dampfkraft und hat als solches die Ausnützung seiner Wasserkräfte vernachlässigt und vielleicht eine Zeitlang vernachlässigen können. Während seine Wasserkräfte meistens im flachen Niederdruckgefälle liegen, deren Ausnützung für die Großindustrie bisher unwirtschaftlich erschien, gibt es im Auslande die zahlreichen berühmten Stromschnellen und Wasserfälle, Niederschlagsgebiete, die in ungeheuren See-
flächen ihre Sammelstelle



Abb. 3. Der Jmatra, Beispiel für nordische Niederdruckgefällstrecken mit gewaltigen Wasserkraften.

finden und Verhältnisse, welche früher als bei uns eine überlegene Wasserkraftausnützung möglich gemacht haben. Die Abbildungen 3 und 4 stellen einen Vergleich dar zwischen ausländischen Stromschnellen und Wasserfällen mit hohem Gefälle auf kurze Strecken einerseits und einheimischen flachen Flußstrecken mit kleinem Gefälle auf lange Strecken andererseits. Für Deutschland kommt noch erschwerend dazu, daß die Großindustrie im Norden und Westen und die Wasserkräfte aber in der Hauptsache im Süden liegen und daß die Wasserrechtsgenehmigungs-Verfahren lange Zeit

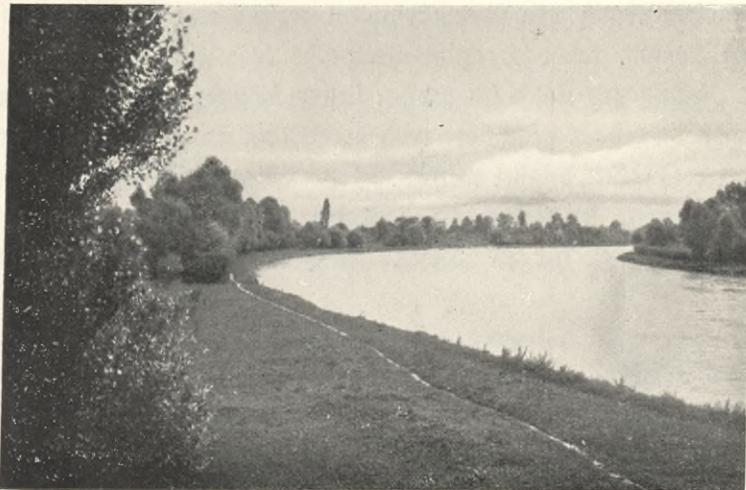


Abb. 4. Flache Gefällsstrecke der Jiar, Musterbeispiel für bayerische Niederdruckgefälle.

und die Nordischen Länder, wie Schweden 900 000 PS und Norwegen 600 000 PS in den letzten Jahren gewonnen haben. Deutschland ist mit allen Neuanlagen an Wasserkraften in den letzten 10 Jahren kaum auf 100 000 PS gekommen. Die führenden deutschen Turbinenbauunternehmen zählen zusammen in ihren Angaben über die Lieferung von Wasserturbinen nahezu 7 Millionen PS auf, von denen nur wenig mehr als der fünfzigste Teil auf Deutschland entfallen dürfte.

Die Wasserkraftausnutzung ist in der Hauptsache von kohlenarmen Ländern in den letzten Jahren stark entwickelt worden, während kohlenreiche Länder zurückgeblieben sind. Nur Amerika hat eine Ausnahme gemacht; es hat fast gleichzeitig Kohle und Wasserkraft in den Dienst der Industrie gestellt und damit eine Ueberlegenheit auf dem Gebiete der Kraftlieferung gewonnen, die in absehbarer Zeit nicht eingeholt werden kann. Die frühzeitige, unter vielfach sehr günstigen Verhältnissen und mit verhältnismäßig noch billigen Arbeitslöhnen möglich gewesene Erschließung zahlreicher Wasserkraften des Auslandes haben deren Ruf der Billigkeit und Wirtschaftlichkeit begründet. Heute liegen die Verhältnisse im Auslande aber auch wesentlich anders. Vorkäufer verteuern den Erwerb großer Wasserfälle und die Arbeitslöhne den Ausbau. Die von den Erzeugungsstätten der Wasserkraften in abgelegenen Tälern des Nordens erforderlichen höheren Frachtpesen spielen bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung eine große Rolle. Mit der Entwicklung der Industrie hält dort die Entwicklung der Landwirtschaft nicht immer gleichen Schritt. Die Folge ist eine Vertueuerung der Lebensbedingungen, die auf die Wettbewerbsfähigkeit dieser Betriebsstätten drückt. So ist der Ruf der Billigkeit der ausländischen Wasserkraften, der in der Literatur zu den unglaublichsten Schlüssen geführt, heute nicht mehr begründet, sondern nur mehr ein scheinbarer und für die wirtschaftliche Wasserkrafterschließung im Inlande ist wieder die Zeit gekommen.



IV. Die Wettbewerbsfähigkeit der Niederdruckwasserkraften in Bayern.

Bei der Selbstversorgung des Deutschen Reiches mit den bisherigen Einfuhrprodukten wird ein Wettbewerb zwischen Dampfkraft und Wasserkraft entstehen mit dem Unterschiede gegen früher, daß ausländische Wasserkraften hierbei ausscheiden werden.

Wenn daher neue Industrien, die an erst auszubauende Wasserkraften anzuschließen sind, mit bereits bestehenden und zukünftig zu errichtenden Dampfkraftanlagen wettbewerbsfähig bleiben sollen, so müssen sie wesentlich billiger arbeiten als diese.

Es ist bekannt, daß die mit Dampf unter Anwendung von Braunkohle im großen erzeugte Kraft auf 0,8 Pfennig für die KWh und weniger zu stehen kommt, während andererseits große Kokereien und Werke, die mit Abfallkohle arbeiten, die Kraft um etwa 1 Pfennig pro KWh im großen liefern können. Diesen billigen Kraftquellen im Norden kommt den Wasserkraftanlagen im Süden gegenüber noch zugute, daß sie dem Absatzgebiet näher liegen, so daß ihre Erzeugnisse mit geringeren Frachtpfeifen belastet werden.

Nun hat man bisher jene süddeutschen Wasserkräfte, deren Ausbau für 1 PS etwa 600 Mark erfordert hat, zu den normalen Anlagen gerechnet. Die Gestehungskosten der elektrischen Kraft aus solchen Wasserkraften stellen sich etwa wie folgt:

5 % Zinsen aus 600 Mark	=	Mk. 30.—
0,7 % Tilgung der Anlagekosten zu ca. 600 Mark	=	„ 4.20
1 % Abschreibung auf Bauwerke und Anlagen mit 320 Mark	=	„ 3.20
10 % Abschreibung auf Maschinen und Apparate zu 180 Mark	=	„ 18.—
Kosten der Uebertragung der Kraft aus den einzelnen Werken	=	„ 10.—
Betrieb, Bedienung, Versicherung und dergleichen	=	„ 3.40
Staatsgebühr für 1 PS und Jahr	=	„ 1.20

Summa: Mk. 70.—

für 1 PS, oder 100 Mark für 1 KW-Jahr. Bei Ausnützung dieser Kraft mit 8000 Betriebsstunden jährlich stellt sich daher die KWh auf 1,25 Pfennig gegen 0,8 Pfennig bei Dampfbetrieb mit Braunkohlenfeuerung. Ein Preis von 600 Mark für die in Wasserkraften ausgebaute PS im Jahresdurchschnitt gerechnet galt bisher als ein mäßiger und die großen Sammelarbeiten des Norwegischen Wasserwirtschaftsverbandes beweisen, daß dies ein Durchschnittsbetrag der früheren Jahre für Mitteleuropa gewesen ist. Infolge Steigerung der Löhne und der Preise für die Materialien wachsen aber die Gestehungskosten der Wasserkraftanlagen. Bei privaten Werken kommt dann noch eine stärkere Abschreibung des Anlagekapitals dazu, weil nach Jahrzehnten diese dem Staat ohne Gegenleistung anheim fallen sollen.

Es steigen andererseits zwar ständig auch die Preise der Kohlen und der sonstigen Betriebsstoffe für Dampfanlagen. Allein die Statistik lehrt, daß die Fortschritte auf dem Gebiete der Technik trotz der steigenden Löhne und der steigenden Kohlenpreise ein ständiges Sinken der Betriebskosten moderner Dampfanlagen mit sich bringen. Es besteht kein Grund anzunehmen, daß ein weiteres Sinken in der Zukunft ausgeschlossen sein soll. Der Dampfkraft kommt dann noch zugute, daß deren Anlagen mit verhältnismäßig geringem Kapitalsaufwand ohne weiteres und in kurzer Zeit errichtet werden können, während der Ausbau der Wasserkräfte lange Verhandlungen und großen Kapitalsaufwand erfordert. Die Dampfkraft kann der Menge der abzusetzenden Erzeugnisse angepaßt arbeiten, bei der Wasserkraft ist dies weniger der Fall. Bei dieser muß sich die Erzeugung der vorhandenen Kraft anpassen ohne Rücksicht auf die jeweiligen Absatzverhältnisse. Aus all dem geht hervor, daß die Dampfanlagen den Niederdruckwasserkraften überlegen sein würden, wenn für deren Erschließung 500 oder 600 Mark für 1 PS angelegt werden müssen. Tatsächlich und wohl deshalb auch haben sich früher jene Industrien, die Hauptabnehmer für große Wasserkräfte sind vorzugsweise im Auslande angesiedelt und in neuester Zeit der Braunkohle den Vorzug gegeben. Rohstoff-Industrien können eben für die Kraft nur bestimmte Preise anlegen, weil der Kraftverbrauch ein sehr großer ist, während andererseits die Preise für die Erzeugnisse beschränkt sind.

Als Beispiel für die Abhängigkeit der Rohstoffherstellung von den Preisen der Kraft soll der Einfluß der Stromkosten auf die zur Herstellung von Pulver und Sprengstoffen unentbehrliche Salpetersäure sowie auf das Aluminium angeführt werden.

Kostet die KWh aus Wasserkraften $\frac{1}{4}$ Pfennig wie in Norwegen, so stellt sich der Preis des elektrischen Stromes zur Bildung einer Tonne Salpetersäure auf etwa 34 Mark, bei einem Strompreis von 1 Pfennig aus großen Dampfzentralen auf 140 Mark, und bei einem Strompreis von 2 Pfennig pro KWh, wie er für unsere im Süden ausgebauten teureren Wasserkräfte in Frage käme, auf 280 Mark bezw. 80, 270 und 540 Mark bei Aluminium.

Aus den angeführten Gesichtspunkten heraus hat sich auch in vielen Kreisen die Meinung gebildet, daß für die Erzeugung von Rohstoffen geeignete Kraftquellen in Deutschland nur, wenn überhaupt, in dem Gebiete der Kohle, insbesondere der Braunkohle und im Auslande in den Gegenden der Wasserkräfte mit großen Wassermengen oder hohem Gefälle zu finden seien. Die Werke, die entstanden sind und heute noch entstehen, beweisen, daß es nicht allein mit dieser theoretischen Meinung seine Bewenden hat, sondern daß man ihr auch in der Praxis Rechnung trägt. Als ein durchschlagendes Beispiel sei hier die Tatsache angeführt, daß neue Werke der Stickstoffindustrie in letzter Zeit nicht mehr an bestehende Anlagen mit Wasserkraft angegliedert worden sind, obwohl die R. B. Staatsregierung dazu die günstigste Flußstrecke der Alz zur Verfügung gestellt hat, sondern an Dampfkraftwerke mit Braunkohlenbetrieb im Norden, wo jährlich 500 Millionen KWh, zu 1 Pfennig das KWh berechnet, geliefert werden. Mit diesem Vorgehen wird die obige Auffassung, daß Dampfkraft im Norden der Wasserkraft im Süden im allgemeinen und bei Abwägung aller Verhältnisse vorzuziehen gewesen ist, bestätigt.

Würde es dabei sein Bewenden haben, so müßte Bayern die Rohstoffversorgung des Deutschen Reiches restlos dem industriellen Norden überlassen.



V. Die Erschließung der Niederdruckwasserkräfte nach den Grundsätzen der größten Wirtschaftlichkeit und des geringsten Massenaufwandes.

Die Ursache der Verteuerung der Niederdruckwasserkräfte überhaupt und in Bayern im besonderen ist in der Hauptsache zu suchen

1. in der Art und Weise des bisherigen Ausbaues,
2. in der üblichen geringen Gefällsausbeute,
3. in der Wahl und Aufstellung zahlreicher kleiner Maschineneinheiten zur Krafterzeugung,
4. in der Außerachtlassung der Grundsätze des Mindestaufwandes bei der Aufteilung der Flußstrecken und
5. in den Sonderinteressen, die einzelne Flußstrecken ohne Rücksicht auf ober- und unterhalb liegende Gebiete nur nach dem gegebenen Bedürfnis herauschneiden.

Um nun die bayerischen Niederdruckwasserkräfte mehr als bisher und leistungsfähig für die Zwecke der Landesversorgung und für die Rohstoffindustrie brauchbar zu machen, muß bei der Erschließung die Ursache der Verteuerung vermieden und diese nach den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit so durchgeführt werden, daß die größte Gefällsausbeute mit dem kleinsten Massenaufwand erzwungen wird.

Es kann nicht im Rahmen dieser Abhandlung liegen, die erwähnten Grundsätze eingehend zu erörtern; sie muß sich vielmehr darauf beschränken, diese der Hauptsache und der Reihenfolge nach kurz zu kennzeichnen:¹⁾

1. Es war bisher üblich, für 1 oder 2 größere Werke einer Wasserkraftanlage ein eigenes Stauwehr zu erbauen. Kostet nun ein solches Stauwehr beispielsweise in runder Summe 1 Million Mark und sind an dasselbe 4000 PS angeschlossen, so trifft auf die ausgebaute PS für das Stauwehr allein ein Preis von 250 Mk. Werden die Werke jedoch so errichtet, daß man an ein und dasselbe Stau-

¹⁾ Näheres findet sich in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen von Geheimrat Professor Joffe, Berlin, Jahrgang 1914 und 1915, Zeitschrift der Oesterreichischen Wasserwirtschaft, Jahrgang 1913 und 1914, Zeitschrift L'Elettricista von Professor Angelo Banti, Rom, Jahrgang 1914, Monatsblätter des Berliner Bezirksvereins Deutscher Ingenieure, Jahrgang 1915.

mehr nicht 4000 PS, sondern vielleicht 40 000 PS anschließen kann, so sinkt der Staumwehranteil für 1 PS von 250 Mark auf 25 Mark, auf einen Satz, der auch noch der Großindustrie Vorteile bietet.

- Nach den Grundsätzen der Ingenieurwissenschaft¹⁾ erhielten die seitlichen Kanäle für Niederdruckwasserkraftanlagen bisher ein Gefälle von 1 m auf 2000—3000 m Kanallänge. Dabei ergibt sich jedoch im Flachland eine äußerst ungünstige Ausbeute. Diese beträgt bei Flußgefällen von 1 m auf 1000 m Flußlänge, nur mehr 50—60 v. H., während starke Gebirgsgefälle von 3 m auf 1000 m damit mit 80—90 v. H. ausgenützt werden. Wenn man nun statt den bisher üblichen und gebräuchlichen Kanalwänden aus Erde oder Kies eine glatte Auskleidung mit Stampfbeton wählt, etwa in der Ausführung wie bei den Mzwerken, so entsteht infolge geringerer Reibung ein ganz erheblich kleinerer Gefällsverlust. Wie ein Lastfuhrwerk auf angeschüttetem Kiesboden nur mit großem Kraftaufwand,

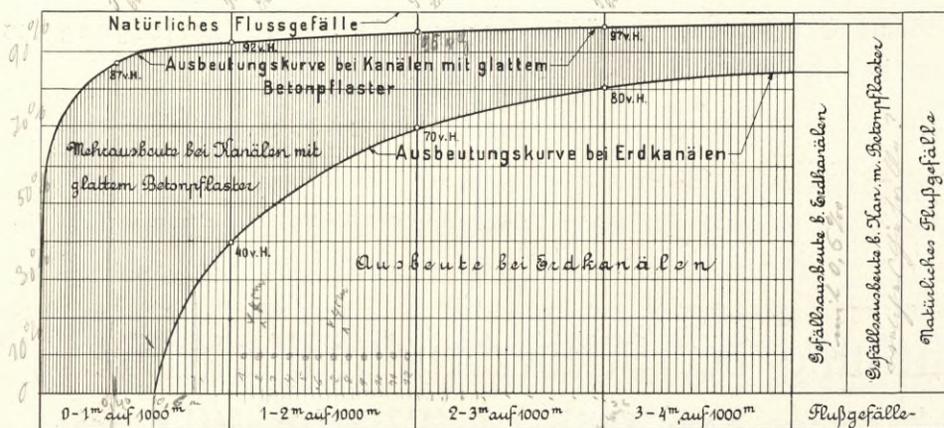


Abb. 5. Bildliche Darstellung der Gefällsausbeute bei Erd-¹⁾ und Betonkanälen.
¹⁾ Die Ausbeute bei Erdkanälen ist der Zeitschrift des Ver. Deutscher Ingenieure, 1904, Seite 1004, entnommen.

auf gepflasterten Straßen aber verhältnismäßig leicht zu bewegen ist, so bewegt sich auch das Wasser zwischen glatten Wänden mit wenig Gefällsaufwand, zwischen Erde und Kieswänden dagegen nur mit großen Gefällsverlusten. Der Unterschied zwischen rauhen und glatten Kanalböschungen ist für Flachlandgefälle und für Niederdruckwasserkraftanlagen von ausschlaggebender Bedeutung (Abb. 5). Bisher ergaben sich als nutzbare Gefälle an der unteren Isar 44 m²⁾, während bei Anwendung von glatten Kanälen solche von zuf. 83,4 m gewonnen werden. Entsprechend dem Gefällsgewinn steigt auch die Kraftleistung von 44 650 PS auf 84 000 PS. Der Bauaufwand für beide Ausführungsarten ist nahezu gleich. Ja, es ist nachzuweisen, daß Kanäle mit glatten Wänden infolge kleinerer Profile und höherer Wassergeschwindigkeit, kürzerer Bauwerke und geringerem Aufwand an verbauter Bodenfläche sogar billiger sind als die Erdkanäle. Werden daher mit dem gleichen Kostenaufwand 84 000 PS statt 44 650 PS gewonnen, so sinken die Kosten der Kanäle für 1 PS gerechnet auf die Hälfte.

- Ein Fortschritt von großer Tragweite für Niederdruckwasserkräfte ist dann die Einführung einer neuen Bauweise für die Wasserturbinenanlage³⁾ und die Ausbildung der Niederdruckturbine als Großkraftmaschine. Neben der Ersparung von 40—50 v. H. an verbautem Raum und an Kosten bei Krafthausanlagen ergibt sich dadurch eine Verbesserung und Vereinfachung

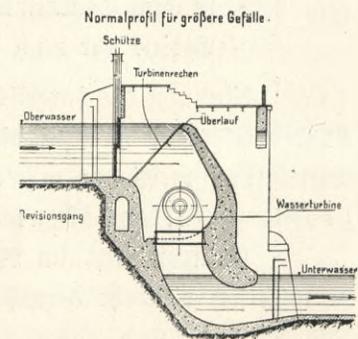


Abb. 6. Schnitt durch eine Wasserturbinenanlage (Bauart „Hallinger“).

¹⁾ „Hütte“, 20. Aufl., Abt. 1, ferner Handbuch der Ingenieurwissenschaft, 13. Bd. „Ausbau von Wasserkräften“ Seite 18. der staatl. Denkschrift über die Bayerischen Wasserkräfte vom Jahre 1907, und verschiedene andere technische Werke.

²⁾ Seite 261 der Denkschrift über die Bayerischen Wasserkräfte vom Jahre 1907.

³⁾ D. R. P. N. 272979 u. 275086, und in den meisten Ländern patentiert, auf der Baltischen Ausstellung in Malmö 1914 mit der Königlichen Medaille ausgezeichnet.

der Betriebs- und Bedienungsverhältnisse, bessere Lagerung, glatte Eisabführung und dergleichen.¹⁾ (Abb. 6 u. 7). Das Krafthaus des Uppenbornwerkes in alter Bauweise kostet 250 Mark für 1 PS. Bei der neuen Bauweise kommt 1 PS bei ähnlichen Verhältnissen mit gleichen Preisen auf 50 Mark zu stehen.

4. Werden bei der Erschließung von Niederdruckwasserkraftanlagen im Flachland die Kraftwerke in zu kleinen oder in zu großen Abständen von einander errichtet, so verteuert sich die Anlage. Bei der Anordnung der Kraftwerke in großen Abständen verteuern sich zunächst die Kosten der Kanäle, weil größere Gefälle entstehen, die eine höhere Anschüttung und eine tiefere Ausschachtung und daher bedeutende Mehraufwendungen an Erdarbeit erfordern. Andererseits entsteht bei kurzen Abständen ein kleinerer Aufwand für die Kanäle, dagegen eine größere Anzahl von Kraftwerken und die größere Zahl derselben verteuert naturgemäß die Gesamtkosten.

Vom Verfasser ist deshalb zur Ermittlung der günstigsten Verhältnisse ein

Verfahren eingeführt worden, mit welchem die geringsten Massenaufwendungen und daher die geringsten Gesehungskosten einer Pferdekraft bei verschiedenen Flußgefällen und Wassermengen ermittelt werden können. An Hand desselben ist es möglich, die Aufteilung flacher Flußstrecken nach wirtschaftlichen Grundsätzen so durchzuführen, daß der Ausbau der Wasserkräfte mit dem geringsten Massen- und Kostenaufwand erzwingen werden kann²⁾.

5. Wichtig ist dann ferner, wenn größere Flußstrecken nach den Wirtschaftlichkeitsgrundsätzen aufgeteilt werden, daß das von einer Hand großzügig besorgt wird und Sonderinteressen ausgeschaltet werden. Das Herausschneiden beliebiger Teile eines Flußgebietes für bestimmte Zwecke, um eine einzige möglichst günstige Anlage zu bekommen ohne Rücksicht auf weitere ober- und unterhalb liegende Wasserkräfte, muß aufgegeben werden.
6. Die vorstehend unter 1—5 aufgeführten Umstände, welche die Verteuerung der Niederdruckwasserkräfte bedingen, haben dazu geführt, Niederdruckgefälle auf Hochdruckanlagen zusammenzuziehen. Solche Hochdruckanlagen erhalten dann eine größere Anzahl von Maschineneinheiten und sie gleichen in ihrer Wirkungsweise Niederdruckstufen mit dem Unterschiede, daß ein Kraftwerk mit mehreren Maschinen, statt mehrere Kraftwerke mit je einer Maschine auf ein und dasselbe Arbeitsgebiet durch elektrische Kraftübertragung zusammengezogen wird. Der Preis stellt sich bei der Niederdruckanlage günstiger und zwar ist das Verhältnis der Stromkosten z. B. bei der unteren Mz wie 4:6.

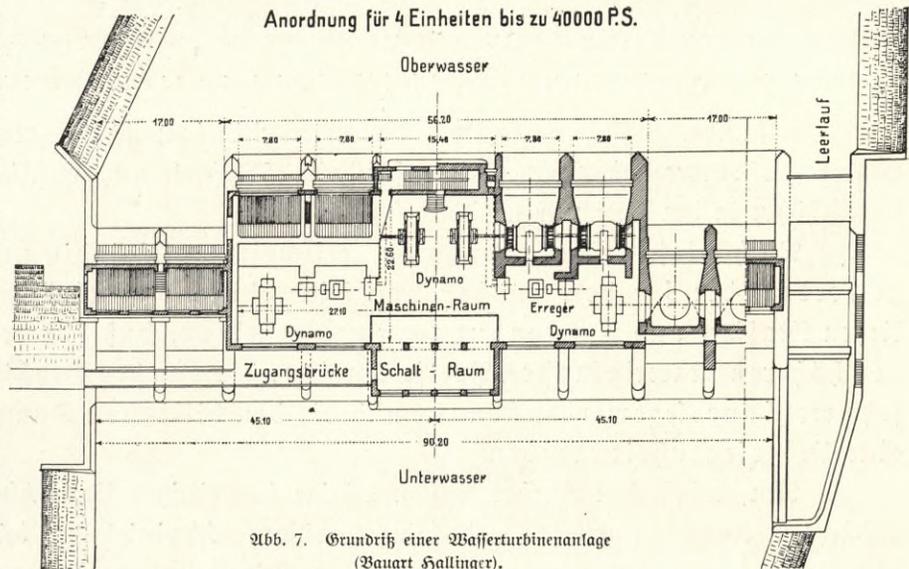


Abb. 7. Grundriß einer Wasserturbinenanlage (Bauart Hallinger).

¹⁾ Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen, Jahrgang 1914, Heft 26—28, ferner Hallinger „Aufstellung liegender Wasserturbinen“, Verlag von Jos. C. Huber, Dieffen vor München.

²⁾ Vortrag d. Verfassers im Berliner Bezirksverein Deutscher Ingenieure am 7. IV. 15, Monatsblätter Jahrgang 1915, Heft 6; Zeitschrift f. d. gesamte Turbinenwesen, Jahrgang 1915.

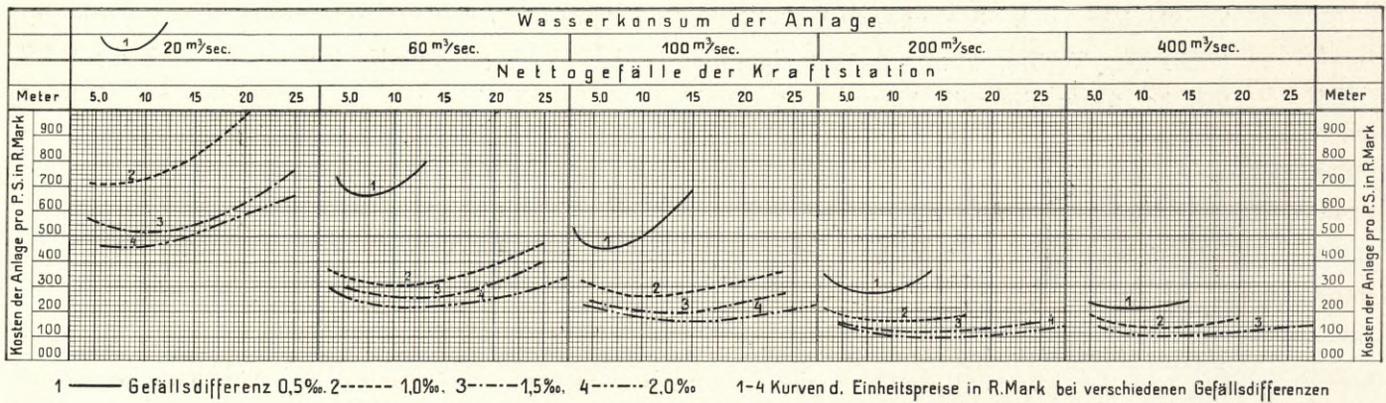


Abb. 8. Ergebnis einer graphischen Untersuchung der Kosten wirtschaftlicher Wasserkraftanlagen bei verschiedenen Gefällshöhen und Verhältnissen, wie sie an der Jar gegeben sind.

Auf Abb. 8 ist ein Ergebnis der unter Ziff. 4 erwähnten graphischen Erforschung des Mindestaufwandes für Niederdruckanlagen, bei verschiedenen Wassermengen, verschiedenen Flußgefällen und verschiedenen Gefällshöhen in den Kraftwerken niedergelegt.

Nach diesen eben erwähnten, teilweise vollständig neuen Grundsätzen ist es möglich geworden, die für den Ausbau von Niederdruckwasserkräften im flachen Gefälle erforderlichen Massen und Aufwendungen so zu mindern, daß sich trotz der gesteigerten Löhne und der höheren Materialkosten Preise ergeben, die von der Großindustrie zur Rohstoffherstellung sehr wohl angelegt werden können und die den billigsten Dampfkraftanlagen gegenüber noch eine Ueberlegenheit ergeben.

Neu entstehenden Werken darf man keine langwierigen Verhandlungen vorausgehen lassen, sowie keine drückenden Konzessionsauflagen und keine unnötigen Schwierigkeiten bei der Durchführung machen. Es ist vielmehr notwendig, daß Staat, Kommunen und Private Entgegenkommen zeigen, daß alle Beteiligten sich die Unterstützung solcher Wasserkraftausnützung angelegen sein lassen und auf Ueberforderungen im Interesse der Sache verzichten. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß es bisher an solchen gefehlt hat. Nein, wer Gelegenheit hatte, im ausländischen Norden in Ländern der Wasserkräfte und im deutschen Süden zu arbeiten, kann die Versicherung abgeben, daß in Bayern solche Verhandlungen entschieden billiger abgeschlossen werden können, als im Norden.¹⁾

Steigen in Zukunft die Löhne weiter und verteuern sich die Kosten für die Materialien wieder, so verschlechtern sich die Ausichten der noch nicht ausgebauten Niederdruckwasserkräfte gegenüber den Dampfanlagen neuerdings. Aus diesem Grunde muß vom wirtschaftlichen Standpunkte aus die baldige Erschließung und Verwertung einer größeren Anzahl an Wasserkräften im Interesse des Landes gefördert werden. Ihr weiteres Liegenlassen würde Bayern für lange Zeit in dieser Richtung für Rohstoffherzeugung ausschalten und es in der Folge seiner von der Natur gegebenen Vorzüge berauben.



VI. Die großen Niederdruckwasserkräfte in Südbayern, deren Ausnützung und Verwendung.

Wird die Gefällsausbeute der Flachlandflußstrecken von 50 auf 90 v. H. oder etwas darüber gehoben, so ergeben sich für Bayern Leistungen aus den Niederdruckwasserkräften, welche die bisher berechneten Ziffern um ein Mehrfaches übersteigen.

¹⁾ Vom Verfasser stammen die Alzwerke, ferner verschiedene Entwürfe für große, ausländische, norwegische, finnländische und russische Wasserkraftanlagen, so auch die für das Saimawerk mit 360 000 PS zur Versorgung von St. Petersburg und Umgebung, dann dessen erfolgreiche Verteidigung vor dem Finnischen Senat und dem Kaiserl. Russischen Ministerrat gegenüber Wettbewerbern aus verschiedenen Ländern.

Jene Wasserkräfte, die sich nach den aufgestellten Grundsätzen und nach den Untersuchungen des Verfassers zur Rohstoffherstellung, für Großindustrie und insbesondere für elektro-chemische Zwecke eignen, sind in der folgenden Zahlentafel 10, nach Flußstrecken geordnet, aufgezählt und im Übersichtsplan (Abb. 11) bezeichnet. Die Gefällshöhen und Wassermengen dabei (Spalte 3 und 4) sind den letzten Arbeiten des R. V. Hydrotechnischen Büros entnommen; das Nutzgefälle ist für höchste Gefällsausbeute berechnet. Als Nutzwasser ist jene Menge angenommen, welche im Jahresdurchschnitt an 300 Tagen vorhanden war.

Für die Berechnung der Kraftleistung (Spalte 6) ist die Leistung der Turbinen mit 76 v. H. und jene für die elektrischen Maschinen mit 92 v. H. angenommen.

Der Berechnung der Erschließungskosten (Spalte 8a) wurden Preise zugrunde gelegt, welche in Bayern üblich und bei der Errichtung des Uppenbornwerkes der Stadt München und bei den Alzwerken der Bayerischen Stickstoffwerke A.-G. im allgemeinen bezahlt worden sind.

Der Hauptfache nach kommen folgende Zahlen in Frage:

1. Für Grundstückseinkauf:		Glatter Zementputz für 1 m ²	2,00 bis 3,00 Mk.
Oedungen und Auen 300—500 Mk. für 1 Tagw.		Eisenbeton 1:2:3 für Tiefbauten	50,00 "
Waldungen (abgeholzt) 500—800 " " 1 "		desgleichen für Hochbauten 1 m ³	70,00 "
Wiesen und Ackerland 800—1400 " " 1 "		Spundwände 0,14 m stark,	
2. Für Bauarbeiten:		4,5 m lang, 1 lfd. m	120 bis 140 "
Erdarbeiten über Wasser,		Wasserhaltung für 1 m ² Fläche	20 bis 40 "
Schachtung, Transport und		3. Maschinen mit großen Leistungen:	
Einbauen, Hand- und Bager-		Rechen und Schützen für 1 kg	0,30 bis 0,40 "
betrieb für 1 m ³	1,00 bis 1,20 Mk.	Turbinen mit Zubehör auf	
desgleichen im Wasser	2,00 bis 3,00 "	1 PS 12—20 Mk., für 1 kg	0,80 bis 1,20 "
Stampfbeton 1:4:8 1 m ³	20,00 "	Dynamo und Apparate auf	
Stampfbeton 1:3:6 1 m ³	22,00 "	1 PS 10—15 Mk., für 1 kg	1,00 bis 1,50 "
Beton ohne Schalung 1:3 ¹ / ₂ :7 1 m ³	17,00 "		

Die Berechnung der Kraftkosten für 1 KW Jahr bzw. 1 KWh (Spalte 8b u. 8c der Tafel 10) setzt sich aus folgenden Werten zusammen:

a) Verzinsung der Anlagekosten	5,00 v. H.
b) Tilgung derselben	0,80 v. H.
c) Unterhalt und Abschreibung der Bauanlagen gleich den Erfahrungen bei der Alz	0,4 bis 1,00 v. H.
d) Desgleichen auf die Maschinen und Apparate	8—10 v. H.
e) Als Staatsgebühr für 1 PS	1,00 Mk.
f) Für Bedienung, Versicherung und für Verschiedenes für 1 PS	1,00 bis 5,00 "

Wichtig für die Berechnung der Unterhaltungskosten der Werke ist dann, daß die seitlichen Kanäle außerhalb dem Hochwassergebiet der ausgenützten Flußstrecke liegen. Deshalb erfordern auch jene Kanäle an der Alz (Abb. 9) nur einen Unterhaltungsaufwand von 20 Mark für einen Kilometer und Jahr oder 0,2 v. H. Auf Maschinen und Apparate, die mit 8 v. H. abgeschrieben werden müssen, entfallen bei Niederdruckwerken im Gegensatz zu den Hochdruckanlagen meistens nur $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{10}$ des Gesamtaufwandes, wodurch die Jahreskosten der Kraft sehr beeinflusst werden. Es ist daher nicht richtig, die Wirtschaftlichkeit einer Wasserkraft, abgesehen von Lage und Verhältnissen, nur nach den Kosten einer PS zu beurteilen, denn wenn bei Niederdruckwerken die Kanäle weitab vom Überschwemmungsgebiet liegen und betoniert sind, so ist nach den Erfahrungen bei der Alz der Unterhaltungs- und Abschreibungsaufwand sehr gering. Bei den Hochdruckanlagen ist anstelle des langen Kanales der Niederdruckwerke vielfach mit größerem Kostenaufwand das Wasserschloß, die Rohrleitung, die Ausrüstung und die Schieberanlage mit 5—8 v. H. abzuschreiben. Kommt hiefür der Betrag von 100 Mark in Frage, so beträgt der Abschreibungs- und Unterhaltungsaufwand jährlich für 1 PS 5—6 Mark, bei den Niederdruckwerken aber 0,20 Mark.



Abb. 9. Teilstrecke vom Alzkanal mit glatt betonierten Wänden.

Es ist notwendig darauf hinzuweisen, um die Preise der Kraft aus den Niederdruckwerken richtig beurteilen zu können. Zur richtigen Bewertung der Anlagekosten soll dann außerdem noch folgendes Rechnungsbeispiel beitragen:

Die Stadt München hat in den Jahren 1905—1907 bei Moosburg das Appenbornwerk mit einem Kostenaufwand von 3,5 Millionen Mark für 5400 PS Leistung gebaut. Das Werk besteht aus einem Stauwehr, aus Ober- und Unterwasserkanal und dem Kraftwerk und hat sich bewährt.

14 Kraftwerke gleicher Art weiter isarabwärts und dem Fluß entlang errichtet, würden die ganze Strecke bis zur Donau ausnützen und einen Kostenaufwand erfordern von $14 \times 3\,500\,000 = \text{Mk. } 48\,000\,000.—$

Erfolgt der Ausbau aber nach den Grundsätzen des geringsten Massenaufwandes, so werden nur 2 Stauwehre und 6—7 Krafthäuser erforderlich. Es werden daher erspart:

12 Stauwehre à 1 042 000 = Mk. 12 504 000.—

7 Krafthäuser à 1 400 000 = „ 9 800 000.— Mk. 23 304 000.—

Insgesamt: Mk. 25 696 000.—

und für den Ausbau mit 80—90 000 PS ergibt sich daher nicht ein Aufwand von 48 000 000 Mark,

sondern ein solcher von rund

22 000 000 Mark,

der infolge höherer Preise auf etwa 28 000 000 Mark anzusetzen ist.

Der Preis einer PS beträgt beim Appenbornwerk 650 Mark und bei der vorgeschlagenen Erschließungsart bei gleichen Preisen unter 300 Mark.

Ist es beim Ausbau der Wasserkräfte auch nicht immer möglich, lange Flußstrecken auf einmal zu verwerten, so begegnet wenigstens die Aufteilung derselben nach großen Gesichtspunkten keinen Schwierigkeiten. Die Preise der Zahlentafel 10 können daher auch für kleinere Strecken dienen und erfordern im ungünstigsten Falle für das Stauwehr und für die Wiedereinführung in das Flußbett einen Zuschlag, wenn der Ausbau in langen Strecken nicht möglich ist.

Diese enthält dann nur die größeren der nicht ausgebauten Niederdruckwasserkräfte in Südbayern und erschöpft die Zahl derselben daher keineswegs. Sowohl im Süden als im Norden Bayerns liegen besonders in den kleineren Gewässern sehr brauchbare und wirtschaftliche Wasserkräfte, deren Aufzählung weit über den Rahmen dieser Schrift hinausgehen würde.¹⁾

¹⁾ Weitere Aufschlüsse darüber gibt die staatliche Denkschrift über die Bayerischen Wasserkräfte vom Jahre 1907.

Aus der Tafel 10 ergeben sich rund 1 020 000 PS an größeren Niederdruckwasserkraften in Südbayern allein, gegenüber 200 000 PS nach den Gesichtspunkten des alten Ausbaues im gleichen Gebiet. (Staatliche Denkschrift vom Jahre 1907). Die Anwendung der Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und des geringsten Massenaufwandes ist ausschlaggebend für die Verwertbarkeit des größten Teiles der aufgezählten Wasserkraften.

Die nunmehr nachgewiesene, weitaus größere Leistung erfordert auf wirtschaftlichem Gebiete und bei der zukünftigen Verteilung der Industrie für die Rohstoffversorgung größere Beachtung, als bisher.

Für die Überlandversorgung und für die Zwecke der Bayerischen Staatsbahnen sind zunächst neben einigen Niederdruckanlagen Spitzenwerke erforderlich, wie das Saalachwerk, das Leizachwerk, das Walchenseewerk, zu denen später eine Gefällsstufe aus dem Starnbergersee zur Isar unter Ausnützung des Wassers aus dem Walchenseewerk und die Loisach-Stauanlage kommen wird. Rechnet man zur Ergänzung derselben aus den Niederdruckwasserkraften rund 120 000 PS, so verbleiben für die Groß-Industrie noch 900 000 PS, aus denen als abfezbar 5 Milliarden KWh in Rechnung zu stellen sind. Die Bedeutung dieser Wasserkraften, wenn sie einstens ausgenützt sind, ergibt sich aus dem Vergleich mit Kohle. Zur Erzeugung der 1 020 000 PS müßten täglich rund 1800 Waggons Steinkohle mit 18 000 Tonnen im Werte von jährlich rund 150 000 000 Mark verfeuert werden.

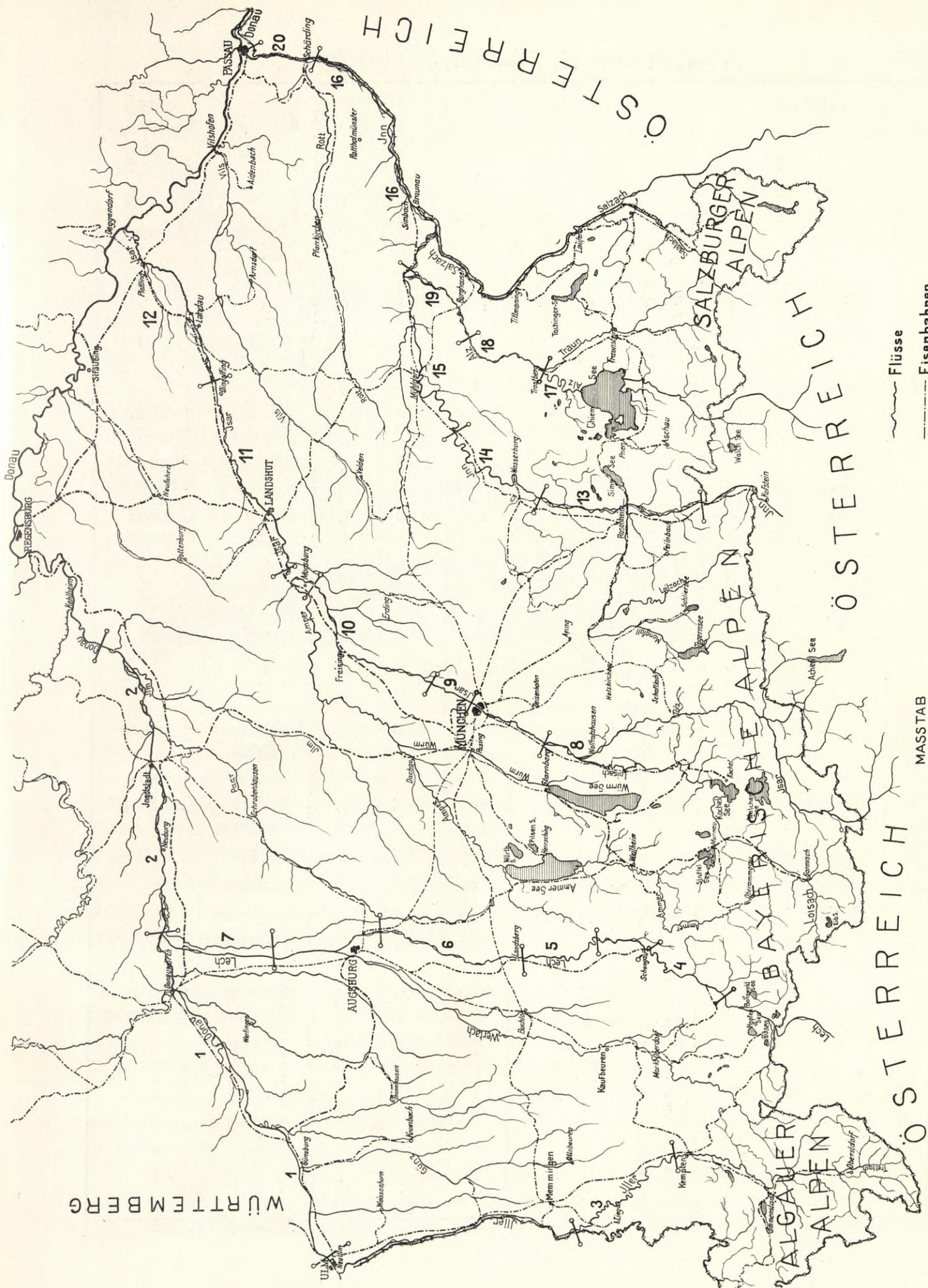
Für die Verwendung dieser Kraftmengen kommen verschiedene Industrien in Frage. Solche sind mit Arbeitsweise und Kraftverbrauch in der folgenden Zahlentafel 12 auf S. 20 aufgezählt.

Die größeren Niederdruckwasserkraften Südbayerns, insbesondere jene unter Ziff. 1, 2, 7, 12, 14, 15, 16, 19 und 20 der Tafel 10 stehen unmittelbar mit der großen Schifffahrtsstraße, der Donau, in Verbindung. Ihr Absatzgebiet ist daher nicht auf Bayern und Deutschland beschränkt, sondern kann auf Österreich und die Balkanländer ausgedehnt werden.

Der Preis des elektrischen Stromes aus den aufgezählten Wasserkraften erlaubt seine Anwendung für fast alle Arbeitsgebiete, insbesondere auch für die Herstellung von Salpeter nach norwegischem Verfahren. Dies ist um so wichtiger, als Deutschland zwar umfangreiche Werke zur Herstellung von Kalkstickstoff und schwefelsaurem Ammoniak besitzt, nicht aber auch solche für Salpeter, so daß die Landwirtschaft, die Salpeter nicht entbehren kann und entbehren wird, diesen später wieder aus Chile einführt, wenn in Deutschland nicht große Salpeterwerke geschaffen werden.



1 Nr. d. Strecke	2 Bezeichnung der Flußstrecken		3 Flußgefälle		4 Wassermenge auf die Dauer von 300 Tagen m ³ /sek.	5 Ausfälle in m	6 Kraftleistung an 300 Tag. im Durchschnitt PS	7 Leistung auf 1 m Flußlänge PS	8 Kraftkosten ab Werk			9 Art und Weise des Ausbaues	10 Der Kraftstufen		Bemerkungen
			a länge km	b m					a für die ausgebaute PS	b Jahr. kilowatt	c der kWh b. 8200 Stund.		a Einzelleistung PS	b Gefäll m	
1	Donau von Ulm bis Magheim		90,0	75,0	116,00	68,0	80 000	0,90	400,00	42,00	0,51	Settliche Kanäle	10—15000	b. 10,0 m	Schiffahrtsweg
2	Donau von Magheim bis Abendsmündung		62,0	43,0	240,00	40,0	105 000	1,50	300,00	34,00	0,40	"	15—20000	"	"
3	Iller von Kempten bis Illerbeuren		44,0	68,0	28,00	60,0	17 000	0,40	500,00	56,00	0,68	"	"	"	"
4	Lech von Lechbruck bis Schongau		21,0	48,6	50,00	46,0	23 400	1,10	540,00	62,00	0,76	"	23000	46,0 m	"
5	Lech oberhalb Landsberg		25,0	58,0	70,00	52,0	37 000	1,50	400,00	42,00	0,52	"	10—12000	b. 17,0 m	"
6	Lech zwischen Landsberg und Augsburg		22,0	50,0	75,00	48,0	36 400	1,70	250,00	28,00	0,34	"	10—13000	b. 15,0 m	"
7	Reißtrecke des Lechflusses bis zur Donau		20,0	36,0	100,00	35,0	35 400	1,70	240,00	27,00	0,33	"	10—15000	b. 14,0 m	"
8	Isar zwischen Wolfstratshausen u. Mühlthal		15,0	28,0	50,00	26,0	13 400	0,90	400,00	42,00	0,52	"	6—7000	b. 13,0 m	"
9	Isar zwischen München und Ismaning		8,0	15,0	60,00	14,0	8 500	1,00	420,00	45,00	0,54	"	8500	b. 14,0 m	"
10	Isar von Ismaning bis Moosburg		42,0	70,0	80,00	64,0	52 000	1,20	320,00	35,00	0,42	"	10—12000	b. 15,0 m	"
11	Isar von Bruckberg bis Gottfrieding		45,0	50,0	100,00	46,0	46 600	1,00	300,00	34,00	0,40	"	10—14000	b. 14,0 m	"
12	Isar von Gottfrieding bis zur Donau		42,0	42,0	120,00	37,0	45 000	1,10	300,00	34,00	0,40	"	12—16000	"	"
13	Inn von Reifach bis Altlil		45,0	39,0	150,00	36,0	54 800	1,20	320,00	35,00	0,42	"	10—15000	b. 10,0 m	"
14	Inn bei Wasserburg und Königswarth		42,0	15,0	240,00	14,0	34 000	2,50	500,00	58,00	0,70	Stauwerk	"	"	"
15	Inn von Jettenbach bis Markt		42,0	54,0	200,00	51,0	104 000	2,50	240,00	27,00	0,33	Settliche Kanäle	50—60000	b. 25,0 m	Grenzflußgebiet
16	Inn von Markt bis Schärding		60,0	43,0	420,00	40,0	170 200	2,60	220,00	24,00	0,30	"	50—60000	b. 14,0 m	"
17	Alz zwischen Truchtlaching und Altmarkt		14,0	26,0	50,00	24,0	12 200	0,90	360,00	38,00	0,46	"	12000	b. 24,0 m	"
18	Alz zwischen Tacherting und Margarethenberg		14,0	42,0	60,00	40,0	24 400	1,70	220,00	24,00	0,30	Settliche Kanäle im Alzstale	8—9000	b. 14,0 m	"
19	Alz von Margarethenberg bis zum Inn		32,0	58,0	62,00	55,00	35 600	1,00	300,00	35,00	0,47	Hochdruckanlage	"	"	"
20	Innrestrecke und Salzach		15,0 & 40,0	10,0 & 12,0	500,00 & 100,00	10,00 & 12,00	86 300		280,00	32,00	0,38	Stauwerke	20—50000	8—10 m	teilweise Grenzgebiet und Schiffahrtsweg



Flüsse
Eisenbahnen

1 | 20 Flußstrecken - Aufteilung

MASSTAB



Abb. 11. Übersichtsplan der Flußstrecken mit den großen Niederdruckwasserkraften in Südbayern

Arbeitsgebiete für Niederdruckwasserkräfte.

No.	Arbeitsgebiet und Erzeugnis	Stromverbrauch in KWh für die Einheit	Stromkosten für 1 Tonne			Ausgangs- material	Nächster Gewinnungs- ort in Bayern
			Preis der KWh in Pfennig				
			0,30	0,40	0,50		
			<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>		
1	Aluminium	1 kg Al = 27 KWh	81,0	108,0	135,0	Tonerde, Bauxit	Niederbayern
2	Chloralkali- elektrolyse	1 kg NaOH = 4 „	12,0	16,0	20,0	Kochsalz	Oberbayern
		1 kg KOH = 2,85 „	8,6	11,4	14,2		
3	Chlorat	1 kg KC10 ₃ = 8 „	24,0	32,0	40,0	Kochsalz bezw. Sole	„
4	Ferrosilicium	1 kg FeSi 50% = 6 KWh	18,0	24,0	30,0	Quarz, Eisenschrott	Niederbayern
5	Graphit	1 kg Graphit = 6 KWh	18,0	23,0	30,4	Kalk, Quarz und Kohle	Ober- und Niederbayern
6	Kalkstickstoff	1 kg N = 17,5 „ (oder 1000 kg N in Form von Kalkstick- stoff = 2 KW Jahre)	5,25	7,0	8,74	Kalk und Kohle	Oberpfalz Oberbayern
7	Kalksalpeter	1 kg Salpeter mit 13% N = 8,5 KWh (oder 1000 kg = 1 KW Jahr)	25,4	34,0	42,4	atm. Luft, Kalk	desgl.
8	Karbid	1 kg CaC ₂ = 4 KWh im Abfischbetrieb, (= 7 KWh im Block- betrieb)	12,0	16,0	20,0	Kalk und Kohle	desgl.
9	Karborundum	1 kg SiC = 8 KWh	24,0	32,0	40,0	Flußpat, Eisenschrott	Oberpfalz
10	Kupferraffination	1 kg Cu = 0,44 KWh	1,32	1,76	2,20	Kupfererz	
11	Luftstickstoff	1 kg N = 65 KWh	195,0	260,0	325,0	atm. Luft	
12	Natrium	1 kg Na = 8,5 KWh	25,5	34,0	42,5	Lehnatron	
13	Stahlraffination	1 kg Stahl = 1 KWh	3,0	4,0	5,0	Eisenschrott	
14	Roheisen	1 kg Roheisen = 2,5 KWh	7,5	10,0	12,5	Eisenerz	Oberfranken u. Oberpfalz
15	Wasserzerlegung	1 kg H = 12 m ³ = 100 KWh (oder 1000 kg N in Form von synthet. Ammoniak = 3 KWh aufgerundet)	300,0	400,0	500,0	Wasser	
16	Überlandversor- gung und Unter- stützung bestehen- der Industrien						

VII. Schlußwort.

Das Ergebnis der in dieser Abhandlung kurz beschriebenen Arbeit des Verfassers läßt sich wie folgt kennzeichnen:

- a) Infolge einer höheren Gefällsausbeute (0,9 v. H. statt 0,5 v. H. wie bisher) mehrt sich die Leistungsfähigkeit der Niederdruckwasserkräfte und insbesondere jene der bayerischen Flußgebiete ganz wesentlich und Flußstrecken, deren Ausnützung bisher nicht wirtschaftlich gewesen ist, ergeben noch sehr brauchbare Wasserkräfte.
- b) Durch die bessere Ausbeute der Gefälle bei Anwendung der Grundsätze des kleinsten Massenaufwandes sinken die Erschließungskosten, nach ausgebauter PS gerechnet, im allgemeinen auf die Hälfte, so daß die Wettbewerbsfähigkeit derselben eine weitaus günstigere wird.

Die in Süddeutschland und speziell in Bayern vorhandenen für die Groß-Industrie brauchbaren, billigen Niederdruckwasserkräfte sind in der Zahlentafel 13 zusammengestellt. Nach mittlerer Jahresleistung und mit einer Wasserführung, die an 300 Tagen des Jahres im Durchschnitt eines Jahrzehntes vorhanden war, gerechnet,

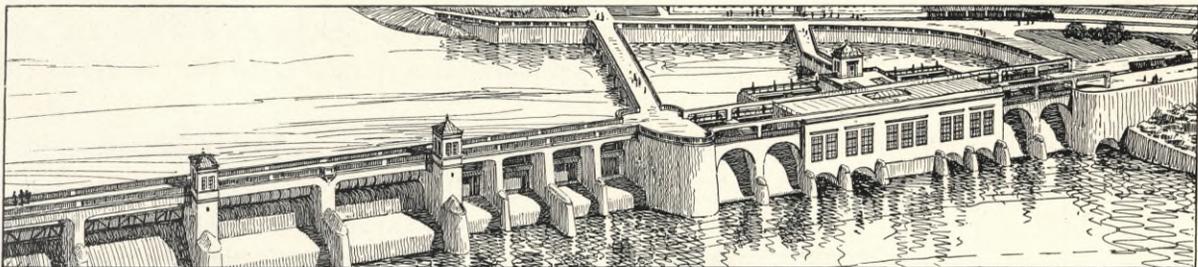


Abb. 14. Entwurf nach Bauart „Hallinger“ für das Niederdruckwerk Raanaasjøen am Glommenfluß (Norwegen) 50000 PS.

ergeben sich rund 1700000 PS. Von denselben liegen rund 1200000 PS an Großschiffahrtsstraßen. Bei rund 600000 PS stellt sich die Kraft auf 0,26—0,30 Pfennig für die KWh. Diese Kraft kann zu fast allen Zwecken und insbesondere auch zur Herstellung von Kalisalpeter (Ersatz für Chilesalpeter) verwendet werden, denn die Stromkosten stellen sich für eine Tonne nur um wenige Mark höher, als bei den norwegischen Werken am Rjukan. Diese Differenz spielt bei einem Verkaufspreis von 160 Mark für die Tonne keine Rolle; die wird übrigens bei den Verfrachtungskosten reichlich eingesparrt.

Alle jene Kreise, die sich damit abgefunden haben, daß in Deutschland billige Wasserkräfte nicht zu erschließen sind, müssen ihre Aufmerksamkeit wohl auch wieder jenen Verfahren zuwenden, die für Deutschland als bedeutungslos angesehen worden sind, während ausländische Betriebe damit und durch Benützung von Wasserkräften geradezu einen unglaublichen Aufschwung genommen haben.

Damit sind aber die in Deutschland vorhandenen, großen und verwertbaren Niederdruckwasserkräfte noch keineswegs aufgezählt, denn Gefälle herab bis auf 0,4 m auf 1000 m Flußlänge ergeben bei Wassermengen von mehreren hundert m³/sek. noch Kraftanlagen, deren Kosten zwischen 500 und 600 Mark für 1 PS schwanken, die aber in den Zahlen der Tafel 13 gar nicht mit eingerechnet worden sind.

Über die im vorstehenden allgemein beschriebenen Grundsätze urteilt Herr Prof. Dr. phil. Dr. ing. Rudolf Camerer an der Kgl. Bayer. Technischen Hochschule in München in einem Gutachten an den Verfasser vom 28. Januar 1916 unter anderem wie folgt:

„Daß es Ihnen in glänzender Weise gelungen ist, durch die Vereinigung Ihrer Krafthäuser mit den betonierten Kanälen die Ausbeute, sowie die Kosten der Niederdruckwasserkraftanlagen ganz ausnehmend günstiger zu gestalten, als es bis jetzt der Fall war, das ist umso höher zu bewerten, als ein

Zusammenstellung großer, süddeutscher Niederdruck-Wasserkräfte.

No.	Flußgebiet	Anzahl der Niederdruckwasserkräfte mit einem Preis von:			
		200	300	400	500
		für die ausgebaute betriebsfertige PS mit der Kraftleistung an 280—300 Tagen im Jahre.			
1	Württembergische Donaufstrecke			50 000	
2	Bayerische Donaufstrecke			185 000	
3	Bayerische Illerstrecke				17 000
4	Lechgebiet in Bayern	35 000	36 000	37 000	23 400
5	Isargebiet (ohne Walchenseewerk)		143 600	21 900	
6	Inngebiet in Bayern	274 000	141 100	165 100	45 600
7	Alzgebiet in Bayern	60 000	415 000	12 200	
8	Rhein zwischen Basel und Straßburg	500 000			
Einzelsumme:		869 000	320 700	306 100	86 000

überwiegender Teil der deutschen Wasserkräfte geringes Gefälle besitzt und als Deutschland bestrebt sein muß, soweit wie nur irgend möglich, mit den eigenen natürlichen Hilfsmitteln auszukommen. . . .

Die Hallinger-Anordnung zeigt neben manchen anderen Vorteilen eine für die Bedürfnisse unseres Klimas einzig dastehende Sparsamkeit bezüglich der bewegten Baumassen. . . .

Die hohe Anerkennung, die ich Ihren Verdiensten um die Ausnützung der Niederdruckwasserkräfte zolle und die, wie ich mit Vergnügen bemerkt habe, auch von anderen maßgebenden Fachgenossen geteilt wird. . . .“

Durch die Möglichkeit, die flachen Niederdruckwasserkräfte billig für die Groß-Industrie erschließen zu können, ist die Wasserkraftausnützung im allgemeinen in einen neuen Abschnitt getreten und der Kraft aus der Kohle der Vorrang wieder genommen. Es ist die Möglichkeit gegeben, Brennmaterial, insbesondere Kohle, die sich nach Jahrhunderten erschöpft, zu sparen.

Auf dem Gebiete einer neuen wirtschaftlichen Ausschließung und Verteilung der Wasserkräfte ist durch die Arbeiten des Verfassers jedoch erst ein Anfang gemacht. Es eignet sich nicht jede Industrie für ein und dieselbe Wasserkraft. Die Preise, die Entfernung der Rohmaterialien, die Lage des Absatzgebietes und die Arbeiterverhältnisse spielen bei der Ansiedlung und daher bei der Zuteilung der Wasserkräfte eine wichtige Rolle. Die eine Industrie kann mit Eisenbahntransport arbeiten, die andere verträgt nur Wasserfracht. Auch die Schwankungen der Wasserkräfte müssen sich in gewissem Sinne ergänzen. Dazu dienen während der Winterszeit die verschiedenen

Seeflächen und in trockenen Jahreszeiten die großen Wassermengen, welche die Gletscherflüsse (Inn und Rhein) liefern, die bekanntlich die fehlenden Wassermengen der Boralpenflüsse reichlich ersetzen.

Die Zuteilung der Wasserkräfte an ernste Interessenten soll dann rasch erfolgen. Sind erst langwierige Geländevermessungen, Plananferti- gungen und Verhandlungen erforderlich, so vergehen darüber gewöhn- lich Jahre. Inzwischen ändern sich die Verhältnisse, oder es tauchen neue Erfindungen auf, die zur Aufgabe des ursprünglichen Planes zwingen und die aufgewendete Arbeit wertlos machen. Aus diesen Andeutungen geht hervor, welch große und wichtige Aufgaben noch zu lösen sind, wenn Bayerns Wasserkräfte richtig verteilt, bald und wirtschaftlich verwertet werden sollen. Die Zahl derselben ist mit 1 500 000 PS nicht überschätzt. Von diesen sind erst 120 000 PS, also $\frac{1}{12}$ ausgenützt. Daß sich die Wasserkraftverwertung nicht mit der Zeit und so, wie es im Interesse des Landes gelegen wäre, entwickelt hat, wird niemand ernstlich bestreiten. Die Ursache dafür ist der Hauptsache nach in der wirtschaftlichen Lage der Niederdruckwasserkräfte zu suchen. Es war dann auch notwendig, der Wasserkraftausnützung im großen die Wildbachverbauung und Fluß- regulierung, die Regelung der verschiedenen Besitzverhältnisse vorausgehen zu lassen, Arbeiten, die heute in der Hauptsache in Bayern abge- schlossen sind.

Da in den meisten Fällen, ganz besonders aber bei den Nieder- druckgefällen mit den langen, in zahlreiche Verhältnisse einschneidenden Kanälen, die Verwertung von Wasserkraften nicht den Zeitaufwand verträgt, der für die Vorarbeiten und für das Verwaltungsverfahren notwendig ist, so ist es unerläßlich, daß dieselben durch den Staat oder durch Verbände möglichst erledigt, mindestens aber weiter als bisher, vorgearbeitet werden. Liegt stets eine Anzahl von genehmigten und baureifen Niederdruckwasserkraften zur Abgabe an ernste Interessenten bereit, so werden dem Staat und der Industrie bisher vergeblich geleistete Arbeiten und dem Lande neue Enttäuschungen erspart. Die Wasserkräfte, von denen so viel gesprochen und geschrieben wurde, werden schneller zur Arbeitsleistung herangezogen im Interesse des Landes und der Abnehmer.

Dazu einen Beitrag zu leisten, die Technik auf die Unwirtschaft- lichkeit der bisherigen Erschließungswege aufmerksam zu machen und neue Bahnen zu kennzeichnen, die der Zeit und den Wirtschaftsver- hältnissen Rechnung tragen, die deutsche Industrie und das deutsche Kapital von der Zahl und der Bedeutung der vorhandenen und erschließbaren Niederdruckwasserkräfte in Südbayern zu überzeugen, dem Besitzer der Wasserkräfte, dem Staat in der Förderung ihrer Verwertung zu dienen, um damit zur wirtschaftlichen Selbständigkeit des deutschen Vaterlandes beizutragen, war Absicht des Verfassers.

Mögen diese Anregungen weiteren Ausbau finden und mögen daraus unter Ludwig des Dritten weiser Regierung Werke des Friedens entstehen zum Besten des Landes und zum Segen des Volkes.

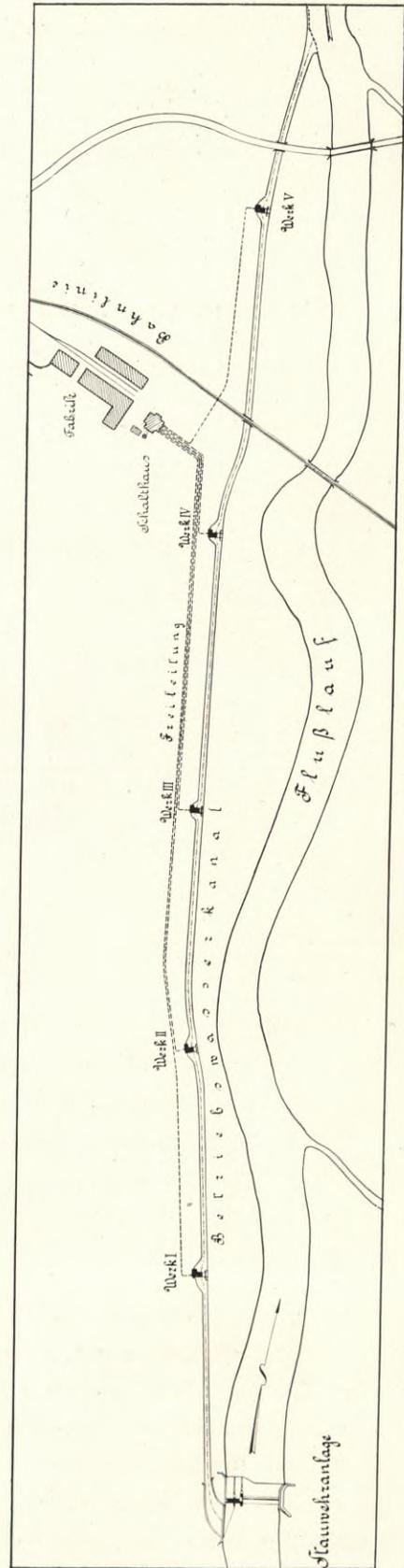


Abb. 15. Darstellung der Ausnützung eines Flusses mit Niederdruckmerkmalen.



Druck und Kartographie der
Graphischen Kunstanstalt Jos. C. Huber,
Dresden vor München.

Printed and Published by
Messrs. J. & J. G. G. G.
Printers, 101, Strand.

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

 33509
L. inw.

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305849