

Die Kosten der Wasserkraft und ihre Abhängigkeit von der Höhe des Arbeitslohnes

Von

Dr. Manuel Saitzew

Privatdozent für Nationalökonomie und Statistik
an der Universität Zürich

Rascher & Cie., Verlag, Zürich, 1919

937a.54

Vom gleichen Verfasser erschien im Verlage von Rascher & Cie.
im Sommer 1918:

Die Motorenstatistik

Ihre Methode und ihre Ergebnisse

Eine Studie aus dem Gebiete der internationalen Wirtschaftsstatistik

Grossoktav, VIII und 275 Seiten mit 75 z. T. doppelseitigen Tabellen

Preis: 15 Franken

I N H A L T:

1. Kapitel. Einleitung. Der Motor und seine Hauptarten.
2. Kapitel. Die Methode und die neuesten Ergebnisse der Motorenstatistik. I. Die in der Industrie verwendeten Motoren; II. Die dem Transport dienenden Motoren; III. Gegenüberstellung der Industrie- und Transportmotoren.
3. Kapitel. Der Motorenbestand in der Gegenwart und der Vergangenheit. Gliederung der Motoren nach der Energieerzeugungsart und ihre Verteilung auf die einzelnen Gewerbezweige. I. Belgien; II. Deutsches Reich; III. Frankreich; IV. Grossbritannien und Irland; V. Italien; VI. Oesterreich-Ungarn; VII. Russland; VIII. Schweiz; IX. Skandinavische Staaten (Dänemark, Norwegen, Schweden); X. Vereinigte Staaten von Nordamerika; XI. Die übrigen Staaten (Bulgarien, Finnland, Luxemburg, Niederlande, Rumänien, Serbien, Spanien, Brasilien, Kanada, Japan, Australische Konföderation, Neu-Seeland); Zusammenfassung.
4. Kapitel. Weitere Ergebnisse der Motorenstatistik. I. Motorenbetriebe und Betriebe überhaupt; II. Motorenstärke und Arbeiterzahl; III. Motorenverwendung und Betriebsgrösse; IV. Motorische Kraft und Bevölkerungsgrösse.
5. Kapitel. Schlussbetrachtung über die Methode der Motorenstatistik.

Vom gleichen Verfasser erschien im Frühjahr 1914:

Steinkohlenpreise und Dampfkraftkosten

(Schriften des Vereins für Sozialpolitik 143/II)

Oktav, VIII und 429 Seiten mit 7 Diagrammen

I N H A L T:

- Erster Teil: Die Ergiebigkeit der Kohlenlager in Europa und Nordamerika und der Zeitpunkt ihrer Erschöpfung. 1. Die Kohle, ihre Arten und Lagerungsverhältnisse. 2. Methodologie des Problems der Kohlenlagererschöpfung. Die kommerzielle Erschöpfung. 3. Die Kohlenvorräte in Europa und Nordamerika. 4. Bisherige Entwicklung der Kohlenförderung. 5. Zukünftige Kohlenförderung und der Erschöpfungszeitpunkt unserer Kohlenlager.
- Zweiter Teil: Preisbildung und Preisbewegung der Steinkohle. 6. Preisbildung im Steinkohlenbergbau. 7. Die Bewegung der Kohlenpreise am Produktionsort. 8. Analyse der Produktionskosten im Steinkohlenbergbau. 9. Die Löhne. 10. Der technische Leistungsertrag und die ihn bedingenden Momente. 11. Lohnkosten. Wechselwirkungen zwischen Lohnkosten und Preis. 12. Zukünftige Gestaltung der Lohnkosten. 13. Die Beamtengehälter. 14. Die Kosten der Sozialversicherung. 15. Steuern. Vorläufige Zusammenfassung. 16. Die Aufwendungen für Materialien. 17. Der Steinkohlenbergbau und das Gesetz vom abnehmenden Ertrag. 18. Kapitalstatistik. D. 19. Zukünftige Kohlenförderung. 20. Zusammenfassung. Zusammenfassung. 21. Die Kosten der Dampfkraft. 22. Die Kosten der Wasserkraft.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297334

Die Kosten der Wasserkraft
und ihre Abhängigkeit von
der Höhe des Arbeitslohnes

Die Kosten der Wasserkraft und ihre Abhängigkeit von der Höhe des Arbeitslohnes

Von

Dr. Manuel Saitzew

Privatdozent für Nationalökonomie und Statistik
an der Universität Zürich



(32606)

Rascher & Cie., Verlag, Zürich, 1919

g. 370 81 2.242

Nachdruck verboten.

Alle Rechte, einschliesslich des Uebersetzungsrechts, vorbehalten.

Copyright 1919 by Rascher & Cie., Verlag, Zürich.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW
112503

Akc. Nr. 1489/49

Buchdruckerei Berichthaus, Zürich.

Vorwort.

In einer vor mehreren Jahren veröffentlichten Untersuchung über die Steinkohlenpreise und die Kosten der durch Dampf erzeugten Energie wies ich nach, dass die seit einigen Jahrzehnten dauernd zunehmenden Steinkohlenpreise auch künftighin, infolge gewisser spezifischer Bedingungen namentlich des europäischen Steinkohlenbergbaues, in ihrer Entwicklung nicht werden aufgehalten werden können, und dass demzufolge auch die im wesentlichen durch den Kohlenpreis bestimmten Kosten der Dampfkraft werden zunehmen müssen. Den zeitlich variablen Dampfkraftkosten stellte ich im weiteren Verlauf jener Untersuchung, um gewisse Schlüsse über die Ökonomik der Energieerzeugung ziehen zu können, die Kosten der in Wasserkraftanlagen gewonnenen Energie gegenüber und hob hierbei die wohl allgemein bekannte Tatsache hervor, dass sie — bei gleichbleibenden Betriebsverhältnissen — nahezu vollkommen zeitlich invariabel sind. Schon in jener Arbeit warf ich jedoch die Frage auf, ob denn nicht auch die Kosten der Wasserkraft gewissen Veränderungen in der Zeit ausgesetzt wären, wenn auch ganz anderer Art, als die Kosten der Dampfkraft: ob sie nicht je nach dem Zeitpunkt des Ausbaues der Kraftanlage, je nach den an diesem Zeitpunkt auf dem Arbeits- und dem Kapitalmarkt herrschenden Verhältnissen, verschieden hoch ausfallen könnten. Diese Frage musste ich damals unbeantwortet lassen — nur unter Vorbehalt und ohne den erforderlichen Beweis zu erbringen, versuchte ich die Antwort anzudeuten —, da ihre genaue Beantwortung eine spezielle Untersuchung erfordert, die in den Rahmen jener Arbeit kaum gepasst hätte.

Die vorliegende, anspruchslose Publikation hat zur Aufgabe, jene Frage zu beantworten. Dadurch war ihr Plan gegeben. Ein-

mal sollte aus der Analyse der Energieerzeugungskosten festgestellt werden, in welchem Masse die Betriebskosten einer Wasserkraftanlage durch ihre Anlagekosten bestimmt werden (unter Berücksichtigung der Bedeutung des Zinsfusses). Sodann sollte die Zusammensetzung der Anlagekosten untersucht werden; hauptsächlich kam es dabei auf die Feststellung an, inwieweit die Anlagekosten von den Lohnkosten und also von der Höhe des Arbeitslohnes abhängen. Schliesslich sollte die Frage geprüft werden, ob der Satz vom gleichen Preis der Arbeit bei verschiedener Lohnhöhe auch für die beim Bau von Wasserkraftanlagen erforderlichen Arbeiten gilt.

Dass die Kosten der Wasserkraft nicht ausschliesslich von der Höhe des Arbeitslohnes abhängen, dass auch noch andere Momente unter Umständen nicht minder massgebend für ihre Gestaltung sind, ist selbstverständlich und braucht also an dieser Stelle nicht besonders hervorgehoben zu werden. Jedoch der Zweck der vorliegenden Untersuchung war nicht die allseitige und erschöpfende Behandlung der Ökonomik der Wasserkraft, sondern lediglich die Beantwortung einer speziellen Frage der ökonomischen Dynamik, die bisher nur wenig beachtet wurde.

Der im wesentlichen theoretische Charakter der folgenden Ausführungen schloss die Behandlung rein praktischer Probleme aus; nur andeutungsweise konnten sie hie und da berührt werden. Allein in einer Zeit, in der das Lohnproblem und das Problem der Lohnhöhe wieder einmal im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses stehen, dürften vielleicht auch die hier gebotenen allgemeintheoretischen Ausführungen und ihre Ergebnisse eines gewissen praktischen Interesses nicht entbehren.

Zürich, im Winter 1918.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort	S. V
Inhaltsverzeichnis	S. VII
Einleitung.	
Die Energieerzeugungskosten bei Dampf- und Wasser- kraftbetrieb	S. 1
1. Kapitel.	
Die Anlagekosten von Wasserkraftanlagen	S. 9
2. Kapitel.	
Die Einwirkung der Lohnhöhe auf die Kosten der Wasserkraft. Der Zinsfuß	S. 55
3. Kapitel.	
Lohnhöhe und Leistungsertrag. Die Maschinenverwen- dung	S. 75
Schlussbetrachtung	S. 108

Druckfehler.

- S. 30 Zeile 6 v. u. (Note) lies statt „tunnels“ tunneln.
S. 36 Zeile 9 v. o. streiche „Fr.“ nach Insgesamt.
S. 38 Zeile 3 v. o. lies statt „0,07 (rd. Fr. 8%)“ 0,07 Fr. (rd. 8%).
S. 41 Zeile 7 v. o. lies statt „57360“ 57360 Fr.
S. 96 Zeile 2 v. u. streiche das Komma nach „Berechnungen“.

Infolge eines offenbaren, von mir erst nachträglich bemerkten Druckfehlers im Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Teil, 2. Bd., 4. Aufl., S. 104 (auch 3. Aufl., S. 84), ist die Summe 1—5 in der Sp. 3 der hier auf S. 98 wiedergegebenen Tabelle, die jenem Werk entnommen ist, falsch: statt „ $22 + 0,005 l$ “ ist $21 + 0,005 l$ zu setzen; aus diesem Grund sind auch alle Zahlen in den Zeilen 13—18 der Tabelle auf S. 100 um 1 Pf. zu hoch.

- S. 101 Zeile 10 v. u. (Note) lies statt „2—8“ 1—8.
S. 106 Zeile 1 v. u. füge nach „anderen“ Komponenten ein.
S. 109 Zeile 8 v. u. füge nach „jede“ ausgebaute ein.
-

Einleitung.

Die Energieerzeugungskosten bei Dampf- und Wasserkraftbetrieb.

Die Vergleichung des Dampfkraftbetriebes mit dem Wasserkraftbetriebe führt zu der Erkenntnis, dass mit Ausnahme des den beiden Energieerzeugungsarten gemeinsamen Endeffektes: der Lieferung mechanischer Energie zu einem gewissen Preis (und selbstverständlich auch des für beide Energieerzeugungsarten, wie für alle energetischen Vorgänge in der Natur, geltenden Satzes von der Erhaltung und der Umwandlung der Energie), die beiden Energieerzeugungsarten, sowohl in technischer als auch in ökonomischer Hinsicht, im wesentlichen nichts Gemeinsames, ja selbst prinzipiell Ähnliches aufzuweisen haben.

Betrachten wir zunächst kurz den technischen Prozess. Beim Dampfkraftbetrieb wird die mechanische Energie durch Umwandlung der chemischen Energie des Brennstoffes — in den allermeisten Fällen der Kohle, eines Produktes der Sonnenwärmeenergie — auf dem Wege der Verfeuerung der Kohle und der Zwischenverwandlung der chemischen Energie in Wärmeenergie gewonnen. Beim Wasserkraftbetrieb wird die (potentielle oder kinetische) Energie des bewegten Wassers in mechanische Energie direkt umgewandelt; als primäre Energiequellen kommen hierbei die Sonnenwärmeenergie (Verdunstung des Wassers) und die Gravitation (Herabfließen des Wassers) in Frage. Dieser grundsätzlichen Verschiedenheit der Energieerzeugungsart — richtiger: der Energieumwandlungsart — entspricht auch die völlige Verschiedenheit der für den Betrieb von Dampf- und Wasserkraftanlagen erforderlichen maschinellen und sonstigen Einrichtungen.

Die benötigten Anlagen — nicht die maschinelle Einrichtung allein, sondern auch der bauliche Teil, also die Gesamtanlage,

ist hier ins Auge zu fassen — sind bei Dampfkraftbetrieb verhältnismässig einfach, da ausser den Kesseln, Maschinen und den zu ihrer Aufnahme bestimmten Gebäuden keine weiteren Anlagen erforderlich sind ¹⁾. Anders bei Wasserkraftwerken, die bei relativ einfacherer maschineller Einrichtung Dampfkraftanlagen gegenüber meist mehr oder weniger komplizierte und umfangreiche bauliche Anlagen, Wehranlagen, Talsperren, Kanäle, Stollen, Fluss- und Seeregulierungen usw., verlangen.

Eine weitere technische Verschiedenheit besteht darin, dass die Wasserkraftanlage einmal erstellt zur Aufrechterhaltung des Betriebes mit Ausnahme geringfügiger Mengen Schmier- und Putzstoffes keiner weiteren Betriebsmaterialien bedarf. Demgegenüber erfordert der Dampfkraftbetrieb neben einigen anderen, weniger ins Gewicht fallenden Betriebsmaterialien vor allem Brennstoff in grossen Mengen. Und ebenso verhält es sich mit der ständigen personellen Bedienung: Während der Wasserkraftbetrieb sich fast automatisch vollzieht und also auch sehr wenig Wartung verlangt, erfordert der Dampfkraftbetrieb ein grosses Bedienungspersonal, wobei ausser der ständigen mühsamen Bedienung im Krafthaus (Kessel- und Maschinenbedienung), die schon an sich grössere Anforderungen als eine im Effekt äquivalente Wasserkraftanlage stellt, auch noch die ununterbrochene Kohlegewinnung und -fortbewegung — die erste und wichtigste Voraussetzung der Aufrechterhaltung des Dampfkraftbetriebes — in Frage kommt.

Schliesslich besteht eine grundsätzliche Verschiedenheit auch darin, dass dadurch, dass die Kohle transportfähig ist, und zwar

¹⁾ Streng genommen müsste man den von den Dampfkraftwerken benötigten Anlagen auch die Kohlegewinnungs- und -transportanlagen, so einerseits die Kohlenruben mit ihren komplizierten Schacht-, Förder-, Aufbereitungs- und sonstigen Anlagen, andererseits die Eisenbahnen, Wasserstrassen usw., hinzuzählen. Indessen werden diese nicht ausschliesslich für die Aufrechterhaltung des Betriebes von Dampfkraftanlagen erstellt: sie wären im allgemeinen auch dann erforderlich gewesen, wenn man keine Kohle für Kraftgewinnungszwecke fördern und transportieren würde. Es kann somit in diesem Zusammenhang von der Mitberücksichtigung dieser Anlagen abgesehen werden.

— vom rein technischen Standpunkt aus betrachtet — unbegrenzt transportfähig ist, der Dampfkraftbetrieb an jedem beliebigen Ort installiert und aufrechterhalten werden kann, während der Wasserkraftbetrieb nur an gewissen Orten vor sich gehen kann, die durch die natürlichen Verhältnisse und technischen Rücksichten der Nutzbarmachung latenter Wasserkraft, keineswegs aber durch die tatsächliche Energienachfrage bestimmt werden. Erst durch die weitere Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische und die beliebige Fortleitung dieser wird der Wasserkraftbetrieb von seiner örtlichen Gebundenheit befreit, und auf diese Weise werden die Vorteile der allerdings nur rein technisch aufzufassenden Ubiquität des Dampfkraftbetriebes ausgeglichen.

Übertragen wir nun alle diese technischen Eigenarten und Gegensätze dieser beiden Energieerzeugungsarten ins Ökonomische, so treten sie uns in der völligen Verschiedenheit der Anlage- und der Betriebskosten von Dampf- und Wasserkraftanlagen entgegen, und zwar sowohl bezüglich ihrer Höhe als auch insbesondere hinsichtlich ihres Aufbaues. Aus den bereits angedeuteten technischen Gründen sind im allgemeinen die Anlagekosten bei Wasserkraftanlagen höher als bei äquivalenten Dampfkraftanlagen. In praxi kommt nun noch der Umstand hinzu, dass wirtschaftliche Rücksichten häufig eine mehr oder weniger lange Fernleitung (bis zum Verbrauchsorte der Energie) erforderlich machen, wodurch die Anlagekosten unter Umständen empfindlich belastet und erhöht werden, sowohl den Anlagekosten der eigentlichen Kraftanlage, als auch jenen einer im Effekt gleichen, am Energieverbrauchsorte selbst liegenden Dampfkraftanlage gegenüber ¹⁾.

Die Tatsache der grösseren Kapitalinvestition und also auch des höheren Kapitalbedarfes bei der Errichtung von Wasser-

¹⁾ Von den bisher vereinzeltten Fällen von Dampfkraftzentralen mit Fernleitung der Energie, die nur unter bestimmten Voraussetzungen in Frage kommen (z. B. beim Vorhandensein ausgiebiger, sehr billig abzubauender Kohlenlager, die aber eine verhältnismässig minderwertige, für den Ferntransport weniger geeignete Kohle liefern), kann hier abgesehen werden.

kraftanlagen ist an sich von eminenter volkswirtschaftlicher Bedeutung, die gerade in der Gegenwart und in der nächsten Zukunft (Kapitalverarmung infolge des Krieges!) ganz besonders zu würdigen sein wird. Allein an dieser Stelle können wir auf diese Seite des Problems nicht näher eingehen. Hingegen kommt für uns hier jene unmittelbare Folge dieses Sachverhaltes in Betracht, dass bei den relativ höheren Anlagekosten der Wasserkraftanlagen auch die von deren Höhe funktionell abhängenden jährlichen Kapitalkosten (die sogenannten mittelbaren, indirekten, invariablen Betriebskosten), d. h. die jährlichen Aufwendungen für Verzinsung und Abschreibung (unter Umständen auch noch Tilgung) des angelegten Kapitals, unter sonst gleichen Umständen bei Wasserkraftanlagen höher sind als bei Dampfkraftanlagen. Sie belasten und bestimmen die gesamten Jahreskosten in einer weit höheren Masse, als dies bei Dampfkraftanlagen der Fall ist. Denn die übrigen Jahreskosten, die sogenannten unmittelbaren (direkten, variablen) Betriebskosten sind bei Wasserkraftanlagen bedeutend geringer als bei Dampfkraftanlagen: Wie bereits gesagt wurde, funktionieren die Wasserkraftanlagen fast automatisch, dementsprechend sind die erforderlichen Aufwendungen für Bedienung, Reparaturen, Instandhaltung und Schmier- und Putzmaterial — andere unmittelbare Betriebskosten kommen hier überhaupt nicht in Frage — sehr gering. Anders bei Dampfkraftanlagen, die im Vergleich zu äquivalenten Wasserkraftanlagen stets relativ höhere Betriebsaufwendungen der soeben aufgezählten Kategorien und überdies Brennstoff erfordern. Dabei bilden die Brennstoffkosten den grössten Teil der unmittelbaren Betriebskosten, neben denen die übrigen Jahreskosten, darunter auch die Kapitalkosten, eine je nach Umständen mehr oder weniger untergeordnete Bedeutung haben¹⁾.

Alles in allem haben wir es also mit zwei grundverschiedenen Erscheinungen zu tun:

¹⁾ Vgl. hierzu und zu der folgenden Zusammenfassung u. a. auch die auf S. 12—15 gegebenen Beispiele des Aufbaues der Anlage- und Betriebskosten von Dampf- und Wasserkraftanlagen.

Einerseits, bei Wasserkraftanlagen: in der Regel hohe Anlagekosten, also auch hohe jährliche Kapitalkosten, deren Höhe die gesamten Energieerzeugungskosten im wesentlichen bestimmt, da die übrigen Betriebskosten gering sind. Ausschlaggebend sind also die Anlagekosten und der Zinsfuß. Sind nun diese einmal fixiert, d. h. ist das erforderliche Kapital unter gewissen Bedingungen beschafft worden und die Anlage ausgebaut und voll ausgenützt, so sind die Energieerzeugungskosten für alle Zeiten im wesentlichen in gleichbleibender Höhe festgesetzt, denn ihre Beeinflussung durch die in der Zeit variablen Betriebskostenelemente, darunter auch durch die von der sich ändernden Lohnhöhe funktionell abhängenden Bedienungslohnkosten, ist minimal.

Andererseits, bei Dampfkraftanlagen: geringere Anlagekosten, also auch geringere jährliche Kapitalkosten, hingegen verhältnismässig höhere Bedienungs- und Schmier- und Putzmaterialkosten, vor allem aber hohe Brennstoffkosten, die einen sehr bedeutenden Teil der gesamten Betriebskosten bilden. Da nun die Brennstoffkosten in erster Linie, oder unter Voraussetzung der technischen Rationalität der Anlage, lediglich von den Kohlenpreisen abhängen, diese aber sowohl örtlich als auch zeitlich variieren — sie weisen in den letzten Jahrzehnten aus natürlichen Ursachen allerorts eine durchweg steigende Tendenz auf —, variieren auch die Brennstoffkosten und mit ihnen auch die gesamten Energieerzeugungskosten sonst gleicher Dampfkraftanlagen sowohl von Ort zu Ort als auch in der Zeit. Während die durch die jeweilige Transportkostenhöhe verursachte gleichzeitige Preisverschiedenheit der Kohle an verschiedenen Konsumtionsorten ein reines Standortproblem ist und mit dem Wesen der Preisbildung im Steinkohlenbergbau selbst nicht direkt zusammenhängt ¹⁾, erklärt sich die Zunahme der Kohlenpreise in der Zeit

¹⁾ Dass eine starke Erhöhung der Kohlenpreise auch die Selbstkosten der Transportbetriebe und also auch die Beförderungskosten (in unserem Fall: die Kohlentransportkosten) aufwärts treiben kann, ist aus der Betrachtung der Preis- bzw. Tariffbildung der Verkehrsanstalten leicht

durch einige mit dem Wesen des Kohlenbergbaues kausal zusammenhängende Erscheinungen, vor allem durch die Tatsache, dass die Kohलगewinnung nur unter stets zunehmenden Arbeits- und Kostenaufwendungen erfolgen kann. Eine der wichtigsten Ursachen dieser Aufwärtsbewegung ist die Zunahme der Löhne der Bergarbeiter, die nur durch eine mindestens adäquate Steigerung ihres Leistungsertrages, d. h. der innerhalb einer gewissen Zeitstrecke gewonnenen Kohlenmenge, ausgeglichen werden könnte. Eine solche Steigerung des Leistungsertrages lässt sich indessen im Steinkohlenbergbau aus gewissen unabänderlichen natürlichen und technischen Gründen nicht erreichen. Es ist vielmehr im Gegenteil mit dem Vordringen des Abbaues in grössere Tiefen und mit der notwendig werdenden Inangriffnahme weniger günstiger Flöze eine weitere Abnahme des durchschnittlichen Leistungsertrages zu erwarten, wie dies auch in Wirklichkeit in den letzten Jahrzehnten im europäischen Steinkohlenbergbau zu beobachten war. Dies hat nun eine Preissteigerung der Kohle zur Folge, die — soweit die Zukunft sich übersehen lässt — auch künftighin anhalten wird. Somit haben wir auch fernerhin mit einer Zunahme der Brennstoffkosten beim Dampfkraftbetrieb und also auch der gesamten Kosten der durch Dampf erzeugten Energie zu rechnen. Letzten Endes ist demnach die zeitliche Variabilität, oder genauer, die steigende Tendenz der Betriebskosten der Dampfkraftanlagen zu einem grossen Teil auf die durch die Bewegung der Löhne verursachte Lohnkostenerhöhung — die Verteuerung der menschlichen Arbeit — zurückzuführen, die in diesem Fall, infolge gewisser spezifischer, im Steinkohlenbergbau wirksamer Verhältnisse, der soeben erwähnten Verschlechterung der natürlichen Verhältnisse und der Schwierigkeit (z. T. Unmöglichkeit), den eigentlichen Kohलगewinnungsprozess wirksam zu mechanisieren, nicht auf dem

zu erkennen. Gerade in der Gegenwart können wir beobachten, wie, infolge einer z. T. ausserordentlich starken Zunahme der Kohलगpreise, viele Eisenbahnverwaltungen sich zu fühlbaren Erhöhungen der Frachtsätze gezwungen sehen.

sonst meist gangbaren Weg abgeschwächt oder gar kompensiert werden kann ¹⁾).

So stehen wir vor der für die wirtschaftliche Wertung äusserst wichtigen Tatsache, dass die Energieerzeugungskosten einer und derselben Dampfkraftanlage zeitlich variabel, und zwar höchstwahrscheinlich in steter Zunahme begriffen sind, während bei Wasserkraftbetrieb die Energieerzeugungskosten einer ausgebauten Anlage so gut wie vollständig zeitlich invariabel sind. Und trotzdem lässt sich auch für die Wasserkraftanlagen, wie dies im folgenden dargetan werden soll, eine gewisse, wenn auch grundsätzlich anders geartete zeitliche Variabilität der Betriebskosten nachweisen, die durch zwei Ursachen hervorgerufen werden kann, von denen die eine, ebenfalls wie bei Dampfkraftbetrieb, aber in einer ganz anderen Weise, mit der Bewegung der Löhne in Zusammenhang steht.

¹⁾ Ein weiteres Eingehen auf dieses Problem an dieser Stelle erübrigt sich, da ich der Entwicklung dieses Gedankenganges und seinem Beweise eine besondere Untersuchung gewidmet habe, auf die hier verwiesen sei: Saitzew, Steinkohlenpreise und Dampfkraftkosten (Schriften des Vereins für Sozialpolitik, Bd. 143 II), München und Leipzig 1914.

Erstes Kapitel.

Die Anlagekosten von Wasserkraftanlagen.

Es ist hier bereits gesagt worden, dass die Energieerzeugungskosten bei Wasserkraftbetrieb hauptsächlich von zwei Variablen funktionell abhängen: von den Anlagekosten und dem Zinsfuss. Im folgenden sollen zunächst die Anlagekosten von Wasserkraftanlagen einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Bekanntlich lassen sich über diese Kosten keine mehr oder weniger allgemein geltenden, im weiteren Sinn durchschnittlichen Angaben machen, wie dies etwa bei Dampf- oder sonstigen Wärmekraftanlagen möglich ist, denn bei Wasserkraftanlagen variieren die Anlagekosten (pro ausgebaute Pferdestärke) von Fall zu Fall nicht nur je nach der Betriebsgrösse, sondern vor allem auch je nach den jeweils erforderlichen Bauanlagen, die durch die stets verschiedenen natürlichen Verhältnisse bestimmt werden, so sehr ¹⁾, dass das Operieren mit irgend welchen arithmetischen Mittelwerten einzelner ausgeführter Werke von vornherein ziemlich wertlos wäre. Wollte man nun trotzdem irgend einen mittleren Wert von etwa 500—800 Fr. pro ausgebaute Pferdestärke einer analytischen Untersuchung zugrunde legen, so könnte man auch dann zunächst zu keinerlei exakten Ergebnissen gelangen,

¹⁾ So betragen beispielsweise die Anlagekosten vieler skandinavischer Wasserkraftwerke nicht mehr als 100 Fr. pro ausgebaute Pferdestärke, während sie sich in einzelnen Fällen auch auf das zwanzigfache jenes Betrages belaufen: so z. B. beim Werk Jonage-Cusset-Lyon auf rund 2000 Fr., beim Murgwerk (nach dem ersten Rehbock'schen Entwurf) auf rund 2050 Fr. usw. Vgl. im übrigen die auf S. 47—53 erwähnten Anlagen und die dort genannte Literatur.

und dies vor allem aus dem Grund, weil auch bei zufällig gleicher Kostenhöhe verschiedener äquivalenter Wasserkraftanlagen die jeweilige Zusammensetzung dieser Kosten verschieden sein kann, und es eben auf den Charakter des Kostenaufbaues in erster Linie ankommt.

Es ist unter diesen Umständen angezeigt, nicht von solchen Mittelwerten auszugehen, sondern die Anlagekosten von Wasserkraftanlagen zunächst an irgend einem möglichst typischen Beispiel einer genauen Untersuchung zu unterziehen und so dann die sich hieraus ergebenden Schlussfolgerungen auf ihre allgemeine Gültigkeit hin zu prüfen. Diesen Weg einschlagend, führen wir zuerst eine solche detaillierte Untersuchung unter Annahme folgender Verhältnisse durch:

Für die Licht- und Kraftversorgung einer mittleren Stadt wird in einer Entfernung von etwa 40 km von der Stadtgrenze eine Wasserkraftanlage erstellt. Der Kraftbedarf beträgt etwa 2000 KW während 3600 Stunden im Jahr, die erforderliche Energiemenge beträgt demnach $2000 \cdot 3600 = 7200000$ KW-St im Jahr. Das Werk kann (unter Aufspeicherung eines Teils des Wassers, also unter Anpassung der schwankenden Wassermenge an den ebenfalls variierenden Energiebedarf) bei etwa 3 cbm Wasser in der Sekunde und rund 120 m Nutzgefälle rund 3600 PS liefern, was bei einem Wirkungsgrad der Generatoren von 0,93 einer Leistungsfähigkeit von $3600 \cdot 0,736 \cdot 0,93 = 2460$ KW an den primären Sammelschienen entspricht. Der Ausbau erfordert eine wenig komplizierte Wehranlage (zur Aufstauung und Aufspeicherung des Wassers), einen 5000 m langen Wasserstollen und ferner eine Druckrohrleitung, die das Wasser den Turbinen zuführt; zwischen Stollen und Rohrleitung ist ein Wasserschloss (zum Ausgleich der Wasserschwankungen) und ein kleines Apparatenhaus (wo sich die Abschlussvorrichtungen befinden) angeordnet; vom Wasserschloss aus zweigt sich auch die Überlaufleitung ab. Der in den Generatoren erzeugte elektrische Drehstrom wird zunächst auf eine höhere Spannung (von 30000 V) transformiert (wobei $2460 \cdot 0,025 = 60$ KW verloren gehen, so dass an den sekundären Sammelschienen 2400 KW zur Ver-

fügung stehen), mittels einer 40 km langen doppelten Fernleitung an die Stadtgrenze übertragen (Verlust von $2400 \cdot 0,09 =$ rund 220 KW, verbleibt also eine Leistungsfähigkeit von rund 2180 KW) und hier wiederum auf die erforderliche Betriebsspannung transformiert (Verlust von $2180 \cdot 0,023 =$ rund 50 KW). Es bleiben also endgültig 2130 KW zur Verfügung. Im grossen und ganzen haben wir es hier mit einer Anlage von durchaus mittlerer Günstigkeit zu tun: so wird z. B. der verhältnismässig lange Stollen durch das hohe Gefälle und die relativ einfache Wehranlage kompensiert usw.

In den nachstehenden Zusammenstellungen geben wir nun die Anlage- und Betriebskosten dieses Kraftwerks an. Da, wie gesagt, die Anlagekosten von Wasserkraftanlagen sich im allgemeinen durch generelle Mittelwerte nicht erfassen lassen, darf auch für diese Berechnungen nicht der Anspruch auf allgemeine Gültigkeit erhoben werden. Aber unter den oben gemachten und im folgenden im Detail ergänzten konkreten Annahmen dürfen sie jedenfalls als typisch betrachtet werden. Zur Vergleichung ist diesen Aufstellungen eine weitere hinzugefügt, die sich auf die Anlage- und Betriebskosten einer im Effekt äquivalenten Dampfkraftanlage (bei gleicher Betriebsdauer) bezieht. Diese Kosten sind auf Grund durchschnittlicher Ansätze berechnet worden, die bei Dampfkraftanlagen, wie bereits angedeutet wurde, der Wirklichkeit nahe kommende Ergebnisse liefern. Eine Fernleitung (und also auch eine Transformierung des elektrischen Stroms) ist bei der Dampfkraftanlage nicht vorgesehen, da ja dieses Kraftwerk am Verbrauchsort selbst der Energie errichtet werden kann. Hingegen ist ihre Betriebskostenberechnung bei vier verschiedenen Kohlenpreisen (Preis der bis vor die Kessel transportierten Kohle) durchgeführt worden, entsprechend verschiedenem Standort oder verschiedenem Zeitpunkt des Betriebes. Zu den Betriebskostenberechnungen sei noch bemerkt, dass bei beiden Anlagen die — in beiden Fällen gleich hohen — Kosten des Verteilungsnetzes und die Aufwendungen für Verwaltung, Steuern, Versicherungen usw. nicht in Rechnung gesetzt worden sind.

Wasserkraftanlage.

Anlagekosten.

Eigentliche Kraftanlage.		Fr.	Fr.
1.	Vorarbeiten, Konzession, Grunderwerb, Bauleitung, Bauzinsen usw.		740 000
2.	Wehr und Einlauf		
	A. Erd- und Maurerarbeiten	490 000	
	B. Mechanische Einrichtungen	70 000	560 000
3.	Wasserstollen. 5000 m; 1 m: 198 Fr.		990 000
4.	Wasserschloss und Apparatenhaus		
	A. Wasserschloss	48 000	
	B. Apparatenhaus (ohne mechan. Vorrichtungen)	12 000	60 000
5.	Druckleitung		
	A. Erd- und Maurerarbeiten	65 000	
	B. Eisenkonstruktion (einschliess- lich der Abschlussvorrichtungen im Apparatenhaus)	275 000	340 000
6.	Unterwasserkanal		150 000
7.	Krafthaus		200 000
8.	Mechanisch-hydraulische Einrichtung 4 × 1200 PS	(4.30 000)	120 000
9.	Elektrische Einrichtung (ohne Trans- formatoren)	(4.47 500)	190 000
	Eigentliche Kraftanlage insgesamt		3 350 000
Fernleitung.			
10.	Transformatoren am Anfang und am Ende der Leitung		
	A. Transformatorenhaus an der Stadtgrenze	40 000	
	B. Transformatoren	120 000	160 000
11.	Fernleitung. 40 km; 1 km: 8000 Fr.		320 000
	Fernleitung insgesamt		480 000
	Zusammen		3 830 000

**Wasserkraftanlage.
Betriebskosten.**

(bei 360 . 10 = 3600 Betriebsstunden im Jahr)

Mittelbare Betriebskosten.

	Fr.	Fr.
Verzinsung d. gesamten Anlagekapitals 5 %/o (von 3 830 000 Fr.)		191 500
Abschreibungen		
a) Auf die Kosten des wasserbaul. Teils 1,0 %/o (von 2 100 000 Fr.)	21 000	
b) Auf die Kosten der Gebäude 2,5 %/o (von 240 000 Fr.)	6 000	
c) Auf die Kosten der Maschinen 6,0 %/o (von 430 000 Fr.)	25 800	
d) Auf die Kosten der Fernleitung 3,5 %/o (von 320 000 Fr.)	<u>11 200</u>	64 000
Wasserzins 3600 PS à 1 Fr.		<u>3 600</u>
Zusammen		259 100

Unmittelbare Betriebskosten.

Reparaturen und Instandhaltung		
a) Auf die Kosten des wasserbaul. Teils 0,5 %/o (von 2 100 000 Fr.)	10 500	
b) Auf die Kosten der Gebäude 0,75 %/o (von 240 000 Fr.)	1 800	
c) Auf die Kosten der Maschinen 1,5 %/o (von 430 000 Fr.)	6 450	
d) Auf die Kosten der Fernleitung 4,0 %/o (von 320 000 Fr.)	<u>12 800</u>	31 550
Bedienung (Wehr, Krafthaus, Trans- formatorenstation und Fernleitung)		26 000
Schmier- und Putzmaterial (einschl. Transformatoren) ¹⁾		<u>10 500</u>
Zusammen		68 050
Gesamte Betriebskosten		<u>327 150</u>
Pro KW-Stunde ²⁾		4,27 Cts.

¹⁾ 3600 . 3600 = 12 960 000 PS-Stunden zu ca. 0,0008 Fr.

²⁾ Bei 2130 . 3600 = 7 668 000 KW-Stunden.

Dampfkraftanlage.

4 Turbogeneratoren zu je 700 KW, davon einer zur Reserve.
Mittlere Nutzleistung 3 . 700 = 2100 KW.

Anlagekosten.

	Fr.
Vollständige Maschinenanlage, fix und fertig montiert (4 . 210 000)	840 000
Gebäude und Schornstein mit Fundament und Blitzableiter	150 000
Grunderwerb, Bauleitung, Bauzinsen und Sonstiges	<u>110 000</u>
Insgesamt	1 100 000

Betriebskosten.

(Bei 360 . 10 = 3600 Betriebsstunden im Jahr)

Mittelbare Betriebskosten.

Verzinsung des gesamten Anlagekapitals 5 % (von 1 100 000 Fr.)	55 000
Abschreibungen	
a) Auf die Gebäudekosten 2,5 % (von 150 000 Fr.)	3 750
b) Auf die Maschinenkosten 7,0 % (von 840 000 Fr.)	58 800
Zusammen	<u>62 550</u>

Unmittelbare Betriebskosten.

Reparaturen und Instandhaltung	
a) Auf die Gebäudekosten 0,75 % (von 150 000 Fr.)	1 125
b) Auf die Maschinenkosten 1,5 % (von 840 000 Fr.)	<u>12 600</u>
Bedienung	15 000
Schmier- und Putzmaterial ¹⁾	2 650

¹⁾ 3600 . 2100 = 7 560 000 KW-Stunden zu ca. 0,00035 Fr.

		Fr.
Brennstoffkosten ¹⁾ bei einem Kohlenpreis für 1000 kg von	15 Fr.	110 250
	25 „	183 750
	35 „	257 250
	45 „	330 750
Gesamte Betriebskosten im Jahr bei einem Koh- lenpreis für 1000 kg von	15 Fr.	259 175
	25 „	332 675
	35 „	406 175
	45 „	479 675
Gesamte Betriebskosten pro KW-Stunde bei einem Kohlenpreis für 1000 kg von	15 Fr.	3,43 Cts.
	25 „	4,40 „
	35 „	5,37 „
	45 „	6,34 „

¹⁾ Verbrauch an Brennstoff (gute Steinkohle von 7500 WE) 0,9 kg pro KW-Stunde; dazu kommt noch ein Zuschlag von etwa 8% für Anheizen und Anwärmen gleich 0,072 kg; zusammen also 0,972 kg pro KW-Stunde. Bei 7 560 000 KW-Stunden im Jahr ergibt sich ein Jahresverbrauch von rund 7350 t.

Ein Blick auf die vorstehenden Betriebskostenberechnungen bestätigt das im vorigen Abschnitt über die Gestaltung und Zusammensetzung der Betriebskosten Gesagte; ein weiteres Eingehen auf die Einzelheiten, wie auch die Betrachtung der Veränderungen der Kosten bei verschiedener Betriebsdauer, d. h. bei verschiedener Ausnützung der Anlagen, erübrigt sich an dieser Stelle¹⁾. Die Ergebnisse unserer Berechnungen zeigen, dass die hier als Beispiel gewählte Wasserkraftanlage jedenfalls ausbaufähig ist, sobald der Kohlenpreis die Höhe von 24 Fr. erreicht hat, d. h. wenn der Verbrauchsortspreis der Kohle den Betrag

¹⁾ Ich verweise auf die entsprechenden eingehenden Berechnungen in meiner bereits zitierten Untersuchung: Steinkohlenpreise und Dampfkraftkosten, S. 356—396 und 403—418. Dort habe ich auch die mittleren Ansätze für die mittelbaren und unmittelbaren Betriebskosten (Abschreibungen, Kosten der Bedienung, der Reparaturen, der Instandhaltung, des Schmier- und Putzstoffs usw.) für verschiedene Maschinenarten-, -typen und -größen und bei verschiedener Betriebsdauer, sowie auch die neuere einschlägige Literatur angegeben.

von etwa 22 Fr. übersteigt (die Kosten der Kohlenanfuhr bis vor die Kessel, der Einschaufelung der Kohle usw. zu rund 2 Fr. angenommen). Dieser Kohlenpreis wird (bei Ruhr- oder Saarkohle) schon bei einer Entfernung von 150—200 km vom Gewinnungsorte erreicht, wenn Eisenbahntransport in Frage kommt, und bei einer entsprechend weiteren Entfernung, wenn Wassertransport möglich ist¹⁾.

Doch kehren wir zu den Anlagekosten unserer Wasserkraftanlage zurück. Schon auf den ersten Blick fällt die nicht nur in unserem Beispiel, sondern, wie wir im folgenden noch zeigen werden, bei Wasserkraftanlagen stets zu konstatierende geringe Kostenanteilmahme der maschinellen und überhaupt mechanischen Einrichtungen gegenüber der der eigentlichen Bauarbeiten, d. h. vorwiegend der Erd- und Maurerarbeiten, auf. In unserem Fall betragen die gesamten Kosten der maschinellen und mechanischen Einrichtungen bei der eigentlichen Kraftanlage (also ohne Fernleitung und Transformatoren) nur 671000 Franken²⁾, d. s. rund 20 % der gesamten Anlagekosten (3350000 Franken), während die eigentlichen Bauarbeiten 1939000 Fr., d. s. rund 58 %, beanspruchen³⁾. Hiervon entfallen, wie wir weiter unten noch sehen werden, etwa 840000 Fr. (rund 43 %

¹⁾ Da man mit den gegenwärtigen — 1917 — anormalen Preisen nicht rechnen kann, sind in der vorliegenden Untersuchung allen Kostenberechnungen die mittleren Preise und Löhne der letzten Jahre vor Kriegsausbruch zu Grunde gelegt worden.

²⁾ Darunter 16000 Fr. für einen Laufkran im Krafthaus (siehe die weiter unten folgende detaillierte Anlagekostenrechnung).

³⁾ In Wirklichkeit sind diese zwei Kostenanteile etwas höher, denn die Gesamtkosten der eigentlichen Kraftanlage betragen nicht 3350000 Fr., sondern etwas weniger, und zwar deshalb, weil die unter Pos. 1 angegebenen Generalunkosten, die hier mit ihrem vollen Betrag von 740000 Fr. in Rechnung gestellt sind, sich tatsächlich auf das ganze Werk (einschl. Fernleitung) beziehen und somit bei einer getrennten Kostenberechnung der eigentlichen Kraftanlage nur mit einem entsprechenden Teilbetrag von etwa 650000 Fr. berücksichtigt werden sollten. Eine entsprechende Berechnung zeigt indessen, dass der hierdurch hervorgerufene Unterschied sehr gering ist: bei nur 650000 Fr. Generalunkosten stellt

der Kosten der gesamten eigentlichen Bauarbeiten bezw. rund 25% der gesamten Anlagekosten des eigentlichen Kraftwerks) auf Erd- und Felsarbeiten¹⁾, etwa 1000000 Fr. (rund 52% bezw. 30%) auf Steinhauer- und Maurerarbeiten¹⁾ und die übrigen 100000 Fr. (rund 5% bezw. 3%) auf Zimmerer-, Schlosser-, Maler- und sonstige Arbeiten. Es zeigt sich somit, dass in unserem Fall bei weitem an erster Stelle (55%) die Kosten der Erd-, Steinhauer- und Maurerarbeiten stehen, denen dann die Generalunkosten (22%), die Kosten der mechanischen und maschinellen Vorrichtungen (20%) und aller sonstigen Vorrichtungen (3%) folgen.

Nun ist der innere Aufbau der Kosten der mechanischen und maschinellen Einrichtungen einerseits und der Erd- und Maurerarbeiten andererseits sehr verschieden. Die an erster Stelle genannten Kosten bestehen stets zu einem bei weitem überwiegenden Teil aus den für die Maschinen, Apparate, eisernen Konstruktionen usw. bezahlten Preisen (einschliesslich Transportkosten), zu einem geringeren Teil aus Montagekosten, welche letztere sich fast ausschliesslich aus Lohnkosten zusammensetzen, so dass an den Gesamtkosten der mechanischen und maschinellen Anlagen zwei quantitativ sehr ungleiche Teile partizipieren: die den grössten Teil der Gesamtkosten beanspruchenden Preise der Maschinen, Konstruktionen usw. und die im Vergleich hierzu sehr unbedeutenden Lohnkosten der Montagearbeiten²⁾. Ganz

sich die eigentliche Kraftanlage auf insgesamt 3260000 Fr.; der prozentuelle Kostenanteil der mechanischen und maschinellen Einrichtung steigt auf 20,6%, der der eigentlichen Bauarbeiten auf 59,5%.

1) Eigentlich ist der Kostenanteil der Erdarbeiten etwas höher, der der Maurerarbeiten aber entsprechend niedriger, denn in den oben angegebenen Kosten der Maurerarbeiten sind auch die Sand- und Kieskosten enthalten, während man formell die Sand- und Kiesgewinnung unter die Erd- und Felsarbeiten einreihen sollte. Natürlich ändert dies nichts an der Sache.

2) Selbstverständlich sind nicht nur in den Montagekosten, sondern auch in den Maschinenpreisen Lohnkosten enthalten. Indessen brauchen wir in diesem Zusammenhang diese Lohnkosten und ihren Anteil an den gesamten Maschinenkosten (und also auch an den gesamten Anlagekosten

andere gestaltet sich der Kostenaufbau der zwei wichtigsten Anlagekostenelemente von Wasserkraftanlagen, der Kosten der Erd- und Maurerarbeiten: die Kosten der Erdarbeiten bestehen fast ausschliesslich aus Lohnkosten, und auch bei den Maurerarbeiten bilden die Lohnkosten einen, wenn auch relativ geringeren, so immerhin noch sehr bedeutenden Teil der Gesamtkosten.

Um dieses zu beweisen, wollen wir im folgenden die Kosten einiger der wichtigsten und typischen Verrichtungen, die beim Bau von Wasserkraftanlagen in Frage kommen, untersuchen und hierbei den prozentuellen Anteil der Lohnkosten an den Gesamtkosten genau feststellen. Auch für diese Berechnungen gilt selbstverständlich in vollem Masse, was wir weiter oben allgemein hervorgehoben haben: die Unmöglichkeit einer generell geltenden Kostenermittlung. Nur wenn die natürlichen und betrieblichen Verhältnisse bekannt sind, wird man zahlenmässig genau vorgehen können. Wir wollen deshalb zunächst unter Annahme genau umschriebener Verhältnisse für jeden einzelnen Arbeitsteilprozess jene Bauarbeiten untersuchen, die bei der Errichtung der hier als Beispiel dienenden Wasserkraftanlage erforderlich sind.

Wir beginnen mit den Erdarbeiten und untersuchen zunächst die Kosten der Erdaushubarbeiten zur Fundierung der Wehranlage. Bei dieser Berechnung gehen wir von der Annahme aus, dass die obere Erdschicht (etwa bis zu 2 m Tiefe) aus mittelschwerem Hackboden, die untere aus schwerem Hackboden (Hackfels) besteht, dass man aber, um Bodenerschütterungen und -risse zu vermeiden, auch in der unteren Schicht ohne Anwendung von

von Wasserkraftanlagen), wie übrigens auch jene Lohnkosten, die bei der Herstellung der übrigen hier in Frage kommenden fabrikmässig produzierten Materialien (Sprengstoffen, Schmierstoffen usw.) erwachsen, nicht näher zu untersuchen, weil sie einen prinzipiell grundverschiedenen Charakter haben, als jene, die an den Kosten der eigentlichen Bauarbeiten partizipieren. Dies geht aus den weiter unten folgenden Ausführungen über die Lohnkosten und ihre Abhängigkeit von der Lohnhöhe deutlich hervor.

Sprengstoffen vorgeht. Die Kosten des Erdaushubes setzen sich unter diesen Umständen in folgender Weise zusammen¹⁾. Zur Lösung von 1 cbm mittelschweren Hackbodens (also im oberen Teil der Baugrube) sind etwa 2,5 Arbeitsstunden eines Erdarbeiters erforderlich; hierzu kommt noch etwa 1 Arbeitsstunde für Laden in die Transportgefässe, zusammen also etwa 3,5 Stunden; bei Erdaushub aus Baugruben erhöht sich die erforderliche Leistung auf etwa das 1¼fache, also auf rund 4,5 Stunden, was bei einem mittleren Stundenlohn von 0,4 Fr. einem Aufwand von 1,8 Fr. pro cbm entspricht. Weitere Kosten entstehen aus der Notwendigkeit, den ausgehobenen Boden von der Baustelle zu entfernen. Bei nicht zu grosser Transportweite — wir nehmen sie hier im Durchschnitt gleich 400 m an — wird sich Kippwagentransport mit Menschenbetrieb auf Schmalspurbahn empfehlen. Die Transportkosten setzen sich bei dieser Bodenbeförderungsart aus drei Komponenten zusammen, von denen die erste — die Lohnkosten — (bei einer Transportweite $l = 400$ m, einem Stundenlohn $St = 35$ Ct. und einem Ladekoeffizienten $q = 1,3$) unter normalen Verhältnissen beträgt²⁾:

$$K_L = (0,27 + 0,0015 l) \cdot q \cdot St = \\ = (0,27 + 0,0015 \cdot 400) \cdot 1,3 \cdot 35 = \text{rund } 40 \text{ Ct. pro cbm.}$$

Die Wagen- und Transportbahnkosten betragen:

$$K = K_1 + K_2 = \\ = (0,27 + 0,0015 l) (2,5 + 0,005 l) \cdot q = \\ = (0,27 + 0,0015 \cdot 400) (2,5 + 0,005 \cdot 400) \cdot 1,3 = \text{rund } 5 \text{ Ct.}$$

pro cbm gewachsenen Bodens. Schliesslich belaufen sich die Kosten der zum Lösen und Laden erforderlichen Geräte (Hacken, Keile usw.) ebenfalls auf etwa 5 Ct. pro cbm. Im ganzen be-

¹⁾ Vgl. hierzu u. a. Osthoff-Scheck, Kostenberechnungen für Ingenieurbauten, 7. Aufl., Leipzig 1913, S. 406—409; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Teil, II. Bd.: Erd- und Felsarbeiten, bearbeitet von Häsel, Wegele und v. Willmann, 4. Aufl., Leipzig 1905, S. 27—38.

²⁾ Nach Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 412—415. Die Formel ist in folgender Weise abgeleitet: Ein Muldenkipper von durchschnittlich 0,75 cbm Laderaum wird von 2 Arbeitern bedient. Die Fahrtgeschwindigkeit ist im Mittel 60 m in der Minute, der Aufenthalt an den Endstationen 6 Minuten

tragen also die Kosten des Erdaushubs im oberen Teil der Baugrube $1,8 + 0,4 + 0,05 + 0,05 = 2,3$ Fr. pro cbm gewachsenen Bodens, von denen 2,2 Fr., d. s. 95,7 %, auf Lohnkosten entfallen. (Da bei der hier als Beispiel dienenden Anlage nach unserer Annahme im ganzen 2650 cbm in der oberen Erdschicht auszuheben sind, belaufen sich die Gesamtkosten dieser Arbeiten auf $2650 \cdot 2,3 = 6095$ Fr., wovon 5830 Fr. auf Löhne entfallen.)

Die entsprechende Berechnung für den unteren Teil der Wehrfundamentgrube führt zu folgenden Ergebnissen: Das Lösen von 1 cbm Boden (schwerer Hackboden, Hackfels) erfordert hier etwa 6—7 Arbeitsstunden, das Laden etwa 1—2 Stunden, zusammen etwa 8 Stunden, die sich infolge der bedeutenden Tiefe der Baugrube (bis zu 6 m und stellenweise noch mehr) auf das 1,5fache, d. h. auf rund 12 Stunden erhöhen, was beim gleichen Stundenlohn von 0,4 Fr. einem Aufwand von 4,8 Fr. entspricht. Die Lohnkosten des Transportes und die Transportmittel- und Gerätekosten sind hier ebenfalls relativ höher und erfordern $0,6 + 0,3 = 0,9$ Fr., so dass im ganzen 1 cbm ausgehobenen und abtransportierten gewachsenen Bodens sich in diesem Bauteil auf 5,7 Fr.

(diese Arbeiter haben nur das Ausladen [Auskippen], nicht aber das Laden zu besorgen). Die Zeitdauer einer Hin- und Rückfahrt beträgt demnach bei

einer Transportweite von l m: $\left(\frac{2l}{60} + 6\right)$ Minuten; die Anzahl der Doppelfahrten in der Stunde ist also $\frac{60 \cdot 60}{2l + 360} = \frac{1800}{l + 180}$. Da der Laderaum

0,75 cbm beträgt, können in der Stunde befördert werden $\frac{0,75 \cdot 1800}{l + 180} =$

$= \frac{1350}{l + 180}$ cbm, was bei einem Ladekoeffizienten q einer stündlichen

Leistung von $\frac{1350}{q \cdot (l + 180)}$ cbm gewachsenen Bodens je Kippwagen entspricht. Bei einem Stundenlohn von St betragen die Kosten für 1 cbm

$K = 2 \text{ St} \cdot \frac{l + 180}{1350} \cdot q = \text{rund } (0,27 + 0,0015 l) \cdot q \cdot \text{St}$.

In ähnlicher Weise ist auch die zweite oben angegebene Formel der Wagen- und Transportbahnkosten abgeleitet. Diese sind in Pfennigen berechnet. Mit Rücksicht auf die Geringfügigkeit des Betrages (und der Differenz) und die sowieso nur annähernde Genauigkeit der Berechnung, sahen wir von einer Umrechnung in Rappen ab.

stellt, wovon auf Löhne 5,4 Fr., d. s. 94,7%, entfallen. (Im ganzen sind in unserem Fall 5850 cbm fortzubewegen, so dass diese Arbeiten einen Gesamtaufwand von $5850 \cdot 5,7 = 33345$ Fr. erfordern, von denen 31590 Fr. auf Löhne entfallen.) In gleicher oder ähnlicher Weise, wie bei diesen zwei Bauteilen, setzen sich auch die Kosten der anderen beim Bau unseres Werks erforderlichen Erdarbeiten zusammen: beim Erdaushub für die Druckleitung, das Krafthausfundament, den Unterwasserkanal usw.

Anderen Charakters sind die Erdarbeiten, genauer Felsarbeiten, die beim Ausbruch des Wasserstollens (und auch des Wasserschlosses) ausgeführt werden müssen. Einerseits tritt hier eine Erschwerung infolge der grossen Festigkeit des gesunden Felsens ein, der nur unter Anwendung von Sprengstoffen bewältigt werden kann. Andererseits ist die grosse Arbeitsverzögerung in Betracht zu ziehen, die daraus entsteht, dass nur ein geringer Querschnitt (wir nehmen im Mittel einen Querschnitt von 4 qm an) auszubrechen ist, so dass die gleichzeitige Angriffsfläche sehr klein ist; diese Verzögerung wird nun noch dadurch erhöht, dass die Arbeiten im bergmännischen Betrieb (unter Tag) ausgeführt werden müssen. Die Ermittlung der Leistungen und Kosten dieser Arbeiten kann nur auf Grund bestimmt umschriebener, konkreter Annahmen erfolgen, da hier die natürlichen und betrieblichen Verhältnisse von noch weit grösserem Einfluss sind, als bei den meisten anderen Bauarbeiten. Unserer Kostenberechnung legen wir folgende Annahmen zu Grunde: Das Bohren der Sprenglöcher (von Hand), das Setzen der Sprengpatronen und das Ausräumen des ausgesprengten Gesteins, d. h. die gesamte Arbeit vor Ort, erfordert (unter Anrechnung der Zeitverluste während des Schiessens) an Häuer- und Handlangerleistung zusammen etwa 4,5 achtstündige Arbeitsschichten pro cbm anstehenden Felsens¹⁾, was bei einem mittleren Schichtlohn von

¹⁾ Nach Rziha (Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst, Berlin 1867, 1. Bd., S. 206 ff.) erfordert der Ausbruch (bei 5 qm Querschnitt) pro cbm: bei sehr schwer schiessbarem Gestein 9,3—17,5 achtstündige Häuerschichten, bei schwer schiessbarem Gestein 4,7—8,8 und bei leicht schiessbarem Gestein 3,1—5,8 achtstündige Häuerschichten (vgl. hierzu auch

870,65 = 5,2 Fr. einem Lohnaufwand von 4,5.5,2 = 23,4 Fr. entspricht. Hierzu kommen ferner die Kosten des Abtransportes der Stollenausbruchsmassen (auf Schmalspurgleis), die sich unter diesen erschwerten Arbeitsverhältnissen im allgemeinen zwei- bis dreimal höher stellen, als im Freien¹⁾; bei einer mittleren Transportweite von etwa 500 m im Stollen und bis zum nächstgelegenen Haldensturz (oder bis zu der Baustelle, wo Schotter zur Betonbereitung zerkleinert wird) — wobei angenommen ist, dass zur Beschleunigung der Bauarbeiten der Stollen nicht nur von den beiden Endpunkten, sondern wie üblich auch von einer Anzahl Zwischenangriffspunkten vorgetrieben wird — veranschlagen wir die Transportkosten auf 1,0 Fr. (Lohnkosten) + 0,2 Fr. (Wagen- und Gleiskosten) = 1,2 Fr.²⁾. Von Materialien kommt hier in erster Linie der Sprengstoff in Frage; angenommen ist — unter Voraussetzung von Handbohrung — ein Dynamitverbrauch von durchschnittlich 2 kg pro cbm³⁾, gleich einem Aufwand von 4 Fr. bei einem Preis von 2 Fr. pro kg; hierzu kommen noch die Kosten der Zündschnur und der Zündkapseln, die etwa 10% der Dynamitkosten, also 0,4 Fr., betragen, so dass die Gesamtkosten des Sprengmittelverbrauchs sich auf 4,4 Fr. pro cbm berechnen lassen. Schliesslich haben wir noch die Gerätekosten in Rechnung

Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Band: Vorarbeiten usw., 5. Abteilung: Der Tunnelbau, bearbeitet von Mackensen, herausgegeben von v. Willmann, 3. Aufl., Leipzig 1902, S. 64). Vgl. ferner die Zusammenstellungen über die Arbeitsleistungen und Lohnkosten im Stollenbau bei Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 816—817 und 820—821, und bei Ludin, Die Wasserkräfte, Berlin 1913, 2. Band, S. 1132 ff. und 1360 ff.

¹⁾ Vgl. hierzu u. a. Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 827.

²⁾ Vgl. hierzu unsere Berechnung auf S. 19—20 und die dort angegebene Literatur.

³⁾ Vgl. u. a. Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 815: bei sehr schwer schiessbarem Gestein sind durchschnittlich 3,0—5,0 kg, bei schwer schiessbarem 1,5—3,0 kg, bei leichter schiessbarem Gestein 0,8—1,5 kg Dynamit erforderlich. Vgl. ferner: Handbuch der Ingenieurwissenschaften, a. a. O., S. 61—64. Beim Bau des Wasserstollens des Kubelwerks sind im Mittel 1,75 kg Dynamit verbraucht worden (siehe: Kürsteiner, Das Elektrizitätswerk Kubel, S.-A. aus der Schweizerischen Bauzeitung, Bd. 43, S. 5).

zu setzen, unter denen an erster Stelle die Bohrgezähkosten stehen; diese setzen sich einerseits aus den Kosten des Verbrauches an Bohrgezähe, andererseits aus den Kosten des Bohrerschärfens zusammen; für unsere Berechnung nehmen wir die gesamten Gerätekosten (darunter auch die bereits angegebenen Transportmittelkosten gleich 0,2 Fr.) gleich 2,4 Fr. pro cbm an, von denen auf Löhne (Schärfen der Bohrer) etwa die Hälfte mit 1,2 Fr. entfällt¹⁾. Somit belaufen sich die Gesamtkosten des Stollenausbruchs auf 31,2 Fr. pro cbm²⁾, wovon 25,6 Fr., d. s. 82,1%, auf Löhne entfallen. (Pro lfd. m sind bei dem hier als Beispiel dienenden Stollen durchschnittlich 4 qm auszubrechen, so dass die

¹⁾ Vgl. hierzu: Handbuch der Ingenieurwissenschaften, a. a. O., S. 61; Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 820—821; Ludin, a. a. O., S. 1132 ff.

²⁾ In Anbetracht des sehr geringen Querschnitts — die Ausbruchskosten nehmen stets mit wachsendem Ausbruchquerschnitt ab („Gesetz der Gesteinsverspannung“) — dürften diese Kosten relativ niedrig veranschlagt sein. Ausser den meist etwas veralteten Angaben, auf die in den vorstehenden Anmerkungen hingewiesen wurde, führen wir im folgenden auch noch einige neuere Vergleichsangaben an. Beim Kubelwerk stellten sich die Ausbruchskosten unter ähnlichen (natürlichen und betrieblichen) Verhältnissen, wie sie von uns angenommen wurden, jedoch wohl unter erheblich geringeren Schichtlöhnen (das Werk ist in den Jahren 1898—1900 gebaut worden) auf 18—24 Fr. pro cbm (vgl. Kürsteiner, a. a. O., S. 25). Für einige neuere Anlagen gibt Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 819, folgende Kosten an: Stollen des Albulatunnels (Querschnitt 6 qm) rund 45 Fr. pro cbm, Simplonstollen (5,5—6,15 qm) rund 50 Fr. pro cbm, eine Anlage bei Dresden rund 32 Fr. pro cbm (hierbei ist aber zu beachten, dass alle diese Stollen einen grösseren Ausbruchquerschnitt aufzuweisen hatten). Die Stollenausbruchskosten einzelner Tunnel der Gotthardbahn bewegten sich zwischen rund 15 Fr. und rund 32 Fr. (vgl. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Band, 5. Teil, 3. Aufl., S. 391), wobei auch hier bei einem eventuellen Vergleich mit unseren Ansätzen der erheblich grössere Querschnitt (5—8,4 qm) und die damalige geringere Lohnhöhe (wohl kaum über 3,5 Fr. pro Schicht und Kopf) im Auge behalten werden müssen. Aus vielen darauf bezüglichen Veröffentlichungen lässt sich die Höhe der Stollenausbruchskosten deshalb nicht entnehmen, weil in ihnen die Stollenbaukosten in einem Posten (also einschliesslich der Stollenauskleidung und des Verputzes) ausgewiesen werden. Vgl. z. B. die Angaben über das Albulawerk, Löntschwerk, Sillwerk, Urftwerk u. a. bei Ludin, a. a. O., Tab. 8, oder die An-

Ausbruchskosten auf $4.31,2 = 124,8$ Fr. pro lfd. m zu stehen kommen; da die Stollenlänge im ganzen 5000 m, der gesamte Ausbruch also $4.5000 = 20000$ cbm beträgt, belaufen sich die Gesamtkosten dieses Bauteils auf $20000.31,2 = 624000$ Fr., von denen die Löhne 512000 Fr. erfordern.)

Ähnlich im Aufbau, jedoch bedeutend geringer in der Gesamthöhe sind die Ausbruchskosten bei der Ausführung des Wasserschlosses (eines in den Fels eingesprengten, zu Tage ausgehenden vertikalen Schachtes von etwa 30 m Höhe und 10 m Durchmesser), da, wie hier bereits erwähnt worden ist, die Ausbruchskosten mit zunehmendem Querschnitt im allgemeinen abnehmen. Hierzu kommt noch der Umstand, dass im oberen, zu Tage ausgehenden Schachtteil die Arbeiten bedeutend billiger zu stehen kommen, wodurch die Durchschnittskosten herabgedrückt werden. Demgegenüber stellen sich hier die Kosten des Abtransportes der Ausbruchsmassen (vertikale Förderung!) höher als selbst im Stollen. Wir veranschlagen die Ausbruchskosten wie folgt¹⁾: Arbeitslöhne für Ausbruch (und Laden) 6,5 Fr., für Abtransport 1,8 Fr., zusammen also 8,3 Fr. pro cbm; der Sprengstoffverbrauch wird gleich 1 kg pro cbm angenommen, seine Kosten betragen demnach (einschliesslich Zündschnur und -kapseln) 2,2 Fr.; die gesamten Gerätekosten veranschlagen wir schliesslich auf 1,5 Fr., von denen Löhne (Bohrerschärfen) etwa 0,6 Fr. ausmachen. Die gesamten Ausbruchskosten betragen demnach 12 Fr. pro cbm, wovon auf Löhne 8,9 Fr., d. s. 74,2%, entfallen. (Im ganzen sind nach unsere Annahme 2430 cbm auszurechnen, somit erfordern diese Arbeiten insgesamt $2430.12 = 29160$ Fr., davon 21627 Fr. an Lohnkosten.)

Wir gehen nunmehr zu der Betrachtung des Kostenaufbaues bei den Maurerarbeiten über. Obwohl im allgemeinen bei diesen Arbeiten begreiflicherweise die Materialkosten an erster

gaben über die Werke Solingen, Luzern-Engelberg u. a. bei Mattern, Die Ausnutzung der Wasserkräfte, 2. Aufl., Leipzig 1908, S. 397.

¹⁾ Vgl. hierzu die Angaben über die Kosten des Stollen- und Vollausbruchs in den hier bereits zitierten Werken (siehe die vorstehenden Fussnoten).

Stelle stehen und dementsprechend die Lohnkosten einen bei weitem nicht so hohen Anteil an den Gesamtkosten haben, wie dies bei Erd- und Felsarbeiten der Fall ist, spielen auch hier die Lohnkosten eine mehr oder weniger erhebliche Rolle. Wir greifen zunächst die Kosten des Betonmauerwerks heraus, und zwar jener Arbeiten, die bei der Fundierung der Wehranlage und des Einlaufs (in den Stollen) auszuführen sind. Zuerst berechnen wir die Materialkosten. Der Zweck des Baues erfordert ein Betonmischungsverhältnis von etwa 1:3:5, d. h. von 1 Raumteil Zement auf 3 R.-T. Sand und 5 R.-T. Kies (bezw. Schotter). Wir nehmen an, dass durch Versuch ein Bedarf von 200 kg Zement, 0,5 cbm Sand und 0,7 cbm Kies für 1 cbm Beton festgestellt worden ist¹⁾. Bei einem Zementpreis von 5 Fr. pro 100 kg belaufen sich demnach die Zementkosten auf 10 Fr.²⁾.

¹⁾ Über den tatsächlichen Bedarf an Zement, Sand und Kies bei der Betonbereitung lassen sich bekanntlich keine absolut genauen Angaben machen; hierdurch erklären sich die allerdings nicht sehr erheblichen Abweichungen in den hierüber veröffentlichten Zahlenangaben. Nach den vom Verfasser bei einer grossen Baufirma eingezogenen Kontrollerkundigungen rechnet diese Firma mit folgenden Mengen: Beton 1:3:5 erfordert 210 kg Zement + 0,450 cbm Sand + 0,750 cbm Kies; Beton 1:3:4 erfordert 240 kg Zement + 0,505 cbm Sand + 0,675 cbm Kies; Beton 1:4:6 erfordert 170 kg Zement + 0,490 cbm Sand + 0,736 cbm Kies. Für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung mussten natürlich alle diese Werte abgerundet werden, wodurch sich die an sich unwesentlichen Abweichungen in der obenstehenden Berechnung sowie auch in den weiter unten folgenden Kostenaufstellungen erklären. Bei dem hier in Frage kommenden Zweck spielen diese geringen Abweichungen selbstverständlich so gut wie gar keine Rolle.

²⁾ Auch im Zementpreis, also auch in den Zementkosten pro cbm Beton, sind selbstverständlich Lohnkosten enthalten. Doch ebenso wie die in den Maschinenkosten enthaltenen (bei der Maschinenfabrikation bezahlten) Löhne — darauf wurde bereits hingewiesen —, haben wir auch diese Lohnkosten nicht in der gleichen Weise zu behandeln, wie die bei den eigentlichen Bauarbeiten erwachsenden Lohnkosten, da sie prinzipiell anderen Charakters sind. Wir werden übrigens auf diese Frage noch zurückkommen.

Da der oben angenommene Zementpreis frei Eisenbahnstation gedacht ist, sind auch noch die unter normalen Verhältnissen relativ un-

Der Berechnung der Kosten des für die Betonbereitung erforderlichen Sandes legen wir die Annahme zu Grunde, dass der Sand aus einer etwa 3 km von der Baustelle entfernten Sandgrube gewonnen wird, wobei nur ein Teil des Sandes vor der Verwendung gewaschen zu werden braucht. Die Löhne für Lösen, Durchwerfen, Waschen, Laden und Entladen des geförderten Sandes können bei einem Stundenlohn von 0,4 Fr. auf durchschnittlich 2,4 Fr. pro cbm veranschlagt werden¹⁾. Die Kosten des Grundstücksankaufs, der Geräte und sonstige Unkosten veranschlagen wir auf etwa 0,5 Fr., so dass 1 cbm Sand auf insgesamt 2,9 Fr. an der Grube zu stehen kommt. Hierzu kommen nun die Kosten des Transports bis zur Baustelle. Wir nehmen an, dass der Transport mittels Pferdekarren, die 1,2 cbm Sand fassen, erfolgt. Die Leistungen und Kosten lassen sich bei dieser Annahme in folgender Weise berechnen: Unter normalen Verhältnissen kann ein Pferd im Tag eine Entfernung von 30 km zurücklegen, es kann somit in unserem Fall (3 km Entfernung) die Strecke 5 mal mit beladenem Karren befahren und also im Tag $5 \cdot 1,2 = 6$ cbm Sand befördern. Unterhaltung und Verzinsung (einschliesslich Abschreibung) eines guten Arbeitspferdes (Anschaffungswert etwa 1300—1400 Fr.) erfordert etwa 1500—1600 Fr. im Jahr, die entsprechenden jährlichen Kosten eines Karrens (samt Pferdegeschirr) betragen etwa 300—400 Fr., zusammen also etwa 1900 Franken, was bei durchschnittlich 280 Arbeitstagen im Jahr rund 6,8 Fr. an täglichen Kosten entspricht. Der Führerlohn kann auf etwa 4,6 Fr. im Tag veranschlagt werden, so dass die Gesamtkosten eines Pferdekarrens mit Führer auf 11,4 Fr. im Tag zu stehen kommen, wovon auf Löhne 4,6 Fr., d. s. 40,4%, ent-

erheblichen Transportkosten für die Beförderung des Zements bis zur Baustelle in Rechnung zu stellen, in denen auch Lohnkosten enthalten sind. Diese Transportkosten sind bei unserer Veranschlagung der Gesamtkosten der Betonherstellung in den Lohnkosten und den „sonstigen“ Unkosten entsprechend berücksichtigt.

¹⁾ Vgl. hierzu u. a.: Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 433, und Bazali, Preisermittlung und Veranschlagen von Hoch-, Tief- und Eisenbetonbauten, 2. Aufl., Glauchau i. Sa. 1912, S. 23—24.

fallen. Hieraus ergibt sich, dass in unserem Fall die Transportkosten von 1 cbm Sand sich auf $11,4:6 = 1,9$ Fr. (davon Löhne 0,77 Fr.) belaufen. Insgesamt kostet demnach der Sand an der Baustelle 4,8 Fr. pro cbm¹⁾, worunter die Lohnkosten mit 3,17 Fr. oder rund 3,2 Fr., d. s. 66,7%, figurieren. Da nun 1 cbm Beton 0,5 cbm Sand erfordert, sind die Sandkosten mit 2,4 Fr. in Rechnung zu stellen, von denen rund 1,6 Fr. auf Löhne entfallen.

In ähnlicher Weise berechnen wir die Kieskosten. Wir gehen von der Annahme aus, dass zur Betonbereitung vorwiegend Schotter (Steinschlag) verwendet wird, der, insoweit die Gesteinsart hierfür geeignet ist, durch Zerkleinerung der Stollenausbruchsmassen gewonnen wird. Die Löhne für das Schotter schlagen (im Akkord) nehmen wir gleich 4,5 Fr. pro cbm Schotter an, die Transport- und Gerätekosten gleich 0,5 Fr. (davon Löhne 0,35 Fr.); zusammen betragen demnach die Schotterkosten 5,0 Fr. pro cbm²⁾, wovon auf Löhne 4,85 Fr., d. s. 97%, entfallen. 1 cbm Beton erfordert 0,7 cbm Schotter, somit betragen die Schotterkosten 3,5 Fr., davon entfallen rund 3,4 Fr. auf die Lohnkosten.

Zusammen belaufen sich demnach die Zement-, Sand- und Kieskosten auf 15,9 Fr. pro cbm Beton, von denen auf Löhne etwa 5 Fr. entfallen. Es sind nun ferner die Kosten der Betonbereitung, des Einbringens des Betons in die Baugrube und des Stampfens des Betons zu berechnen. Da bei maschineller Beton-

¹⁾ Dies dürfte ein unter normalen Verhältnissen mittlerer Preis sein. Vgl. zu der vorstehenden Transportkostenberechnung u. a. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Teil, 2. Band, Erd- und Felsarbeiten, bearbeitet von Häsel, Wegele und v. Willmann, 4. Aufl., Leipzig 1905, S. 64 bis 65 u. 100—101. Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 372, berechnet die mittleren Tageskosten eines Arbeitspferdes einschliesslich des Führerlohnes und der Wagenkosten auf 9 Mark.

²⁾ Ein ebenfalls normaler Preis. Würden sich die Ausbruchsmassen zur Verarbeitung nicht eignen, oder die Kosten des Schotter Schlagens erheblich teurer stellen, oder wäre schliesslich in der Nähe der Baustelle eine ausgiebige Kiesgrube vorhanden, so hätte man wohl zum gleichen Preis auch Kies verwenden können; in diesem Fall würde der Anteil der Lohnkosten an den Gesamtkosten etwas geringer ausfallen.

mischung die Herstellungskosten (bei genügend grossem Betonbedarf) bedeutend geringer sind, als bei Handarbeit, und auch der Beton erheblich besser wird, gehen wir bei unserer Berechnung von den Kosten des maschinellen Betriebes aus, der bei den hier in Frage stehenden Betonmengen durchaus angezeigt ist. Nehmen wir hierbei an, dass Maschinen von einer Leistungsfähigkeit von etwa 50 cbm im Tag verwendet werden, zu deren Bedienung 5 Mann erforderlich sind, so erhalten wir folgende Mischungskosten: Die jährlichen Verzinsungs-, Abschreibungs- und Unterhaltungskosten einer Mischmaschine betragen etwa 750 Fr., was bei durchschnittlich 160—180 Tagen im Jahr und 50 cbm Tagesleistung etwa 9 Ct. pro cbm Beton bedeutet. Die Lohnkosten (der 5 Arbeiter) betragen im Tag etwa 20 Fr., d. h. 0,4 Fr. pro cbm Beton, so dass die Gesamtkosten der eigentlichen Betonbereitung (einschliesslich des Schmiermaterials für die Mischmaschine) auf rund 0,5 Fr. pro cbm Beton zu stehen kommen¹⁾. (Bei Handarbeit wären hingegen etwa 8 Arbeitsstunden erforderlich, die Mischungskosten würden also etwa 3—3,5 Fr. betragen²⁾, d. i. etwa das sechsfache des soeben berechneten Betrages.) Das Herbeischaffen des Materials bis an die Mischmaschine, das Laden des fertigen Betons im Schubkarren, das Einbringen in die Baugrube und das Stampfen dürfte unter den hier in Frage kommenden erschwerten Bauverhältnissen im ganzen etwa 4 Handlanger-Arbeitsstunden und 6 Maurer-Arbeitsstunden, d. h. etwa 4,6 Fr., erfordern. Zusammen belaufen sich demnach die Lohnkosten auf 5,0 Fr. Die Kosten der Geräte und sonstige Unkosten (darunter auch die bereits berechneten Mischmaschinenkosten) veranschlagen wir auf rund 0,9 Fr. und erhalten sodann den Betrag von 21,8 Fr. für die Gesamtkosten von 1 cbm fertigen Betons³⁾, wovon auf Löhne rund 10 Fr. (ein-

¹⁾ Vgl. zu der vorstehenden Berechnung u. a. Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 710, und Bazali, a. a. O., S. 100—102.

²⁾ Vgl. Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 709, und Bazali, a. a. O., S. 100.

³⁾ Vergleichshalber sei angeführt, dass nach Koehn, Ausbau von Wasserkraften (Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Teil, Der

schliesslich der rund 5 Fr., die in den Sand- und Kieskosten enthalten sind), d. s. 45,9%, entfallen. (Das Wehr- und Einlauf-fundament unserer Kraftanlage erfordert im ganzen 3940 cbm Betonmauerwerk, so dass die Kosten dieses Bauteils 3940.21,8 = 85892 Fr. betragen, von denen auf Lohnkosten 39400 Fr. entfallen.)

Bedeutend höher sind die Einheitskosten jenes Betonmauerwerks, das zur Stollenauskleidung ausgeführt wird, und zwar zum Teil infolge des höheren Zementinhaltes des für diesen Zweck angezeigten Betons, hauptsächlich aber infolge der sehr viel höheren Lohnkosten. Denn diese hängen vor allem von der Art des auszuführenden Bauwerks und ferner auch von den Bedingungen, unter denen die Arbeiten geführt werden müssen, und stellen sich demzufolge bei Tunnelauskleidungsarbeiten aus nahe-liegenden Gründen stets recht hoch. Verteuernd wirken ferner auch die nicht unerheblichen Mehrkosten der Holzzimmerung und -verschalung. Wenn nun aus den soeben angedeuteten Gründen Tunnelauskleidungsmauerwerk schon an sich teuer ist, so wachsen seine Kosten mit abnehmendem Tunnel- bzw. Stollen-querschnitt und geringer werdender Mauerstärke der Auskleidung noch weiter an. Hieraus erklären sich die hohen Ansätze, die wir der folgenden Berechnung zu Grunde legen, denn in unserem Fall ist sowohl der Querschnitt (der Ausbruchsquerschnitt beträgt durchschnittlich 4 qm) als auch die Mauerstärke (wie stets bei Wasserstollen, die in gesunden Fels eingesprengt sind) sehr gering. Wir nehmen bei unserer Berechnung an, dass die Mauerstärke je nach der Natur des Gebirges und der Genauigkeit des

Wasserbau, 13. Band), Leipzig 1908, S. 681 u. 771, in Deutschland der mittlere Preis für 1 cbm Stampfbeton (200 kg Zement) etwa 15—25 M. beträgt. Vgl. auch Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Teil, 3. Band, Der Grundbau, bearbeitet von v. Willmann und Zschokke, 4. Aufl., Leipzig 1906, S. 149—150.

Aus der neueren Praxis sei mitgeteilt, dass beim Bau des Albulawerks die Betonarbeiten für das Wehrfundament (1:3:5) zu 24,9 Fr. verdingt worden sind, wobei aber — bei einem Vergleich mit unserem Ansatz (21,8 Fr.) — zu bedenken ist, dass in diesem Preis auch die Regie- und Versicherungskosten und auch der Unternehmergeinn enthalten sind.

Ausbruchs etwa zwischen 0,15 m und höchstens 0,5 m schwankt (wo bei der Sprengung das Profil zu weit ausgebrochen wurde, wird zweckmässig zuerst eine billigere, sogenannte trockene Hintermauerung ausgeführt), und dass dementsprechend der mittlere Querschnitt der Ausmauerung (Gewölbe, Widerlager und Sohle) 1,4 qm beträgt, d. h. dass pro lfd. m Stollen 1,4 cbm Betonmauerwerk auszuführen sind. Die Auskleidungskosten (ohne Verputz) sind nun wie folgt veranschlagt worden: Bei einem Mischungsverhältnis von 1:3:4 ist ein Verbrauch von 250 kg Zement, 0,5 cbm Sand und 0,7 cbm Schotter pro cbm Beton angenommen worden. Bei den im vorstehenden bereits berechneten Einheitssätzen stellen sich diese Materialkosten auf 18,4 Fr. pro cbm Beton, an welchem Betrag die Lohnkosten, die bei der Sand- und Schottergewinnung erwachsen, mit etwa 5 Fr. partizipieren. Die Löhne für Mischen, Fördern und Einstampfen des Betons, ferner für den Ein- und Abbau der Gewölbrüstung und -schalung setzen wir mit 18 Fr., die sonstigen Materialien (darunter vor allem das Holz) mit 4,6 Fr. in Rechnung. Die Gesamtkosten von 1 cbm Betonmauerwerk erreichen somit die Höhe von 41,0 Fr.¹⁾, von denen die Löhne rund 23 Fr., d. s. 56,1%, beanspruchen. (Da in unserem Fall pro lfd. m Stollen 1,4 cbm Betonmauerwerk auszuführen sind, betragen die Kosten der Auskleidung 1,4 · 41 = 57,4 Fr., an denen die Löhne mit 32,2 Fr. partizipieren; die

¹⁾ Zum Vergleich sei mitgeteilt, dass die Kosten der Betonauskleidung des Wasserstollens des Kubelwerks bei ähnlichem Querschnitt die Höhe von 40—50 Fr. pro cbm erreichten (vgl. Kürsteiner, a. a. O., S. 25). Die Ausbetonierung des Umlaufstollens der Talsperre bei Malter (Ausbruchsquerschnitt von 11 qm) kostete (bei 3,3 cbm Beton auf 1 m Länge) rund 46 Fr. pro cbm Beton, die des Umlaufstollens der Talsperre bei Klingenberg (Querschnitt von 14,5 qm; 5,2 cbm Beton pro lfd. m) rund 38 Fr. pro cbm Beton (vgl. Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 836). Zu der obigen Bemessung der Lohnkosten sei vergleichsweise angeführt, dass nach Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 835, bei Eisenbahntunnels, also bei bedeutend grösserem Querschnitt, 1 cbm Stampfbetonauskleidung bei rund 48 Fr. Gesamtkosten (einschliesslich des Verputzes und der Gewölbentwässerung und bei fast doppelten Sand- und Klarschlagkosten) etwa 10 Fr. an Löhnen für Fördern, Mischen und Stampfen des Betons und etwa 7,5 Fr. für Gewölbrüstung und -schalung einschliesslich des Umbauens erfordert.

Stollenlänge beträgt im ganzen 5000 m, somit belaufen sich die Gesamtkosten dieser Arbeiten auf $5000 \cdot 57,4 = 287\,000$ Fr., von denen auf Löhne 161\,000 Fr. entfallen.)

Wir haben sodann auch noch einen anderen Typus von Maurerarbeiten zu untersuchen: die Maurerarbeiten, die in Bruchsteinmauerwerk auszuführen sind, wie z. B. beim Bau unserer Wehranlage. Bei dieser Kostenberechnung nehmen wir an, dass die Steingewinnung in einem unweit von der Baustelle gelegenen Steinbruch erfolgt, wobei die Gewinnungsarbeiten nur mittels schwach geladener Sprengschüsse durchgeführt werden, damit grössere Steine gewonnen werden können, und dass die gelösten Steine nur sehr wenig bearbeitet (zugerichtet) werden. Unter diesen Annahmen dürften die Kosten in folgender Weise veranschlagt werden: der für 1 cbm Mauerwerk benötigte Bruchstein (etwa 1,3 cbm aufgesetzte Bruchsteine) erfordert an Löhnen für Lösen, Zurichten, Aufsetzen, Laden und Entladen 4,8 Fr., an Löhnen für Transport bis zur Baustelle 0,8 Fr., an Sprengstoffkosten (einschliesslich Zündschnur und -kapseln) 2,2 Fr. und an Geräte- und Transportmittelkosten 0,7 Fr. (darunter an Löhnen für Bohrerschärfen 0,2 Fr.), zusammen also 8,5 Fr., von denen auf Löhne 5,8 Fr., d. s. 68,2%, entfallen. Das Bruchsteinmauerwerk wird in Zementmörtel ausgeführt, wobei ein Bedarf von 130 kg Zement und 0,4 cbm Sand pro cbm Mauerwerk angenommen wird. Bei einem Zementpreis von 5 Fr. pro 100 kg betragen demnach die Zementkosten 6,5 Fr., die Sandkosten, wie weiter oben berechnet wurde, $0,4 \cdot 4,8 =$ rund 1,9 Fr. (hiervon Lohnkosten 66,7%, d. h. rund 1,25 Fr.). Die Maurerlohnkosten (einschliesslich der Kosten der Mörtelbereitung) können auf 7,5 Fr. pro cbm Mauerwerk veranschlagt werden¹⁾, die Kosten der Ge-

¹⁾ Für die Berechnung der Lohnkosten bei Ausführungen in Bruchsteinmauerwerk schlägt Osthoff-Scheck, a. a. O., S. 431, folgende Formel vor:

$$K = \left(8 + \frac{1}{B}\right) \cdot St_m + (7 + 0,3 H) \cdot St_h,$$

worin B die Stärke, H die Höhe der Mauer, St_m den Stundenlohn eines Maurers und St_h den Stundenlohn eines Handlangers bedeuten. Setzen

räte und sonstige Unkosten auf 0,4 Fr. Die Gesamtkosten von 1 cbm Bruchsteinmauerwerk belaufen sich also auf 24,8 Fr.¹⁾, wovon auf Löhne 14,55 Fr., d. s. 58,7%, entfallen. (Da nach unserer Annahme im ganzen 12450 cbm Bruchsteinmauerwerk auszuführen sind, erfordern diese Arbeiten insgesamt 12450 · 24,8 = 308760 Fr., hiervon an Löhnen 181148 Fr.)

Aus Raumrücksichten müssen wir von der Fortsetzung einer so eingehenden Besprechung der Kosten der einzelnen Bauteile unserer Wasserkraftanlage absehen und uns auf eine detaillierte Kostenzusammenstellung beschränken, die wir folgen lassen. Die

wir in diese Formel für B (im Mittel) 12 m, für H (im Mittel) 8 m ein, so erhalten wir bei einem Stundenlohn von etwa 0,5 und 0,35 Fr.:

$$K = \left(8 + \frac{1}{12}\right) \cdot 0,5 + (7,0 + 0,3 \cdot 8) \cdot 0,35 = \text{rund } 7,3 \text{ Fr.}$$

Vergleichsweise sei angeführt, dass die Werklöhne bei der Ausführung von Bruchsteinmauerwerk beim Bau der Wehranlage des Albulawerks (nach Angaben der Baufirma) 5—8 Fr. pro cbm betragen (bei 8 Fr. Bruchsteinkosten pro cbm Mauerwerk).

¹⁾ Zum Vergleich geben wir einige entsprechende Preise aus der neueren Baupraxis an: 1 cbm Bruchsteinmauerwerk der Staumauer (in hydraulischem Kalk) stellte sich beim Kubelwerk auf 28 Fr. (vgl. Kürsteiner, a. a. O., S. 25), bei der Möhne-, Mauer- und Eder-Talsperre auf 22—25 Franken (vgl. Ludin, a. a. O., S. 958), bei der Marklissa-Talsperre auf rund 20 Fr. (vgl. Koehn, a. a. O., S. 720); vgl. ferner auch die Angaben über Mauerwerkkosten bei verschiedenen neueren Talsperren bei Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau, 2. Aufl., Berlin 1908, 2. Bd., S. 323. Zu beachten ist, dass bei den zuletzt genannten Anlagen die Arbeiten im Gegensatz zu unserem Werk äusserst umfangreich waren, so dass der ganze Betrieb so weit als möglich mechanisiert und auf diese Weise auch entsprechend verbilligt wurde (bei der Marklissa-Sperre handelte es sich um 65000 cbm, bei der Möhnetalsperre gar um 290000 cbm Mauerwerk usw., während in unserem Fall nur 12450 cbm erforderlich sind). Es sei schliesslich auch noch auf die Kosten verwiesen, die (nach Angaben der Baufirma) beim Bau der Wehranlage des Albulawerks entstanden: 1 cbm Bruchsteinmauerwerk der Wehranlage (in Schlackenzement oder in Zement mit Kalk) stellte sich je nach Ausführung auf 23,2—26,7 Fr. (verdingt waren diese Arbeiten zu 18,8 Fr. bzw. 19,2 Fr.); in diesen Beträgen sind jedoch auch die Unfallversicherungs- und Regiekosten mit 2,2—2,8 Fr. mitenthalten, somit betragen die mit unseren Ansätzen vergleichbaren Kosten 21—23,9 Fr.

in dieser Zusammenstellung gemachten Angaben sind, wie die vorstehenden Kostenangaben, zum Teil unter Verarbeitung verschiedener veröffentlichter und unveröffentlichter Baukostenrechnungen und Kostenvoranschläge einer grösseren Anzahl schweizerischer, deutscher und österreichischer Wasserkraftanlagen, Tunnel- und anderer Tief- und Hochbauanlagen, zum Teil auf Grund der durchschnittlichen Angaben über Arbeitsleistungen und Materialbedarf, die in der hier teilweise bereits genannten einschlägigen Literatur gemacht werden, berechnet worden. Selbstverständlich darf für diese Kostenberechnung nicht der Anspruch darauf erhoben werden, dass sie bis in alle Einzelheiten absolut richtig ist, d. h. in jedem Fall der Wirklichkeit entspricht; dies wäre übrigens, wie wir es schon mehrfach erwähnten, unter den spezifischen Bedingungen des Tief- und Wasserbaues überhaupt unmöglich. Immerhin dürfte das endgültige Resultat — das Verhältnis der Lohnkosten zu den Gesamtkosten — und nur auf dieses kommt es uns ja hier an — von den tatsächlichen Ergebnissen bei ähnlichen Anlagen (und ähnlichen Bauverhältnissen) kaum merklich abweichen.

So wie dies bei den bereits behandelten Elementen der Baukosten geschehen ist, so werden auch in der folgenden Kostenaufstellung die Gesamtkosten eines jeden Bauteils bzw. einer jeden Verrichtung stets nach den drei Hauptkostenelementen zerlegt: Materialkosten, Lohnkosten und Geräte- und sonstige Kosten. Noch einmal sei darauf hingewiesen, dass wir aus Gründen, auf die wir noch eingehend zu sprechen kommen werden, die in den fabrikmässig hergestellten Bauteilen und Materialien, so in den Maschinen, mechanischen Konstruktionen usw., enthaltenen Lohnkosten nicht getrennt nachweisen und ihren Anteil an den Gesamtkosten nicht berechnen. Um unsere Kostenaufstellung nicht noch weiter auszudehnen, haben wir bei jedem Bauteil die Kosten der weniger bedeutenden und billigeren Arbeiten stets in eine Position zusammengezogen, was umso mehr angezeigt war, als ein weitgehendes Detaillieren derartiger Kosten für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung gar nicht erforderlich ist.

Schliesslich wäre noch darauf hinzuweisen, dass die sogenannten allgemeinen oder Generalunkosten, vor allem die Bauleitungs- und Arbeiterversicherungskosten, sodann auch die Bauzinsen, nicht bei jedem einzelnen Bauteil, sondern für das ganze Werk zusammen mit den Kosten der Vorarbeiten, der Konzession, des Grunderwerbs usw. in einem Posten in Ansatz gebracht werden. Zu ihrer Bemessung ist folgendes zu bemerken. Die Bauleitungskosten sind aus dem Grund relativ hoch veranschlagt worden (etwa 7% der Gesamtkosten 2—11 zuzüglich der Arbeiterversicherungskosten, d. s. im ganzen 3226 000 Fr.), weil Regiebau, ohne Zwischenunternehmer, angenommen ist; diese Annahme war deshalb angezeigt, weil auf diese Weise ein Kostenelement — der Zwischenunternehmergewinn —, das sich kaum genau genug abschätzen lässt, wegfällt. Die Arbeiterversicherungskosten (die nur die Beiträge des Bauherrn berücksichtigen, während die etwaigen Beiträge seitens der Arbeiter in den Löhnen enthalten sind) sind mit Rücksicht darauf mit einem hohen Betrag (etwa 8% der gesamten Lohnsumme von 1714000 Fr.) in Rechnung gestellt worden, dass einem sehr grossen Teil der auszuführenden Bauarbeiten (Stollen, Wasserschloss, Steingewinnung) ein hoher Gefahrentarif entspricht. Was schliesslich die Bauzinsen anbelangt, so liegt ihrer Bemessung die Voraussetzung zu Grunde, dass das ganze Werk in etwa zwei Jahren fertiggestellt wird. Die weiteren Einzelheiten der Berechnung gehen aus der nunmehr folgenden detaillierten Baukostenzusammenstellung selbst hervor.

Detaillierte Anlagekostenrechnung.

I. Vorarbeiten, Konzession, Grunderwerb usw.

	Fr.	davon Gehälter und Löhne:
1) Vorarbeiten	60 000	40 000 Fr., d. s. 66,7%
2) Konzession 3600 PS à 10 Fr. . .	36 000	
3) Grunderwerb	120 000	
4) Bauleitung (ca. 7% v. 3 226 000 Fr.)	225 000	200 000 Fr., d. s. 88,9%
5) Arbeiterversicherung (ca. 8% von 1 714 000 Fr.)	136 000	
6) Bauzinsen (von 3 690 000 Fr.) .	140 000	
7) Steuern, Feuerversicherung und Sonstiges	23 000	
zusammen	<u>740 000</u>	240 000 Fr., d. s. 32,4%

2. Wehr und Einlauf.

A. Erd- und Maurerarbeiten.

1) Erdaushub (obere Schicht) 2650 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.	
Löhne für Lösen und Laden	1,80	
„ „ Transport . . .	0,40	
Geräte-, Gleis- und Wagen- kosten	0,10	
	<u>2,30</u>	davon Löhne 2,2 Fr., d. s. 95,7%
Insgesamt 2650 . 2,3 = 6095 Fr., davon Löhne 5830 Fr.		

2) Erdaushub (untere Schicht) 5850 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.	
Löhne für Lösen und Laden	4,80	
„ „ Transport . . .	0,60	
Geräte-, Gleis- und Wagen- kosten	0,30	
	<u>5,70</u>	davon Löhne 5,4 Fr., d. s. 94,7%
Insgesamt 5850 . 5,7 = 33 345 Fr., davon Löhne 31 590 Fr.		

3) Fundamentbetonmauerwerk (ca. 1 : 3 : 5) 3940 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.	
Zement 200 kg à 0,05 Fr.	10,00	
Sand 0,5 cbm à 4,80 „	2,40	davon Löhne rd. 1,6 Fr. (rd. 66,7%) ¹
Kies 0,7 „ à 5,00 „	3,50	„ „ „ 3,4 „ (97,0%) ²
Löhne	5,00	
Geräte und Sonstiges .	0,90	
	<u>21,80</u>	davon Löhne rd. 10 Fr., d. s. 45,9%
Insgesamt 3940 . 21,8 = 85 892 Fr., davon Löhne 39 400 Fr.		

Die Fussnoten befinden sich auf S. 36.

4) Bruchsteinmauerwerk 12 450 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Bruchstein ³	8,50, davon Löhne 5,8 Fr., d. s. 68,2 % ³
Zement 130 kg à 0,05 Fr.	6,50
Sand 0,4 cbm à 4,80 „, rd.	1,90, davon Löhne rd. 1,25 Fr. (rd. 66,7 %) ¹
Löhne	7,50
Geräte und Sonstiges .	0,40
	<u>24,80, davon Löhne rd. 14,55 Fr., d. s. 58,7 %.</u>

Insgesamt Fr. 12 450 . 24,8 = 308 760 Fr., davon Löhne 181 148 Fr.

5) Verkleiden der Ansichtsflächen, Zementverputz, Installation der Baugrube, Wasserhaltung und Verschiedenes.

Insgesamt 55 908 Fr., davon Löhne 26 532 Fr., d. s. 47,5%.

¹ Sandkostenberechnung: Es ist angenommen, dass der Sand in einer Entfernung von 3 km von der Baustelle gewonnen und von dort mittels Pferdekarren zur Baustelle transportiert wird. Das Lösen, Durchwerfen, Laden und Entladen des Sandes (ein Teil des Sandes muss auch noch gewaschen werden) erfordert durchschnittlich 6 Arbeitsstunden = 2,4 Fr. pro cbm Sand. Die Grundstück-, Geräte- und sonstige Kosten werden gleich 0,5 Fr. angenommen. Die Transportkosten lassen sich wie folgt berechnen: Ein Pferd kann die Entfernung von 3 km 10 mal im Tag zurücklegen, davon 5 mal mit beladenem Karren; bei einem Karreninhalt von 1,2 cbm transportiert ein Pferd im Tag 6 cbm Sand. Die Kosten der Verzinsung und Unterhaltung eines leistungsfähigen Pferdes und eines Karrens stellen sich auf etwa 1900 Fr., was bei 280 Arbeitstagen im Jahr rd. 6,8 Fr. an täglichen Kosten entspricht; hierzu kommt ein Führerlohn von 4,6 Fr., zusammen 11,4 Fr. im Tag, oder in unserem Fall 1,9 Fr. pro cbm. Die gesamten Kosten pro cbm betragen:

	Fr.
Löhne für Lösen, Durchwerfen, Laden und Entladen	2,40
Transportkosten	1,90, davon Löhne rd. 0,77 Fr.
Grundstücks-, Geräte- und sonstige Kosten	0,50
	<u>4,80, davon Löhne rd. 3,2 Fr., d. s. 66,7 %</u>

² Kieskostenberechnung: Es ist angenommen, dass der Kies (Schotter) grösstenteils entweder aus dem Stollenausbruchsmaterial oder aus dem Steinabfall bei der Bruchsteingewinnung durch Zerkleinerung erzeugt wird. Die Kieskosten bestehen also vornehmlich aus Lohnkosten (Schotterschlagen) und ferner aus Transportkosten (geringe Entfernung!); diese letzteren setzen sich nun wiederum zum grössten Teil aus Lohnkosten zusammen. Die gesamten Kosten pro cbm betragen:

	Fr.
Löhne für Schotterschlagen	4,50
„ „ Transport	0,35
Geräte- u. Transportmittelkosten	0,15
	<u>5,00, davon Löhne 4,85 Fr., d. s. 97 %</u>

³ Es ist angenommen: erstens, dass der Steinbruch sich in einer geringen Entfernung von der Baustelle befindet, zweitens, dass zur Gewinnung grösserer Steine der Fels nur mit schwach geladenen Sprengschüssen gelöst wird, und drittens, dass

Zusammen:

A. Erd- u. Maurerarbeiten	490 000 Fr., dav. Löhne 284 500 Fr., d. s. 58,1 %
B. Mechan. Vorrichtungen	70 000 Fr., dav. Löhne ¹ 3 500 Fr., d. s. 5,0 %
Insgesamt	560 000 Fr., dav. Löhne 288 000 Fr., d. s. 51,4 %

3. Wasserstollen.

(Ausbruchsquerschnitt rd. 4 qm; Länge 5000 m; Ausmauerung im Mittel 1,4 cbm pro lfd. m)

pro lfd. m:

1) Ausbruch.

pro cbm:	Fr.
Arbeitslöhne (vor Ort) . .	23,40
„ für Transport	1,00
Sprengstoffkosten	4,40
Bohrgezähe-, Transportmittel- und sonstige Kosten	2,40, dav. Löhne (Bohrerschärfen!) 1,20 Fr.
	<u>31,20, davon Löhne 25,60 Fr., d. s. 82,1 %</u>
pro lfd. m: 4 . 31,2 =	124,8 Fr., davon Löhne 102,4 Fr.

2) Betonmauerwerk (ca. 1 : 3 : 4).

pro cbm:	Fr.
Zement 250 kg à 0,05 Fr. .	12,50
Sand 0,5 cbm à 4,80 „ .	2,40, davon Löhne rd. 1,60 Fr. (rd. 66,7 %) ²
Kies 0,7 „ à 5,00 „ .	3,50 „ „ „ 3,40 „ (97,0 %) ³
Arbeitslöhne (Beton mischen, fördern, stampfen, ferner Gewölbrüstung und -scha- lung ein- und abbauen) .	18,00
Holz, Geräte und Sonstiges	4,60
	<u>41,00, davon Löhne rd. 23 Fr., d. s. 56,1 %</u>
pro lfd. m: 1,4 . 41 =	57,4 Fr., davon Löhne 32,2 Fr.

die Steine nur sehr wenig bearbeitet werden. Die gesamten Kosten betragen pro cbm Mauerwerk, d. h. für etwa 1,3 cbm aufgesetzte Bruchsteine:

Löhne für Lösen, Behauen,	Fr.
Aufsetzen und Laden	4,80
Löhne für Transport	0,80
Sprengstoffkosten	2,20
Geräte- und Transportmittel- kosten	0,70, davon Löhne (Bohrerschärfen) 0,2 Fr.
	<u>8,50, davon Löhne 5,80 Fr., d. s. 68,2 %</u>

¹ Montagearbeiten.

² Vgl. Fussnote 1 auf Seite 36.

³ Vgl. Fussnote 2 auf Seite 36.

3) Zementverputz (1 : 2), 2 cm stark.

<i>pro qm:</i>	Fr.
Mörtel 0,02 cbm à 43,80 Fr.	0,88, davon Löhne rund 0,07 (rd. Fr. 8 ⁰ / ₁₀) ¹
Löhne (Mörtel mischen, fördern, streichen)	1,40
Geräte und Sonstiges	0,12

2,40, davon Löhne rd. 1,47 Fr., d. s. 61,3⁰/₁₀

pro lfd. m: 6,6 · 2,4 = rd. 15,8 Fr., davon Löhne rd. 9,6 Fr.

Zusammen pro lfd. m 198 Fr., davon Löhne 144,2 Fr., d. s. 72,8⁰/₁₀.

Insgesamt:

Wasserstollen: 5000 · 198 = 990 000 Fr., dav. Löhne 721 000 Fr., d. s. 72,8⁰/₁₀.

4. Wasserschloss und Apparatenhaus.

A. Wasserschloss.

1) Erdaushub (Hackfels) 2430 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Löhne für Lösen und Laden	6,50
„ „ Transport	1,80
Sprengstoffkosten	2,20
Geräte- und Transportmittelkosten	1,50, dav. Löhne (Bohrerschärfen!) 0,6 Fr.

12,00, davon Löhne 8,9 Fr., d. s. 74,2⁰/₁₀

Insgesamt 2430 · 12,0 = 29 160 Fr., davon Löhne 21 627 Fr.

2) Betonmauerwerk (ca. 1 : 3 : 4) 465 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Zement, Sand und Kies . .	18,40, davon Löhne rd. 5 Fr. ²
Löhne	9,00
Geräte und Sonstiges . . .	1,00

28,40, davon Löhne rd. 14 Fr., d. s. 49,3⁰/₁₀

Insgesamt 465 · 28,4 = 13 206 Fr., davon Löhne 6510 Fr.

3) Zementverputz, Abdeckung, Treppen und Verschiedenes.

Insgesamt 5634 Fr., davon Löhne 2463 Fr., d. s. 43,7⁰/₁₀.

Zusammen:

A. Wasserschloss: 48 000 Fr., davon Löhne 30 600 Fr., d. s. 63,8⁰/₁₀.

¹ Bei einem durchschnittlichen Mischungsverhältnis von 1 : 2 (die untere — innere — Schicht wird etwas magerer als die obere ausgeführt) wird ein Bedarf von 770 kg Zement und 1,1 cbm Sand pro cbm Mörtel angenommen. Die Materialkosten betragen mithin:

	Fr.
Zement 770 kg à 0,05 Fr.	38,50
Sand 1,1 cbm à 4,80 „ rd.	5,30, davon Löhne rd. 3,50 Fr. (rd. 66,7 ⁰ / ₁₀)
	43,80, davon Löhne rd. 3,50 Fr., d. s. rd. 8 ⁰ / ₁₀

² Wie beim Stollen.

B. Apparatenhaus (ohne mechanische Vorrichtungen).

4) Erdaushub 390 cbm.

pro cbm: 2,3 Fr., davon Löhne 2,2 Fr., d. s. 95,7%¹

Insgesamt 390 · 2,3 = 897 Fr., davon Löhne 858 Fr.

5) Betonmauerwerk (ca. 1 : 4 : 6) 335 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Zement 175 kg à 0,05 Fr.	8,75
Sand 0,5 cbm à 4,80 „	2,40, davon Löhne rd. 1,6 Fr. (rd. 66,7%) ²
Kies 0,7 „ à 5,00 „	3,50, „ „ „ 3,4 „ (97,0%) ³
Löhne	6,00
Geräte und Sonstiges	0,75
	21,40, davon Löhne rd. 11 Fr., d. s. 51,4% ⁰
Insgesamt 335 · 21,4 = 7169 Fr., davon Löhne 3685 Fr.	

6) Dachkonstruktion, Zementverputz, Verputz der sichtbaren Flächen, Planierungen und Verschiedenes.

Insgesamt 3934 Fr., davon Löhne 1857 Fr., d. s. 47,2%⁰.

Zusammen:

B. Apparatenhaus: 12 000 Fr., davon Löhne 6400 Fr., d. s. 53,3%⁰.

Insgesamt:

Wasserschloss u. Apparatenhaus:

60 000 Fr., dav. Löhne 37 000 Fr., d. s. 61,7%⁰.

5. Druckleitung.

A. Erd- und Maurerarbeiten.

1. Erdaushub 6580 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Löhne für Lösen und Laden	1,80
„ „ Transport . . .	0,60
Geräte- und Transportmittelkosten	0,20
	2,60, davon Löhne 2,4 Fr., d. s. 92,3% ⁰
Insgesamt 6580 · 2,6 = 17 108 Fr., davon Löhne 15 792 Fr.	

2) Betonmauerwerk (ca. 1 : 4 : 6) 1690 cbm.

(Fundierung der Druckleitung und Ueberlaufleitung)

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Zement, Sand und Kies . .	14,65, davon Löhne rd. 5 Fr. ⁴
Löhne	8,00
Geräte und Sonstiges . . .	0,75
	23,40, davon Löhne rd. 13 Fr., d. s. 55,6% ⁰
Insgesamt 1690 · 23,4 = 39 546 Fr., davon Löhne 21 970 Fr.	

¹ Wie bei der Wehranlage (obere Schicht).

² Vgl. Fussnote 1 auf Seite 36.

³ Vgl. Fussnote 2 auf Seite 36. ⁴ Wie beim Apparatenhaus.

3) Treppen, Planierungen und Sonstiges.

Insgesamt 8346 Fr., davon Löhne 5438 Fr., d. s. 65,2 0/0.

Zusammen:

A. Erd- u. Maurerarbeiten 65 000 Fr., davon Löhne 43 200 Fr., d. s. 66,5 0/0.

B. Eisenkonstruktion (einschliesslich der Abschlussvorrichtungen im Apparatenhaus), fix und fertig montiert.

Insgesamt 275 000 Fr., davon Löhne (Montagearbeiten) 27 500 Fr., d. s. 10 0/0.

Zusammen: Druckleitung: 340 000 Fr., davon Löhne 70 700 Fr., d. s. 20,8 0/0.

6. Unterwasserkanal.

1) Erdaushub (bis 7 m Tiefe) 37 260 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Löhne für Lösen und Laden	2,00
„ „ Transport	0,50
Geräte- und Transportmittel-	
kosten	0,20

2,70, davon Löhne 2,50 Fr., d. s. 92,6 0/0.

Insgesamt 37 260 . 2,7 = 100 602 Fr., davon Löhne 93 150 Fr.

2) Betonmauerwerk (ca. 1 : 4 : 6) 1880 cbm.

(Abdeckung der Sohle und der Böschungen)

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Zement, Sand und Kies	14,65, davon Löhne rd. 5 Fr. ¹
Löhne	6,00
Geräte und Sonstiges	0,55

21,20, dav. Löhne rd. 11 Fr., d. s. 51,9 0/0.

Insgesamt 1880 . 21,2 = 39 856 Fr., davon Löhne 20 680 Fr.

3) Uferbefestigungen, Planierungen und Sonstiges.

Insgesamt 9542 Fr., davon Löhne 6970 Fr., d. s. 73,0 0/0.

Zusammen:

Unterwasserkanal: 150 000 Fr., davon Löhne 120 800 Fr., d. s. 80,5 0/0.

7. Krafthaus.

1) Erdaushub (bis 7 m Tiefe) 5840 cbm.

pro cbm: 2,7 Fr., davon Löhne 2,5 Fr., d. s. 92,6 0/0.²

Insgesamt 5840 . 2,7 = 15 768 Fr., davon Löhne 14 600 Fr.

¹ Wie beim Apparatenhaus.

² Wie beim Unterwasserkanal.

2) Fundamentbetonmauerwerk (ca. 1 : 3 : 5) 2390 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Zement, Sand und Kies . . .	15,90, davon Löhne rd. 5 Fr. ¹
Löhne	7,00
Geräte und Sonstiges . . .	1,10
	<u>24,00, davon Löhne rd. 12 Fr., d. s. 50 %.</u>
Insgesamt 2390. 24 =	57 360, davon Löhne 28 680 Fr.

3) Bruchsteinmauerwerk 1240 cbm.

<i>pro cbm:</i>	Fr.
Bruchstein	8,50, davon Löhne 5,8 Fr. (68,2 %) ²
Zement 65 kg à 0,05 Fr. . .	3,25
Kalk 65 „ à 0,03 „ . . .	1,95
Sand 0,4 cbm à 4,80 „ . . .	rd. 1,90, dav. Löhne rd. 1,25 Fr. (rd. 66,7 %) ³
Löhne	7,50
Geräte und Sonstiges . . .	0,50
	<u>23,60, dav. Löhne rd. 14,55 Fr., d. s. 61,7 %.</u>
Insgesamt 1240. 23,6 =	29 264 Fr., davon Löhne 18 042 Fr.

4) Zementverputz, Zuschlag für Sockel, Fenster- und Türefassungen und Fassaden- und Innenverputz.

Insgesamt 19 830 Fr., davon Löhne 14 920 Fr., d. s. 75,2 %.

5) Dachkonstruktion.

Insgesamt 35 000 Fr., dav. Löhne (Montagearbeiten) 8 200 Fr., d. s. 23,4 %.

6) Zwischendecken und -wände, Fenster (einschl. Gitter und Verglasung), Türen, Treppen, Fussboden, Maler- und Schlosserarbeiten, Planierungen und Sonstiges.

Insgesamt 26 778 Fr., davon Löhne 9658 Fr., d. s. 36,1 %.

7) Laufkran.

Insgesamt 16 000 Fr., dav. Löhne (Montagearbeiten) 1000 Fr., d. s. 6,3 %.

Zusammen: Krafthaus: 200 000 Fr., dav. Löhne 95 100 Fr., d. s. 47,6 %.

8. Mechanisch-hydraulische Einrichtung.

4 × 1200 PS_e Einheiten, davon eine als Reserve.

Einschl. der Absperrschieber, Verbindungsleitungen usw., fix und fertig montiert. Insgesamt:

4. 30 000 = 120 000 Fr., dav. Löhne (Montagearbeiten) 8000 Fr., d. s. 6,7 %.

9. Elektrische Einrichtung (ohne Transformatoren).

4 × 820 KW Einheiten, davon eine als Reserve.

Einschl. der Erregermaschinen, Kupplungen, Schaltanlagen, Verteilungsleitungen usw., fix und fertig montiert. Insgesamt:

4. 47 500 = 190 000 Fr., dav. Löhne (Montagearbeiten) 15 000 Fr., d. s. 7,9 %.

¹ Wie bei der Wehranlage. ² Vgl. Note 3 auf S. 36. ³ Vgl. Note 1 auf S. 36.

Im ganzen: eigentliche Kraftanlage
(ohne Transformatoren und Fernleitung):

	Fr.	Fr.	
1. Vorarbeiten usw.	740 000,	davon Löhne 240 000,	d. s. 32,4%
2. Wehr und Einlauf	560 000,	,, ,, 288 000,	,, ,, 51,4%
3. Wasserstollen	990 000,	,, ,, 721 000,	,, ,, 72,8%
4. Wasserschloss und Apparatenhaus	60 000,	,, ,, 37 000,	,, ,, 61,7%
5. Druckleitung	340 000,	,, ,, 70 700,	,, ,, 20,8%
6. Unterwasserkanal	150 000,	,, ,, 120 800,	,, ,, 80,5%
7. Krafthaus	200 000,	,, ,, 95 100,	,, ,, 47,6%
8. Mech.-hydr. Einrichtung	120 000,	,, ,, 8 000,	,, ,, 6,7%
9. Elektr. Einrichtung	190 000,	,, ,, 15 000,	,, ,, 7,9%
Zusammen	3 350 000,	davon Löhne 1 595 600,	d. s. 47,6%

10. Transformatoren.

(Am Anfang und am Ende der Fernleitung)

A. Transformatorenhaus an der Stadtgrenze.¹

Insgesamt 40 000 Fr., davon Löhne 18 000 Fr., d. s. 45 %.

B. Transformatoren.

Einschl. der Schaltapparate, Verbindungsleitungen usw., fix und fertig montiert. Insgesamt:

120 000 Fr., dav. Löhne (Montagearbeiten) 10 000 Fr., d. s. 8,3 %.

Zusammen:

Transformatoren: 160 000 Fr., dav. Löhne 28 000 Fr., d. s. 17,5 %.

II. Fernleitung 40 km.

Drehstrom. Spannung (verkettet) 30 000 V. Doppelte Leitung = 6 Drähte. Querschnitt 16 qmm.²

pro km:

- 1) 6000 m Kupferdraht von 16 qmm + 5 % Zuschlag für Durchhang = 6300 m; Gewicht 6,3 . 144 = rd. 910 kg
910 kg à 2,2 Fr. = 2000 Fr.

¹ Die Räume für jene Transformatoren, die am Anfang der Fernleitung angeordnet sind, sind unter Pos. 7 bereits in Rechnung gestellt.

² Zu übertragen 2400 KW. Verlust angenommen zu 9 %. Am Ende verbleiben also 2400 . 0,91 = 2184 KW, d. s. pro Leitung 1092 KW.

$$\text{Querschnitt } q = \frac{I \cdot w \cdot 100}{E_2^2 \cdot 57 \cdot \cos^2 \varphi \cdot p} = \frac{40\,000 \cdot 1\,092\,000 \cdot 100}{30\,000 \cdot 30\,000 \cdot 57 \cdot 0,64 \cdot 9} = 14,8 \text{ qmm.}$$

Gewählt wird $q = 16$ qmm (in praxi würde man wahrscheinlich schon mit Rücksicht auf eine eventuelle Betriebsverweigerung einen etwas stärkeren Querschnitt wählen, sich aber vielleicht mit einer einfachen Leitung begnügen).

- 2) 25 Masten (doppelte Holzmasten mit Quertraversen, imprägniert).
Einschl. der eisernen Isolatorenträger. Stück 80 Fr.
25 . 80 = 2000 Fr., davon Löhne¹ 25 . 8 = 200 Fr., d. s. 10 0/0.
- 3) 25 Betonfundamente (einschl. Erdaushub) je 2 cbm à 26 Fr.²
25 . 2 . 26 = 1300 Fr., dav. Löhne 25 . 2 . 15,4 = 770 Fr., d. s. 59,2 0/0.
- 4) 150 Isolatoren à 5 Fr. = 750 Fr.
- 5) Montagekosten
 - a) Transport und Aufstellung der Masten; pro Mast 25 Fr.
25 . 25 = 625 Fr., davon Löhne 25 . 20 = 500 Fr., d. s. 80,0 0/0.
 - b) Montage der Leitung; pro Isolator 5 Fr.
25 . 6 . 5 = 750 Fr., davon Löhne 650 Fr., d. s. 86,7 0/0.
- 6) Zuschlag für die erforderlichen eisernen Gittermasten.
Im ganzen 40 Stück erforderlich, also 1 Stück auf 1 km.
Mehrpreis pro Stück (also auch pro km):
200 Fr., davon Löhne³ 65 Fr., d. s. 32,5 0/0.
- 7) Waldaushau, Schutznetze, Warnungstafeln, Kulturschäden usw.⁴
Insgesamt 375 Fr., davon Löhne 75 Fr., d. s. 20,0 0/0.
Zusammen 8000 Fr., davon Löhne 2260 Fr., d. s. 28,3 0/0.

Insgesamt:

Fernleitung: 40 . 8000 = 320 000 Fr., davon Löhne 90 400 Fr., d. s. 28,3 0/0.

Im ganzen: Kraftanlage
(mit Transformatoren und Fernleitung):

	Fr.	Fr.
1-9. Eigentliche Kraftanlage	3 350 000, dav. Löhne 1 595 600, d. s. 47,6 0/0	
10. Transformatoren	160 000, „ „	28 000, „ „ 17,5 0/0
11. Fernleitung	320 000, „ „	90 400, „ „ 28,3 0/0
Zusammen	3 830 000, dav. Löhne 1 714 000, d. s. 44,8 0/0	

Aus der vorstehenden Baukostenberechnung ergibt sich, dass von den Gesamtanlagekosten unserer Wasserkraftanlage, die sich auf 3830000 Fr. belaufen, die Lohnkosten nicht weniger als

¹ Für Anbringen der Traversen und Isolatorenträger.

² Vgl. die Erdaushub- und Betonkosten bei der Fundierung der Druckleitung.

³ Für Aufstellung der Masten, Erdaushub und Betonfundament.

⁴ Entschädigungen für das Aufstellen der Masten sind unter Pos. 1 (Grund-erwerb) enthalten; ebenso die Bauleitungskosten und die Bauzinsen.

44,8% (1714000 Fr.) beanspruchen. Zieht man die Bruttolohnkosten in Betracht, d. h. rechnet man der angegebenen Lohnsumme auch noch die vom Bauherrn zu leistenden Arbeiterversicherungsbeiträge hinzu (die von den Arbeitern zu entrichtenden Beiträge sind in den Lohnkosten bereits enthalten), so erhöht sich die gesamte Lohnsumme auf 1850000 Fr. und ihr Anteil an den Gesamtkosten auf 48,3%. Noch höher ist der Anteil der Lohnkosten bei der eigentlichen Kraftanlage (ohne Fernleitung): bei 3350000 Fr. Gesamtkosten stellen sich die Löhne auf 1595600 Franken oder 47,6%, während der Anteil der Bruttolohnkosten auf mehr als 51% steigt¹⁾.

Die Höhe dieser Anteilnahme leuchtet wohl ohne weiteres ein, besonders wenn man zum Vergleich den Kostenaufbau anderer Kraftanlagen, z. B. Dampfkraftanlagen, oder auch überhaupt anderer industrieller Werke und Erzeugnisse heranzieht²⁾. Wir brauchen somit diese Tatsache nicht noch besonders hervorzuheben.

Es fragt sich nur, ob nicht lediglich unsere, hier als Beispiel dienende Wasserkraftanlage diesen eigenartigen Kostenaufbau

¹⁾ Eigentlich sind die zwei letztgenannten Prozentsätze noch etwas höher, denn die Pos. 1 (Vorarbeiten, Konzession, Grunderwerb, Bauzinsen, Bauleitung usw.) sollte bei einer getrennten Behandlung der eigentlichen Kraftanlage aus bereits hervorgehobenen Gründen (siehe Fussnote 3 auf S. 16) nicht mit dem ganzen Betrag von 740000 Fr., sondern nur mit einem Teilbetrag von etwa 650000 Fr. in Rechnung gesetzt werden. Eine entsprechende Berechnung zeigt indessen, dass der hierdurch hervorgerufene Unterschied in der Höhe des prozentuellen Anteils der Lohnkosten an den Gesamtkosten nur sehr gering ist: bei 650000 Fr. Generalunkosten erreichen die Gesamtanlagekosten die Höhe von 3260000 Fr., so dass die Nettolohnkosten nunmehr (statt 47,6%) 49%, die Bruttolohnkosten fast 53% der Gesamtkosten betragen.

²⁾ Als Beispiel kann hier unsere auf S. 14—15 zum Vergleich herangezogene Dampfkraftanlage dienen. Nehmen wir an, dass bei der Montierung der Turbogeneratoren (und Kessel) etwa 20000 Fr. an Löhnen aufzuwenden sind und dass ferner die Lohnkosten bei der Errichtung des Maschinengebäudes etwa 40—45% der gesamten Gebäudekosten, also etwa 60000—70000 Fr. erfordern, so erhalten wir eine gesamte Lohnsumme von höchstens 90000 Fr., die bei 1100000 Fr. Gesamtanlagekosten nur etwa 8% bedeutet.

aufweist; mit anderen Worten: ob das Prävalieren der Lohnkosten unter den gesamten Baukosten eine allgemeine Eigenschaft der Anlagekosten von Wasserkraftanlagen ist. Denn ist dies nicht der Fall, so ist selbstverständlich unsere ganze weitere Berechnung wertlos. Aus zwei Gründen ist aber die soeben gestellte Frage, wie wir dies sofort zeigen werden, ganz allgemein zu bejahen: denn einmal rührt die hohe Anteilnahme der Lohnkosten an den Gesamtkosten, wie man sich leicht davon überzeugen kann, daher, dass bei der Errichtung von Wasserkraftanlagen immer die eigentlichen Bauarbeiten, d. h. die Erd- und Maurerarbeiten, prävalieren, und zweitens erklärt sie sich daraus, dass die Kosten dieser Arbeiten wiederum stets zu einem sehr bedeutenden Teil aus Lohnkosten bestehen.

Die Richtigkeit der an zweiter Stelle genannten Tatsache braucht wohl nicht weiter bewiesen zu werden: sie geht deutlich genug aus den vorstehenden eingehenden Berechnungen des Kostenaufbaues der Erd-, Fels- und Maurerarbeiten bei verschiedenen Verrichtungen und verschiedenen natürlichen und betrieblichen Verhältnissen hervor. Selbstverständlich wird der Lohnkostenanteil nicht in jedem Fall genau 95,7 % oder 92,6 % (bei Erdarbeiten), oder 45,9 % oder 58,7 % (bei Beton- und Bruchsteinmauerwerk) betragen, denn selbst geringe Änderungen der Arbeitsverhältnisse werden die Gesamtkostenhöhe beeinflussen und den jeweiligen Lohnkostenanteil verschieben. Allein darauf kommt es ja auch gar nicht an. Wichtig ist vielmehr — und das lässt sich durch entsprechende Rechnung leicht nachweisen —, dass wie immer auch die Arbeitsbedingungen — im Rahmen des Normalen — sich gestalten, die Lohnkosten bei diesen Verrichtungen stets einen sehr grossen, unseren Ergebnissen im grossen und ganzen sehr nahe kommenden Teil der Gesamtkosten repräsentieren werden¹⁾.

¹⁾ Obwohl die Verschiedenartigkeit der bei der Berechnung der Anlagekosten unserer Wasserkraftanlage in Betracht gezogenen Erd- und Maurerarbeiten weitere Berechnungen eigentlich überflüssig macht, wollen wir doch noch eine solche als Beispiel durchführen. Nehmen wir z. B. an,

Was aber die Tatsache betrifft, dass bei der Errichtung von Wasserkraftanlagen stets die eigentlichen Bauarbeiten, die Erd- und Maurerarbeiten, prävalieren und dass deshalb ihre Kosten für die Gesamtkostenhöhe ausschlaggebend sind, so dürfen wir uns selbstverständlich nicht auf die Beweiskraft unseres einen Beispiels beschränken. Man könnte uns ja z. B. entgegenhalten, dass nicht jede Wasserkraftanlage einerseits einen so kostspieligen Stollen, andererseits aber eine relativ so einfache mechanische Ausrüstung des Wehrs erfordert. So hätten wir denn erst noch zu beweisen, dass auch die hier in Frage stehende Eigenart der Wasserkraftanlagen und ihrer Anlagekosten allgemeiner Natur ist.

dass die Erdarbeiten bei der Aushebung des Wehrfundaments (Detaillierte Anlagekostenrechnung 2. A. 1.) nicht unter den in unserer Berechnung vorausgesetzten erschwerten Bodenverhältnissen, sondern in leichterem Boden (Sand) zu führen wären. Statt 4,5 Arbeitsstunden würden dann nur etwa 2,5 Arbeitsstunden für das Lösen und Laden von 1 cbm gewachsenen Bodens erforderlich sein, was beim gleichen Stundenlohn einem Aufwand von 1 Fr. entsprechen würde; die Gerätekosten brauchen in diesem Fall überhaupt nicht besonders in Rechnung gestellt zu werden, weil die Arbeiter die hierbei erforderlichen Schaufeln und Spaten meist selbst zu halten haben. Nehmen wir nun weiter an, dass die ausgehobenen Bodenmassen nicht 400 m, sondern nur 200 m oder aber 600 m weit abtransportiert werden müssten. Die Lohnkosten des Transports würden nach der bereits angegebenen Formel (bei Sandboden beträgt der Ladekoeffizient statt 1,3 nur 1,1) im ersten Fall $(0,27 + 0,0015 \cdot 200) \cdot 1,1 \cdot 35 = 22 \text{ Ct.}$, im zweiten Fall $(0,27 + 0,0015 \cdot 600) \cdot 1,1 \cdot 35 = 45 \text{ Ct.}$, die Gleis- und Wagenkosten im ersten Fall $(0,27 + 0,0015 \cdot 200) (2,5 + 0,005 \cdot 200) \cdot 1,1 =$ = rund 2 Ct., im zweiten Fall $(0,27 + 0,0015 \cdot 600) (2,5 + 0,005 \cdot 600) \cdot 1,1 =$ = rund 7 Ct. betragen. Die Gesamtkosten würden also im ersten Fall rund 1,25 Fr., im zweiten rund 1,50 Fr. und der prozentuelle Anteil der Lohnkosten 97,6% bzw. 96,7% (gegen 95,7%, wie wir ihn berechnet hatten) betragen. Die Differenzen im Lohnkostenanteil sind, wie aus dem Vorstehenden deutlich hervorgeht, minimal.

Grössere Differenzen sowohl in der Gesamtkostenhöhe als auch in der Kostengliederung (Lohnkostenanteil!) ergeben sich, wenn der Baubetrieb — soweit dies eben möglich ist — mechanisiert wird. Auf diese zum Teil einschneidende Einwirkung der Maschinenverwendung, hauptsächlich bei der Ausführung von Erdarbeiten, werden wir noch eingehend zu sprechen kommen.

Zu diesem Zweck — obwohl die Tatsache des sich stets zeigenden Überwiegens des Kostenanteils der eigentlichen Bauarbeiten (Erd-, Steinhauer-, Maurer- und ähnlicher Arbeiten) an den Gesamtanlagekosten von Wasserkraftanlagen kaum eines besonderen Beweises bedarf — seien im folgenden einige Zahlen aus der Praxis herangezogen, die sich auf den Aufbau der Anlagekosten einer grösseren Anzahl ausgeführter Wasserkraftanlagen (Hoch- und Niederdruckwerke, sowie Talsperren) beziehen. Von vornherein sei auf eine hierbei vorhandene Schwierigkeit hingewiesen, die darin besteht, dass man aus den meisten veröffentlichten Anlagekostenrechnungen, die natürlich nur wenig detaillierte Zusammenzüge der einzelnen grösseren Kostenpositionen enthalten, nicht vollkommen genau die uns hier interessierende Kostenzusammensetzung feststellen kann. Immerhin lässt sich auch aus solchen Veröffentlichungen die geringe Anteilnahme der Kosten der mechanischen und maschinellen Einrichtungen an den Gesamtkosten von Wasserkraftanlagen genau genug erkennen.

Wir bringen zunächst die Kostenzusammenstellung für das Albulawerk der Stadt Zürich, eine grosse und moderne Wasserkraftanlage, für die uns eine eingehende unveröffentlichte Kostenabrechnung vorliegt. Für dieses Werk werden folgende Angaben gemacht¹⁾:

(Siehe die Kostenaufstellung auf S. 48.)

¹⁾ Da es uns in erster Linie auf die Untersuchung der Kosten von Wasserkraftanlagen als solcher ankommt, lassen wir die Kosten der Fernleitung beiseite. Sämtliche Zahlen sind der mir in überaus liebenswürdiger Weise überlassenen Schlussabrechnung (vom 20. Januar 1912) entnommen. Die Angaben, die in der bereits 1911 erschienenen Publikation „Bericht über die Erstellung des Albulawerks, erstattet von den Direktoren der Wasserversorgung und des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich, H. Peter und H. Wagner, Dezember 1910“ (Zürich 1911) enthalten waren, sind vor der endgültigen Abrechnung zusammengestellt worden und weichen deshalb, wenn auch unerheblich, von den hier wiedergegebenen Zahlen ab.

Hydraulische Anlage.

	Im ganzen	Darunter Kosten der mechan. und maschinellen Einrichtungen
	Fr.	Fr.
1. Expropriation, Konzession und Bauleitung.	868000	—
2. Wehranlage	1174000	258000
3. Wasserstollen	2767000	—
4. Wasserschloss	130000	—
5. Druckleitung	711000	595000
6. Unterwasserkanal.	28000	—
7. Zufahrten u. Uferversicherung .	84000	—
8. Wasserversorgung für die städt. Liegenschaften an der Albula .	16000	12000 ¹⁾
9. Nachzahlungen an die Baugesell- schaft Albula	424000 ²⁾	—
	<hr/> 6202000	<hr/> 865000
Hierzu kommen weiter:		
10. Krafthaus	596000	16000 ³⁾
11. Mechan.-hydraul. Einrichtung .	496000	496000
12. Elektrische Einrichtung . . .	721000	721000
	<hr/> 1813000	<hr/> 1233000
Zusammen	8015000	2098000

¹⁾ Geschätzt. Die gesamten 16000 Fr. beziehen sich auf die Erstellung eines Leitungsnetzes, eines Reservoirs und eines Maschinenhäuschens und die Lieferung einer Zentrifugalpumpe und eines kleinen Motors.

²⁾ Die Nachzahlung erfolgte an die Albulagesellschaft, die den baulichen Teil des Werks (ausschl. des Krafthauses und des Unterwasserkanals) ohne die mechanische Einrichtung ausgeführt hat. Wir dürfen deshalb den ganzen Betrag von 424000 Fr. den Kosten der eigentlichen Bauarbeiten hinzufügen.

³⁾ Laufkran und Laufkatze. Selbstverständlich erforderte das Krafthaus auch noch einige andere mechanische und maschinelle Vorrichtungen, ihre Kosten lassen sich aber nicht genau genug ausscheiden; die hierdurch entstehende, an sich unbedeutende Ungenauigkeit ändert am Endergebnis um so weniger, als ja auf der anderen Seite die von uns in ihrem

In der unter 1 angegebenen Summe sind nur die Kosten der Bauleitung des hydraulischen Teils des Werks enthalten. Ihnen müssen noch die Kosten der Bauleitung des Krafthauses hinzugefügt werden, die in der amtlichen Zusammenstellung leider nur in einem Posten für Krafthaus, maschinelle Einrichtung und Fernleitung zusammen ausgewiesen werden; bei einer Gesamtbaukostenhöhe (ohne Bauleitungskosten) von 5848000 Fr. beliefen sie sich insgesamt auf 292000 Fr.; der Baukostenhöhe entsprechend dürfte die Bauleitung der unter Ziff. 10—12 genannten Bauteile (Baukostenhöhe 1813000 Fr.) etwa 100000 Fr. erfordert haben. Zusammen betragen demnach die Baukosten der eigentlichen Kraftanlage (bis zu den sekundären Klemmen) 8115000 Fr. Diesem Betrag wären schliesslich noch die Bauzinsen und Steuern hinzuzufügen. Für das ganze Werk (einschl. Fernleitung) werden sie bei 12342000 Fr. Gesamtbaukosten (ohne Bauzinsen) auf 563000 Fr. angegeben; proportionell verteilt würde dies für die eigentliche Kraftanlage einen Betrag von 370000 Fr. bedeuten, allein selbstverständlich entfällt auf den baulichen Teil ein relativ grösserer Teil der Bauzinsen als auf die Fernleitung, so dass wir wohl nicht fehlgehen, wenn wir mit etwa 425000 Fr. rechnen.

Demnach betragen die Anlagekosten des Albulawerks (ohne Fernleitung) insgesamt 8540000 Fr. Davon entfielen 2098000 Fr. auf mechanische und maschinelle Einrichtungen, 5049000 Fr. auf eigentliche Bauarbeiten (in der Hauptsache Wasser-, Erd- und Maurerarbeiten) und 1393000 Fr. auf Grunderwerb, Konzession, Bauzinsen, Bauleitung und sonstige Generalunkosten. Der prozentuelle Kostenanteil der mechanischen und maschinellen Einrichtungen belief sich also auf weniger als 25% der Gesamtanlagekosten, während der der eigentlichen Bauarbeiten über 59% betrug. Zieht man aber in Betracht, dass die Transformatoren eigentlich zur Fernleitung gehören und deshalb streng genommen bei der eigentlichen Kraftanlage nicht mit zu berück-

vollen Beträge den Kosten der mechanischen und maschinellen Einrichtungen zugerechneten Kosten der mechanisch-hydraulischen und elektrischen Einrichtung des Krafthauses auch nicht ausschliesslich dieser Kostenkategorie angehören.

sichtigen sind, und bringt man dementsprechend ihre Kosten mit etwa 230000 Fr. in Abzug, so steigt der Kostenanteil der eigentlichen Bauarbeiten auf rund 61%, während jener der mechanischen und maschinellen Einrichtungen auf weniger als 23% zurückgeht. Diese Verhältniszahlen kommen jenen unseres Beispiels sehr nahe: die entsprechenden Prozentsätze betragen dort 58% bzw. 20%¹⁾.

Nun liegen uns selbstverständlich so eingehend detaillierte Kostenberechnungen nicht für zahlreiche Werke vor, während wir aber nur aus der Betrachtung der Baukosten einer grösseren Anzahl ausgeführter Anlagen sichere Schlüsse ziehen könnten. So müssen wir denn auf die in der Literatur bekanntgegebenen summarischen Ergebnisse zurückgreifen, wengleich wir dabei,

¹⁾ Zu dem Vergleich sowohl mit dem Albulawerk, als auch mit den weiter unten angegebenen Durchschnittswerten sei an dieser Stelle noch auf folgendes hingewiesen. Berechnet man auf Grund der hier gemachten Angaben den Kostenanteil der Generalunkosten, so ergibt sich in den meisten Fällen, dass er in unserer Berechnung etwas höher als bei jenen Kraftwerken ausfällt: z. B. beim Albulawerk (eigentliche Kraftanlage) $100 - (61 + 23) = 16\%$, bei unserem hier als Beispiel dienenden Werk $100 - (58 + 20) = 22\%$. Dies erklärt sich daraus, dass wir unter Annahme von Regiebau die Bauleitungskosten verhältnismässig hoch angesetzt haben, und ferner daraus, dass wir die Arbeiterversicherungskosten unter den Generalunkosten und nicht zusammen mit den Lohnkosten bei den einzelnen Bauteilen in Anrechnung gebracht haben. Hätten wir beispielsweise mit nur etwa 4% Bauleitungskosten, wie beim Albulawerk (insgesamt 464000 Fr. bei 11878000 Fr. Gesamtbaukosten ohne Bauleitungskosten und Bauzinsen; bei Berücksichtigung nur der eigentlichen Kraftanlage: etwa 272000 Fr. bei 8015000 Fr. Gesamtbaukosten, also nur rund 3,5%), anstatt mit 7% gerechnet und die übrigen 3% den Baukosten hinzugefügt, und hätten wir ferner die Arbeiterversicherungskosten auf die Baukosten verteilt, so hätten wir nur etwa 500000 Fr. an Generalunkosten zu verrechnen gehabt, wodurch der prozentuelle Anteil dieser Kosten von 22% auf 15% zurückgegangen wäre unter gleichzeitiger entsprechender Zunahme der beiden oben berechneten Kostenanteile der eigentlichen Bauarbeiten und der mechanischen und maschinellen Vorrichtungen (aus naheliegenden Gründen würde der Kostenanteil der eigentlichen Bauarbeiten stärker zunehmen, als der der mechanischen und maschinellen Einrichtung). Vgl. hierzu auch die Fussnote 3 auf S. 16.

wie bereits oben hervorgehoben wurde, gewisse Unbequemlichkeiten der Veröffentlichungsart mit in Kauf nehmen müssen.

Für 17 in Betrieb stehende Wasserkraftanlagen sehr verschiedener Art (Hoch- und Niederdruckwerke und Talsperren) stellt Koehn die Anlagekosten zusammen¹⁾, wobei er allerdings nur den hydraulischen und mechanisch-hydraulischen, nicht aber auch den elektrischen Teil jener Werke in Betracht zieht. Aus seiner Zusammenstellung ergibt sich, dass der prozentuelle Kostenanteil der maschinellen Einrichtung des Krafthauses (Turbinen einschl. selbstwirkender Regler und Laufkran), zwischen einem Minimum von rund 4,5% (Turbigo; Werkkanal 6200 m lang, für die Schifffahrt eingerichtet) und einem Maximum von rund 31,5% (Hafslund; kein Wehr, kurzer Kanal, Wasserfall) schwankend, im Durchschnitt der siebzehn Werke nur 10,7% beträgt. Demgegenüber erreicht der Kostenanteil des baulichen Teils die durchschnittliche Höhe von 69,9%, zwischen 50,5% (Marbach-Stuttgart; altes Wehr vorhanden, dessen Kosten nicht mitberücksichtigt sind) und 82% (Urfttalsperre) variierend. Bei dieser Berechnung ist, wie gesagt, die elektrische Einrichtung des Krafthauses beiseite gelassen worden. Versucht man deren Kosten, soweit dies eben möglich ist, nach bekannten Mittelwerten in Rechnung zu stellen, so kommt man zu durchschnittlichen Kostenanteilen von annähernd 60–65% für den baulichen und etwa 20% für den maschinellen Teil. Nun ist in diesen 60–65% noch der Kostenanteil der mechanischen Konstruktionen, der Schützen, Winden, Druckrohre, Abschlussvorrichtungen usw., enthalten, der sich kaum genau abschätzen lässt, umsomehr als die einen oder die anderen dieser Konstruktionen überhaupt nicht in jeder Anlage vorhanden sein müssen. Unter Hinweis auf diese Tatsache und entsprechendem Vorbehalt könnte man also den Kostenanteil der eigentlichen Bauarbeiten bei den hier behandelten siebzehn Anlagen auf annähernd 50–55%, den der gesamten mechanischen und maschinellen

¹⁾ Koehn, Ausbau von Wasserkraften, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 3. Teil: Der Wasserbau, 13. Bd., Leipzig 1908, S. 242–245.

Einrichtung auf etwa 30% schätzungsweise veranschlagen. Auch diese Zahlen kommen unseren Mittelwerten sehr nahe und bestätigen einwandfrei die hier zu beweisende Tatsache des stets wahrzunehmenden Überwiegens der Kosten der eigentlichen Bauarbeiten unter den Gesamtanlagekosten von Wasserkraftanlagen.

Weiteres Material findet sich bei Ludin¹⁾, der die Anlagekosten von 59 ausgeführten Wasserkraftwerken (Hoch- und Niederdruckanlagen und Talsperren) zusammenstellt, von denen wir hier jene 35 über 1000 PS starken Anlagen berücksichtigen, für die die Angaben genügend detailliert sind. Ludin behandelt in seiner Zusammenstellung auch den elektrischen Teil der Kraft-hauseinrichtung, so dass im folgenden eine der soeben durchgeführten ähnliche approximative Schätzung nicht erforderlich ist, wodurch selbstverständlich die Resultate an Genauigkeit gewinnen. Der Kostenanteil der maschinellen Einrichtung (Turbinen mit Zubehör und Stromerzeuger mit Schaltanlage) beträgt für diese 35 Werke zwischen den Minima von 4,2% (Plettenberg, alter Ausbau) und 4,7% (Mauer a. Bober; Talsperre) und dem Maximum von 45,4% (Chèvres bei Genf; Krafthaus unmittelbar am Wehr gelegen, keine Druckleitung) durchschnittlich 20,8% der Gesamtanlagekosten. Dieser Durchschnittswert kommt dem vorhin festgestellten (von etwa 20%) sehr nahe. Nun ist in Erwägung zu ziehen, dass auch bei Ludin die Kosten der mechanischen Vorrichtungen der Wasserfassung und -zuleitung nicht besonders ausgewiesen, sondern in den Kosten der Bauarbeiten enthalten sind, und somit in den soeben mitgeteilten Anteilsquoten noch nicht mitberücksichtigt sind. Schätzen wir diese Kosten und setzen wir sie in entsprechender Weise in die Durchschnittsberechnung ein, so kommen wir — unter dem oben begründeten Vorbehalt — zu einem mittleren Kostenanteil der gesamten mechanischen und maschinellen Einrichtungen von an-

¹⁾ Ludin, Die Wasserkräfte, Berlin 1913, 2. Bd., S. 1366—1373. Zum Teil sind die Angaben einer Zusammenstellung von Thielsch in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen, 1908, Heft 23, entnommen.

nähernd 30%, d. h. zu dem gleichen Satz, den wir auch bei den vorstehenden Berechnungen ermittelt hatten¹⁾.

¹⁾ Für das von uns in der obenstehenden Berechnung wegen der abweichenden Zusammenfassungsart der einzelnen Posten nicht mitbehandelte Töllwerk bei Meran (Etsch) gibt Ludin, a. a. O., S. 1371, an, dass bei einer Gesamtkostenhöhe von 1755000 M. die Kosten des gesamten maschinellen Teils einschliesslich der Druckleitung 447000 M., die des baulichen Teils ausschliesslich der Druckleitung 974000 M. betragen. Diese Kostenanteile von 55,5% und 25,5% entsprechen wiederum ziemlich genau unseren oben berechneten Durchschnittswerten von etwa 50—55% und etwa 30%, besonders wenn man in Erwägung zieht, dass in diesem letztgenannten Durchschnittswert die Kosten sämtlicher maschinellen und mechanischen Einrichtungen enthalten sind, während die 25,5% des Töllwerks sich nur auf die maschinelle Einrichtung des Krafthauses und die Druckleitung, nicht aber auch auf die sonstigen mechanischen Vorrichtungen beziehen.

Als letztes Beispiel seien hier schliesslich noch die Angaben für das badische Murgwerk (nach dem Kostenvoranschlag der Grossherzogl. Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen: „Die Wasserkraftanlage im Murgtal oberhalb Forbach“, Karlsruhe 1910, S. 32ff.) wiedergegeben. Für die erste Ausbaustufe sollen die Kosten der maschinellen Einrichtung des Krafthauses und der Druckleitung zusammen 1948000 M., d. s. 22,7% der Gesamtanlagekosten (ohne Fernleitung: 8600000 M.), betragen, die des baulichen Teils: 4839000 M., d. s. 56,3%; für die zweite Ausbaustufe: 1830000 M., d. s. 13,2%, und 9005000 M., d. s. 64,8% der gesamten Anlagekosten (ohne Fernleitung: 13900000 M.); für den Vollausbau: 3778000 M., d. s. 16,8%, und 13844000 M., d. s. 61,5% der gesamten Anlagekosten (ohne Fernleitung: 22500000 M.). Zu diesen Resultaten ist zu bemerken erstens, dass an den Kostenanteilen der mechanischen und maschinellen Vorrichtungen die Kosten der Schützen, Winden, Abschlussvorrichtungen usw. nicht partizipieren (sie sind vielmehr in den Kosten des baulichen Teils inbegriffen), und zweitens, dass in den Gesamtanlagekosten — wie stets bei Kostenvoranschlägen — noch ein bedeutender Posten „Unvorhergesehenes“ (10% der Baukosten ausschliesslich Bauleitung und Bauzinsen) enthalten ist, der in der soeben durchgeführten Berechnung richtigerweise auf die einzelnen Kostenpositionen verteilt werden sollte. Berücksichtigt man dies und führt man die entsprechende Korrektur auf dem Wege der Schätzung durch, so kommt man zu den annähernden Sätzen von etwa 26% und 61% (1. Stufe), 16% und 71% (2. Stufe) und 20% und 67% (Vollausbau) für die prozentuellen Kostenanteile der gesamten mechanischen und maschinellen Einrichtungen einerseits und der eigentlichen Bauarbeiten andererseits an den Gesamtanlagekosten des Murgwerks.

Es bedarf nach dem Gesagten wohl keines weiteren Beweises dafür, dass wie immer auch im Einzelfalle die Art und die Anlagekostenhöhe einer Wasserkraftanlage sich gestalten sollten, die Kosten der eigentlichen Bauarbeiten stets einen sehr hohen Anteil an den Gesamtanlagekosten haben. Andererseits wurde gezeigt, dass die Kosten dieser Bauarbeiten immer weitaus zum grössten Teil aus Lohnkosten bestehen. Zusammen bedeutet dies nichts anderes, als dass die sich aus unserem Beispiel ergebende Tatsache ganz allgemein gilt, d. h. dass in jedem Fall die Lohnkosten einen sehr grossen Teil der Anlagekosten der Wasserkraftanlagen bilden.

Zweites Kapitel.

Die Einwirkung der Lohnhöhe auf die Kosten der Wasserkraft.

Der Zinsfuß.

Spielt die Höhe der Arbeitslöhne in jeder Produktionskostenrechnung eine gewisse Rolle, wirkt sie stets auf die Gestaltung der Gesamtkosten mehr oder weniger ein, so steigt selbstverständlich ihre Bedeutung mit der Vergrößerung des Anteils des Kostenelements Löhne an den gesamten Herstellungskosten. Nun ist im vorigen Abschnitt gezeigt worden, dass bei den Anlagekosten von Wasserkraftanlagen die Lohnkosten das Hauptkostenelement bilden. Somit gewinnt die Frage nach dem tatsächlichen Ausmass der Abhängigkeit der Anlagekosten der Wasserkraftanlagen von der Höhe der ortsüblichen Löhne an Interesse. Dementsprechend wenden wir uns im folgenden der Untersuchung der Frage zu, welche Änderungen diese Anlagekosten infolge von Verschiebungen in der Lohnhöhe erfahren können.

Die allgemeine Frage, ob und in welchem Umfang zeitliche Veränderungen¹⁾ der Arbeitslohnhöhe stattfinden, lassen wir hier unberührt. Denn selbst abgesehen davon, dass wir im Rahmen der vorliegenden Untersuchung diesem allgemeinen wirtschaftsstatistischen Problem nicht nachgehen könnten, müssten wir bei seiner Behandlung von der Betrachtung der tatsächlichen Lohnentwicklung in den uns hier interessierenden Gewerbebezügen während einer längeren Periode ausgehen. Dies

¹⁾ Da es sich hier in erster Linie um die Feststellung der Änderungen der Anlage- und Betriebskosten einer und derselben Kraftanlage infolge der Veränderungen der Lohnhöhe bei ihrer Erstellung handelt, kommen für uns weniger die örtlichen Lohndifferenzen, als hauptsächlich die zeitlichen Lohnveränderungen in Frage.

könnte aber schon deshalb nicht erfolgen, weil eine methodisch und praktisch einwandfreie, auf breiter Basis aufgebaute internationale Lohnstatistik nicht existiert¹⁾. So kann denn über die uns hier interessierenden Lohnveränderungen nur auf Grund der vorhandenen lokalstatistischen Aufzeichnungen oder aber sekundär, auf Grund der eventuellen Kenntnisse der Lohnentwicklung in anderen Gewerbezweigen geurteilt werden.

Die nähere Betrachtung der Entwicklung der Lohnverhältnisse bei der Erstellung der uns hier interessierenden Bauten führt übrigens zu der Feststellung, dass die besonderen Bedingungen dieser Bauarbeiten (vor allem der Umstand, dass sie nicht kontinuierlichen, sondern eher zufälligen Charakters sind, dann auch die Möglichkeit, bei ihrer Ausführung verhältnismässig viel ungelernete Arbeiter zu beschäftigen [bei einfacheren Erdarbeiten, für Beförderungszwecke usw.], schliesslich auch die örtliche Entlegenheit der Baustelle) es zur Folge haben, dass die hier zustande kommenden Arbeitslöhne, im Gegensatz zu den des städtischen Baugewerbes oder des Bergbaues und der Industrie, des öfteren sprungweise zeitlich variieren. Die Ursache solcher plötzlichen Lohnänderungen ist in der Regel weniger in den allgemeinen Arbeitsmarktverschiebungen, als in der augenblicklichen Gestaltung des Angebotes und der Nachfrage auf dem lokalen Arbeitsmarkte zu suchen. So kommt es beispielsweise oft vor, dass infolge der gleichzeitigen Inangriffnahme anderer, ihrem Wesen nach ähnlicher Bauarbeiten zur Erstellung von Strassen, Eisenbahnen usw., die nicht einmal sehr bedeutend zu sein brauchen, und der hierdurch plötzlich entstandenen Konkurrenz, die örtlichen Löhne innerhalb kurzer Zeit, in einigen Monaten und selbst nur einigen Wochen, rasch steigen, und Ar-

¹⁾ Selbst die Benutzung einer der besten lohnstatistischen Untersuchungen der Neuzeit, die Kuczynski (Arbeitslohn und Arbeitszeit in Europa und Amerika 1870—1909, Berlin 1913) teilweise unter Verarbeitung älteren, veröffentlichten Materials vornahm, würde uns kaum, wenigstens nicht direkt, dem Ziel entgegen führen, weil auch Kuczynski, wie die meisten Lohnstatistiker, nur städtische Arbeitslöhne und zudem nicht in allen für uns hier in Betracht kommenden Gewerben untersucht hat.

beiter zu den früheren Bedingungen nicht mehr zu finden sind. Derartige plötzlich eintretende Lohnerhöhungen erreichen manchmal ein sehr beträchtliches Ausmass ¹⁾).

Es ist unter diesen Umständen kaum möglich, den mittleren Gang der Lohnentwicklung bei den zum Ausbau von Wasserkraften erforderlichen Arbeiten auch selbst nur so genau fest-

¹⁾ Ein interessantes und charakteristisches Beispiel einer solchen plötzlichen Lohnerhöhung infolge lokaler Konkurrenz bietet der Bau des Albulawerks. Nach den Angaben der Baugesellschaft, die sie zur Begründung der Mehrkosten machte, die beim Bau des hydraulischen Teils dieser Anlage entstanden und die zu einer beträchtlichen Nachzahlung seitens des Bauherrn (Stadt Zürich) führten, rechnete man bei der Übernahme des Bauauftrages und der Fixierung der Einheitspreise (Ende 1907) damit, dass die Lohnverhältnisse sich etwa so gestalten würden, wie beim Bau der Albulabahn (1900—1903), die von derselben Firma erstellt wurde, die den Bau des Albulawerks ursprünglich übernommen hatte. Indessen stellte sich schon 1907 ein empfindlicher Arbeitermangel ein, der darauf zurückzuführen war, dass in unmittelbarer Nähe der Baustelle grosse Bahnbauarbeiten (Bahnlinie Davos-Filisur, Berninabahn) ausgeführt wurden und dass gleichzeitig auch noch einige andere, wenn auch etwas weiter entlegene, grosse Bauarbeiten im Gange waren (Lötschberg, Bodensee-Toggenburgbahn, Kraftwerk Pfyn-Chippis). Die Folge war, dass 1908—1909 die Löhne empfindlich zunahmen, während gleichzeitig die Arbeitszeit von 11 auf 10 bezw. von 10 auf 9 Stunden herabgesetzt werden musste. Dies bedeutete zunächst eine entsprechende Zunahme der Zahl der insgesamt erforderlich gewesenen Tagesschichten um 10%: statt 379971 Tagesschichten, wie nach früheren Erfahrungen ursprünglich angenommen wurde, wurden 417969 Tagesschichten nötig. Da der mittlere Taglohn 1900—1903 3,56 Fr. betrug, hätte man nach jenen Erfahrungen im ganzen $379971 \cdot 3,56 = 1352697$ Fr. an Löhnen aufzuwenden gehabt. In Wirklichkeit aber erreichte die Lohnsumme (ohne Arbeiterprämien) die Höhe von 1863074 Fr., was bei 417969 Tagesschichten einem Taglohn von durchschnittlich 4,46 Fr. entspricht. Der mittlere Taglohn nahm demnach in der kurzen Zeit, trotz der gekürzten Arbeitszeit, um 0,9 Fr., d. s. 25,3%, zu, während der effektive Lohnaufwand — und eben auf diesen kommt es bei der Berechnung der Baukosten an — um 510377 Fr., d. h. um 37,7%, stieg; im gleichen Verhältnis von 100:137,7 erhöhte sich auch (wenn man der Verkürzung der Arbeitszeit Rechnung trägt) der mittlere Taglohn oder, was dem gleichbedeutend ist, der mittlere Stundenlohn. Unberücksichtigt bleiben hierbei noch die entsprechenden Mehraufwendungen der Baufirma für Arbeiterversicherung.

zustellen, wie dies beispielsweise im Bergbau oder auch in verschiedenen Zweigen der Industrie möglich ist. Demgegenüber lässt sich aber über die Ergebnisse dieser Lohnentwicklung eher urteilen, und zwar, wie gesagt, entweder sekundär, auf Grund der im wesentlichen bekannten Entwicklung der Arbeitslöhne im städtischen Baugewerbe, oder auch direkt, auf Grund der Erfahrungen, die bei der Ausführung ähnlicher Bauten in denselben Gegenden zu verschiedenen Zeitpunkten gemacht wurden. Und auf Grund dieser Informationen lässt sich mit Sicherheit erkennen, dass, gleich den Arbeitslöhnen in den meisten anderen Gewerbezweigen, auch die für uns hier in Frage kommenden Löhne — wir haben hier begreiflicherweise nur die Nominallöhne in Betracht zu ziehen — in den meisten europäischen Ländern im Laufe der letzten Jahrzehnte im grossen und ganzen sehr wesentlich gestiegen sind, ja dass sie sich stellenweise verdoppelt haben und selbst auch noch darüber hinaus gewachsen sind, und dass diese Aufwärtsbewegung bis zum Kriegsausbruch anhielt¹⁾; die rasche Zunahme der Löhne während des Krieges,

¹⁾ Es kann, wie gesagt, im Rahmen der vorliegenden Studie die Lohnstatistik nicht näher behandelt werden, umsomehr als dies in Ermangelung entsprechender Erhebungen eine besondere eingehende Untersuchung, eine Enquete bei den in Frage kommenden Baufirmen und Arbeitervereinigungen, erfordern würde. Nur zur Illustration des oben Gesagten seien hier einige Zahlenangaben aus der bereits genannten Arbeit Kuczynskis wiedergegeben, die eine, wenn auch nur indirekte, Beurteilung der uns hier interessierenden Frage gestatten.

Aus dem reichen Zahlenmaterial Kuczynskis greifen wir einige der Angaben heraus, die sich auf die Entwicklung der durchschnittlichen Stundenlöhne im Baugewerbe beziehen (selbstverständlich interessieren in diesem Zusammenhange in erster Linie die für die Höhe der Produktionskosten massgebenden Stundenlöhne und nicht die Tagelöhne oder Wochenverdienste). So wird z. B. angegeben, dass der durchschnittliche Stundenlohn der Steinmaurerin in Berlin von 45 Pfg. i. J. 1885 auf 68,5 Pfg. i. J. 1903 stieg (100:152); in Nürnberg von 20 Pfg. i. d. J. 1870/71 auf 31,5 Pfg. i. J. 1885 und auf 43 Pfg. i. J. 1903 (100:158:215); in Elberfeld von 27 Pfg. i. d. J. 1879/84 auf 46 Pfg. i. J. 1903 (100:170); in Paris von 38,2 Pfg. i. d. J. 1870/72 auf 58,2 Pfg. i. d. J. 1882/96 und auf 60 Pfg. i. J. 1903 (100:152:157) usw. Der durchschnittliche Stundenlohn der Bauhilfsarbeiter stieg in Berlin von 27,4 Pfg. i. J. 1885 auf 43,6 Pfg.

die sich übrigens in der Zeit nach dem Kriege wohl kaum in ihrer gegenwärtigen Höhe werden behaupten können, ziehen wir hier, wie alle augenblicklichen Folgen der Kriegskonjunktur, grundsätzlich nicht in Betracht.

Aus Gründen, auf die wir weiter unten noch eingehend zu sprechen kommen werden, werden Lohnerhöhungen, und zwar sowohl die allmählichen, als auch besonders die plötzlichen, bei den hier interessierenden Bauarbeiten, also vornehmlich bei Erd- und Maurerarbeiten, durch entsprechende Erhöhungen der Arbeitsleistung (des technischen Leistungsertrages: der während eines bestimmten Zeitabschnittes geleisteten Arbeit) nicht begleitet und also auch nicht aufgewogen. Daraus folgt aber, dass solche Lohnerhöhungen, durch keine entgegengerichteten Momente voll oder wenigstens grösstenteils kompensiert, eine gleich grosse Erhöhung des gesamten Lohnaufwandes zur Folge haben¹⁾, was

i. J. 1903 (100: 159); in Nürnberg von 14 Pfg. i. d. J. 1870/71 auf 18—19 Pfg. i. d. J. 1881/85 und auf 27,8 Pfg. i. J. 1903 (100: 132: 199); in Elberfeld von 22,2 Pfg. i. J. 1879 auf 35,1 Pfg. i. J. 1903 (100: 158) usw.

Wir sehen aus diesen Zahlen, dass die Löhne der Maurer und der Bauhilfsarbeiter in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts stark zugenommen haben. Sie stiegen indessen in dem ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts teilweise noch viel rascher empor. So teilt Kuczynski auf Grund der Tarifverträge u. a. mit, dass der tarifliche Mindestlohn der Maurer (nur Hochbaumaurer) in Berlin von 60 Pfg. i. J. 1899 auf 75 Pfg. i. J. 1909 stieg, in Hamburg von 65 Pfg. i. J. 1900 auf 80 Pfg. i. J. 1907, in Leipzig von 42 Pfg. i. J. 1895 auf 66 Pfg. i. J. 1909, in Essen von 48 Pfg. i. J. 1904 auf 56 Pfg. i. J. 1909, in Elberfeld von 46 Pfg. i. J. 1900 auf 57 Pfg. i. J. 1909 usw. Ebenso stieg der tarifliche Mindestlohn der Bauhilfsarbeiter (im Maurergewerbe) in Berlin von 45 Pfg. i. J. 1903 auf 50 Pfg. i. J. 1909, in Dresden von 34 Pfg. i. J. 1903 auf 49 Pfg. i. J. 1909, in Duisburg und Bochum von 38 Pfg. i. J. 1904 auf 45 Pfg. i. J. 1909, in Magdeburg von 32 Pfg. i. J. 1899 auf 40 Pfg. i. J. 1909 usw.

Ein Vergleich dieser Sätze mit den in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts durchschnittlich bezahlten Löhnen zeigt, dass in sehr vielen Fällen eine Verdoppelung der Stundenlöhne eingetreten ist.

¹⁾ Vgl. hierzu auch die Fussnote auf S. 57.

eine Verteuerung der gesamten Baukosten bedeutet, die beim Bau von Wasserkraftanlagen umsomehr ins Gewicht fällt, als ja hier der Lohnaufwand das bedeutendste Kostenelement ist.

Welches Ausmass kann nun eine solche Gesamtkosten-erhöhung beim Bau von Wasserkraftanlagen erreichen? Und von welcher Bedeutung kann sie für die Gestaltung der Energie-erzeugungskosten, d. h. der jährlichen Betriebskosten des fertig-gestellten Werks sein? Diese Fragen wollen wir zunächst in der Weise zu beantworten versuchen, dass wir die Folgen einer Lohn-erhöhung für die Kosten unserer hier als Beispiel dienenden Wasserkraftanlage berechnen. In der nebenstehenden Zusammen-stellung führen wir eine solche Berechnung durch, und zwar berechnen wir zunächst die Anlagekosten unseres Kraft-werks bei einer Erhöhung der mittleren Löhne¹⁾ um 25% und 50% bei gleichbleibender Arbeitsleistung und sonst gleichen Betriebsverhältnissen und Materialpreisen²⁾.

¹⁾ Hingewiesen sei darauf, dass auch hier lediglich jene Löhne in Be-tracht gezogen werden, die bei der Ausführung der eigentlichen Bauarbeiten (und der Montagearbeiten) zu bezahlen sind, während die eventuelle Zu-nahme der in den fabrikmässig hergestellten mechanischen und maschinellen Konstruktionen und Materialien enthaltenen Löhne aus bestimmten Gründen ausser acht gelassen wird.

²⁾ Die Methode dieser Berechnung ist aus der Zusammenstellung selbst ohne Schwierigkeiten zu erkennen. Immerhin sei sie an dieser Stelle an irgendeinem Beispiel erläutert: So betragen z. B. die Kosten des Wasser-stollens (Pos. 3) ursprünglich 990000 Fr., hiervon entfielen 721000 Fr. auf Lohnkosten und der Rest von 269000 Fr. auf Materialien, Geräte und Sonstiges. Steigen nun die durchschnittlichen Löhne um 25%, so erhöhen sich die Lohnkosten — unter der dieser Berechnung zu Grunde liegenden Voraussetzung — ebenfalls um 25%, d. i. um $721000 \cdot 0,25 = 180250$ Fr. Die Gesamtkosten betragen sodann $269000 + (721000 + 180250) = 990000$ (wie ursprünglich berechnet) $+ 180250$ (Lohnmehr-aufwand) = 1170250 Fr. In dieser Weise sind sämtliche Kostenpositionen berechnet worden mit Ausnahme der Ziff. 1 (Vorarbeiten, Konzession usw.), deren Berechnung sich etwas komplizierter gestaltet, da hier auch die ein-tretenden Mehraufwendungen für Arbeiterversicherung und Bauzinsen zu berücksichtigen sind; die Einzelheiten dieser Berechnung gehen aus der nächsten Fussnote hervor.

Die Anlagekosten betragen bei einer Zunahme der Löhne um durchschnittlich:

	25 %		50 %	
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1. Vorarbeiten, Konzession usw.	740 000 +	851 500 =	740 000 +	223 000* =
2. Wehranlage und Einlauf	560 000 +	632 000 =	560 000 +	144 000 =
3. Wasserstellen	990 000 +	1 170 250 =	990 000 +	360 500 =
4. Wasserschloss u. Apparatenhaus .	60 000 +	9 250 =	60 000 +	18 500 =
5. Druckleitung	340 000 +	357 675 =	340 000 +	35 350 =
6. Unterverkanal	150 000 +	180 200 =	150 000 +	60 400 =
7. Krafthaus	200 000 +	223 775 =	200 000 +	47 550 =
8. Mechan.-hydraul. Einrichtung . . .	120 000 +	122 000 =	120 000 +	4 000 =
9. Elektrische Einrichtung (ohne Transformatoren)	190 000 +	193 750 =	190 000 +	7 500 =
10. Transformatoren a) Transformatorenhaus	40 000 +	44 500 =	40 000 +	9 000 =
b) Transformatoren	120 000 +	122 500 =	120 000 +	5 000 =
11. Fernleitung	320 000 +	342 600 =	320 000 +	45 200 =
Insgesamt	3 830 000 +	4 310 000 =	3 830 000 +	960 000 =

* Diese Zahl ist in folgender Weise berechnet: Die Lohnmehrkosten betragen 240 000 . 0,25 = 60 000 Fr. (bezw. bei einer Erhöhung um 50%: 120 000 Fr.). Da die gesamte Lohnsumme um 25% von 1 714 000 Fr. auf 2 142 500 Fr. (bezw. auf 2 571 000 Fr.) steigt, erhöhen sich auch dementsprechend die Kosten der Arbeitsversicherung um 25% von 136 000 Fr. auf 170 000 Fr. (bezw. auf 204 000 Fr.), d. i. um 34 000 Fr. (bezw. 68 000 Fr.). Das gesamte Anlagekapital (ausschliesslich der Bauzinsen) nimmt infolge des Mehraufwandes an Lohn- und Versicherungskosten von 3 690 000 Fr. auf 3 690 000 + 428 500 + 34 000 = 4 152 500 Fr. (bezw. 3 690 000 + 857 000 + 68 000 = 4 615 000 Fr.) zu; dementsprechend steigen auch die Bauzinsen von 140 000 Fr. auf etwa 157 500 Fr. (bezw. 175 000 Fr.), d. i. um 17 500 Fr. (bezw. 35 000 Fr.). Insgesamt betragen somit die Mehrkosten bei einer Lohnerhöhung um 25%: 60 000 + 34 000 + 17 500 = 111 500 Fr. (bezw. 120 000 + 68 000 + 35 000 = 223 000 Fr. bei einer Lohnerhöhung um 50%).

Unserer ursprünglichen Anlagekostenberechnung lag ein durchschnittlicher Taglohn von etwa 4,8 Fr. zu Grunde, ein Arbeitslohn, der unter den hier in Frage stehenden Verhältnissen in der Schweiz etwa vor zehn Jahren üblich war. Eine Steigerung um 25% bedeutet nun einen Lohn von durchschnittlich 6 Fr., der den gegenwärtigen Verhältnissen eher entspricht; eine Zunahme um 50% führt zu einem Taglohn von etwa 7,2 Fr., der, wenn er auch stellenweise bereits erreicht sein dürfte, immerhin als sehr hoch gelten darf¹⁾. Steigt der durchschnittliche Taglohn von etwa 4,8 Fr. um 25%, d. h. auf etwa 6,0 Fr., so erhöhen sich die gesamten Lohnkosten von 1714000 Fr. um 428500 Fr. auf 2142500 Fr., dementsprechend nehmen auch die Arbeiterversicherungskosten und Bauzinsen zu und beträgt der gesamte Mehraufwand, wie wir dies aus der vorstehenden Zusammenstellung ersehen können, 480000 Fr., oder rund 12,5% der zuerst berechneten Gesamtanlagekosten. Eine Lohnsteigerung um 50% führt begreiflicherweise zu einem doppelt so grossen Gesamtmehraufwand von 960000 Fr., oder rund 25% der Gesamtanlagekosten, usw.: der in Prozenten der ursprünglich berechneten Kosten ausgedrückte Gesamtmehraufwand beträgt — in unserem Beispiel — stets annähernd die Hälfte des Prozentsatzes der Zunahme des mittleren Taglohnes, was sich selbstverständlich daraus erklärt, dass auf die Lohnkosten etwa die Hälfte der Gesamtanlagekosten entfällt.

Nun haben wir aber weiter oben an Hand einer Reihe massgebender Beispiele gezeigt, dass der Kostenaufbau unserer Wasserkraftanlage nicht etwa einzig in seiner Art ist, sondern im Gegenteil sich dem Durchschnitt sehr vieler ausgeführter Wasserkraftanlagen nähert. Hieraus folgt, dass das soeben festgestellte Ergebnis — natürlich nicht in seiner exakten arithmetischen Form — ebenfalls allgemeiner Natur ist.

¹⁾ Es darf hierbei nicht übersehen werden, dass an diesen Durchschnitten, wie aus unseren Baukostenberechnungen hervorgeht, auch die relativ höheren Löhne der Schlosser, Monteure, Poliere, Häuer usw. partizipieren, so dass ein Durchschnittslohn von 4,8 Fr. bei einem Lohn von weniger als 4 Fr. für Erdarbeiter, Handlanger usw. zustande kommt.

Doch nicht die Gestaltung der Anlagekosten und ihre Abhängigkeit von den Lohnänderungen kommt für uns hier letzten Endes in Betracht: die Höhe der Anlagekosten interessiert uns ja nur insofern, als sie jene Variable ist, von der in erster Linie und hauptsächlich die Höhe der Energieerzeugungskosten, der Betriebskosten des fertiggestellten Werks, funktionell abhängt. So haben wir denn im folgenden die Frage zu untersuchen, von welchem Ausmass die Einwirkung der Änderungen der Anlagekostenhöhe auf die Gestaltung der Betriebskosten sein kann. Dass diese Einwirkung gross sein muss, lässt sich schon im voraus sagen, wenn man sich vergegenwärtigt, welcher bedeutenden Anteil die sogenannten Kapitalkosten — die Verzinsung, Abschreibung und Tilgung des angelegten Kapitals — an den gesamten Betriebskosten von Wasserkraftanlagen haben.

Auch bei dieser Betrachtung folgen wir der in der vorliegenden Untersuchung gewählten Methode, indem wir die allgemeine gestellte Frage zunächst an einem konkreten Beispiel zu beantworten versuchen. Zu diesem Zweck berechnen wir die infolge einer Anlagekostenerhöhung eintretenden Änderungen der (auf S. 13 bereits zusammengestellten) jährlichen Betriebskosten unserer hier als Beispiel dienenden Wasserkraftanlage. Dieser Berechnung legen wir eine Zunahme der Anlagekosten um rund 12,5% und rund 25% zu Grunde, eine Zunahme, die, wie wir weiter oben gezeigt haben, durch eine Steigerung der mittleren Tagelöhne um 25% und 50% — unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen — verursacht wird. Im übrigen erfolgt die Betriebskostenberechnung unter Annahme der selben Betriebsverhältnisse, Verzinsungs-, Abschreibungs- und Instandhaltungssätze und Materialaufwendungen und -preise, die der ursprünglichen Betriebskostenberechnung (auf S. 13) zu Grunde gelegt worden waren; selbst die Bedienungskosten (die ja ebenfalls in erster Linie von der Lohnhöhe abhängen) werden, damit die Einheit der Berechnung nicht gestört wird, in gleicher Höhe in Rechnung gestellt. Die Ergebnisse dieser Berechnung der veränderten Betriebskosten sind in der folgenden Tafel zusammengestellt.

	Die Betriebskosten betragen bei einer Zunahme der Löhne um durchschnittlich:			
	25 %		50 %	
Mittelbare Betriebskosten.				
Verzinsung des gesamten Anlagekapitals 5 %	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
	(von 4 310 000 Fr.)	215 500	(von 4 780 000 Fr.)	239 500
Abschreibungen				
a) Auf die Kosten des wasserbaulichen Teils 1,0 %	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
	(von 2 409 375 Fr.)	24 094	(von 2 718 750 Fr.)	27 188
b) Auf die Kosten der Gebäude 2,5 %	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
	(von 268 275 Fr.)	6 707	(von 296 550 Fr.)	7 414
c) Auf die Kosten der Maschinen 6,0 %	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
	(von 438 250 Fr.)	26 295	(von 446 500 Fr.)	26 790
d) Auf die Kosten der Fernleitung 3,5 %	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
	(von 342 600 Fr.)	11 991	(von 365 200 Fr.)	12 782
Wasserszins		3 600		3 600
Zusammen		288 187		317 274

Unmittelbare Betriebskosten.

Reparaturen und Instandhaltung

- a) Auf die Kosten des wasserbaulichen Teils 0,5 % . . .
- b) Auf die Kosten der Gebäude 0,75 %
- c) Auf die Kosten der Maschinen 1,5 %
- d) Auf die Kosten der Fernleitung 4,0 %

Bedienung

Schmier- und Putzmaterial

Zusammen

Gesamte Betriebskosten im Jahr

Ursprünglich

Mehrkosten im Jahr

„ „ in %

Gesamte Betriebskosten pro KW-Stunde

Ursprünglich

Mehrkosten pro KW-Stunde

	Fr.	Fr.
(von 2 409 375 Fr.)	12 047	(von 2 718 750 Fr.) 13 594
(von 268 275 Fr.)	2 012	(von 296 550 Fr.) 2 224
(von 438 250 Fr.)	6 574	(von 446 500 Fr.) 6 698
(von 342 600 Fr.)	<u>13 704</u>	(von 365 200 Fr.) <u>14 608</u>
Bedienung	26 000	26 000
Schmier- und Putzmaterial	<u>10 500</u>	10 500
Zusammen	70 837	73 624
Gesamte Betriebskosten im Jahr	359 024	390 898
Ursprünglich	327 150	327 150
Mehrkosten im Jahr	31 874	63 748
„ „ in %	9,14 %	19,40 %
Gesamte Betriebskosten pro KW-Stunde	4,68 Cts.	5,10 Cts.
Ursprünglich	<u>4,27 Cts.</u>	<u>4,27 Cts.</u>
Mehrkosten pro KW-Stunde	0,41 Cts.	0,83 Cts.

Die Zunahme des Anlagekapitals um rund 12,5%, die durch eine Erhöhung des durchschnittlichen Taglohns um 25% hervorgerufen wird, führt, wie es die vorstehende Zusammenstellung der Betriebskosten¹⁾ zeigt, zu einer empfindlichen Zunahme der gesamten Jahreskosten. Am stärksten nehmen die mittelbaren Betriebskosten zu: von 259100 Fr., wie wir ursprünglich rechneten, erhöhen sie sich auf 288187 Fr., d. h. um 11,2%. Geringer ist die Zunahme der unmittelbaren Betriebskosten: sie steigen von 68050 Fr. auf 70837 Fr., d. h. um rund 4%. Doch weil an den gesamten Betriebskosten die mittelbaren Betriebskosten einen viel grösseren Anteil haben als die unmittelbaren, nehmen die gesamten Betriebskosten fast im gleichen Verhältnis zu, wie die mittelbaren: sie steigen von 327150 Fr. auf 359024 Fr., d. i. um 9,7% oder rund 10%. Eine Erhöhung des durchschnittlichen Taglohns um den doppelten Betrag, d. h. um 50%, und eine dementsprechende Zunahme der Anlagekosten um rund 25% hat begreiflicherweise eine Steigerung der Betriebskosten ebenfalls um den doppelten Betrag von 63748 Fr., d. i. um 19,5% oder rund 20%, zur Folge, usw. Die erzeugte KW-Stunde, die sich (an der Stadtgrenze, auf die Betriebsspannung transformiert) ursprünglich auf rund 4,3 Cts. stellte, erfordert unter diesen Umständen rund 4,7 Cts. bzw. rund 5,1 Cts. an Selbstkosten.

Da es sich hierbei um eine Vertéuerung der Energieerzeugungskosten handelt, die stets, solange das Kraftwerk überhaupt in Betrieb stehen wird, anhalten wird und durch nichts ausgeglichen werden kann, gewinnt ihr Ausmass ganz gewaltig an Bedeutung: haben doch schon relativ rasch eintretende und häufig vorkommende Lohnerhöhungen um 25–50% eine dauernde und unabwendbare Erhöhung der Energieerzeugungs-

¹⁾ Die Methode der Berechnung geht aus der Zusammenstellung selbst hervor. Zur leichteren Orientierung ist, in gleicher Weise wie auf S. 13, auch hier bei jeder in Prozenten des angelegten Kapitals zu berechnenden Kostenposition der entsprechende Anlagekostenbetrag in Klammern angegeben. Diese eingeklammerten Zahlen sind der Zusammenstellung der erhöhten Anlagekosten auf S. 61 entnommen.

kosten um 10—20% zur Folge, eine Verteuerung, die unter Umständen, z. B. bei scharfem Wettbewerb mit anderen Kraftanlagen, die Rentabilität und überhaupt die wirtschaftliche Ausbaumöglichkeit der Anlage in Frage stellen kann.

Nun haben wir ja vorläufig diese bedeutsame Tatsache nur bei unserem einen Kraftwerk festgestellt, und es ist vorderhand noch nicht gesagt, dass wir es auch hierbei mit einer Erscheinung genereller Art zu tun haben. Erst wenn wir festgestellt haben werden, wodurch sich diese grosse Empfindlichkeit der Betriebskosten gegenüber den Änderungen der Anlagekosten in unserem Fall erklärt, und sodann nachgewiesen haben werden, dass die selben Vorbedingungen auch bei jeder anderen Wasserkraftanlage gegeben sind, werden wir die hier in Frage stehende Tatsache verallgemeinern dürfen.

Was zunächst die erstgenannte Frage anlangt, so ist ohne weiteres klar, dass die in unserem Beispiel konstatierte grosse Empfindlichkeit der Betriebskosten gegenüber den Änderungen in der Höhe der Lohn- und also auch der Anlagekosten sich daraus erklärt, dass, wie wir gezeigt haben, die Kapitalkosten quantitativ das allerwichtigste Kostenelement der gesamten Energieerzeugungskosten bilden: aus der Zusammenstellung auf S. 13 ist zu ersehen, dass Verzinsung und Abschreibung des angelegten Kapitals nicht weniger als 255500 Fr., d. s. rund 78% der Gesamtjahreskosten (327150 Fr.), erfordern; zählt man nun auch noch die Reparatur- und Instandhaltungskosten, die ja auch mit von der Höhe des Anlagekapitals abhängen, hinzu, so erhält man einen entsprechenden Kostenanteil von rund 88%. Also nur etwa der fünfte bzw. der achte Teil der Betriebskosten entfällt bei unserer hier als Beispiel dienenden Wasserkraftanlage auf jene Betriebskosten, die von der Höhe des Anlagekapitals und also auch von ihren Änderungen gar nicht oder nur zum Teil abhängen. Und darin liegt begreiflicherweise die Erklärung der hier in Frage stehenden Erscheinung.

Steht nun unser Werk einzig in seiner Art da, oder gleicht es im Aufbau seiner Betriebskosten jeder anderen Wasserkraftanlage? Um nachzuweisen, dass das letztere der Fall ist, bedarf

es nicht der Heranziehung statistischen Materials, denn die hier in Frage stehende — und wohl allgemein bekannte — Eigenart des Jahreskostenaufbaues von Wasserkraftanlagen hängt mit dem inneren Wesen des Wasserkraftbetriebes eng zusammen: Der Betrieb der Wasserkraftanlagen vollzieht sich eben in fast automatischer Weise, er erfordert sehr wenig menschliche Bedienung und ausser relativ geringen Mengen Schmier- und Putzstoffes gar keine Betriebsmaterialien. Deshalb sind die unmittelbaren Betriebsaufwendungen stets sehr gering und spielen gegenüber den in der Regel hohen Kapitalkosten, deren Höhe für die Bemessung der gesamten Betriebskosten demgemäss ausschlaggebend ist, immer eine untergeordnete Rolle¹⁾.

¹⁾ Wie gesagt, bedarf die hier in Frage stehende Tatsache keines nach statistischer Methode geführten Nachweises. Immerhin möchten wir uns nicht auf das eine, im Text berechnete Beispiel beschränken und geben deshalb an dieser Stelle ein weiteres Beispiel an. Wir sehen hierbei von der Wiedergabe einer Betriebskostenberechnung eines in Betrieb stehenden Werkes ab, weil eine solche die uns hier interessierenden Verhältnisse meist nicht sofort erkennen lassen wird. Vor allem enthalten solche Kostennachweise auch verschiedene Elemente, die in diesem Zusammenhange nicht berücksichtigt zu werden brauchen, die aber, infolge der bei den Jahresberichten üblichen Veröffentlichungsart, nicht immer ausgeschieden werden können: so die Kosten der Verzinsung, Abschreibung und Instandhaltung des Verteilungsnetzes, die Verwaltungskosten usw.; des weiteren wird häufig über mehrere Werke zugleich berichtet, darunter auch über Dampfreserveanlagen, deren Kostenaufbau grundverschiedener Art ist. Wir wählen deshalb an Stelle einer wirklichen Jahreskostenzusammenstellung eines bestehenden Werks einen Kostenvoranschlag, der eine Vergleichung mit unserer Berechnung methodologisch zulässt, und zwar den Kostenvoranschlag des Albulawerks (nach der Publikation: „Die Erstellung einer elektrischen Kraftübertragungsanlage an der Albula für die Stadt Zürich. Projekt der Ingenieure der Wasserversorgung und des Elektrizitätswerks. Oktober 1904“, Zürich 1904, S. 87—88). Die jährlichen Betriebsausgaben (ausschliesslich der Steuern und Versicherungen, jedoch einschliesslich der Verwaltungskosten) wurden bei einer 4%igen Verzinsung des angelegten Kapitals und 1% bzw. 3% Amortisation zu insgesamt rund 825 000 Fr. beim ersten Ausbau und rund 1 020 000 Fr. beim Vollausbau berechnet. Davon entfielen allein auf die Verzinsung und Amortisation des angelegten Kapitals nicht weniger als 566 000 Fr., d. s. rund 69% (1. Ausbau), bzw. 679 000 Fr., d. s. rund 67%

Mit diesen Feststellungen ist gleichzeitig auch der Beweis dafür einwandfrei erbracht, dass die grosse Abhängigkeit der Energieerzeugungskosten, der Jahreskosten des fertiggestellten und betriebenen Werks, von der Höhe der Anlagekosten und ihren Veränderungen und also auch von der Höhe der Arbeitslöhne eine generelle Erscheinung ist, die nicht nur unserem hier als Beispiel herangezogenen Werk, sondern einer jeden Wasserkraftanlage eigen ist. Es fragt sich nur, inwieweit sich unsere hier als Beispiel durchgeführte Berechnung der Wirklichkeit nähert. Der Hinweis darauf, dass nicht bei jedem Werk bei einer Steigerung der Löhne um 25% die Anlagekosten um genau 12,5% und demzufolge die Betriebskosten um genau 9,7% zunehmen, wie dies in unserem Beispiel nachgewiesen wurde, ist wohl überflüssig: denn gerade bei Wasserkraftanlagen ist aus hier bereits mehrfach hervorgehobenen Gründen bei Verallgemeinerungen wirtschaftlicher Ergebnisse in exakt-mathematischer Form die grösste Vorsicht geboten. Immerhin zeigt der weiter oben angestellte Vergleich des Kostenaufbaues unserer Anlage mit dem einer grösseren Anzahl ausgeführter Werke, dass, insofern man überhaupt von normalen, durchschnittlichen Wasserkraftanlagen sprechen kann, unsere Ergebnisse von jenen nicht wesentlich abweichen können.

Will man eine allgemeine Formel für das Mass der Abhängigkeit der Betriebskosten der Wasserkraftanlagen von den Änderungen der Lohnhöhe ableiten, so wird man nur soviel sagen können, dass die Empfindlichkeit der Betriebskosten den Än-

(Vollausbau). Dabei ist die überaus grosse Länge der Fernleitung (bei Vollausbau: 272 km einfacher Fernleitung) und die dementsprechend sehr bedeutenden Kosten ihrer Unterhaltung (105000 Fr. bzw. 140000 Fr.) zu berücksichtigen. Rechnet man die gesamten Reparatur- und Instandhaltungskosten den Verzinsungs- und Abschreibungskosten hinzu, so steigen die soeben berechneten Prozentsätze auf rund 87% bzw. rund 86%, während auf die Bedienungs-, Schmier- und Putzmaterial-, Konzessions- und sonstige Kosten nur rund 13% bzw. rund 14% entfallen. Diese Prozentsätze kommen den für unsere Anlage oben berechneten (ausschliesslich der Reparatur- und Instandhaltungskosten: 78%, einschliesslich dieser Kosten: 88%) sehr nahe.

derungen der Lohnhöhe gegenüber im Einzelfalle um so höher ist, je höher die Anlagekosten pro ausgebaute Pferdestärke sind. Dies lässt sich aus folgender einfacher Überlegung erkennen. Die Höhe der Anlagekosten einer Wasserkraftanlage wird, wie wir bereits gezeigt haben, in erster Linie durch die Höhe der Kosten der eigentlichen Bauarbeiten bestimmt, da ja die Kosten der maschinellen Einrichtung fast ausschliesslich von der Leistungsfähigkeit der Maschinen abhängen und deshalb für eine gegebene Leistungsfähigkeit nahezu konstant sind, während der Umfang der Bauarbeiten und dementsprechend auch ihre Kosten von Fall zu Fall sehr stark variieren. Je höher also die eigentlichen Bauarbeiten (pro ausgebaute Pferdestärke) zu stehen kommen, desto höher sind auch die gesamten Anlagekosten und desto grösser ist auch der Anteil der eigentlichen Baukosten an den gesamten Anlagekosten und, was dem gleichbedeutend ist, die Abhängigkeit dieser letzteren von den Kosten der eigentlichen Bauarbeiten. Nun haben wir weiter oben gezeigt, dass es eben die Kosten der Bauarbeiten sind, die zu einem sehr grossen Teil aus Lohnkosten bestehen und deshalb und ferner aus dem Grund, weil bei diesen Arbeiten eine Erhöhung der Löhne in der Regel eine Erhöhung der Lohnkosten bedeutet, von der Höhe des Arbeitslohnes in hohem Masse abhängen. Hieraus ergibt sich, dass unter sonst gleichen Umständen die Anlagekosten eines teurer zu stehen kommenden Werks in grösserem Masse auf die Änderungen der Lohnhöhe reagieren, als die eines billigeren Werks. Betrachten wir nun die Betriebskosten von Wasserkraftanlagen, so erkennen wir sofort, dass ihre Höhe in erster Linie durch die Kapitalkosten, d. h. durch die Höhe der Anlagekosten (und des Zinsfusses) bestimmt wird, da die übrigen Betriebskosten (Aufwendungen für Bedienung und Schmier- und Putzmaterial) bei gegebener Betriebsgrösse und Betriebsdauer nahezu konstant sind. Je höher also die Anlagekosten (pro ausgebaute Pferdestärke) und demzufolge auch (bei gleichem Zinsfuss) die jährlichen Kapitalkosten (für die erzeugte Energieeinheit) sind, desto höher sind auch die gesamten jährlichen Betriebskosten, desto höher ist also auch der Anteil der

Kapitalkosten an den gesamten Betriebskosten und desto höher ist schliesslich, dem Gesagten zufolge, die Abhängigkeit dieser letzteren von der die Anlagekostenhöhe bestimmenden Lohnhöhe. Fassen wir das Gesagte zusammen, so kommen wir zu dem Ergebnis, dass die Abhängigkeit der Betriebskosten der Wasserkraftanlagen von der Erhöhung der Arbeitslöhne umso grösser ist, je höher die Anlagekosten des Kraftwerks (für die ausgebaute Pferdestärke) sind ¹⁾.

¹⁾ Es dürfte in diesem Zusammenhang nicht ohne Interesse sein, dem bei den Wasserkraftanlagen festgestellten Sachverhalt die entsprechenden Eigenschaften der Dampfkraftanlagen gegenüberzustellen, würde doch aus einer solchen Gegenüberstellung die oben konstatierte Eigenart der Gestaltung der Betriebskosten von Wasserkraftanlagen, wie wir es sogleich sehen werden, noch deutlicher hervortreten. Es ist hier bereits hervorgehoben worden, dass bei den Dampfkraftanlagen der Anteil der Baulohnkosten an den gesamten Anlagekosten stets sehr viel geringer ist als bei den Wasserkraftanlagen. Dass unter diesen Umständen eine Steigerung der Baulohnhöhe nur eine geringe Zunahme der Gesamtkosten zur Folge haben kann, ist selbstverständlich. Führen wir im Anschluss an die in der Fussnote 2 auf S. 44 gemachten Annahmen eine den vorstehenden ähnliche Berechnung der Änderungen der Anlagekosten unserer Dampfkraftanlage infolge von Baulohnerhöhungen durch, so kommen wir zu folgenden Resultaten: Bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen würde eine Lohnerhöhung um 25% eine Zunahme der gesamten Anlagekosten um $90000 \cdot 0,25 = 22500$ Fr. (bei 50%: um 45000 Fr.) auf $1100000 + 22500 = 1122500$ Fr. (bei 50%: auf 1145000 Fr.), d. h. um nur 2,05% (bei 50%: 4,09%), zur Folge haben (demgegenüber sei daran erinnert, dass bei unserer Wasserkraftanlage die entsprechende Zunahme 12,5% bzw. 25%, d. i. mehr als das Sechsfache, beträgt). Der Einfluss einer solchen, an sich sehr geringen Zunahme der Anlagekosten auf die Höhe der Betriebskosten der Dampfkraftanlage wäre dementsprechend und ferner aus dem Grund, weil, wie dies aus unserer Zusammenstellung auf S. 14—15 zu erkennen ist, diese Betriebskosten nur in geringem Masse von der Höhe des angelegten Kapitals abhängen, ganz unbedeutend. Würde z. B. eine Erhöhung der Baulöhne um 25% stattgefunden haben und würden aus diesem Grunde, wie soeben gezeigt wurde, die Anlagekosten unserer Dampfkraftanlage um 2,05% (bzw. um 4,09%) gestiegen sein, so hätte dies die Betriebskosten in folgender Weise be-

Nach all dem im vorstehenden über die Abhängigkeit der Betriebskosten der Wasserkraftanlagen von ihren Anlagekosten Gesagten bedarf es wohl nur eines ganz kurz gefassten Hinweises auf die Bedeutung, die dabei dem Zinsfuss zukommt, zu dem das für den Ausbau erforderliche Kapital beschafft wird.

Die Art seiner Einwirkung auf die Betriebskosten ist selbstverständlich analog der der Anlagekosten: auch hier handelt es sich um eine dauernde und in der Regel unabänderliche Nachwirkung eines jeweils ein für allemal in einer gewissen Höhe fixierten Faktors, dessen Grösse nun in jedem gegebenen Fall verschieden sein kann. Wir brauchen an dieser Stelle wohl nicht auf die Ursachen der Verschiedenheit des Zinsfusses einzugehen, und nur allgemein sei bemerkt, dass unter den hier in Betracht zu ziehenden Verhältnissen die Höhe des Zinsfusses vor allem davon abhängen wird, an welchem Zeitpunkt und in

einflusst (vgl. hierzu die Zusammenstellung auf S. 14—15): Der Zinsendienst würde einen Mehraufwand von $22\,500 \cdot 0,05 = 1125$ Fr. (bezw. bei einer Zunahme der Baulöhne um 50%: 2250 Fr.) erfordern; die Abschreibungen wären um $70\,000 \cdot 0,025 + 20\,000 \cdot 0,07 = 3150$ Fr. (bezw. 6300 Fr.), die Reparatur- und Instandhaltungskosten um $70\,000 \cdot 0,0075 + 20\,000 \cdot 0,015 = 825$ Fr. (bezw. 1650 Fr.) gestiegen; insgesamt ergäbe sich demnach eine Erhöhung der Jahreskosten um 5100 Fr. (bezw. 10200 Fr.). Bei einem Kohlenpreis von 25 Fr. betragen nach unserer ursprünglichen Berechnung die gesamten Jahreskosten 332675 Fr. Ihre Erhöhung um 5100 Fr. (bezw. 10200 Fr.) auf 337775 Fr. (bezw. 342875 Fr.) bedeutet also eine Verteuerung der Energieerzeugung um nur rund 1,5% (bezw. rund 3,1%), die bei einem Kohlenpreis von 35 Fr. sogar auf nur rund 1,3% (bezw. rund 2,5%) zurückgeht (gegenüber der oben berechneten Verteuerung der Betriebskosten unserer Wasserkraftanlage um 9,7% bzw. 19,5%). Wir ersehen hieraus — wie übrigens auch gar nicht anders zu erwarten war —, dass die Betriebskosten von Dampfkraftanlagen, im Vergleich zu den der Wasserkraftanlagen, nur in sehr geringem Masse auf die Änderungen der Höhe der Löhne, die bei ihrer Errichtung zu bezahlen waren, reagieren. Übrigens sei daran erinnert, dass, wie bereits hervorgehoben wurde, die Kosten der hier als Beispiel dienenden Dampfkraftanlage nach durchschnittlichen Angaben berechnet sind und somit als durchaus typisch angesehen werden können. Demzufolge dürfen die soeben festgestellten Ergebnisse mit einer gewissen Sicherheit verallgemeinert werden.

welchem Land das Kapital gesucht wird, und nicht zuletzt davon, welche Sicherheit dem Geldgeber geboten wird. Allerdings sind die Differenzen in der Höhe des Zinsfusses (bei den hier in Frage kommenden Kapitalanlagen) in der letzten Zeit (vor Kriegsausbruch) in den Ländern älterer wirtschaftlicher Kultur und geordneter Verhältnisse nicht sehr gross gewesen: das für den Bau von Wasserkraftanlagen erforderliche Kapital konnte man meist zu 4—5% erhalten. Doch selbst die innerhalb dieser Grenzen möglichen, scheinbar sehr geringen Unterschiede spielen in dem uns hier interessierenden Fall, bei der Finanzierung von Wasserkraftanlagen, eine verhältnismässig sehr bedeutende Rolle, da ja, wie wir bereits gesehen haben, die Gesamtkosten der Energieerzeugung bei Wasserkraftbetrieb zum allergrössten Teil aus Kapitalkosten bestehen, d. h. aus Aufwendungen, die einestheils von der Höhe des angelegten Kapitals, anderenteils von der Höhe des Zinsfusses unmittelbar abhängen.

Um das Mass dieser Einwirkung festzustellen, wollen wir zunächst an der Hand der Betriebskosten unseres hier als Beispiel dienenden Wasserkraftwerks berechnen, welche Folgen die Tatsache eines etwas niedrigeren oder etwas höheren Zinsfusses für die Gestaltung der Energieerzeugungskosten unserer Anlage haben könnte. Würde z. B. der Zinsfuss anstatt 5%, wie in unserer Betriebskostenberechnung (siehe S. 13) angenommen war, 4% oder 6% betragen, so würde der Zinsendienst jährlich um 38300 Fr. weniger oder mehr erfordern, was bei 327150 Fr. Gesamtjahreskosten eine empfindliche Verbilligung bzw. Verteuerung der Energieerzeugung um fast 12% bedeutet¹⁾.

Die Verallgemeinerung dieses in einem konkreten Fall festgestellten Ergebnisses bietet gewisse Schwierigkeiten ähnlicher

¹⁾ Auch hier sei unserem Wasserkraftwerk die auf S. 14—15 behandelte Dampfkraftanlage gegenübergestellt: Würde bei dieser der Zinsfuss statt 5% 6% betragen, so würde dies eine Zunahme der gesamten Jahreskosten um nur 11000 Fr. verursachen, was bei einem Kohlenpreis von 25 Fr. eine Verteuerung der Energieerzeugung um 3,3%, bei einem Kohlenpreis von 35 Fr. eine Verteuerung um 2,7% der ursprünglichen Berechnung gegenüber bedeutet.

Art, wie wir sie vorhin bei der Betrachtung der Beeinflussung der Betriebskosten durch die Höhe der Anlagekosten festgestellt haben. Auch hier lässt sich generell nur soviel sagen, dass je höher die Anlagekosten eines Kraftwerks sind, desto stärker auch die Einwirkung des höheren oder niedrigeren Zinsfußes ist. Da nun innerhalb gewisser, relativ nicht weit auseinander liegender Grenzen (von ganz abnormen Anlagen wird hierbei natürlich abgesehen) das Mass der Beeinflussung der Betriebskosten durch die Höhe des Zinsfußes dem hier für einen konkreten Fall berechneten mehr oder weniger nahekommt, ist zum Abschluss dieser — nicht der geringeren Bedeutung des Gegenstandes, sondern des elementareren Sachverhaltes wegen kurz ausgefallenen — Betrachtung noch einmal hervorzuheben, dass neben der Höhe der Arbeitslöhne auch die Höhe des Zinsfußes von einschneidender Bedeutung für die Gestaltung der Betriebskosten von Wasserkraftanlagen ist¹⁾.

¹⁾ Nur angedeutet sei an dieser Stelle, dass bei höherem Zinsfuß die Abschreibungssätze unter Umständen etwas niedriger gewählt werden können, so dass in diesen Fällen die verteuernde Einwirkung des höheren Zinsfußes durch die Abnahme der Aufwendungen für Abschreibungen in einem gewissen Masse abgeschwächt werden könnte.

Drittes Kapitel.

Lohnhöhe und Leistungsertrag.

Die Maschinenverwendung.

Bei der vorausgegangenen Untersuchung der Zunahme der Baukosten von Wasserkraftanlagen, die sich als Folge einer Erhöhung der Baulöhne einstellt, setzten wir voraus, dass eine solche Lohnerhöhung in der Regel eine annähernd ebenso grosse Lohnkostenerhöhung verursacht. Wir nahmen mit anderen Worten an, dass der durchschnittliche technische Leistungsertrag gleichbleibt. Es ist nun im folgenden zu untersuchen, ob diese Annahme bei den für uns hier in Betracht kommenden Arbeiten zutrifft, oder ob im Gegenteil die verteuernde Einwirkung der Lohnerhöhung mittels durchgreifender Änderungen des Baubetriebes, etwa durch weitgehende Mechanisierung des Arbeitsbetriebes, wieder ausgeglichen werden kann.

Bei dieser Untersuchung dürfen wir wohl die Kenntnis des allgemeinen Problems von dem Verhältnis vom Arbeitslohn zur Arbeitsleistung, dessen Gestaltung wir hier in einem Spezialfall zu behandeln haben, voraussetzen und brauchen deshalb nicht dieses ganze Problem aufzurollen. Der bekannte, zuerst empirisch erkannte, später auch theoretisch erklärte ökonomische Satz, der gewöhnlich mit den Namen Brassey-Brentano verbunden wird, besagt, dass bei jeder Lohnhöhe der Preis der Arbeit — der auf eine Produktionseinheit entfallende Lohnbetrag — gleich ist. Der Grund dieses Gleichbleibens des Arbeitspreises liegt darin, dass bei hohen Löhnen auch die Arbeitsleistung in der Regel gross, bei niedrigen aber gering ist, so dass gewöhnlich

auch das Steigen der Löhne durch die Zunahme der Leistung wieder ausgeglichen wird. Diese Zunahme der Arbeitsleistung bei Lohnerhöhungen, die unter Umständen die Lohnerhöhung nicht nur aufwiegen, sondern auch überkompensieren kann, ist bekanntlich neben der durch die Erhöhung der Lebenshaltung hervorgerufenen Steigerung der Leistungsfähigkeit der Arbeiter hauptsächlich auf die mit der Lohnerhöhung handinhandgehende — zum Teil durch diese Lohnerhöhung erforderlich gemachte, zum Teil durch sie ermöglichte — Vervollkommnung der die Arbeitsleistung in hohem Masse beeinflussenden Betriebsverhältnisse zurückzuführen: durch die Rationalisierung des Betriebes (zweckmässige Arbeitsteilung, genauer: Arbeitszerlegung und Arbeitsverbindung) und seine Erweiterung, vor allem aber durch die Mechanisierung des Arbeitsprozesses, durch die weitgehende Verwendung von arbeit- und kostensparenden Maschinen anstatt oder auch nur zur zweckmässigen Unterstützung der teurer werdenden Menschenkraft, wird die Leistungsmöglichkeit und mit ihr auch der Leistungsertrag wirksam gehoben. In erster Linie wird also die Erhöhung des Arbeitslohnes durch die Wirkung der die Handarbeit verdrängenden und den Arbeitsprozess verbilligenden Maschinenarbeit ausgeglichen. Vorbedingung dieses Effektes ist selbstverständlich das Vorhandensein der — technischen und wirtschaftlichen — Möglichkeit, den betreffenden Arbeitsvorgang wirksam zu mechanisieren. Ist diese Vorbedingung erfüllt, so stellt sich in der Regel auch die erwartete Wirkung ein. Und tatsächlich ist eine solche Erhöhung der Arbeitsleistung sehr häufig, hauptsächlich in der hochentwickelten stoffverarbeitenden Industrie (vor allem in der Textil- und Maschinenindustrie), konstatiert worden. Ja es beruht auf ihr die wirtschaftliche Weltmarkt-Wettbewerbsfähigkeit jener Länder, in denen die Löhne sehr hoch sind. Ist aber die genannte Vorbedingung nicht erfüllt, so bleibt begreiflicherweise auch der Erfolg ganz, oder wenigstens zum grössten Teil, aus. So kann denn streng genommen von einem allgemein geltenden Gesetz nicht gesprochen werden, und in manchem Gewerbebezweig ist, wie u. a. auch im folgenden nachgewiesen

werden soll, der hier in Frage stehende Ausgleich nicht zu konstatieren.

Von dieser allgemeinen Betrachtung zu unserem eigentlichen Thema übergehend, haben wir, um die Frage beantworten zu können, wie es denn um diese Wechselwirkung von Lohn und Leistung in unserem Falle steht, dem Gesagten entsprechend zunächst festzustellen, ob die soeben hervorgehobene allgemeine Hauptbedingung des Lohnkostenausgleichs — die Möglichkeit einer intensiven Maschinenverwendung anstelle und zur Unterstützung der Handarbeit — bei den für uns hier in Betracht kommenden Bauarbeiten erfüllt ist oder nicht. Denn hiervon hängt es ja letzten Endes ab, ob die Lohnkosten bei einer Lohnerhöhung ebenfalls zunehmen oder auf ihrer früheren Höhe verbleiben.

Bei den folgenden Betrachtungen, die dem Charakter dieser Arbeit entsprechend sehr knapp gehalten werden müssen, werden wir zu unterscheiden haben zwischen der rein technischen und der wirtschaftlichen Mechanisierungsmöglichkeit dieses oder jenes Arbeitsprozesses, und darüber hinaus werden wir in gewissen Fällen auch noch die Frage prüfen müssen, ob selbst bei einer sowohl technisch als auch wirtschaftlich vorhandenen Möglichkeit, einen Arbeitsvorgang zu mechanisieren, der hierdurch hervorgerufene Vorteil auch wirklich arbeit- und baukostensparender Natur ist.

Die rein technisch gestellte Frage nach der Mechanisierungsmöglichkeit, d. h. die Frage nach der Möglichkeit, einen gewissen Effekt, der bisher durch Handarbeit erzielt wurde, durch eine Maschine zu erreichen, ohne Rücksicht auf den wirtschaftlichen Erfolg einer solchen Betriebsabänderung, diese Frage, die im allgemeinen bei einer ökonomischen Untersuchung wohl nicht am Platze ist, hat im vorliegenden Fall einige Bedeutung. Dadurch nämlich, dass gewisse Bauarbeiten überhaupt nicht mechanisierbar sind, scheiden sie von vornherein aus dieser Betrachtung aus: so z. B. gewisse qualitativ und quantitativ bedeutende Teilprozesse der Maurerarbeiten, der Montagearbeiten usw., bei denen selbst die wirksame Unterstützung der Handarbeit durch Ma-

schinenarbeit — geschweige denn selbsttätige Maschinenarbeit — im Rahmen des Normalen nicht gut denkbar ist¹⁾.

Fällt nun gegebenenfalls die Antwort auf diese zunächst technisch zu stellende Frage im positiven Sinn aus, so hat man bei der darauf folgenden Erwägung der wirtschaftlichen Mechanisierungsmöglichkeit dieses oder jenes Arbeitsvorganges hauptsächlich zwei Faktoren ins Auge zu fassen. Einmal den Umfang der jeweils in Frage kommenden Arbeiten und sodann die Lohnhöhe, bei der diese Arbeiten ausgeführt werden sollen. Das an zweiter Stelle genannte Moment bedarf einer weiteren Erklärung wohl nicht: es ist ohne weiteres verständlich, dass je höher die Löhne sind, umso wertvoller auch jede Arbeits- und Kostenersparnis ist. Hingegen muss der erstgenannte Faktor — der Arbeitsumfang — etwas näher betrachtet werden. Es handelt sich hierbei um eine der wichtigsten wirtschaftlichen Voraussetzungen der Mechanisierungsmöglichkeit: der Übergang zum maschinellen Betrieb erfordert meist aus wirtschaftlichen Rentabilitätsrücksichten eine Erweiterung des Betriebes, und zwar deshalb, weil bei der Zunahme der Produktionsmenge die erforderlichen Aufwendungen in der Regel (besonders aber bei maschinellem Betrieb) langsamer als die produzierte Menge steigen, oder m. a. W. die auf eine Produktionseinheit entfallenden Kostenbeträge zurückgehen (Gesetz der Massenfabrikation). Da nun bei den uns hier interessierenden Bauarbeiten der Arbeitsumfang nicht wie beim Fabrikbetrieb bis zu einem gewissen Grad beliebig erweitert werden kann, sondern im Gegenteil stets durch die jeweiligen Verhältnisse in einer bestimmten Grösse fixiert ist, kann

¹⁾ Wir sagen „im Rahmen des Normalen“, weil ja in Wirklichkeit die rein technische Mechanisierungsmöglichkeit nur im Rahmen des Experimentes in Frage kommt: denn selbst der reine Techniker lässt sich bis zu einem gewissen Punkt von wirtschaftlichen Rücksichten leiten und wird einem auf praktische Verwertung absolut keine Aussicht habenden Experiment dieser Art wohl nicht nachgehen. Somit haben auch wir nicht die nur im reinen Experiment vorhandene technische Mechanisierungsmöglichkeit, sondern nur die wirkliche, praktische Möglichkeit zu berücksichtigen. So scheidet denn der sozusagen absolut technische Standpunkt von vornherein aus.

bei der Erwägung der Wirtschaftlichkeit der Mechanisierung dieser Arbeitsprozesse nicht allgemein geurteilt werden, vielmehr wird in jedem Einzelfall das Urteil davon abhängen, ob, ausser den anderen allgemein geltenden Vorbedingungen auch diese Voraussetzung des für den wirtschaftlichen Erfolg der Mechanisierung genügenden Arbeitsumfanges erfüllt ist, d. h. ob der Arbeitsumfang genügend gross ist.

Im folgenden sollen nun einige der wichtigsten der beim Bau von Wasserkraftanlagen vorkommenden Bauarbeiten nach den soeben auseinandergesetzten Grundsätzen untersucht werden. Wir beginnen hierbei mit der Betrachtung der Erdarbeiten, deren Ausführung nicht nur bei unserem hier als Beispiel dienenden Kraftwerk, sondern auch allgemein beim Bau von Wasserkraftanlagen einen bedeutenden Teil der Gesamtaufwendungen beansprucht.

Die Erdarbeiten können bekanntlich sowohl von Hand, als auch unter Zuhilfenahme besonderer Maschinen ausgeführt werden, von denen hauptsächlich (in Europa) Trockenbagger (Eimerleiterbagger) und (in Amerika, neuerdings auch in Europa) Dampfschaufeln (Löffelhochbagger, Stielbagger) in Betracht kommen. Eine Vergleichung der Kosten der Erdgewinnung von Hand und mittels Maschinen zeigt, dass bei maschinellem Betrieb die Kosten in der Regel bedeutend geringer sind, dies indessen nur unter der allgemein geltenden Voraussetzung der wirtschaftlichen Verwendungsmöglichkeit der Erdgewinnungsmaschinen: nur bei einem genügend grossen Umfang der vorzunehmenden Arbeiten treten diese Maschinen in erfolgreichen Wettbewerb mit dem Handbetrieb. Denn nur bei einem grossen Arbeitsumfang lässt sich eine genügende Ausnützung der für den Maschinenbetrieb erforderlichen Anlagen erreichen, lassen sich die hohen einmaligen Aufwendungen für die Hin- und Rückbeförderung und das Auf- und Abmontieren der Maschinen, die bedeutenden Zinsverluste während dieser Zeit und während des Stillstandes des Betriebes usw. auf die zu bewegenden Erdmassen günstig verteilen. Auch müssen die jeweils in Frage kommenden Erdarbeiten möglichst an einigen wenigen Stellen konzentriert sein, wie dies z. B. bei grossen

Kanal-, Eisenbahn-, Hafenarbeiten usw. der Fall ist, weil die anderenfalls erforderlich werdende häufige Versetzung der Maschinen den Betrieb verlangsamt und verteuert. Sind aber diese Vorbedingungen erfüllt und die Bodenverhältnisse für den Maschinenbetrieb günstig — in sehr schwerem Boden versagen die Erdgewinnungsmaschinen —, so steht er ausser Wettbewerb.

Dies können wir am besten aus der näheren Betrachtung der tatsächlichen Erdgewinnungskosten bei Anwendung von Maschinen ersehen, bei welcher Gelegenheit wir auch sofort den Charakter des Kostenaufbaues und hieraus die Grenzwerte der Anwendungsmöglichkeit der Erdgewinnungsmaschinen werden genau erkennen können. Zu diesem Zweck berechnen wir im folgenden die annähernden Gewinnungskosten bei Verwendung von Trockenbaggern und Dampfschaufeln¹⁾.

Die einmaligen, vom Arbeitsumfang und der Betriebsdauer unabhängigen Aufwendungen betragen bei Trockenbaggern von einer dauernden Leistungsfähigkeit (in der Stunde) von 195 cbm in der Bodenklasse I²⁾, von 120 cbm in der Bodenklasse II³⁾ und von 80 cbm in der Bodenklasse III⁴⁾: für Transport des Baggers vom Lagerplatz nach der Baustelle und zurück⁵⁾ etwa

1) Wir folgen hier der sehr eingehenden Kostenberechnung der maschinellen Erdgewinnung, die Contag in seiner 1909 erschienenen Dissertation „Über die Bodengewinnung bei grösseren Erdarbeiten, insbesondere Kanalbauten, und über die Wirtschaftlichkeit des Handbetriebes und des maschinellen Betriebes bei diesen Arbeiten“ durchgeführt hat. Im Auszug ist sie unter dem Titel „Die Bodengewinnung bei grossen Erdarbeiten“ auch in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 54. Jahrg. 1910, S. 1472—1478 und 1579—1585, veröffentlicht worden. Die hier wiedergegebenen Zahlenangaben sind dieser gekürzten Publikation entnommen worden, da uns die Dissertation nicht zugänglich war.

2) Bodenklasse I: loser Sand, Dammerde usw.

3) Bodenklasse II: leichter Lehm, festgelagerter Sand, feiner Kies, Torfmoor.

4) Bodenklasse III: Ton, schwerer Lehm, Mergel, grober Kies, mit Steinen durchsetzter Boden.

5) Contag nahm hierbei die Entfernung zwischen dem Lagerplatz und dem nächsten Bahnhof gleich 2 km an, zwischen diesem und dem

3200 Fr., für Zusammenbauen etwa 1500 Fr., für Einebnen des Gleisplanums und das erstmalige Gleisvorstrecken etwa 1000 Fr., für Auseinandernehmen etwa 850 Fr.; die Zinsverluste (während des Hin- und Rücktransportes und des Auf- und Abmontierens, zusammen 30 Tage) betragen etwa 700 Fr. und die allgemeinen Ausgaben (Beschädigungen, Verluste, Beaufsichtigung, Verzögerungen usw.) etwa 1400 Fr.; zusammen erreichen also alle einmaligen Aufwendungen die Höhe von etwa 8650 Fr. In gleicher Weise lassen sich die entsprechenden einmaligen Kosten bei Dampfschaufeln von 138 cbm (Bodenklasse I) bzw. 103 cbm (Bodenklasse II) bzw. 69 cbm (Bodenklasse III) Stundenleistung auf etwa 6670 Fr. berechnen.

Hierzu kommen nun die dauernden Kosten, die sich beim Trockenbagger für 1 Arbeitsstunde in folgender Weise zusammensetzen: Verzinsung des Baggers und der sonstigen erforderlichen Geräte (bei einem Anschaffungspreis von rund 85000 Fr., 6%igem Zinsfuß, 220 Arbeitstagen im Jahr und 10 Betriebsstunden im Tag) rund 2,3 Fr.; Abschreibungen (10% für Bagger und 6% für Wagen und Gleise) rund 3,4 Fr.; Baggerbedienungslohne (4—5 Mann) rund 3,2 Fr.; Löhne für Gleisrücken (je nach der Bodenbeschaffenheit, Baggertiefe und Leistung des Baggers sind 10—20 Mann erforderlich) etwa 5—10 Fr.; Kohlenverbrauch (200 kg) rund 4,6 Fr.; Schmier- und Putzmaterial- und Wasserverbrauch rund 0,5 Fr.; Ausbesserungen (je nach der Bodenart) etwa 4,5—7,4 Fr.; allgemeine Unkosten etwa 2,3—3,1 Fr. Insgesamt betragen diese Kosten in der Arbeitsstunde: bei Lehmboden (geringere Stundenleistung) 25,8—31,3 Fr. (je nach der Höhe der für das Gleisrücken erforderlichen Mannschaft), bei Sandboden (grössere Stundenleistung) 29,0—34,5 Fr. Hieraus lässt sich bei entsprechender Auseinanderhaltung der der Zeit und der der Leistung proportionellen Kosten und unter Benutzung gewisser Erfahrungswerte berechnen, dass die gesamten Dauerkosten in der Bodenklasse I rund 17,2 Ct., in der

der Baustelle nächstgelegenen Bahnhof gleich 300 km und zwischen diesem letzten und der Baustelle gleich 10 km (teils Chaussee, teils Landweg). Das Gewicht des Baggers ist von ihm gleich 70 t angenommen worden.

Bodenklasse II rund 23,1 Ct. und in der Bodenklasse III rund 33,0 Ct. pro cbm ausgehobenen Bodens betragen. Bei Verwendung von Dampfschaufeln lassen sich aus einer entsprechenden Berechnung die dauernden Aushubkosten auf rund 19,3 Ct., 23,2 Ct. und 31,0 Ct. berechnen. Obwohl die Dampfschaufeln auch bei festeren Bodenarten, allerdings nur bei vorausgehender Sprengung, verwendet werden können, liegen über Leistungen und Kosten in diesen Bodenklassen keine zuverlässigen Aufzeichnungen vor. Immerhin versucht Contag die dauernden Aushubkosten (einschliesslich der Kosten der Bohr- und Sprengarbeit) wie folgt zu bestimmen: in der Bodenklasse IV¹⁾ rund 68,0 Ct., in der Bodenklasse V²⁾ rund 119,0 Ct., in der Bodenklasse VI³⁾ rund 242,0 Ct. und in der Bodenklasse VII⁴⁾ rund 652,0 Ct. pro cbm Boden. Noch einmal sei darauf hingewiesen, dass diese Kostensätze nur für ununterbrochenen, dauernden Betrieb gelten⁵⁾.

¹⁾ Bodenklasse IV: Trümmergesteine, Gerölle, weiche Sandsteine in dünnen Lagen, kleinbrüchige Schiefer.

²⁾ Bodenklasse V: Felsarten in Bänken von nicht zu grosser Mächtigkeit und Festigkeit.

³⁾ Bodenklasse VI: Felsen in geschlossenen Bänken.

⁴⁾ Bodenklasse VII: Sehr harter Felsen der ältesten Formationen, wie Granit, Gneis, Quarz, Syenit, Porphyr.

⁵⁾ Einzelne Positionen der vorstehenden Berechnung sind unseres Erachtens etwas zu niedrig angesetzt worden. So sind z. B. unter den einmaligen Aufwendungen die Zinsverluste etwas zu knapp berechnet: nicht nur während des Transports und der Montage, sondern auch während der unvermeidlichen, unter Umständen ziemlich langen, Pausen zwischen zwei Verwendungsgelegenheiten wachsen Zinsen an, die dann auf die nächste Arbeit verrechnet werden müssen. Unter den Dauerkosten dürften die Abschreibungssätze ebenfalls zu niedrig angesetzt worden sein, denn in praxi werden sie mit Rücksicht auf den intermittierenden Betrieb meist recht hoch gewählt, besonders aber bei geringerem Arbeitsumfang, wie er z. B. für uns hier in Frage kommt. Auch der Kohlenpreis von rund 23 Fr. frei Baustelle ist insbesondere für schweizerische Verhältnisse entschieden zu niedrig bemessen. Trotz alledem sahen wir bei der Wiedergabe der Contagschen Ergebnisse von entsprechenden Korrekturen ab, weil ja die ganze Berechnung — nach Ansicht ihres Urhebers selbst — sowieso nur eine annähernde ist und hier eigentlich nur als ein sorgfältig durch-

Berechnen wir auf Grund dieser annähernden Sätze die ungefähren Erdaushubkosten bei Verwendung von Trockenbaggern und Dampfschaufeln, so erhalten wir folgendes Bild, aus dem wir sofort erkennen, wie unwirtschaftlich diese Maschinen bei kleinen und selbst mittleren Arbeiten sind und welch grossen Vorteil sie bei grossem Arbeitsumfang bieten. (Da der Trockenbagger hauptsächlich bei leichterem Boden, die Dampfschaufel hingegen bei mittelschwerem Boden angezeigt ist, stellen wir die — untereinander nicht zu vergleichenden — zwei Berechnungen für die Bodenklasse II und III an.)

Trockenbagger.
(Bodenklasse II.)

Aushub	cbm	1000	3000	5000	10 000	25 000	50 000	100 000
Einmalige Kosten	Cts.	865,0	288,3	173,0	86,5	34,6	17,3	8,7
Dauernde Kosten	Cts.	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
Zusammen	Cts.	888,1	311,4	196,1	109,6	57,7	40,4	31,8

Dampfschaufel.
(Bodenklasse III.)

Aushub	cbm	1000	3000	5000	10 000	25 000	50 000	100 000
Einmalige Kosten	Cts.	667,0	222,3	133,4	66,7	26,7	13,3	6,7
Dauernde Kosten	Cts.	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Zusammen	Cts.	698,0	253,3	164,4	97,7	57,7	44,3	37,7

gerechnetes Beispiel dienen soll. Immerhin sei darauf hingewiesen, dass die Resultate im grossen und ganzen wohl etwas günstiger für den maschinellen Betrieb ausfallen, als sie in Wirklichkeit sein dürften. Dies ist auch bei der weiter unten folgenden Bestimmung der Grenzverwendungswerte zu berücksichtigen, die in Wirklichkeit aus den soeben angedeuteten Gründen wohl etwas höher liegen.

Grundverschieden von der im vorstehenden behandelten Kostenzusammensetzung ist, wie wir bereits gezeigt haben, der Kostenaufbau bei Handbetrieb. Die einmaligen Kosten (Baubude, eventuell sehr geringe Frachtkosten und ähnliches) sind im Vergleich zu der Höhe der dauernden Kosten so minimal, dass sie vernachlässigt werden können. Somit bestehen die gesamten Gewinnungskosten eigentlich nur aus den dauernden Kosten, die so gut wie gar nicht vom Arbeitsumfang abhängen. Während also die gesamten Betriebskosten bei maschinellem Betrieb durch eine zunächst steil und dann immer flacher verlaufende Kurve dargestellt werden können, bilden sie bei Handbetrieb eine der Grundlinie parallel verlaufende Gerade.

Es ist unter diesen Umständen klar, dass bis zu einem gewissen minimalen Arbeitsumfang der Wettbewerb der Maschinen überhaupt nicht in Frage kommt; nach dieser Grenze wird er durch die Bodenverhältnisse und die ortsübliche Lohnhöhe, von der bekanntlich die Kosten bei Handbetrieb abhängen, bestimmt; schliesslich bei sehr grossem Umfang der vorzunehmenden Arbeiten rentiert sich der maschinelle Betrieb bei jeder Lohnhöhe und in jeder Bodenart, insofern sie überhaupt technisch den maschinellen Betrieb zulässt. Diese Wettbewerbsgrenze ist durch den jeweiligen Schnittpunkt der Kurve der Maschinengewinnungskosten und der Geraden der Handbetriebskosten bestimmt. Sind die ortsüblichen Löhne und somit auch die Handbetriebskosten für die einzelnen Bodenarten bekannt, so kann man mit einer gewissen Genauigkeit sofort die Grenzwerte des Arbeitsumfanges bestimmen, bei denen der Maschinenbetrieb vorteilhafter zu werden beginnt. Und umgekehrt, sind die Bodenverhältnisse und die zu bewegende Masse bekannt, so kann berechnet werden, bei welchen maximalen Löhnen der Handbetrieb keine Vorteile mehr bietet. Sind z. B. die Arbeiten in der Bodenklasse III zu führen, so kostet, wie wir auf S. 19 gesehen haben, das Lösen und Laden von 1 cbm gewachsenen Bodens bei einem Stundenlohn von 0,4 Fr. etwa 1,4 Fr.; die Konkurrenzfähigkeit der Dampfschaufel setzt dann bei etwas über 6000 cbm (an

einer Stelle konzentrierter Arbeit) ein¹⁾. Ein Beispiel für die umgekehrte Berechnung: Wären z. B. im ganzen 3000 cbm in der Bodenklasse II auszuheben, so würde der Trockenbaggerbetrieb erst bei einem Stundenlohn von 1,55 Fr. rentabel werden²⁾, d. h. bei einem Lohn, der von einfachen Erdarbeitern nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika normalerweise niemals erreicht wurde; handelt es sich aber um einen Lohn von 0,4 Fr. in der Stunde, wie wir ihn in unserer Kostenberechnung annahmen, so liegt die Wettbewerbsgrenze des Trockenbaggerbetriebs dem Handbetrieb gegenüber erst bei etwa 15000 cbm.

Wenden wir nun diese allgemein geltenden Ergebnisse auf unser eigentliches Gebiet, den Bau von Wasserkraftanlagen, an, so sehen wir erstens, dass bei der Erwägung der Wirtschaftlichkeit der Erdgewinnungsmaschinen gewisse Erdarbeiten von vornherein ausscheiden: so vor allem alle jene, die, zu den eigentlichen Felsarbeiten gehörend, schon aus rein technischen Gründen weder mit Bagger noch mit Dampfschaufel ausgeführt werden können; mit diesen Felsarbeiten werden wir uns weiter unten noch besonders befassen. Es scheidet aber weiter auch alle jene Erdarbeiten aus, die ihrer Natur entsprechend nicht an einem Ort in genügendem Umfang konzentriert sind: so z. B. die Aushubarbeiten zur Fundierung der Druckleitungen, die bei

¹⁾ Bei 6120 cbm betragen die einmaligen Kosten 6670 : 6120 = 1,09 Fr. pro cbm; da die dauernden Kosten sich in der Klasse III auf 0,31 Fr. stellen, betragen die Gesamtkosten 1,09 + 0,31 = 1,4 Fr., d. h. ebenso viel wie bei Handbetrieb. In Wirklichkeit dürfte (vgl. Fussnote 5 auf S. 82) dieser Grenzwert etwas höher sein und vielleicht 7000—8000 cbm betragen. Im übrigen sei bemerkt, dass die hier berechneten Grenzwerte von den Contag schen abweichen, was sich daraus erklärt, dass wir im allgemeinen von geringeren Arbeitsleistungen der Handarbeiter und dementsprechend von höheren Betriebskosten bei Handarbeit ausgehen. Die von uns berechneten Grenzwerte sind deshalb durchweg geringer als seine.

²⁾ Bei 3000 cbm stellt sich 1 cbm nach der obenstehenden Zusammenstellung auf rund 3,11 Fr. Bei Handbetrieb erfordert das Lösen und Laden von 1 cbm leichteren Bodens etwa 2 Arbeitsstunden. Somit ist der Mindestlohn $3,11 : 2 =$ rund 1,55 Fr. Auch dieser Mindestlohn dürfte in Wirklichkeit etwas höher sein, da die Baggerbetriebskosten zu niedrig angesetzt sind.

relativ geringem Umfang sich meist auf einen längeren Berg-
hang verteilen; hierher gehören ferner auch die Aushubarbeiten
für die Fundierung einzeln stehender, mittlerer und kleinerer
Bauwerke, Gebäude, Stützmauern, Brücken, Leitungsmasten und
dergl. mehr. Wohl können sie unter Umständen in ihrer Gesamt-
heit Massen aufweisen, bei denen die Wettbewerbsfähigkeit der
Exkavatoren schon in Erwägung gezogen werden könnte¹⁾, allein
die Art ihrer räumlichen Verteilung macht den maschinellen Be-
trieb von vornherein wirtschaftlich unmöglich. Nach Ausschluss
all dieser Arbeiten verbleiben nun noch alle jene grösseren Erd-
arbeiten, bei deren Ausführung der Maschinenbetrieb technisch
möglich sein könnte, so hauptsächlich der Erdaushub für die
Fundierung von Wehren, Talsperren, Krafthäusern, ferner Kanal-
aushubarbeiten usw. Über den Umfang dieser Arbeiten können
begrifflicher Weise keine generellen Angaben gemacht werden, da
er ganz ausserordentlich von Fall zu Fall variiert. Und trotz-
dem lassen sich die oben gebrachten Berechnungen und die aus
ihnen zu ziehenden Schlussfolgerungen auch auf diese Erd-
arbeiten generell anwenden, und zwar insoweit, als die einzige
uns bei dieser ganzen Betrachtung interessierende Frage — ob
bei einer Erhöhung der Löhne auch die Lohnkosten entsprechend
zunehmen müssten — sich auch allgemein in durchaus be-
friedigender Weise beantworten lässt.

Es ist nämlich folgendes zu erwägen. Sind die zusammen-
hängenden Arbeiten nicht beträchtlich, übersteigen sie einen
Umfang von etwa 4000—5000 cbm nicht und sind sie deshalb
in der Regel von Hand zu führen, so wird selbst bei einer ver-
hältnismässig starken Lohnerhöhung der Übergang zum ma-

¹⁾ So ist z. B. in unserer hier als Beispiel durchgeführten Kosten-
berechnung angenommen worden, dass allein für die Fundierung der Druck-
leitung 6580 cbm auszuheben seien, desgleichen für die Fundamente der
Fernleitungsmasten über 2000 cbm und für das Fundament des Appa-
ratenhauses 390 cbm, was zusammen mit den nötigen Planierungsarbeiten
eine nicht unbeträchtliche Gesamtmasse bis zu 10000 cbm bedeutet, für
die jedoch, wie schon oben bemerkt wurde, die maschinelle Bodengewin-
nung nicht in Betracht kommt.

schinellen Betrieb nicht angezeigt sein. Sind indessen die auszuführenden Arbeiten, so z. B. beim Bau von Kanälen, Talsperren, grossen Erddämmen usw., sehr gross, betragen sie beispielsweise mehr als 15000—20000 cbm, so wird selbst bei niedrigen — geschweige denn bei hohen — Löhnen der Maschinenbetrieb lohnend sein¹⁾. Es ist also für den Übergang zum maschinellen Betrieb nicht eine geringe, oder selbst eine grössere Lohnerhöhung (natürlich bis zu einer gewissen Grenze, die jedoch weit ausserhalb der hier ins Auge zu fassenden Möglichkeiten liegt!) massgebend, sondern lediglich der tatsächliche Arbeitsumfang. Und in beiden Fällen — bei kleinem und grossem Umfang der auszuführenden Erdarbeiten — wird eine Lohnerhöhung zu einer grundsätzlichen Änderung, zur Mechanisierung des Betriebs, nicht führen: im ersten Fall, weil hieraus keine Vorteile entstehen könnten, im zweiten, weil bei rationeller Bauführung die Arbeiten schon bei niedrigen Löhnen, also noch vor der Lohnerhöhung mittels Maschinen geführt werden müssten. Eine Ausnahme bilden

¹⁾ Beispielsweise betragen in unserem Werk die zusammenhängenden Massen (also ausser den in der vorigen Anmerkung angeführten): beim Wehrfundament 2650 cbm in mittelschwerem und 5850 cbm in schwerem Boden. Von diesen 8500 cbm dürften wohl höchstens 4000—5000 mit Dampfschaufeln ausgehoben werden können, weil in der untersten Schicht Sprengungen vermieden werden sollen, die Dampfschaufel aber ohne vorhergehende Sprengungen in dieser Bodenart nicht arbeiten kann. Bei einem solchen Umfang von 4000—5000 cbm wird nun in der Regel selbst bei hohen Löhnen die Handarbeit billiger sein. Anders beim Aushub des Krafthausfundaments und des Unterwasserkanals, wo insgesamt über 43000 cbm zu bewegen sind. Hier wird der maschinelle Betrieb selbst bei sehr niedrigen Löhnen (selbst unter 0,4 Fr. in der Stunde) von Vorteil sein, was aus den oben angegebenen Grenzwerten der Exkavatorennutzung sofort zu erkennen ist. Wenn wir trotzdem unsere ursprüngliche Berechnung unter Annahme von Handbetrieb durchgeführt haben, so taten wir es einzig und allein mit Rücksicht darauf, dass die auch ohnedies etwas umfangreich gewordene Berechnung nicht noch komplizierter werde. Übrigens ändert dies — im Hinblick auf die relativ niedrige Gesamtkostenhöhe des Unterwasserkanals und die sowieso nur annähernde Genauigkeit der ganzen Kostenberechnung — so gut wie gar nichts an den Ergebnissen. Vgl. übrigens hierzu die Fussnote auf S. 88.

hierbei natürlich jene Fälle, in denen der tatsächliche Arbeitsumfang scharf vor der Wettbewerbsgrenze der Erdgewinnungsmaschinen liegt: hier würde bei einer Lohnerhöhung der Handarbeiter der Übergang zum maschinellen Betrieb vorteilhaft sein. Allein diese Fälle kommen in Wirklichkeit selbstverständlich relativ seltener vor; übrigens lassen sich in praxi auch die jeweiligen Grenzwerte nicht so mathematisch genau bestimmen; so dürfen wir denn wohl von der Mitberücksichtigung dieser besonderen Fälle absehen.

Fassen wir alles Gesagte zusammen, so kommen wir zu dem Ergebnis, dass unsere hier in Frage stehende Annahme — in ihrem die Erdarbeiten betreffenden Teil — sich als richtig erweist: dass bei einer Zunahme der Löhne auch die Lohnkosten dieser Zunahme entsprechend steigen müssen, und zwar aus dem Grunde, weil in der Regel eine Erhöhung der Löhne der Erdarbeiter zu der Mechanisierung des Betriebs nicht führen wird¹⁾.

¹⁾ In diesem Zusammenhange sei noch auf eine Tatsache hingewiesen, die wohl aus dem bereits Gesagten deutlich hervorgeht, die aber trotzdem verdient, hervorgehoben zu werden, die Tatsache nämlich, dass selbstverständlich auch bei Maschinenverwendung eine Zunahme der Arbeitslöhne zu einer Erhöhung der Lohn- und also auch der Gesamtkosten führen wird, die allerdings nicht so fühlbar sein wird, wie bei Handbetrieb, und zwar aus folgendem naheliegendem Grund: Bei der maschinellen Erdgewinnung bilden nämlich die Lohnkosten, im Vergleich zu ihrem Anteil an den Gesamtkosten bei Handbetrieb, einen relativ geringeren Teil der Gesamtkosten: beispielsweise entfallen, wie wir weiter oben gezeigt haben, bei Trockenbaggerbetrieb (in mittelschwerem Boden) auf die Lohnkosten 8,2—13,2 Fr., d. s. nur etwa 32—38% der Gesamtkosten; zusammen mit den bei den Ausbesserungen zu zahlenden Löhnen stellt sich der Lohnanteil auf etwa 40—50%. Demgegenüber beanspruchen die Lohnkosten bei Handbetrieb, wie wir seinerzeit gesehen haben, fast 100%. Bei Handbetrieb wird also eine Lohnerhöhung um beispielsweise 25% die Lohnkosten um ebenfalls 25% und die Gesamtkosten auch um 25% anschwellen lassen. Demgegenüber wird bei Maschinenbetrieb eine solche Erhöhung der Löhne wohl eine ebenso grosse Zunahme der Lohnkosten zur Folge haben, während aber die Gesamtkosten, der Höhe des Lohnkostenanteils entsprechend, nur um 10—12% steigen werden.

Wir gehen nunmehr zu der Behandlung der Felsarbeiten über, d. h. jener in der vorstehenden Betrachtung beiseite gelassenen Erdarbeiten, die nur mittels Bohr- und Sprengarbeit ausgeführt werden können. Von diesen sollen hier die Stollenausbruchsarbeiten herausgegriffen werden, die nicht nur bei unserem hier als Beispiel dienenden Kraftwerk das bedeutendste und teuerste Bauelement bilden, sondern auch im allgemeinen zu den bei der Errichtung von Hochdruckanlagen häufig erforderlichen und dann meist kostspieligsten Bauarbeiten gehören¹⁾; die folgenden Ausführungen gelten entsprechend auch für die übrigen Felsarbeiten, so die Schachtbauarbeiten, gewisse Steingewinnungsarbeiten usw.

Bei unserer weiter oben erfolgten Berechnung der Stollenbaukosten gingen wir von der Annahme aus, dass die Bohrarbeit von Hand geführt werden soll. Nun ist es aber bekanntlich möglich und unter Umständen auch tatsächlich vorteilhaft, Stollen mittels Maschinenbohrung vorzutreiben. Es fragt sich also erstens, ob wir die Kostenberechnung nicht unter der Annahme von maschinellem Bohrbetrieb hätten durchführen sollen, und zweitens — wäre selbst unsere Annahme und dementsprechend auch unsere Berechnung richtig gewesen —, ob wir bei einer Lohnsteigerung den Übergang zur Maschinenbohrung nicht hätten

¹⁾ Um nur einige Beispiele der in der letzten Zeit für Wasserkraftgewinnungszwecke ausgeführten Stollen zu erwähnen, seien an dieser Stelle von den zahlreichen Ausführungen folgende genannt. In der Schweiz: Stollen des Albulawerks (7344 m lang), des Löntschwerks (4130 m), des Kubelwerks (4626 m), des Elektrizitätswerks Luzern-Engelberg (2559 m), des Kanderwerks bei Spiez (Simmezuleitung, zwei Stollen von 2592 m und 567 m), des Kandergrundwerks (4214 m), des Brusiowerks (5250 m), des Plessurwerks der Stadt Chur (2470 m); in Deutschland: Stollen des Leitzachwerks (drei Stollen von 6744 m, 651 m und 319 m), des Murgwerks (nach dem in Ausführung begriffenen, hier auf S. 53 bereits zitierten Entwurf der Grossherzogl. Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen sind drei Stollen vorgesehen; erste Ausbaustufe: Murgstollen 6400 m, zweite Ausbaustufe: Raumünzach- und Schwarzenbachstollen zusammen 5900 m); in Österreich: Stollen der Sillwerke bei Innsbruck (7566 m); in Norwegen: Stollen des Rjukanfowerks (rund 4250 m).

insofern in Erwägung ziehen sollen, als vielleicht diese Betriebsart unter den veränderten Lohnverhältnissen wirtschaftliche Vorteile hätte bieten können, die die Lohnsteigerung durch Arbeitersparnis aufzuwiegen imstande wären.

Um hierauf Antwort zu geben, hätten wir vor allem die Ausbruchskosten bei Hand- und Maschinenbetrieb gegenüberzustellen. Allein durch Vergleichen wirklicher Einheitskosten bei verschiedenen Ausführungen ist nicht viel zu erreichen, weil diese Kosten von Fall zu Fall sehr stark variieren, und zwar nicht so sehr infolge der Verschiedenheit in der Art des Baubetriebes, als hauptsächlich je nach der Beschaffenheit des jeweils zu durchfahrenden Gesteins; ausser der spezifischen Härte des Gesteins kommt es hierbei auch auf die Neigung und Richtung der Gebirgsschichten, ferner auf den Wasserzufluss, eventuelle Schlamm- und Felseinbrüche und noch einige weitere Momente an. Da nun diese Verhältnisse in jedem Einzelfall durchaus verschieden sein können, wäre es an sich recht wenig beweisend, wollte man die Maschinenbohrkosten eines Stollens den Handbohrkosten eines anderen gegenüberstellen. Und dementsprechend wären die hieraus zu ziehenden Schlussfolgerungen über die Wirtschaftlichkeit der einen oder der anderen Bauart sehr wenig sicher. Um zu einem brauchbaren Resultat zu gelangen, müssen wir deshalb einen anderen Weg einschlagen und versuchen, uns darüber klar zu werden, worin die allgemeinen wirtschaftlichen Vor- und Nachteile der beiden Betriebsarten liegen und welcher Art der Kostenaufbau in beiden Fällen ist.

Zunächst sei bemerkt, dass die Maschinenbohrung beim Stollenvortrieb (erstmalig beim Bau des Mont-Cenis-Tunnels im Jahre 1861 mit praktischem Erfolg angewendet) überhaupt nicht zur direkten Baukostenverringerung, sondern lediglich zur Beschleunigung des Baues angewandt wird. Die hohen Anschaffungskosten der für die Maschinenbohrung erforderlichen komplizierten maschinellen Einrichtung (eigene Kraftanlage, Kraftleitung, teure Bohrmaschinen usw.) und die hohen Betriebskosten dieser Anlagen haben zur Folge, dass selbst bei Anwendung der modernsten Pressluft- und elektrischen Bohrmaschinen, deren

Leistungsfähigkeit in den letzten Jahrzehnten ganz gewaltig zugenommen hat, die Ausbruchskosten sich eher teurer als billiger im Vergleich zur Handbohrung stellen, die nur sehr einfache Betriebseinrichtungen erfordert und dementsprechend bei geringen mittelbaren Betriebskosten vor sich geht. Nur bei sehr festem Gestein (und bei sehr hohen Löhnen) gleichen sich die Kosten des Hand- und Maschinenbetriebs aus¹⁾. Es kommt ferner hinzu, dass dadurch, dass die Handbohrung mit in der Regel etwa zweimalgeringeren Bohrlochtiefen und zwei- bis dreimal kleineren Bohrlochweiten betrieben wird, der Sprengstoffverbrauch bei Maschinenbohrung stets bedeutend grösser ist, als bei Handbohrung: während man bei dieser normalerweise mit etwa 1,2—2,0 kg pro cbm anstehenden Felsens rechnet, steigt der Sprengstoffverbrauch bei jener auf 3—5 kg. So betrug z. B. beim Löntschwerkstollen der Dynamitverbrauch durchschnittlich 1,72 kg bei Handbohrung, hingegen 3,1 kg, d. h. fast das Doppelte, bei Maschinenbohrung²⁾. Hierdurch steigen die Gesamtkosten der Maschinenbohrung, im Vergleich zu den Handbohrkosten, weiter an.

Wodurch rechtfertigt sich unter diesen Umständen der maschinelle Bohrbetrieb? Weshalb werden z. B. die grösseren Eisenbahntunnel stets maschinell abgebohrt? Der einzige positive Vorteil liegt, wie bereits angedeutet wurde, im Zeitgewinn, der dadurch ermöglicht wird, dass die Leistungsfähigkeit in der Zeit-

¹⁾ Es kann hier natürlich die technische Seite dieser Frage nicht näher behandelt werden. So sei denn lediglich auf die einschlägige Literatur verwiesen; von den auf S. 22 genannten Werken kommt hier vor allem in Betracht: Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Band, 5. Abteilung, 3. Aufl., S. 66ff.; vgl. ferner Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 4. Band: Die Baumaschinen, 2. Abteilung: Vorrichtungen und Maschinen zur Herstellung von Tiefbohrlöchern usw., bearbeitet von Köhler, Schulz, Bräuler und Zickler, herausgegeben, unter Mitwirkung von Franzius, von Linke, 2. Aufl., Leipzig 1903, S. 327ff., hier besonders S. 329.

²⁾ Siehe Ehrensperger, Elektrizitätswerk am Löntsch, S.-A. aus der Schweizerischen Bauzeitung, Bd. LV und LVI, 1910, 2. Aufl., Zürich 1910, S. 22. Vgl. zu dem Vorstehenden u. a. auch Ludin, a. a. O., S. 1130.

einheit, der tägliche Fortschritt, bei maschineller Bohrung bedeutend grösser ist, als bei Handbohrung. Während man bei dieser in der Regel Fortschrittsleistungen von nicht über 1—2 m im Arbeitstag erzielen kann¹⁾, schreitet der Stollenvortrieb bei Anwendung neuzeitlicher Pressluft- und elektrischer Kurbelstossbohrmaschinen viel rascher fort: in der Regel werden Arbeitstagfortschritte von 3—6 m und selbst noch mehr erreicht²⁾. Die durch den rascheren Vortrieb ermöglichte kürzere Bauzeit kann schon an sich unter Umständen sehr wertvoll sein, ja selbst direkte wirtschaftliche Vorteile zur Folge haben. So besonders bei grossen Eisenbahntunnelarbeiten, von deren Vollendung die Eröffnung ganzer Eisenbahnlinien abhängen kann, dann auch in allen jenen Fällen, in welchen infolge nachträglich sich herausstellender Bauschwierigkeiten der Bau bei Handbetrieb zum vereinbarten Termin nicht mehr fertiggestellt werden kann usw.³⁾.

¹⁾ So betrug beispielsweise der Baufortschritt beim Löntschwerk (Ehrensperger, a. a. O., S. 22) 1,17 m in zwei zehnstündigen Tag- und Nachtschichten; beim Kubelwerk (Kürsteiner, a. a. O., S. 5) 1,35 m in 24 Stunden (Minimum: 0,6—0,8 m in Nagelfluh; Maximum: 2,5 m in weichem Sandstein und Mergel). Vgl. weiter die zahlreichen Angaben im Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Bd., 5. Abteilung, S. 374—375.

²⁾ Beim Löntschwerk (Ehrensperger, a. a. O., S. 22) 4,47 m in zwei zehnstündigen Tag- und Nachtschichten. Vgl. ferner, ausser den in der vorstehenden Fussnote erwähnten Angaben des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften, besonders die Zusammenstellung neuester Ergebnisse, die bei Anwendung von Pressluft-, Presswasser- und elektrischen Kurbelstossbohrmaschinen erreicht wurden, im Aufsätze von Schueller in der Zeitschrift des Österr. Ingen.- u. Arch.-Vereins, 61. Jahrg. 1909, S. 138—139. Es werden dort u. a. Arbeitstagfortschritte von rund 6,4 m (Simplontunnel) und rund 6,6 m (Albulatunnel) genannt.

³⁾ So befand sich beispielsweise in dem Werkvertrag, der zwischen der Stadt Zürich und der Baufirma abgeschlossen wurde, die den Bau des Albulawerks übernommen hatte, die Bedingung, dass, sollte es sich bis zu einem gewissen Termin zeigen, dass die von Hand betriebenen Stollenausbruchsarbeiten keine genügenden Fortschritte aufwiesen, und würde dadurch die Fertigstellung des Baues innerhalb der vorgeschriebenen Zeit in Frage gestellt, die weitere Bohrarbeit maschinell fortgeführt werden müsste. Nicht uninteressant ist übrigens im Zusammenhang mit unseren weiteren Ausführungen der im Vertrag enthaltene Hinweis darauf,

Die kürzere Bauzeit führt aber stets auch noch zu einem weiteren wirtschaftlichen Vorteil, der in der Verringerung der meist recht beträchtlichen Bauzinsen und also auch der Gesamtbaukosten besteht. Je nachdem, welche Rolle den soeben angedeuteten Vorteilen und Ersparnissen im Einzelfalle zukommt, wird die Frage, ob Hand- oder Maschinenbohrung angezeigt sei, zu beantworten sein.

Eine nähere Betrachtung zeigt, dass bei Wasserkraftanlagen die Voraussetzungen der wirtschaftlich erfolgreichen Anwendungsmöglichkeit der Bohrmaschinen beim Stollenvortrieb im grossen und ganzen nicht gegeben sind. Im Vergleich zu den Eisenbahntunneln sind die hier erforderlichen Stollenausbruchsarbeiten meist nicht sehr umfangreich; die Stollenquerschnitte sind in der Regel gering, was das Ausmass der wirtschaftlichen Vorteile des maschinellen Vortriebs schon aus rein technischen Gründen stets verringert; die meist vorhandene Möglichkeit, mehrere Zwischenangriffspunkte anzuordnen, gestattet auch bei Handbohrung einen rascheren Vortrieb; in der Regel sind ausser den Stollenausbruchsarbeiten auch noch andere zeitraubende Arbeiten, so z. B. zur Erstellung der Wehre, Kanäle usw., auszuführen, die ebenfalls nicht allzusehr beschleunigt werden können; die Bauzinsen schliesslich spielen eine relativ geringere Rolle. Aus allen diesen und noch einigen weiteren Gründen ist selbst bei verhältnismässig hohen Arbeitslöhnen, wie sie z. B. gegenwärtig in der Schweiz sind, die Maschinenverwendung bei Stollenausführungen für Wasserkraftanlagen normalerweise kaum von Vorteil. Und in der Tat sind die meisten modernen Stollen (für Wasserkraftanlagen) von Hand vorgetrieben worden, so u. a. beim Albulawerk, beim Kubelwerk, beim Löntschwerk¹⁾,

dass die Baufirma beim eventuellen Übergang zum maschinellen Betrieb keine Preiserhöhung zu beanspruchen hätte, worin die beiderseitige Überzeugung klar zum Ausdruck gebracht wird, dass der maschinelle Stollenvortrieb kostspieliger gewesen wäre, als der Handbetrieb.

¹⁾ Von der gesamten Stollenlänge sind 1941 m von Hand und 2160 m mittels pneumatischer Stossbohrmaschinen ausgebrochen worden (Ehrensperger, a. a. O., S. 22).

beim Schnalstalwerk¹⁾ (bei Meran), beim Leitzachwerk usw.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die unserer Berechnung der Stollenbaukosten zu Grunde gelegte Annahme des Handbohrbetriebes richtig war und dass auch bei einer geringen und selbst bei einer grösseren Arbeitslohnerhöhung — unter sonst denselben Verhältnissen — der Übergang vom Hand- zum maschinellen Betrieb nicht angezeigt ist: weil eben auf diesem Wege — ebenso wenig wie auf einem anderen — die gestiegenen Lohnkosten nicht ausgeglichen werden. Folglich sind unsere Ausführungen auch in jenem Teil richtig, der besagt, dass bei den Stollenausbruchsarbeiten eine Lohnerhöhung zu einer prozentuell gleich grossen Lohnkostenerhöhung und zu einer entsprechenden Gesamtkostenzunahme führen muss.

Der Charakter der vorliegenden Untersuchung gestattet uns nicht, sämtliche in Frage kommenden Bauarbeiten mit der gleichen Ausführlichkeit zu behandeln, wie dies im vorstehenden geschehen ist. So müssen wir uns denn im folgenden auf einen knapper gehaltenen Überblick beschränken. Dies ist indessen um so eher zulässig, als bei einem Teil der nunmehr zu betrachtenden Bauarbeiten die Maschinenverwendung, wie bereits angedeutet wurde, überhaupt ausgeschlossen ist, und zwar aus technischen Gründen. Hierher gehören neben den allerdings weniger ins Gewicht fallenden Schreiner-, Glaser-, Maler-, Dachdecker- und ähnlichen Arbeiten vor allem die kostspieligen Maurerarbeiten, bei denen der wichtigste Arbeitsprozess, die Herstellung des Mauerwerks, so gut wie gar nicht mechanisierbar ist. Anders die vorbereitenden Arbeitsteilprozesse, die Sand- und Steingewinnung, die Mörtel- und Betonbereitung, die Schotterzerkleinerung und die Beförderung aller notwendigen Materialien bis zu der Bau- und der eigentlichen Verwendungsstelle, bei denen — wiederum nur unter gewissen Voraussetzungen — weitgehende Maschinenverwendung technisch wie wirtschaftlich möglich ist.

¹⁾ Hand- und Maschinenbohrung mittels elektrischer und Pressluftbohrmaschinen (Ludin, a. a. O., S. 1132, Tabelle).

Was zunächst die Sand- und Steingewinnung anlangt, so gehört sie natürlich zu den Erdarbeiten und braucht hier also nicht von neuem besprochen zu werden: wie bei den Erdarbeiten im allgemeinen, so wird auch bei der Sand- und Stein-(Kies-)Gewinnung nicht so sehr die Lohnhöhe, als hauptsächlich die in Frage kommende Höhe des Bedarfes für die Verwendung der kostensparenden Erdgewinnungsmaschinen massgebend sein. Die an zweiter Stelle genannte Verrichtung, die Mörtel- und Betonbereitung, lässt sich demgegenüber, wie wir übrigens bereits gezeigt haben¹⁾, selbst bei sehr niedrigen Löhnen und schon bei relativ geringem Bedarf (etwa von 50 cbm im Tag an) durch Maschinen billiger als von Hand ausführen; zudem fällt bei Maschinenmischung der Beton auch qualitativ besser aus. Also auch hier wird eine Lohnerhöhung zu einer grundsätzlichen Abänderung der Betriebsart nicht führen, weil eben bei rationellem Betrieb die Maschinen auch schon bei niedrigen Löhnen verwendet werden. Und ebenso wird auch die Schotterzerkleinerung — allerdings nur bei höheren Löhnen und grösserem Bedarf — vorteilhafter in den Steinbrechmaschinen erfolgen. Hierbei ist jedoch in Betracht zu ziehen erstens, dass der mittels Steinbrechmaschinen hergestellte Steinschlag im allgemeinen nicht so gut ist, wie der von Hand zerkleinerte, und zweitens, dass man zur Betonbereitung in der Regel Schotter nur neben natürlichem Kies verwendet. Somit wird bei einer empfindlichen Lohnsteigerung und einer hierdurch hervorgerufenen Erhöhung der Schotterkosten zunächst die Verwendung eines eventuell in etwas grösserer Entfernung von der Baustelle lagernden Kieses ins Auge zu fassen sein, und nur im Falle, wenn dieser nicht ausreicht oder zu teuer zu stehen kommt, wird die maschinelle Schotterzerkleinerung — bei Vorhandensein entsprechender Steinmassen — in Erwägung gezogen werden müssen. Unter diesen Umständen und mit Rücksicht auf den relativ geringen Kostenanteil des Schotters an den Gesamtkosten der Maurerarbeiten wird der bei einer empfindlichen Lohnerhöhung

1) Vgl. unsere Ausführungen auf S. 27—28.

der Handarbeiter eventuell angezeigte Übergang zum maschinellen Betrieb nur von sehr geringer Bedeutung sein können.

Schliesslich haben wir noch den an letzter Stelle genannten Teilprozess der hier in Frage kommenden Arbeiten, die Materialbeförderung, zu untersuchen. Es handelt sich hierbei um einen Spezialabschnitt des allgemeinen Problems der Massenförderung, und da diese nicht nur bei den Maurerarbeiten, sondern auch bei vielen anderen für uns hier in Betracht kommenden Arbeiten, vor allem bei den Erdarbeiten, von sehr grosser Bedeutung ist, wollen wir sie nach der für uns hier massgebenden Richtung hin etwas näher untersuchen. Das allgemeine Bild ist hier, wie wir sofort sehen werden, im wesentlichen ähnlich dem, welches die Erdarbeiten bieten, mit dem Unterschied, dass hier für die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Maschinen neben dem Arbeitsumfang selbstverständlich auch noch ein weiterer Faktor massgebend ist: die jeweilige Förderweite. Auch hier führt der direkte Vergleich der Kosten der verschiedenen in Frage kommenden Beförderungsarten — der Förderung im Hand- (Schieb- oder Kipp-)Karren, im Pferdekippkarren und der Förderung auf Schienengleisen durch Menschen, Pferde oder Maschinen — zu dem Ergebnis, dass am teuersten die Fortbewegung durch Menschen, billiger die Pferdebeförderung auf Schienengleisen, am billigsten die maschinelle Förderung auf Schienengleisen ist, dies jedoch stets nur unter der Bedingung, dass die zu befördernde Masse und die in Frage kommende Entfernung jeweils im richtigen Verhältnis zu den bei den verschiedenen Beförderungsarten verschieden hohen Aufwendungen für einmalige Einrichtungen und den ebenfalls verschieden grossen dauernden Kosten der Förderung stehen: aus naheliegenden Gründen treten die Vorteile der Maschinenförderung erst bei bedeutenden Massen und grossen Entfernungen ein. Ohne auf die Einzelheiten der Kostenberechnungen einzugehen, die uns zu weit führen würden¹⁾,

¹⁾ Einige Beispiele solcher, allerdings elementarer Berechnungen, sind im vorstehenden bereits gebracht worden. Vgl. S. 19 und 26—27.

wollen wir nur auf die endgültigen Förderkostenformeln hinweisen, aus denen der Kostenaufbau und insbesondere die Abhängigkeit der Kosten von der Förderweite und der Fördermasse deutlich zu erkennen sind. Wir beschränken uns hierbei nur auf die drei wichtigsten Beförderungsarten: die Förderung auf Schienengleisen durch Menschen, Pferde und Lokomotiven¹⁾.

(Siehe die Tabelle auf S. 98.)

Aus der nachstehenden Tabelle ist zu erkennen, dass bei allen drei hier berücksichtigten Beförderungsarten ein Teil der Förderkosten (Summe 1—5) nur von der Förderweite, ein anderer hingegen (Zeile 6) von der Förderweite und von der Fördermasse abhängig ist. Sämtliche Förderkosten mit Ausnahme der Kosten der Förderbahn erhöhen sich lediglich mit der Zunahme der Förderweite. Demgegenüber nehmen die Förderbahnkosten mit der Vergrößerung der Förderweite (bei gleichbleibender Fördermasse) zu, gleichzeitig aber mit der Zunahme der Fördermasse (bei gleichbleibender Förderweite) ab. Dies ist ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, dass die Erstellungskosten der Förderbahn von der Grösse der zu befördernden Masse unabhängig sind. Folge davon ist, dass auch der Anteil der Förderbahnkosten an den gesamten Förderkosten bei geringer Fördermasse sehr bedeutend ist, mit ihrer Zunahme sinkt, um schliesslich bei sehr grossen Massen minimal zu werden. Dies ist deutlich zu erkennen aus der auf S. 100 gebrachten Förderkostentabelle, die für verschiedene Beförderungsarten, Förderweiten und -massen

¹⁾ Die folgenden Formeln sind dem Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Teil, 2. Band, 4. Aufl., Leipzig 1905, S. 104, entnommen (die ihnen zu Grunde liegende Berechnungsmethode ist dortselbst auf S. 85ff. zu finden). Obwohl die Formeln für die Hand- und Pferdeförderung auf Grund u. E. teilweise etwas zu niedrig, teilweise etwas zu hoch gewählter Annahmen berechnet sind, eignen sie sich aus verschiedenen naheliegenden Gründen für Vergleichen besser, als jene, die wir unserer Kostenberechnung auf S. 19 und 26—27 zu Grunde gelegt hatten. Wir rechnen die in der Originalberechnung in Mark und Pfennig abgeleiteten Formeln deshalb in Franken nicht um, weil ja die ganze Berechnung hier nur untereinander vorzunehmenden Vergleichen dienen soll und bei einer solchen Aufgabe die Frage der Geldeinheit an sich vollkommen gleichgültig ist.

**Kosten der Massenförderung auf Schienengleisen
für 1 cbm Boden in Pfennigen¹⁾.**

		Beförderung durch		
		Menschen	Pferde	Maschinen
		1	2	3
1.	Zugleistung . . .	$\frac{l}{40}$	$\frac{l}{80}$	$4 + \frac{l}{500}$
2.	Erschwertes Auf- laden und Ver- bauen des Bo- dens, Verlegen der Gleise usw.	10	11	12
3.	Unterhaltung der Gleise	$\frac{l}{1000}$	$\frac{l}{500}$	$\frac{l}{500}$
4.	Schmieren der Wagen	$\frac{l}{2000}$	$\frac{l}{2000}$	$\frac{l}{2000}$
5.	Vor- und Unter- haltung der Wa- gen	$2 + \frac{l}{400}$	$4 + \frac{l}{400}$	$5 + \frac{l}{2000}$
	Summe 1 bis 5 .	$12 + 0,020 l$	$15 + 0,0175 l$	$22 + 0,005 l$
6.	Förderbahn . . .	$(50 + 1,1 l) \frac{K_a}{Q}$	$(200 + 1,1 l) \frac{K_b}{Q}$	$(400 + 1,1 l) \frac{K_c}{Q}$

auf Grund der auf S. 98 angegebenen Formeln berechnet wurde. Da, wie gesagt, nur die Förderbahnkosten von der Fördermasse abhängen und mit ihrer Zunahme zurückgehen (während die übrigen Kosten nur durch die Förderweite bestimmt werden),

¹⁾ Es bedeuten in dieser Tabelle: *l* die Förderweite in m; *Q* die Fördermasse in cbm; *K_a*, *K_b*, *K_c* die Gleiskosten pro m. Bei Handförderung können sie gleich 100 Pfg., bei Pferdeförderung (wirksamere Befestigung der Unterbettung, Schutz gegen das Aufwühlen durch die Pferdehufe!) gleich 150 Pfg., bei Lokomotivförderung (kräftigerer Oberbau!) gleich 400 Pfg. angenommen werden. Es sei ferner noch erwähnt, dass die Kosten der Handförderung unter Zugrundelegung eines Taglohnes von 2,5 M., die Kosten der Pferdeförderung unter Zugrundelegung eines Kostensatzes von 7,5 M. für ein Pferd mit Führer berechnet sind.

haben wir in dieser Tabelle ausser den Gesamtkosten (Sp. 2—8) auch noch besonders (in der Sp. 1) die eigentlichen Transportkosten (die Gesamtkosten ausschliesslich der Kosten der Förderbahn) angegeben, wodurch sich die verschiedene Anteilnahme der Kosten der Förderbahn an den Gesamtkosten bei verschiedener Fördermasse schon auf den ersten Blick erkennen lässt¹⁾.

(Siehe die Tabelle auf S. 100.)

Um den Überblick der auf S. 100 stehenden Tabelle zu erleichtern, bezeichneten wir bei jeder Förderweite und Fördermasse den Kostensatz jener Förderart in Fettdruck, die unter diesen Verhältnissen am billigsten ist. So glauben wir, von der näheren Betrachtung der einzelnen Zeilen und Spalten absehen zu dürfen. Das Gesamtergebnis lässt sich, wie eingangs dieser Betrachtung bereits allgemein hervorgehoben worden ist, dahin kurz zusammenfassen, dass im Vergleich zur Handförderung die Lokomotivförderung nur in jenen Fällen von Vorteil ist, wenn sehr bedeutende Massen (von über 50000 cbm) auf grössere Entfernungen (über 1000 m) befördert werden sollen, oder auch wenn bei noch grösseren Massen (von mehr als 200000 cbm an) die Transportweite selbst etwas geringer ist (über 500 m), oder schliesslich, wenn bei relativ geringeren, aber immer noch sehr beträchtlichen Massen

¹⁾ Es wäre zu dieser Tabelle noch zu bemerken, dass jene Kostensätze, die für sehr abnorme Verhältnisse berechnet sind (z. B. Lokomotivförderung von im ganzen nur 1000 cbm und selbst 3000—5000 cbm), wohl nicht absolut richtig sind, weil eben die den entsprechenden Formeln zu Grunde liegenden Erfahrungssätze aus der Betrachtung durchaus normaler Verhältnisse abgeleitet sind. Wir haben trotzdem — und obwohl in praxi Lokomotivförderungen von Massen unter 20000—30000 cbm oder auch z. B. Handförderungen von Massen über 10000 cbm auf einige Kilometer Entfernung unter normalen Verhältnissen nie vorkommen — auch die Kosten bei solchen abnormen Verhältnissen in die Tabelle mitaufgenommen, um eben die Vorzüge dieser oder jener Förderart deutlicher hervortreten zu lassen. Übrigens sei noch bemerkt, dass die in unserer Tabelle berechneten Kostensätze von den in der Tabelle im Handbuch der Ingenieurwissenschaften, a. a. O., S. 106, angegebenen — soweit sie dort enthalten sind — etwas abweichen, was sich wohl durch die verschiedene Methode der Abrundungen erklärt.

**Kosten der Massenförderung auf Schienengleisen
für 1 cbm Boden in Pfennigen.**

Art der Beförderung		För- der- weite m	Förderkosten für 1 cbm Boden							
			ausschliess- lich der Kosten der Förder- bahn	einschliesslich der Kosten der Förder- bahn bei einer Gesamtfördermenge in cbm:						
				1000	3000	5000	10000	30000	50000	100000
			1	2	3	4	5	6	7	8
Durch Men- schen	1.	100	15	31	20	18	17	15	15	15
	2.	300	21	59	33	28	25	22	22	21
	3.	500	27	87	47	39	33	29	28	27
	4.	1000	41	156	79	64	53	45	43	42
	5.	2000	70	295	145	115	93	78	75	72
	6.	3000	99	434	211	166	133	110	106	102
Durch Pferde ¹⁾	7.	100	17	63	32	26	22	18	18	17
	8.	300	20	100	47	36	28	23	22	21
	9.	500	24	136	61	46	35	28	26	25
	10.	1000	33	228	98	72	52	39	36	35
	11.	2000	50	410	170	122	86	62	57	54
	12.	3000	68	593	243	173	120	85	78	73
Durch Ma- schinen	13.	100	23	227	91	63	43	29	27	25
	14.	300	24	316	121	82	53	33	29	26
	15.	500	25	405	151	101	63	37	32	28
	16.	1000	27	627	227	147	87	47	39	33
	17.	2000	32	1072	379	240	136	67	53	42
	18.	3000	37	1517	530	333	185	86	67	52

¹⁾ Die weiter oben für die Kosten der Zugleistung bei Pferdeförderung angegebene Grösse von $\frac{l}{80}$ gilt nur für Förderweiten nicht unter 800 m. Bei geringeren Entfernungen, bei denen die Kraft des Pferdes nicht voll ausgenutzt werden kann, tritt an die Stelle jener Formel folgende: $\frac{(2l + 720) \cdot 750}{43200 \cdot 4}$ (vgl. Handbuch, a. a. O., S. 87 und 102). Wird nun die Berechnung auf Grund dieser Formel durchgeführt, so ergeben sich in unseren Zeilen 7—9 etwas höhere Werte. Indessen ist die Differenz, wie man sich durch eine entsprechende Berechnung leicht überzeugen kann, sehr gering: bei 100 m Förderweite (Zeile 7) ist anstatt $\frac{l}{80}$, d. i. $\frac{100}{80} = 1,25$ Pfg., $\frac{(2l + 720) \cdot 750}{43200 \cdot 4}$, d. i. $\frac{(200 + 720) \cdot 750}{43200 \cdot 4} = \text{rund } 4$ Pfg. in

(von über 30000 cbm) sehr grosse Transportweiten (von etwa 2000 m an) in Frage kommen. In allen übrigen Fällen ist der maschinelle Betrieb nicht wettbewerbsfähig: bei mittleren Fördermassen von etwa 10000—30000 cbm und mittelgrossen Entfernungen ist die Förderung durch Pferde, bei geringeren Massen ist die Förderung durch Menschen selbst auf grössere Entfernungen billiger.

Was ändert sich nun an diesem Ergebnis bei einer eventuellen Lohnerhöhung? Wie man sich leicht überzeugen kann, ist selbst eine sehr empfindliche Lohnsteigerung nicht imstande, den Übergang von der Beförderung durch Menschen zu der maschinellen Fortbewegung in jenen Fällen herbeizuführen, in denen diese letztere Beförderungsart vor der Lohnerhöhung nicht angezeigt war. Nehmen wir einfachheitshalber an, dass die eigentlichen Transportkosten (also sämtliche Förderkosten mit Ausnahme der Förderbahnkosten) nur aus Lohnkosten beständen (in Wirklichkeit bilden die Lohnkosten natürlich nur einen allerdings sehr bedeutenden Teil der eigentlichen Transportkosten, während der Rest auf die vom Lohn unabhängigen Aufwendungen für Verzinsung, Abschreibungen, Reparaturen und Schmierung entfällt), und dass von den Förderbahnkosten die Hälfte auf Lohnkosten entfalle. Unter diesen Annahmen würde die Zunahme der Löhne beispielsweise um 50% eine Erhöhung der Gesamtkosten der Handförderung, je nach der Fördermasse und -weite, bis zu 50% verursachen: so würde z. B. die Beförderung von 1 cbm auf 300 m bei 3000 cbm Gesamtförderung anstatt 33 Pfg. (Zeile 2, Sp. 3

Rechnung zu setzen; die Werte in der Zeile 7 (Spalten 2—8) sind demnach um $4 - 1,25 = 2,75$ Pfg. = rund 3 Pfg. zu niedrig; und noch geringer ist diese Differenz in den Zeilen 8 und 9: bei 300 m Förderweite (Zeile 8) beträgt sie nur noch $5,75 - 3,75 = 2$ Pfg., bei 500 m (Zeile 9) nur $7,50 - 6,25 = 1$ Pfg. (es betragen also die Kosten in Wirklichkeit z. B. in der Zeile 9, Sp. 8, 26 Pfg. und nicht 25 Pfg., wie in der Tabelle angegeben ist). Mit Rücksicht auf die Geringfügigkeit dieser Differenz sahen wir von den entsprechenden Korrekturen, die das Ganze nur komplizierter würden erscheinen lassen, ab, was übrigens umso mehr zulässig war, als sich hierdurch an den Ergebnissen nichts ändert.

unserer Tabelle) nunmehr $33 + 21 \cdot 0,5 + (33 - 21) \cdot 0,5 \cdot 0,5 =$
 $=$ rund 47 Pfg. betragen. Mit diesem Kostensatz dürfen nun
 die in unserer Tabelle für die Beförderung durch Pferde und Loko-
 motiven berechneten Kosten nicht ohne weiteres verglichen wer-
 den: wohl werden sie durch eine Lohnerhöhung nur in geringerem
 Masse beeinflusst, immerhin ist besonders bei der Pferdeförde-
 rung die entsprechende Zunahme zu berücksichtigen; nehmen
 wir an, dass bei dieser Beförderungsart von den eigentlichen
 Transportkosten nur etwa ein Fünftel und von den Förderbahn-
 kosten die Hälfte auf Lohnkosten entfällt, so erhalten wir im
 vorliegenden Fall bei einer Zunahme der Löhne um 50% statt
 des Kostensatzes von 47 Pfg. (Zeile 8, Sp. 3) nunmehr einen sol-
 chen von etwa $47 + 20 \cdot 0,2 \cdot 0,5 + (47 - 20) \cdot 0,5 \cdot 0,5 =$ rund
 56 Pfg. (gegen rund 47 Pfg. bei Handförderung). Nach wie vor
 ist also die Beförderung durch Pferde teurer, nach wie
 vor kostet die Lokomotivförderung (selbst wenn die Lohn-
 erhöhung unberücksichtigt bleibt) etwa das Dreifache
 (121 Pfg. gegen 33 Pfg. bzw. 47 Pfg.). Andererseits können wir
 durch entsprechende Berechnung feststellen, dass die Beförde-
 rung von grossen Massen auf grosse Entfernungen,
 so z. B. die Beförderung von 100000 cbm auf Entfernungen von
 über 1000 m, nicht nur bei dem unserer Tabelle zu Grunde liegen-
 den, bereits sehr niedrigen Lohn von 2,5 M. im Tag, sondern
 auch bei einem sehr viel niedrigeren Lohn durch
 Menschen niemals so billig wie durch Maschinen
 ausgeführt werden könnte.

Die aus den vorstehenden Ausführungen deutlich zu Tage
 tretende Ursache dieses Sachverhaltes liegt natürlich darin,
 dass für die Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Beförderungs-
 arten in erster Linie Masse und Entfernung massgebend
 sind, während der Einwirkung der Lohnhöhe nur eine sehr
 geringe Bedeutung zukommt. So gelangen wir denn zu dem
 im wesentlichen gleichen Ergebnis, wie bei der entsprechenden,
 weiter oben erfolgten Untersuchung der Erdarbeiten: die Er-
 höhung der Löhne wird in der Regel den Übergang
 zum kostensparenden maschinellen Betrieb nicht zur

Folge haben können, weil in den einen Fällen (kleiner Umfang, geringe Entfernung) dies statt wirtschaftlicher Vorteile eine sehr starke Erhöhung der Beförderungskosten verursachen würde, in den anderen Fällen aber (grosser Umfang, beträchtliche Entfernung) die maschinelle Förderung auch bei den denkbar niedrigsten Löhnen vorteilhafter ist und dementsprechend bei rationeller Betriebsleitung schon vor der Lohnerhöhung gewählt werden müsste. Auch hier bilden jene Fälle eine Ausnahme, wo Masse und Entfernung derart sind, dass die Kosten bei Hand- und Maschinenförderung einander sehr nahekommen; in diesen Fällen könnte wohl eine Lohnerhöhung den Übergang zur Lokomotivförderung vorteilhaft erscheinen lassen (dieser Fall wird begrifflicherweise meist bei sehr grossen Massen und dabei relativ geringen Entfernungen eintreten), doch können diese Ausnahmen an dem allgemeinen Ergebnis so gut wie gar nichts ändern, umso mehr als in praxi bei der Erwägung des Überganges zum maschinellen Betrieb auch noch weitere, sekundäre Faktoren mit zu berücksichtigen sind, darunter vor allem die für die Ausführung der Arbeiten zur Verfügung stehende Zeit, dann auch die Schwierigkeiten in der Beschaffung der Arbeitskräfte, des Kapitals usw.

Das Gesagte zusammenfassend kommen wir somit zu dem Ergebnis, dass unsere der Kostenberechnung im vorigen Kapitel zu Grunde gelegte Annahme sich auch in jenem Teil als richtig erweist, der sich auf die Massenförderung bezieht: dass in der Regel eine Zunahme der Löhne eine entsprechende Erhöhung der auf die Masseneinheit entfallenden Lohnkosten zur Folge haben muss.

Wir müssen es uns versagen, auch die übrigen Förderarten hier näher zu betrachten, so die Förderung mittels Bremsberg-, Seil- oder Kettenaufzügen, mittels Drahtseil- und Schwebbahnen usw., die in gewissen Fällen sowohl bei Maurer- als auch bei Erdarbeiten erforderlich und auch vorteilhaft sind. Auch hier ist der Sachverhalt ähnlich dem, den wir soeben bei den elementareren Beförderungsarten festgestellt haben. Die Wahl dieser Beförderungsarten wird noch weniger als bei jenen

durch die jeweilige Lohnhöhe und also auch durch eine eventuelle Lohnerhöhung bestimmt: sie richtet sich in erster Linie und hauptsächlich nach den jeweiligen technischen Erfordernissen. Also auch hierbei ist bei einer eventuellen Lohnerhöhung der Übergang zu den genannten Förderarten und als Folge davon irgendwelche Ersparnis nicht zu erwarten: entweder verlangen die lokalen technischen Verhältnisse ihre Anwendung, dann werden sie bei jeder Lohnhöhe — von in Wirklichkeit nicht vorkommenden abnormen Lohnsätzen wird hierbei natürlich abgesehen —, also auch vor der Lohnerhöhung angewandt werden; oder aber verlangen es die gegebenen Verhältnisse nicht, dann wird man auch bei einer empfindlichen Lohnsteigerung nach der hergebrachten Methode fördern, weil eben in diesen Fällen die maschinelle Massenbewegung nur teurer wäre.

Im vorstehenden glauben wir nachgewiesen zu haben, dass bei den hier in Frage stehenden Bauarbeiten die Hauptvoraussetzung der Existenz des Satzes vom gleichen Preis der Arbeit, die Möglichkeit, die Zunahme der Lohnkosten bei Lohnerhöhungen durch wirksame Mechanisierung des Arbeitsprozesses hintanzuhalten, nicht gegeben ist: fast ausnahmslos sind diese Arbeiten entweder derart, dass sie sich schon aus rein technischen Gründen nicht mittels Maschinen ausführen lassen, oder ist ihre Mechanisierung wohl technisch möglich, aber nicht von unmittelbarem wirtschaftlichem Vorteil, oder schliesslich ist sie möglich und auch vorteilhaft, aber nur unter der Bedingung, dass der Umfang der vorzunehmenden Arbeit eine gewisse Grösse erreicht. Diese letztere Bedingung ist selbstverständlich nicht nur den hier zu betrachtenden Bauarbeiten allein eigen: sie ist durch das Wesen selbst der maschinellen Arbeit verursacht und gilt somit nicht nur hier, sondern bei jeder maschinellen Produktion. Es besteht indessen ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der industriellen, fabrikmässigen

Produktion und den hier in Betracht zu ziehenden Bauarbeiten: während dort der Produktionsumfang mehr oder weniger beliebig erhöht und auf diese Weise der allgemein geltenden Forderung des maschinellen Betriebes angepasst werden kann, ist hier der Arbeitsumfang jeweils durch die feststehenden Erfordernisse in einer gewissen, unabänderlichen Höhe fixiert. Erreicht nun der tatsächliche Arbeitsumfang die erforderliche Grösse nicht, so verursacht der Übergang zum maschinellen Betrieb selbst bei hohen Löhnen nur eine weitere und meist sehr empfindliche Verteuerung der Arbeit. Erreicht aber der Arbeitsumfang diese Grösse, so ist in diesem Falle die Mechanisierung selbst bei geringen Löhnen vorteilhaft. Hieraus ergibt sich also, dass bei den hier in Frage kommenden Bauarbeiten eine Lohn-erhöhung — wie immer die Verhältnisse sich auch gestalten sollten — den Übergang vom Hand- zum Maschinenbetrieb nicht zur Folge haben kann, einesteils aus gewissen technischen und wirtschaftlichen Gründen, anderenteils deshalb, weil die betreffenden Arbeiten bei rationeller Betriebsleitung auch schon vor der Lohnerhöhung durch Maschinen ausgeführt werden müssten. Es darf somit in der Regel bei einer Lohnerhöhung von dieser Seite her, von der Einführung oder Intensivierung der Maschinenverwendung, keinerlei Ersparnis an menschlicher Arbeit und also auch keinerlei Lohnkostenersparnis erwartet werden.

Nun wiesen wir eingangs dieses Kapitels darauf hin, dass in der Einführung und Intensivierung der Maschinenverwendung wohl die Hauptursache der Konstanz des Arbeitspreises, des Lohnkostenausgleiches, liegt, dass aber daneben im allgemeinen auch noch einige andere Momente, wenn auch zum Teil mit einer geringeren Kraft, in der gleichen Richtung wirken können. In erster Linie kommt hierbei der Übergang zu einer weitergehenden Arbeitsteilung in Betracht; doch weil diese den Betrieb in der Regel intensivierende Massnahme stets notwendig mit einer entsprechenden Erweiterung des Betriebes verbunden ist, brauchen wir sie nach dem vorhin Gesagten nicht noch einmal in den Kreis unserer Betrachtungen einzubeziehen. So hätten wir denn

nur noch den letzten der im allgemeinen möglicherweise wirksamen Faktoren des Lohnkostenausgleichs zu betrachten: die durch die Lohnerhöhung oft verursachte Zunahme der Leistungsfähigkeit und also auch des von ihr abhängenden Leistungsaufwandes des Arbeiters.

Es kann natürlich an dieser Stelle das Problem der Wechselwirkung zwischen Arbeitslohn und Leistungsaufwand nicht in seinem ganzen Umfang und Inhalt untersucht werden, müssten doch hierbei sehr komplizierte und weit abseits unserer Untersuchung liegende Fragen eingehend erörtert werden. So sei denn nur ganz kurz auf die wichtigsten jener Umstände hingewiesen, die mit einer gewissen Sicherheit vermuten lassen, dass unter den hier in Betracht zu ziehenden Verhältnissen, d. h. bei gegenwärtigen und zukünftigen Lohnerhöhungen mittel- und westeuropäischer Bauarbeiter der hier interessierenden Kategorien, eine diesen Lohnerhöhungen entsprechende Hebung der Leistungsfähigkeit und also auch eine gewisse, hierdurch hervorgerufene Ausgleicheung der Lohnkosten kaum zu erwarten ist. Einmal hat man es ja hierbei meist nicht mit solchen Arbeitern zu tun, deren Auskommen vor der Lohnerhöhung völlig unzulänglich gewesen wäre, und zwar dermassen, dass hierdurch ihre körperliche Leistungsfähigkeit direkt gehemmt worden wäre; während eben hauptsächlich in solchen Fällen eine Hebung der Leistungsfähigkeit als Folge einer entsprechenden Lohnerhöhung beobachtet wird. Sodann ist zu berücksichtigen, dass ein grosser Teil der hier in Betracht kommenden Arbeiter zu den ungelernten, beruflosen gehört, bei denen die Beschäftigung zum Teil zufälligen Charakters ist; von einer Anpassung und Auslese, von einer dauernden Nachwirkung besserer Löhne, die sich bei gesicherten Verhältnissen häufig erst nach Generationen zeigt, kann hier nicht gut die Rede sein. Diese und auch noch einige weitere Gründe sprechen dafür, dass man im grossen und ganzen bestenfalls nur mit geringen, der Lohnzunahme durchaus nicht entsprechenden Erhöhungen der Leistungsfähigkeit rechnen kann. Da nun diese überhaupt nur die eine Komponente des Leistungsertrages ist, die anderen aber,

vor allem die Betriebsverhältnisse, in unserem Fall eine Steigerung des Ertrages von vornherein ausschliessen, ist das Gesamtergebnis der vorstehenden Untersuchung dahin zusammenzufassen, dass unter den gegenwärtigen Verhältnissen und bei den hier untersuchten Bauarbeiten Lohnerhöhungen in der Regel eine Steigerung des durchschnittlichen technischen Leistungsertrages nicht herbeiführen können¹⁾. Und dies bedeutet nun, dass unsere der Berechnung der Veränderung der Betriebskosten von Wasserkraftanlagen zugrunde gelegte Annahme, dass eine Erhöhung der Baulöhne eine entsprechende Zunahme der Lohnkosten und also auch der gesamten Anlagekosten in der Regel verursachen muss, richtig war.

Zum Abschluss dieser Betrachtung des Verhältnisses von Lohn und Leistungsertrag sei noch auf eine Tatsache kurz hingewiesen, die unsere generell abgeleiteten Ergebnisse direkt bestätigt. Es ist dies die Tatsache, dass in Nordamerika, dem Lande der überaus hohen Löhne und der weitgehenden Maschinenverwendung auch bei Bauarbeiten, die Kosten der Ingenieurbauten unter sonst gleichen Verhältnissen in der Regel wesentlich höher zu stehen kommen, als in Europa, und zwar hauptsächlich infolge der stets höheren Lohnkosten. Diese Tatsache liefert uns einen einwandfreien Beweis dafür, dass von einem stets und überall gleichen Preis der Arbeit aus den hier mehrfach hervorgehobenen Gründen nicht die Rede sein kann.

¹⁾ Im vorstehenden sind einige Fälle erwähnt worden, in denen die Folgen von Lohnerhöhungen auch bei Bauarbeiten auf diesem oder jenem Weg zu einem gewissen, allerdings nur geringen Teil wieder ausgeglichen werden können. Die Genauigkeit würde demzufolge eine gewisse Korrektur der soeben abgeleiteten Schlussfolgerung verlangen. Doch gilt dies nur rein formell, denn materiell werden diese partiellen Ausgleiche von einem so geringen Einfluss auf die Gestaltung der Gesamtkosten sein, dass sie wohl ohne weiteres vernachlässigt werden dürfen.

Schlussbetrachtung.

Aus dem im letzten Kapitel Gesagten dürfte ersichtlich geworden sein, weshalb wir bei der Untersuchung der Anlagekosten von Wasserkraftanlagen und bei der dabei erfolgten Feststellung der Anteilnahme der Lohnkosten an den Gesamtkosten nicht auch jene Lohnkosten in den Kreis unserer Betrachtung einbezogen haben, die an den für die Maschinen, mechanische Konstruktionen und verschiedene Materialien (Zement, Sprengstoffe u. a.) bezahlten Preisen partizipieren. Und ebenfalls dürfte es nunmehr verständlich sein, weshalb wir im weiteren Verlauf der Untersuchung, bei der Erwägung der Folgen von Lohn erhöhungen, wiederum unsere Betrachtung auf die soeben genannten Anlagekostenelemente nicht ausgedehnt haben. Es handelt sich nämlich bei diesen Bauteilen und Materialien um gewerbliche, im Fabrikbetrieb hergestellte Erzeugnisse, deren Kosten, wie hier schon angedeutet wurde, den bei den eigentlichen Bauarbeiten nachgewiesenen Folgen eventueller Lohn erhöhungen im grossen und ganzen überhaupt nicht, oder wenigstens in nur geringem Masse unterliegen, und für deren Preise bekanntlich nicht die Produktionskosten allein (die übrigens nur zu einem geringeren Teil aus Lohnkosten, zu einem grösseren jedoch aus Material- und Kapitalkosten bestehen), sondern auch zahlreiche Momente ganz anderen Charakters, darunter vor allem die Gestaltung der Marktverhältnisse, ferner das eventuelle Bestehen von Monopolen, Patenten usw., massgebend sind. Wollte man über die Bewegung dieser Preise in der Zeit und also auch über die hierdurch verursachten Veränderungen in den Anlagekosten von Wasserkraftanlagen urteilen, so müsste man

nicht den Lohnänderungen, sondern vor allem den Verschiebungen in den soeben angedeuteten, in erster Linie preisbestimmend wirkenden Momenten nachgehen, was natürlich eine Reihe Spezialuntersuchungen erfordern würde.

Allein für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung bedarf es solcher Spezialuntersuchungen nicht. Denn wie immer auch in Wirklichkeit die Preisbewegung der Maschinen, mechanischen Konstruktionen und fabrikmässig hergestellten Materialien sein sollte, für die Anlagekosten von Wasserkraftanlagen wird sie — soweit mehr oder weniger normale Preisveränderungen in Frage kommen —, infolge der immer geringen Anteilnahme der Kosten dieser Erzeugnisse an den gesamten Anlagekosten, stets von untergeordneter Bedeutung sein und jedenfalls erst an zweiter Stelle wirksam sein können. Übrigens ist in Erwägung zu ziehen, dass die vorhin genannten, für die hier in Frage stehenden Erzeugnisse in erster Linie preisbestimmenden Momente so verschiedener Natur sind, dass ihre Veränderungen sich unter Umständen in ihrer Wirkung ausgleichen können. So dürfen — und müssen — wir denn im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf die Miterfassung dieser, wie gesagt, relativ weniger bedeutenden Variationen der Anlagekosten von Wasserkraftanlagen verzichten.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung zusammenfassend, haben wir demnach lediglich folgendes hervorzuheben: Bei Wasserkraftbetrieb sind die Energieerzeugungskosten im wesentlichen zeitlich unveränderlich. Sie werden nur zu einem geringeren Teil durch die in der Zeit variablen unmittelbaren Betriebskosten, zu einem grösseren Teil aber durch die invariablen Kapitalkosten bestimmt. Diese hängen ausschliesslich von der Höhe des Anlagekapitals und des Zinsfusses ab, die für jede Anlage in einer gewissen, unveränderlichen Grösse ein für allemal fixiert ist. Das Anlagekapital richtet sich hauptsächlich nach den Kosten der eigentlichen Bauarbeiten. Diese hängen aber (bei gegebenen natürlichen Verhältnissen) in erster Linie von der Höhe des Arbeitslohnes ab, wobei diese Abhängigkeit der Baukosten von der Lohnhöhe und also auch von ihren Änderungen dadurch verstärkt wird, dass bei den hier in Betracht kommenden Bau-

arbeiten Änderungen der Lohnhöhe in der Regel ebenso grosse Änderungen der Lohnkosten verursachen müssen. Arbeitslohn und Zinsfuss variieren in der Zeit und richten sich im Einzelfalle nach den während der Bauzeit (und unmittelbar vor dem Beginn des Baues) am Arbeits- und Kapitalmarkt herrschenden Verhältnissen. Somit hängen auch die Energieerzeugungskosten einer Wasserkraftanlage von der Höhe jener zwei Faktoren wesentlich ab und können sich je nach deren Höhe verschieden gestalten. Mit anderen Worten: Die Höhe der für alle Zeiten in der Hauptsache gleich bleibenden Betriebskosten einer und derselben Wasserkraftanlage hängt vom Zeitpunkt ihres Ausbaues und der zu jener Zeit auf dem Arbeits- und dem Kapitalmarkte herrschenden Konjunktur wesentlich ab.

Da in der Vergangenheit, besonders in der Letztvergangenheit, die Arbeitslöhne — von Schwankungen und zeitweiligen Rückschlägen abgesehen — überall zunahmen, der Zinsfuss aber keine grösseren Veränderungen aufzuweisen hatte, kann dies für jene Zeit auch in der Weise formuliert werden, dass die Betriebskosten einer und derselben Wasserkraftanlage um so höher ausfallen mussten, je später ihr Ausbau erfolgte.

Was nun die Zukunft betrifft, so ist zu bedenken, dass wenn schon in normalen Zeiten das Voraussagen, selbst auf Grund mehr oder weniger sicherer Erwägungen, stets etwas Unsicheres in sich trägt, diese Unsicherheit sich in der Gegenwart zu einer fast völligen Unmöglichkeit verdichtet, die Zukunft halbwegs richtig zu übersehen. Wie sich die Löhne selbst in den vom Krieg nicht unmittelbar berührten — geschweige denn in den kriegführenden — Staaten nach dem Kriege gestalten werden, ist heute kaum mit Sicherheit zu erkennen: die Lohnverhältnisse sind stets so sehr mit der allgemeinen wirtschaftlichen Lage verbunden, und der Zusammenhang zwischen dieser und jenen ist besonders in anormalen Zeiten derart komplizierter Natur, dass ein Versuch, die zukünftigen Löhne, ja selbst nur ihre allgemeine Bewegungstendenz in den ersten Jahren nach Friedensschluss vorauszusagen, einem Versuch gleich käme, die Gestaltung der

wirtschaftlichen Lage der nächsten Zukunft nicht nur in ihren allgemeinen Zügen, sondern bis in die Einzelheiten herab vorauszusagen. Ein solcher Versuch müsste sicherlich fehlschlagen. Auch über die zukünftige Gestaltung der Kosten und Preise der beim Bau von Wasserkraftanlagen erforderlichen Maschinen, eisernen Konstruktionen, kupfernen Drähte und verschiedenen anderen Materialien lässt sich nichts Bestimmtes sagen.

Nur bei einem, für die Höhe der Betriebskosten sehr wichtigen Faktor lässt sich die zukünftige Entwicklungstendenz eher erkennen: man wird nämlich besonders in der ersten Zeit nach dem Kriege überall mit einer gewaltigen Erhöhung des Zinsfußes im Vergleich zu der Zeit vor dem Kriege rechnen müssen. So würden denn (unter sonst denselben Verhältnissen) die Betriebskosten einer und derselben Wasserkraftanlage, je nachdem ob sie vor einigen Jahren oder in einigen Jahren ausgebaut wäre, sehr empfindliche Unterschiede aufweisen. Eben aus diesem Grunde könnte man sogar befürchten, dass, infolge der zu erwartenden Erhöhung des Zinsfußes und der Inanspruchnahme des (knapper gewordenen) verfügbaren Kapitals durch die allerdringendsten wirtschaftlichen Aufgaben, der weitere Ausbau der Wasserkräfte während einer Zeitlang hintangehalten werden könnte, was vom volkswirtschaftlichen Standpunkte durchaus unerwünscht wäre. Allerdings wird einer solchen Verzögerung im Ausbau der Wasserkräfte der Umstand entgegenwirken, dass auch die Kosten des konkurrierenden Produktes, der durch Dampf erzeugten Energie, infolge der überaus starken Erhöhung der Kohlenpreise, die sich wohl nicht so bald wird beheben lassen, sehr erheblich gestiegen sind. Und daneben werden sicherlich auch Rücksichten nationaler Wirtschaftspolitik sowie der erforderlich gewordenen Rationalisierung der Volkswirtschaft den Ausbau der Wasserkräfte fördern.

Wie bei jeder Betrachtung einer zeitlichen Kosten- und Preisentwicklung, besonders aber in der gegenwärtigen Zeit einer wirtschaftlichen Umwälzung, wären schliesslich auch die Folgen der Geldwertveränderungen — der starken Geldentwertung —

in Betracht zu ziehen, die aus naheliegenden Gründen gerade hier, bei einem Vergleiche von Kosten durchaus verschiedener Struktur, von besonderer Bedeutung sind. Allein im Rahmen dieser kleinen Studie, die der Behandlung einer bestimmt umschriebenen Aufgabe gewidmet war, müssen alle diese Fragen, so gross auch ihre Bedeutung an sich sein mag, unberührt bleiben.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

S-96

S. 61

Schriften für Schweizer Art und Kunst

Zehn beliebig zu wählende, broschierte Nummern der Serie I liefern wir bei gemeinsamem Bezug für Fr. 5.—

Serie I.

1. **Konrad Falke**, Der schweizerische Kulturwille. Vergriffen.
2. **Carl Spitteler**, Unser Schweizer Standpunkt. 60 Cts.
3. **Prof. Dr. Eugen Grossmann**, Die Deckung der schweiz. Mobilisationskosten. 80 Cts.
4. **Oskar Höhn**, Ratschläge zur Berufswahl. 60 Cts. Billige Volksausgabe 30 Cts.
5. **J. C. Bluntschli**, Die schweizerische Nationalität. Eine polit. Studie. 60 Cts.
6. **Prof. Dr. Laur**, Industrie und Landwirtschaft. 60 Cts.
7. **Dr. C. A. Schmid**, Internation. Armenfürsorge. Eine nationale Frage. 50 Cts.
8. **Prof. Dr. Laur**, Die Wehrkraft des Schweizervolkes und der Bauernstand. 60 Cts.
9. **Prof. Dr. Hans Töndury**, Wirtschaftliche Unabhängigkeit. 60 Cts.
10. **Dr. E. Gagliardi**, Die Entstehung der schweiz. Neutralität. 60 Cts.
- 11/12. **Dr. Robert Faesi**, Carl Spitteler, eine Darstellung seiner dichter. Persönlichkeit. Fr. 1.70.
- 14/15. **Prof. Dr. M. Grossmann**, Nationale Forderungen an die schweiz. Mittelschule. Fr. 1.—
- 16/17. **Konrad Falke**, Das demokrat. Ideal und unsere nationale Erziehung. Fr. 1.—
- 18/19. **Dr. C. A. Schmid**, Unsere Fremdenfrage. Fr. 1.20.
20. **Ed. Boos-Jegher**, Unsere Absatzverhältnisse in Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Mittel zu ihrer direksten Förderung. 60 Cts.
- 21/23. **Helveticus**, Schweizer Bahnen, Post und Telegraphen. Fr. 1.70.
- 24/25. **Dr. Rob. Durrer**, Kriegsbetrachtungen. Fr. 1.—
- 26/27. **W. E. Rappard**, Zur nationalen Verständigung. Fr. 1.—
28. **Pfarrer Adolf Keller**, Von der innern Erneuerung unseres Volkes. 60 Cts.
29. **Prof. Dr. Max Huber**, Der schweizer. Staatsgedanke. 40 Cts.
30. **Heinrich Federer**, Unser Herrgott und der Schweizer. 70 Cts.
- 31/34. **A. Mæder**, F. Hodler, eine Skizze. Fr. 2.70.
35. **K. Scheurer u. L. Gautier**, Pflicht und Wille, Devoir et volonté. 80 Cts.
- 36/37. **Prof. Dr. Heinrich Flach**, Die Bestrebungen der Helvetisch. Gesellschaft des 18. Jahrhunderts. Eine nationale Bewegung. Fr. 1.20.
38. **O. Stocker**, Erfahrungen in der Berufsberatung. 60 Cts.
- 39/40. **Dr. C. Benziger**, Schweizerische Verkehrsprobleme. Fr. 1.—
- 41/42. **Prof. Dr. Ernst Rüst**, Eine schweiz. Versuchsstätte und Beratungsstelle für Industrie und Gewerbe. Fr. 1.20.
43. **Leutnant Oskar Bosshardt**, Stabssekretär des Generals. Durchhalten! Schweizerpflichten — Soldatenpflichten. 60 Cts.
- 44/45. **Gottfr. Keller**, Landvogt v. Greifensee. Steifbrosch. Fr. 1.80. Geschenkb. Fr. 2.50.

46. **R. v. Tavel**, D'Glogge vo Nüechterswyl. Kart. 80 Cts. In Geschenkb. Fr. 1.60.
- 47/48. **Konrad Falke**, Der Marienmaler. Kart. 80 Cts. In Geschenkb. Fr. 1.60.
49. **Charlot Strasser**, In Völker zerrissen. Kart. 80 Cts. In Geschenkb. Fr. 1.60.
50. **Jakob Bosshart**, Das Erbteil. Kart. 80 Cts. In Geschenkb. Fr. 1.60.

Serie II.

- 51/52. **Helveticus**, Aktuelle Fragen des schweizerischen Gewerbestandes. Fr. 1.20.
- 53/54. **Maria Waser**, Das Jätvreni. Mit Umschlagzeichnung von O. Troendle. 80 Cts. In Geschenkb. Fr. 1.60.
55. **Robert Walser**, Prosastücke. Mit Umschlagzeichnung von Karl Walser. Kart. 80 Cts. In Geschenkb. Fr. 1.60.
- 56/57. **Charles Gos**, Ausgewählte Skizzen von der Grenzwatch. Kart. 80 Cts. In Geschenkb. Fr. 1.60.
58. **Dr. E. Utzinger**, Wirtschaftliche Ueberfremdung u. Abwehrmassnahmen. 80 Cts.
- 59/60. **Prof. Dr. Eugen Grossmann**, Bundesstaatliche Finanzpolitik, mit besonderer Rücksicht a. d. schweiz. Finanzref. Fr. 1.20.
- 61/62. **Prof. Dr. Selppel**, Helvetische Tagesfragen. Fr. 1.—
- 63/66. **Wilhelm Frænker**, Ernst Kreidolf, ein Schweizer Maler und Dichter. Mit 16 ganzseitigen Tafeln. Fr. 3.50.
67. **Dr. Gottfried Bohnenblust**, Demokratie und Individualismus. 80 Cts.
68. **Konrad Bänninger**, Stille Soldaten. Mit Umschlagzeichnung v. Karl Bickel. Fr. 1.—
69. **Prof. Dr. A. Egger**, Die Freiheitsidee in der Gegenwart. 80 Cts.
70. **Dr. A. Barth**, Ziel, Umfang, und Organisation der nationalen Erziehung innerhalb der Neuen Helv. Gesellschaft. 80 Cts.
- 71/73. **Dr. Paul Cattani**, Gesundheitspolitik. Fr. 1.60.
- 74/77. **Dr. Paul Burckhardt**, Huldreich Zwingli, eine Darstellung seiner Persönlichkeit und seines Lebenswerkes. Fr. 3.—
- 78/82. **Dr. Hans Trog**, Ferd. Hodler, Erinnerung an die Hodler-Ausstellung im Zürcher Kunsthaus Sommer 1917. Fr. 3.—
- 83/84. **Dr. Hans Töndury**, Schweizerische Fremdenindustrie. Fr. 1.60.
85. **Prof. Dr. Fr. Fleiner**, Zentralismus und Föderalismus in der Schweiz. 90 Cts.
86. **Ing. Max Koller**, Die kulturelle Ueberfremdung der Schweiz. Fr. 1.—
87. **R. Grob**, Calvin. Fr. 1.—
88. **Prof. Dr. A. Egger**, Student und Politik. Fr. 1.20.
89. **Eugen F. Spengler**, Das Zeitgebot. 90 Cts.
90. **Dr. Hans Nabholz**, Der Kampf um den zentralistischen Gedanken in der eidgen. Verfassung 1291—1848. Fr. 1.40.
91. **Hans Staub**, Zum Proporz. Die Listenkonk. und das Verhältniswahlproblem. Fr. 1.40.
92. **Paul Pflüger**, Die Arbeit. Fr. 1.—
- 93/94. **Konr. Falke**, Die Gefahren der Schweiz. Fr. 1.60.
- 95/96. **Dr. H. Hanselmann**, Das priv. Fürsorgewesen i. d. Schweiz. Fr. 1.80.

Abonnementspreis f. je 10 Nr. Fr. 5.— Für Mitglieder der Neuen Helvetisch. Gesellschaft Fr. 4.— Die Sammlung wird fortgesetzt.

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

2503

Kdn. 524. 13. IX. 54



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297334