

34  
70

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298263

# Wasserkraft.

Privatdozent Dr. Gottfried Sepp.





# Wasserkraft.

Von

Privatdozent Dr. Gottfried Zoepfl.

---

Sonderabdruck aus der »Beilage zur Allgemeinen Zeitung«, München.

*F. No. 27050*



Berlin, 1906.

Franz Siemenroth.

W., Eifenacherstr. 23.

Waldenstrass.

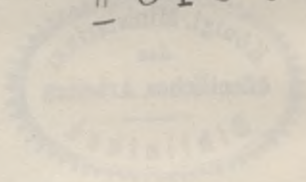
1899

Präsident Dr. Gottlieb Joseph.

Verlag von J. Neumann, Neudamm, Berlin.



II 31574



1899

Francis Steiner

1899



„Und wenn wir das Eisen leichter gewinnen können als jetzt, und wenn wir eine Treibkraft haben, die fast nichts kostet, — dann werden die Eisenbahnen zu Straßen; alle verkehren dort frei. Dann gibt es gleichsam keine Entfernung mehr.“

Björnson: „Ueber unsere Kraft“, II. Teil.

## I.

Die Bedeutung der Technik für unsere ganze Kultur wird vielleicht durch nichts besser anerkannt als dadurch, daß wir die Epochen unserer Kultur nach technischen Errungenschaften benennen, von der Stein- und Bronzezeit bis zum Zeitalter des Dampfes. Die seit 15—20 Jahren fortwährend steigende Bedeutung, welche die elektrische Uebertragung der Wasserkraft gewonnen hat, legt die Frage nahe, ob wir mit dieser technischen Errungenschaft einer neuen Kultur-epoche entgegengehen, die das Zeitalter der Dampfmaschine ablöst, oder ob die hydro-elektrische Kraft gegenüber der Dampfkraft in ergänzender untergeordneter Stellung bleiben wird. Wenn man die durch die elektrische Uebertragung der Wasserkraft geschaffenen Kulturverhältnisse deutlich bezeichnen will, kann man wohl von einer „Wasserkraftkultur“, auch „Turbinenkultur“ nach Analogie von „Zeitalter der Dampfmaschine“ sprechen, während die Bezeichnung „Zeitalter der Elektrizität“ das Wesen der Sache nicht trifft, vielmehr auch die durch Dampfkraft u. s. w. erzeugte Elektrizität umfaßt. Die Turbine ist die

Maschine, welche die natürliche Wasserkraft erst technisch gebrauchsfähig macht,<sup>1)</sup> und man würde deshalb auch von einem „Zeitalter der Turbine“ sprechen können.

Freilich vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus haben alle unsere wirtschaftlichen Betriebskräfte die gleiche Urquelle, nämlich die Sonnenwärme. Von dieser Stellung aus — sub specie aeterni — sind unsere Kulturepochen nur Spielereien, Wasserkraft ist gleich Dampfkraft u. s. w. Wir haben die Sonnenwärme als Kraftquelle<sup>2)</sup> in einer Gegenwarts- und Vergangenheitsform; zur letzteren gehört besonders die Kohle, zur ersteren die Hebung des Wassers auf Gebirgshöhen vermittelt der Verdunstung durch Sonnenwärme zu Wolken. Es ist also schließlich kein so großer Unterschied zwischen Dampfkraft und Wasserkraft; denn nur dadurch, daß die Sonnenwärme das Wasser verdampft, gelangt es in die Höhe, von der herabrinneud es für uns eine nutzbare Kraft wird. Sowohl für Schiffahrt, wie für gewerbliche Zwecke wird diese Energie des atmosphärisch gehobenen Wassers benützt. Die Elektrizität dient bei unseren Betriebskräften bekanntlich nur der Kraftvermittlung, die eine Kräftezeugung durch Dampf, Wasser u. s. w. voraussetzt. Die mit der Turbine gekuppelte Dynamomaschine setzt die mechanische Arbeit in elektrische um und der Elektromotor am Endpunkte der Fernleitung verwandelt die elektrische Energie wieder in mechanische Arbeit.

Das Arbeitsvermögen des atmosphärischen Niederschlags überhaupt berechnete Reuleaux auf 100,000 Millionen

---

<sup>1)</sup> Das Wort kommt vom lateinischen turbo, Kreisel, und bedeutet also Kreiselrad. Es wurde zum erstenmal von dem Franzosen Burdin 1824 für sein verbessertes Reaktionswasserrad angewendet. Näheres siehe Zoepfl: „Nationalökonomie der technischen Betriebskraft.“ Jena 1903. Bb. I. S. 32 ff.

<sup>2)</sup> Ueber diese naturwissenschaftlichen Fragen in Beziehung zur technisch-wirtschaftlichen Praxis unterrichtet sehr schön und gemeinverständlich Kohlrusch: „Die Energie oder Arbeit und die Anwendung des elektrischen Stromes.“ Leipzig 1900.



Pferdekräfte,<sup>3)</sup> d. i. also die Grundlage der gegenwärtigen und künftigen Wasserkraftkultur, ebenso wie die Kohlenvorräte der Erde, deren Erschöpfung von Fachleuten bereits mehrfach berechnet worden ist, die Grundlage bilden für das Zeitalter des Dampfes. Es kann leicht sein, daß dieses Zeitalter der Kohle und des Dampfes in der Gesamtentwicklung der Menschheit nur die Rolle einer kurzen unschönen und schmutzigen Uebergangsepoche spielt, und der Gedanke, daß wir gerade in dieser Zeit gelebt haben, wäre nicht sehr erfreulich. Die Wasserkraftkultur dagegen, wenn sie wirklich berufen ist, das Zeitalter des Dampfes allgemein zu ersetzen, trägt die Bedingung einer — man möchte fast sagen — ewigen Existenz in sich, denn der Kreislauf des Wassers — Meer, Wolke, Regen, Fluß, Meer — dürfte sich wenigstens bei der gegenwärtigen Gestaltung der Erde im wesentlichen nicht verändern und somit auch der Vorrat an Wasserkraft sich niemals erschöpfen. Es fragt sich also nur, ob diese dem Menschen dauernd zur Verfügung stehende Betriebskraft auch technisch-ökonomisch geeignet ist, die anderen zurzeit vorhandenen Kraftquellen insbesondere die Dampfmaschine, ganz oder wenigstens überwiegend zu ersetzen.

Gegenüber der einfachen Wasserkraftbenützung war die Dampfkraft ein wesentlicher Fortschritt, dagegen ist die Wasserkraftverwertung mit elektrischer Uebertragung in vieler Beziehung der Dampfkraft entschieden überlegen. Der ausschlaggebende Vorteil der Wasserkraft ist ihre Billigkeit, da die Kosten der Erzeugung dieser Kraft in sehr vielen Fällen geringer und nach Amortisation des Anlagekapitals der Kraftstation oft im Vergleich zur Dampfkraft minimale werden.<sup>4)</sup> Einer der wichtigsten Nachteile der Wasserkraft, der aber durch die Fortschritte in der Kraftübertragung auf größere

<sup>3)</sup> Unter der Pferdekraft (PS oder engl. HP) versteht man diejenige Kraft, die in einer Sekunde 75 kg einen Meter hoch zu heben vermag.

<sup>4)</sup> Näheres über die Kosten und Wertberechnung der Wasserkraft siehe N.-Verf. d. techn. Betriebskr. S. 36 ff.

Entfernungen immer mehr beseitigt wird, ist das Gebundensein an die Lage der Kraftquelle. Ist diese von den Hauptverkehrswegen entfernt gelegen, so wird die Ersparnis an den Kosten für Krasterzeugung vielfach durch höhere Transportkosten wieder ausgeglichen. Der Kraftverlust bei Fernleitungen ist allerdings beträchtlich. Für 100 Pferdekkräfte auf 10 Kilometer Entfernung sind zirka 130 Pferdekkräfte am Ort der Erzeugung notwendig. Immerhin ist diese Krastausnützung noch ökonomischer als die Wärmeausnutzung der Kohle bei der Dampfkraft. Die elektrische Uebertragung vermehrt die Gelegenheit zur Benutzung der Wasserkraft und, da diese erst bei intensiver Ausnutzung ihren vollen ökonomischen Vorteil der Billigkeit entfaltet, ihre ökonomische Bedeutung. Dem großen Vorteile der Unabhängigkeit von der Kohlenproduktion, den Kohlenpreisen, Arbeiterverhältnissen, Eisenbahnverhältnissen für Kohlenverkehr steht bei der Wasserkraft die Ungleichmäßigkeit der Wasserstände und die Wintersperre, wodurch vielfach eine Dampfreserve nötig wird, gegenüber. Je mehr das Akkumulatorenwesen vervollkommenet und verbilligt wird, je weniger dadurch die Dampfreserve nötig wird, um so mehr wird sich der große Vorzug der hydroelektrischen Kraft voll entfalten, und diese zu dem ökonomisch-technischen Ideal einer Betriebskraft für die nächste Zukunft sich entwickeln können. Je mehr aber der Vorteil der Wasserkraft abgeschwächt wird, um so mehr treten dann die Vorteile der anderen freien Kraftquellen hervor, besonders Anpassung an die Lage für den Bezug von Rohstoffen und den Absatz von Fabrikaten. Daß aber unter günstigen Verhältnissen die elektrische Uebertragung der Wasserkraft sozusagen eine **Vorzugsbetriebskraft** gegenüber den anderen in Betracht kommenden Betriebskräften darstellt, wird am besten durch die Tatsache illustriert, daß gelegentlich Kupfererze aus Europa nach Niagara Falls gebracht, dort verhüttet und als Kupfer wieder nach Europa zurücktransportiert wurden. Der Vorzug jener Betriebskräfte am Niagara-Falle muß demnach so groß sein, daß er den Unkosten eines zweimaligen See-

transportes Europa—Amerika die Wage hält. Es wären also die besonderen Verhältnisse, unter denen die Wasserkraft ihre Ueberlegenheit entfaltet, des näheren zu untersuchen. Um diese Untersuchung zu erleichtern, habe ich in der zitierten Schrift über Nationalökonomie der Betriebskräfte drei typische Arten von Wasserkraft für die kritische Würdigung unterschieden:

1. Die Ausnutzung des mäßigen Gefälls unserer Flüsse durch Wehrbauten.

2. Die Ausnutzung des starken Gefälles unserer Gebirgsgewässer, das seinen Höhepunkt in den sogenannten Wasserfällen erreicht.

3. Die Ausnutzung der in den sogenannten „Stauweihern“ künstlich oder in entsprechend gelegenen Seen natürlich konzentrierten Wassermengen bezw. Gefälle.

Es ist in einigen Fällen gelungen, auch an den für Schifffahrt kanalisierten Flüssen mit regem Verkehr durch Ablassung der hier konzentrierten Wasserkraft industrielle Betriebe neu hervorzurufen.<sup>5)</sup> Ausschließlich für Kraftzwecke angelegte größere Elektrizitätswerke mit Flußwasserkraft, wie in München, in Rheinfelden u. s. w., haben gute Erfolge zu verzeichnen. Bei den Wasserkraften der Gebirgsflüsse<sup>6)</sup> liegen bereits reiche Erfahrungen besonders in der Schweiz, in Frankreich und Italien vor. Es soll nur das eine bemerkt werden, daß die Wassermasse allein nicht ausschlaggebend ist, daß vielmehr die motorische Kraft einer Turbine proportional der Höhe des Wasserfalles und der Wassermenge ist. Der Traunfall in Oberösterreich bei 13 Meter Höhe und 50 Sekundenkubikmeter Wasser stellt eine Wasserkraft von 5800 Pferdekraften dar, die kleine Krimmeler Ache mit nur 3 Sekunden-Kubikmeter Wasser und 380 Meter Fall eine Kraft von 15,000 Pferdekraften. Die dritte Gruppe der Wasserkraften, die Stauweihern- und Seen-Abflüsse, haben den Vorzug der gleichmäßigeren Wasserführung. Gerade über diese Frage exi-

<sup>5)</sup> Näheres siehe N.-Def. d. techn. Betriebskr. S. 81 ff., S. 141 ff. und Schanz: „Die Mainschifffahrt im 19. Jahrhundert.“ Bamberg 1894.

<sup>6)</sup> Siehe N.-Def. der techn. Betriebskr. S. 98 ff. und S. 139 ff.

stiert eine reiche Literatur, die — wie die hierfür wichtigsten Schriften von Inge — auf praktischer Erfahrung beruht.<sup>7)</sup> Für diese drei Gruppen von Wasserkräften ergibt sich eine Reihe von technischen Einzelfragen, auf die hier nicht eingegangen werden soll.

## II.

Von allgemeinerem Interesse sind die wirtschaftlichen und sozialen Gesichtspunkte, unter denen die Verwertung und Wirkung dieser Wasserkräfte zu betrachten ist. Man wird sich hierbei auch an die hohe Bedeutung erinnern, welche die einfache Wasserkraftverwertung mit einfachen Wasserrädern ohne Turbinen und elektrische Uebertragung schon in der Kultur vor der Erfindung der Dampfmaschine gespielt hat. Trotzdem kann man erst durch die elektrische Uebertragung von einer „Wasserkraftkultur“ sprechen; denn erst jetzt ist die Möglichkeit gegeben, die Wasserkraft für die verschiedenartigsten Siantierungen zu verwerten, so daß sich der Einfluß dieser Kraftverwertung geradezu auf allen Lebensgebieten in Werkstätten, Haus und Hof, Handel und Verkehr, Theater, Sport u. s. w. äußern kann. Man wird bei zunehmender Bedeutung der Wasserkraftkultur in Zukunft vielleicht ebenso häufig von einem „Wasserjahr“, einem guten oder schlechten, wie jetzt von der Ernte sprechen; die ganze Kultur würde dann in hohem Maße von der Trockenheit oder Feuchtigkeit eines Jahres abhängen.

Wichtig können auch geographische Verschiebungen in der wirtschaftlichen Kultur werden. Während die Dampfkraft diese von dem Standorte frei machte und die Möglichkeit gegeben hat, sich nach dem Vorhandensein der Rohstoffe, sowie des Handels und Verkehrs bei der Niederlassung der Industrie zu richten, wird durch die neue Wasserkraftkultur die Industrie wieder an den Standort der Kraftquelle gebunden. Das würde nicht bloß für die

---

<sup>7)</sup> Siehe R.-Def. der techn. Betriebskraft S. 105, 106 und 147.

Industrie, sondern auch für die Landwirtschaft von Bedeutung sein. Der Vorteil der hydroelektrischen Kraft für die Landwirtschaft gegenüber der im landwirtschaftlichen Maschinenwesen bis jetzt vorzugsweise angewendeten Dampfkraft besteht hauptsächlich in der Billigkeit, die bei gleichmäßiger Verwendung für verschiedene Zwecke, Verkehr, Beleuchtung und Arbeitsmaschinen, noch gesteigert wird. Die Dampfkraft dagegen ist für die mittleren und kleineren Betriebe unserer Landwirtschaft sehr teuer, erfordert beständige Zuführung von Wasser und Kohle, und das große Gewicht einer Lokomobile ist ebenfalls nicht von Vorteil.

Die Industrie hat fast ohne Ausnahme ein so nahe liegendes Interesse an der Betriebskraft, daß darauf nicht näher eingegangen zu werden braucht. Die für die billige Wasserkraft speziell in Betracht kommenden Industrien, die durch billige hydroelektrische Kraft für die betreffende Gegend oder überhaupt erst geschaffen werden, sind besonders chemischer und metallurgischer Art.<sup>8)</sup> Auch die Möglichkeit der Dezentralisation der Industrie mittels elektrischer Wasserkraftleitung ist von Wichtigkeit.<sup>9)</sup> Es kommt aber noch ein anderer sozialpolitischer Gesichtspunkt in Betracht. Aus der Tatsache, daß die zur Notwendigkeit gewordene Verwendung technischer Betriebskräfte in großem Maßstabe die Ueberlegenheit des Kapitals, den sogenannten „Kapitalismus“, und den Gegensatz von Reichtum und Armut fördern mußte, läßt sich der Schluß ziehen, daß diejenigen technischen Betriebskräfte sozialpolitisch die größte Beachtung des Staates verdienen, welche am billigsten und auch weniger Kapitalkräftigen zugänglich sind, und bei denen der Staat entweder selbst noch in großem Umfange ein Eigentumsrecht hat oder doch auf Verwaltung und Betrieb sich Einfluß vorbehalten kann.

Es sind also nicht bloß für die Privatinitiative, sondern auch für die Staatsverwaltung und sonstigen Ver-

<sup>8)</sup> Näheres N.-Def. d. techn. Betriebskr. S. 159 ff.

<sup>9)</sup> Näheres ebenda S. 201 ff. und Jules Méline: „Die Rückkehr zur Scholle“, Berlin 1906.

waltungsorgane wichtige Gesichtspunkte gegeben, um sich mit der gegenwärtig so aktuellen, zunächst allerdings technisch-ökonomischen Frage der Ausnutzung der Wasserkraft zu befassen. Handelt es sich doch auch um die Konkurrenzfähigkeit der wirtschaftlichen Produktion!

Ich sagte in dem mehrfach zitierten Buche nach Erwähnung der Zollpolitik und des Verkehrswesens: „Als ein mindestens ebenso wichtiges, die Gegenwart betreffendes Problem erscheint die Aufgabe des Staates und aller anderen an der Wirtschaftspolitik beteiligten Organe, daß die bei der Erzeugung und Verwertung von Gütern verwendeten technischen Betriebskräfte eines Landes auf einer möglichst hohen Stufe stehen.“ Es dürfte deshalb auch von Interesse sein, die wichtigsten Tatsachen zur Kennzeichnung des gegenwärtigen Standes der elektrischen Wasserkraftkultur und deren Höhepunkte mitzuteilen und im Anschluß daran auch die einheimischen, insbesondere bayerischen Bestrebungen zu berücksichtigen und kritisch zu würdigen.

### III.

Das Urbild der elektrischen Wasserkraftkultur und deren gegenwärtiger Höhepunkt ist an den Niagara-Fällen zu suchen. Ich habe bei deren Besichtigung im September 1905 nicht ausschließlich — wie die meisten Besucher — die landschaftliche Schönheit bewundert, sondern bin auch ins Innere gegangen. Man kommt dabei übrigens auch ästhetisch auf seine Rechnung, wenn man nur auf dem Standpunkt steht, der neben einer Landschaft von Ruisdael auch das Walzwerk von Menzel gelten läßt.

Der Gedanke, die Wasserkraft der Niagara-Fälle auszunutzen, hat eine Geschichte von mehr als hundert Jahren aufzuweisen.<sup>10)</sup> Weit zurück geht die Aufstellung mehr oder weniger unausführbarer Pläne, bis in den Jahren

<sup>10)</sup> Die nachfolgende Darstellung der Niagara-Kraftwerke und ihres Wirkungskreises gründet sich auf persönliche Erkundigungen in der Stadt Niagara Falls und einige hier erhältliche Beschreibungen und Prospekte.

1853—1858 ein mißlungener Versuch, durch den Bau eines 30 Fuß (à  $\frac{3}{10}$  Meter) breiten und 6 Fuß tiefen Zweigkanals aus dem Niagara-Strom eine Kraftquelle zu gewinnen, erfolgte. Nur eine Kornmühle siedelte sich im Jahre 1870 an diesem Wassertunnel an. Erst 7 Jahre später gelang es, ein größeres Krasterzeugungsunternehmen zu gründen, und zwar ist es ein Deutscher, dem dieses Verdienst zukommt, ein Schwabe namens Jakob Schöllkopf, der als armer Gerber eingewandert war und heute auf 15 Millionen Dollars geschätzt wird. Schöllkopf gründete in Buffalo 1877 die Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Company, die ein einträgliches Geschäft mit der Verpachtung von Wasserrechten trieb, so daß allmählich eine kleine Fabrikkolonie am Rande der Fälle sich entwickelte. Zunächst bestand die bewegende Kraft in Turbinenrädern mit Vertikalschächten von 80—100 Fuß Tiefe. Man erzeugte 1500 Pferdekkräfte, die in einem Umkreis von 300 Fuß durch Treibriemen oder Draht weiter geleitet wurden. Die Gesellschaft vermehrte allmählich ihre Rechte und verpachtete den Ausfluß ihres Kanals an die Cliff Paper Company, die hier eine Stampfmühle am Rande (cliff) des Flusses anlegte. In demselben Jahre begann die Gesellschaft die Erweiterung und Vertiefung ihres Kanals zu den heute noch bestehenden Dimensionen.

Die zweite Gesellschaft auf der Vereinigten Staaten-Seite des Niagara-Falls, nämlich die Niagara Power Company, ist jünger als die eben genannte, hat sich aber seit kurzem zu überragender Bedeutung entwickelt. Den entscheidenden Schritt von bloßen Projekten zur Verwirklichung tat bei diesem Unternehmen der Kanalbauingenieur Evershed, der im Jahre 1886 mehrere angesehene Bürger von Niagara Falls — das ist der Name des an den Niagara-Fällen gelegenen Ortes, der heute etwa 20,000 Einwohner hat — für seinen Plan gewann. Man erwarb eine Konzession für die Nutzbarmachung eines Teils des Niagara-Stromes für Arbeitszwecke. Aber nur langsam reiften die Pläne für den Bau einer großen Kraftstation und für die Uebertragung der erhaltenen Kraft der Ausführung

entgegen. Im Juli 1890 wurde ein Preis von 22,000 Dollars für die besten Pläne ausgesetzt und eine internationale Niagara-Kommission in London zur Prüfung dieser Pläne ernannt. Bei diesem Wettbewerb wurden für die Turbinenanlage die Entwürfe von Fesch u. Piccard in Genua ausgewählt und auf diesen Unterlagen drei Versuchsräder von der Maschinenbauanstalt J. P. Morris u. Co. in Philadelphia erbaut. Diese wurden gekuppelt mit Wechselstromdynamos, welche die Westinghouse Company in Pittsburg lieferte. Der unterirdische Kanal, mit welchem dem Niagara-Strom das Wasser entnommen wurde, wurde in den Jahren 1890—1892 vollendet. Damit waren die Grundlagen für das größte Wasserkraftunternehmen auf dem Vereinigten Staaten-Gebiete des Niagara-Falls geschaffen.

Noch neueren Datums sind die drei großen Wasserkraftwerke auf der kanadischen Seite des Stromes, von denen je eines der Canadian Niagara Power Company, der Ontario Power Company und der Toronto Power Company gehört, und die zum Teil noch in Bau begriffen sind.

Außer diesen großen Unternehmungen gibt es noch eine Reihe von kleineren Wasserkraftanlagen oberhalb des Niagara-Falles, dadurch hergestellt, daß einzelne Fabriken aus dem gefällreichen Laufe des Stromes in Leitgräben die zu ihrem Betriebe nötigen Wassermengen entnehmen, die sie dann wieder dem Strome zuführen. Während an diesen kleinen Anlagen nichts Außergewöhnliches ist, bieten die großen Unternehmungen in mehr als einer Beziehung, in technischer, wirtschaftlicher und — ästhetischer Hinsicht sehr viel Bemerkenswertes, ja man kann sogar sagen, sie stellen einen ganz neuen eigenartigen Typus von Kultur dar, den man mit prototypischer Ausdrucksweise „Niagara-Kultur“ nennen kann. Es ist weniger schwierig, über die technische Seite dieser Wasserkraftunternehmungen zu berichten, als über die wirtschaftliche. Wenn man gute Beziehungen oder Empfehlungen hat, wird man wohl das eine oder andere der großen unterirdischen Elektrizitätswerke besichtigen können. Einen Einblick in den Geschäftsbetrieb



der Werke, eine Uebersicht der Kunden, die ihnen die Kraft abnehmen, und Einsicht in die Konkurrenzverhältnisse der Unternehmungen zueinander, Tarife, Rentabilität u. s. w. ist weniger leicht zu erhalten. Ich hatte das Glück, von einem Ingenieur, der mit der Einrichtung eines der neuen Riesenwerke auf der kanadischen Seite des Niagara-Falls betraut ist, die zwei größten und neuesten Wasserkraftwerke, das der Canadian Niagara Falls Power Company und der Ontario Power Company, bis in die Details gezeigt zu bekommen und habe namentlich von dem Werke der Canadian Niagara Falls Power Company einen Eindruck erhalten, der nicht weniger unvergeßlich ist als der von der landschaftlichen Schönheit des Niagara-Falls selbst.

Die Canadian Niagara Falls Power Company ist eine Tochtergesellschaft der schon erwähnten älteren Niagara Falls Power Company, die auf der Vereinigten Staaten-Seite zwei große Kraftstationen besitzt, ihr größtes Werk aber eben unter der genannten Firma „Canadian Niagara Falls Power Company“ zurzeit auf der kanadischen Seite errichtet. Das Gesellschaftskapital für die drei Werke zusammen soll 25 Millionen Dollars betragen und dürfte überwiegend in den Vereinigten Staaten placiert sein. Die beiden Werke auf der Vereinigten Staaten-Seite werden, wie oben bei der Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der Gesellschaften schon bemerkt wurde, von einem längeren Graben mit Wasser aus dem Niagara-Falle gespeist. Ueber eine Meile (= 1609 Meter) oberhalb der Fälle zweigt der Werkkanal 250 Fuß breit, 12 Fuß tief und 1700 Fuß lang aus dem Niagara ab. In einer Tiefe von 178 Fuß befindet sich die Turbinenanlage, zu der aus den vergitterten Oeffnungen des Kanals durch mächtige Stahlröhren von  $7\frac{1}{2}$  Fuß Durchmesser das Wasser hinabstürzt. Ein fast 7000 Fuß langer Tunnel führt das Wasser außerhalb der Stadt wieder in den Fluß unterhalb seines Falles zurück. Die Doppelturbinen von je 5000 PS arbeiten unter einem Gefälle von 136 Fuß, und das Wasser strömt mit rapider Geschwindigkeit — 430 Kubikfuß pro Sekunde — in dem Tunnel aus. Die mit den Turbinen gekuppelten

Dynamos machen je 250 Umdrehungen in der Minute und erzeugen je 15,000 elektrische PS. Der hier erzeugte doppelte Wechselstrom von je 800 Ampere und je 2200 Volt Spannung wird zu einem dreifachen von 22,000 Volt transformiert, nach Buffalo übergeleitet und dort wieder auf eine Spannung von 480—2000 Volt, dem Bedarf der Konsumenten entsprechend, transformiert. Die entfernteste Unterstation in Buffalo ist 31.4 (engl.) Meilen (à 1609 Meter) von der Krafterzeugungsstation entfernt. Diese Daten sind einer in Buffalo erhältlichen Beschreibung des Elektrizitätswerkes aus dem Jahre 1902 entnommen und können seitdem einzelne Abänderungen erfahren haben. Die Zahl der Dynamos war zu jenem Zeitpunkt auf 10 angewachsen, die eine Gesamtarbeitskraft von 50,000 PS lieferten. Seitdem ist das zweite Elektrizitätswerk der Niagara Falls Power Company an dem gleichen erwähnten Werkkanal entstanden, in dem mit 11 Turbinen (System Francis) von Escher, Wyß u. Co. in Zürich und von Morris u. Co. in Philadelphia, direkt gekuppelt mit 11 Dynamos à 5000 PS, 55,000 PS erzeugt werden. Das Wassergefälle in den Röhren ist 44.5 Meter; diese selbst haben einen Durchmesser von 2.28 Meter. Die Turbinenachse ist von Stahl von 935 Millimeter Durchmesser. Die Turbinen machen 250 Umdrehungen pro Minute. Es werden also aus dem Werkkanal auf der Vereinigten Staaten-Seite zurzeit von der Niagara Falls Power Company über 100,000 PS entnommen, wozu noch 7200 PS kommen, welche die International Paper Company gepachtet hat.

Die erwähnte kleinere, aber älteste Krafterzeugungsunternehmung, die Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Company, die natürlich aus ihrem früheren einfachen Wassermühlenbetriebe gleichfalls zur elektrischen Kraftübertragung übergegangen ist, verfügt über einen Werkkanal von 14 Fuß Tiefe und 100 Fuß Breite, der eine Arbeitsfähigkeit von mindestens 100,000 PS besitzt. Um diese entsprechend auszunutzen, hat die Gesellschaft eine Kraftstation am Fuße der Niagara-fall-Klippe, wo schon die Stampfmühle der Cliff Paper Company steht, eingerichtet.

Die drei Stahlröhren führen hier außen am Felsen das Wasser herunter und sie sind es namentlich, die den ästhetischen Eindruck des Niagara-Falles beeinträchtigen, während die anderen großen Kraftwerke dem Strom ja schon vor dem Falle das Wasser abzapsen und es durch unterirdische Gräben dem Flusse unterhalb des Falles wieder zuführen. Sie könnten höchstens durch die Verringerung der fallenden Wassermenge die ästhetische Wirkung des Wasserfalles herabsetzen. Die äußeren Stahlrohre aber an dem Kraftwerke der Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Company, eines von 8 Fuß und die beiden anderen von 11 Fuß Durchmesser, machen allerdings einen recht prosaischen Eindruck neben den Gischt sprühenden Wasserfällen. Die Turbinen in diesem Kraftwerke, 14 an Zahl, ruhen auf Horizontalachsen und jede ist gekuppelt mit zwei Dynamos von 560—1000 Kilowatt. Die Räder haben eine Leistungsfähigkeit von je 2000—3000 PS und sind von James Leffel u. Co. in Springfield, Ohio, und von J. J. Morris u. Co., Philadelphia, gebaut. Zurzeit gibt die Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Co, zirka 30,000 PS hauptsächlich an Fabriken ab; im Laufe des Jahres 1906 soll aber die Leistungsfähigkeit auf 70,000 PS gesteigert werden. Es würden dann, wenn man zu den 100,000 PS der Niagara Falls Power Company noch die 7600 der International Paper Company und einige kleinere private Werkkanäle von Fabriken und Mühlen hinzurechnet, auf der Vereinigten Staaten-Seite etwa rund 200,000 PS aus dem Niagara-Fall gewonnen werden.

Von den auf der kanadischen Seite gelegenen neuen großen Kraftwerken, die zum Teil noch im Bau sind, besichtigte ich eingehend das der Canadian Niagara Falls Power Company, in dessen Schachträume man oben auf der Höhe des Dammes, also auf der Höhe des Wasserabsturzes des Niagara-Falles, eintritt. Ein Fahrstuhl führt durch die Schachtanlage hinab bis zu den Turbinen. Diese Schachtanlage ist also parallel mit dem Wasserfalle, d. h. mit dem kanadischen Teile des Falles, gebaut. Das Wasser wird kurz vor dem Falle dem Fluß entzogen und stürzt durch den

175 Fuß hohen Schacht in riesigen Wasserröhrenleitungen von 10 Fuß Durchmesser zu den Turbinen hinab. Die dazu gehörige Führungswelle hat 22 Zoll und die Rohrwelle 4 Fuß 2 Zoll. Die ganze Leitungsanlage hat die Höhe des Schachtes, nämlich 175 Fuß, und die Röhren, von denen je eine für eine Turbinenanlage bestimmt ist, stehen in einer langen Batterie nebeneinander in dem Raume. Das ganze Schachtgebäude ist stoßwerkartig konstruiert und mit elektrischem Licht beleuchtet. Ganz unten befinden sich die Turbinen und der Wasserausfluß, der zum Unterspiegel des Niagara am Fuße des Falles erfolgt. Ueberflüssige, in das Ausflußbassin geleitete Elektrizität leuchtet unheimlich aufblitzend in der grünen Flut, in welcher ein Bad tödlich wäre. Es sind drei Doppelturbinen nach Francis-System mit vertikalen Achsen aus der Maschinenbauanstalt von Escher, Wyß u. Co. in Zürich aufgestellt und zwei weitere Doppelturbinen, die nach dem Muster dieser importierten von E. P. Morris u. Co. gebaut worden sind. Während meines Besuches waren in Aufstellung begriffen einige der 11 Dynamos à 10,000 PS von der General Electric Company, die nach Fertigstellung der Turbinenanlage mit den Turbinen direkt gekuppelt werden. Jede der letzteren gibt 10,000 PS mit 250 Umdrehungen in der Minute. Die Einströmungsturbinenanschlüsse von riesigen Dimensionen aus Stahlguß sind von Oesterreich bezogen, auch bei den von Morris u. Co. gelieferten Turbinen. Die Regulatoren für die Turbinen, die für die gleichmäßige Einströmung des Wassers nötig sind, kommen von Escher, Wyß u. Co. in Zürich. Im oberen Teil des Raumes befindet sich die Erregungsmotorenkammer mit den kleinen Dynamos und der kupfernen Ausschaltetafel und die Del- und Pumpenkammer. Das ganze Werk war September 1905 erst zum Teil in Betrieb, da von den 10 geplanten Turbinenanlagen erst drei fertig und zwei in Ausführung begriffen waren; es wird aber nach Fertigstellung der sämtlichen Turbinenanlagen das größte seiner Art am Niagara und wohl der ganzen Welt werden, da es über 100,000 PS erzeugt, also ebensoviel wie die beiden Kraftwerke der

gleichen Gesellschaft auf der Vereinigten Staaten-Seite zusammen.

Während das Werk der Canadian Niagara Falls Power Company ebenso wie diese Gesellschaft selbst eine Gründung der Niagara Falls Power Company darstellt, ist das zweite große Kraftwerk auf der kanadischen Seite, der Ontario Power Company gehörig, eine spezifisch kanadische Gründung, deren Unternehmung sehr groß gedacht, aber erst zum Teil ausgeführt ist. Die Gesellschaft hat eine Konzession für 220,000 PS, welche nach Fertigstellung des ganzen Werkes mit 18 Turbinenanlagen à 11,400 PS nutzbar gemacht werden sollen. Als ich das Werk besichtigte, waren drei Anlagen im Betrieb, und es wurde mir versichert, daß im Laufe des Winters 1905/06 vier weitere Anlagen fertiggestellt würden. Die bestehenden drei Anlagen erzeugen je 12,000 PS mit Turbinen von Boith u. Co. in Heidenheim, Württemberg (!), und Dynamos der Westinghouse Company à 7500 Kilowatt. Eine Kraftabgabe an Private findet noch nicht statt. Die Turbinen sind hier Spiralturbinen (System Francis), was durch die Lage des Werkes am Unterspiegel des Wasserfalles bzw. durch die Art der Wasserzuführung bedingt ist. Während das große Werk der Niagara Falls Power Company senkrechte Rohrleitungen hat, wird dem Werk der Ontario Power Company das Wasser von dem Oberspiegel des Falles in einem geneigten Tunnel zugeführt. Das Werk macht einen ganz anderen Eindruck als das der Canadian Niagara Falls Power Company, da man in dem Maschinenhaus des ersteren Werkes von den Wasserschächten, die dem Maschinenhaus des letzteren einen so charakteristischen Zug verleihen, nichts bemerkt.

Eine dritte Gesellschaft auf kanadischer Seite, die Toronto Niagara Falls Power Company, hat eine Konzession für 125,000 PS und will mit einem Kostenaufwand von 3,000,000—5,000,000 Dollars ein ähnliches Werk wie die bereits genannten Gesellschaften errichten. Zur Zeit meines Besuches war erst der Schacht des Werkes im Bau.

Nach diesen im September 1905 von mir gemachten Aufnahmen waren also auf der kanadischen Seite erst

65,000 PS betriebsfähig. Dagegen wurde gearbeitet an der Herstellung der Anlagen für die Gewinnung folgender Kraftmengen:

Canadian Niagara Falls Power Company	100,000 PS
Ontario Power Company	220,000 PS
Toronto Niagara Falls Power Company	125,000 PS
	<hr/>
	445,000 PS

Nimmt man dazu die für die Vereinigten Staaten-Seite berechneten zirka 200,000 PS, die dort zurzeit schon tatsächlich verwertet werden, so ergibt sich, daß nach Fertigstellung der im Bau begriffenen Werke im ganzen 645,000 PS aus dem Gefälle des Niagara-Stromes der wirtschaftlichen Arbeit zugeführt werden. Die Sache liegt also doch wesentlich anders, als in einem vor kurzem durch die Presse gegangenen Artikel dargestellt wurde, worin es hieß, daß etwa 100,000 PS am Niagara-Falle für die elektrische Uebertragung gewonnen würden. Die Gesamtarbeitskraft, die in den Niagara-Fällen liegt, ist auf 3,000,000—4,000,000 Pferdestärken berechnet worden, so daß also durch die jetzigen Unternehmungen etwa ein Sechstel der verfügbaren Kraft ausgebeutet wird. Der Wasserentzug durch die sämtlichen bestehenden Unternehmungen wird nach völliger Inbetriebsetzung derselben auf 2,880,000 Kubikfuß in der Minute berechnet. Diese Berechnungen scheinen allerdings nicht sehr exakt zu sein, da sie sehr differieren. Es liegt mir auch eine Angabe vor, wonach die Wassermenge der Niagara-Fälle 300,000 Kubikfuß in der Sekunde beträgt und Arbeitskraft von 10 Millionen Pferdestärken vorhanden sein soll.

#### IV.

In wirtschaftlicher Beziehung ist auch am Niagara-Falle der Preis und die Qualität der gelieferten Wasserkraft ausschlaggebend für die Konkurrenz mit anderen Kraftquellen, besonders der Dampfkraft. Erste Voraussetzung ist aber stets das Bedürfnis, die Nachfrage nach Kraft überhaupt, die ihrerseits durch die Gelegenheit zu entsprechender produktiver Betätigung in

der Nähe der Kraftquelle bedingt ist. Die Annahme, die manche Techniker bei ihren Projekten zu machen scheinen, daß die Kraftverwertung in fast unbeschränktem Maße ganz von selbst komme, wenn nur erst billige Kraft geliefert wird, ist in dieser Allgemeinheit natürlich falsch und kann unter Umständen auf recht bedenkliche Abwege führen. Die neuen Unternehmungen am Niagara-Fall wissen sehr wohl, warum sie die ihnen konzessionierten großen Kraftquellen nur langsam und allmählich ausbauen, wissen, daß sie sich ganz nach dem Grad der Sättigung mit Betriebskraft in den wirtschaftlichen Unternehmungen des Hinterlandes ihrer Kraftquellen richten müssen. Der amerikanische Ingenieur zeigt solchen wirtschaftlichen Erwägungen gegenüber sehr viel Verständnis, während bei manchen deutschen Ingenieuren — durchaus nicht bei allen — das Verständnis für die Ueberlegenheit des wirtschaftlichen Gesichtspunktes über den technischen bei Anlagen, die sich rentieren sollen, manchmal sehr zu wünschen übrig läßt. Ich erinnere mich einer lebhaften Diskussion, die ich früher einmal mit einem solchen abstrakten Techniker bezüglich eines Kanalprojektes führte. Die betreffende Kanallinie machte einen großen Umweg gegenüber der Eisenbahn, und ich rechnete dem Ingenieur an der Hand des Einmaleins vor, daß die wegen des Umweges doppelt und dreifach zu nehmende Kanalfracht höher komme als die Eisenbahnfracht und daß deshalb keine Tonne Kohlen auf dem Kanal gehen werde, wenn nicht eine technisch sicher ausführbare Abkürzung der Kanaltrace gemacht und dadurch die Wasserfracht im Vergleich zur bestehenden Eisenbahnfracht billiger gestaltet würde. Der technisch gewiß ganz gebildete Herr gab mir darauf die sehr bezeichnende Antwort: „Für die Tracierung eines Kanals ist die Wasser-, nicht die Kohlenbeschaffung ausschlaggebend.“ Darauf mußte ich natürlich als Nationalökonom die Diskussion mit dem Techniker schließen. Vernünftige Techniker werden natürlich auch bei uns stets die wirtschaftlichen Verhältnisse ausschlaggebend sein lassen.

Es scheinen nun besonders glückliche Verhältnisse beim Niagara-Fall dahin zu wirken, daß einsteigendes wirtschaft-

liches Kraftbedürfnis mit einem technischen Kraftvorrat zusammenfällt und daß der letztere durch große Betriebe, günstige technische Bedingungen und durch den Wettbewerb mehrerer Unternehmungen auch noch verhältnismäßig billig geliefert wird. Bezüglich der Tarife konnte ich nicht viel Zuverlässiges erfahren; sie sollen auch ziemlich kompliziert sein. Im allgemeinen rechnet man bei der Niagara Falls Power Company den Preis der Pferdestärke pro Jahr je nach der Größe der Stromabnahme seitens des Kunden auf 16—25 Dollars. Diese Gesellschaft liefert auch die Kraft für die Straßenbahn in Buffalo, außerdem aber auch an zahlreiche industrielle Anlagen.

Für das e i n e ältere Werk der Niagara Falls Power Company konnten die Konsumenten der Krafterzeugung von über 50,000 PS für eines der letzten Jahre in Erfahrung gebracht werden.

Es sind dies folgende:

The Aheson Graphite Co. . . . .	1 000 PS
Buffalo, Tonawanda and Lockport Cities . . . . .	17 000 „
Canadian Users . . . . .	550 „
Union Carbide Co. . . . .	12 000 „
The Carborundum Co. . . . .	2 000 „
Buffalo and Niagara Falls Electric Light Co. . . . .	800 „
Flax Fiber Co. . . . .	425 „
Electrical Lead Reduction Co. . . . .	500 „
Castner Electrolytic Alkali Co. . . . .	5 200 „
Mc Naughton & Mc Guire . . . . .	200 „
Niagara Electro-Chemical Co. . . . .	700 „
Oldbury Electro-Chemical Co. . . . .	1 400 „
Pittsburg Reduction Co. . . . .	4 500 „
Roberts Chemical Co. . . . .	500 „
Street Railway, local . . . . .	1 000 „
Shredded Wheat Co. (Natural Food Co.) . . . . .	2 500 „
Norton Emery Wheel Co. . . . .	500 „
United Barium Co. . . . .	800 „
Water, Lighting &c. . . . .	300 „

---

Summe 51 875 PS



Die Kundschaft der anderen Gesellschaft auf der Vereinigten Staaten-Seite, nämlich der Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Company, setzte sich zur selben Zeit wie folgt zusammen:

### 1. Elektrische Kraft.

Pittsburg Reduction Co. . . . .	7 500 PS
National Electrolytic Co. . . . .	2 000 „
Alloy Smelting Co. . . . .	200 „
Acker Proceß Co. . . . .	3 200 „
Buffalo and Niagara Falls Electric Lighting Co. . . . .	800 „
Niagara Silver Co. . . . .	125 „
Niagara Gorge Railway Co. . . . .	600 „
Lewiston & Queenston Frontier El. Ry. . . . .	200 „
Verschiedene andere kleinere Konsumenten . . . . .	312 „
	<hr/>
Summe	14 937 PS

### 2. Wasserkraft.

Cliff Paper Company . . . . .	2 900 PS
Niagara Wood Paper Co. . . . .	250 „
City Water Works . . . . .	150 „
Niagara Falls Milling Co. . . . .	900 „
Central Milling Co. . . . .	1 000 „
Pettibone Cataract Paper Co. . . . .	1 600 „
Cataract City Milling Co. . . . .	400 „
	<hr/>
Summe	7 200 PS

### 3. Verkaufte und verpachtete Kraft.

Elektrische Kraft, verkauft . . . . .	14 937 PS
Wasserkraft, verkauft . . . . .	7 200 „
Mechanische Kraft vom Schacht, verkauft . . . . .	360 „
Elektrische Kraft, verpachtet . . . . .	4 200 „
	<hr/>
Summe	26 697 PS

Bei näherer Betrachtung ergibt sich also, daß die von den Niagara-Kraftwerken gelieferte Kraft außer für Licht und Trambahnbetrieb hauptsächlich für chemische, metallurgische, Holz- und Papierindustrien verwendet wird.

Von Bedeutung ist die Frage, auf welche Entfernung die aus dem Niagara gewonnene elektrische Kraft noch billig genug ist, um mit den konkurrierenden Kraftquellen, insbesondere der Dampfkraft, in Konkurrenz zu treten. Zur Zeit meiner Anwesenheit wurde als Höhepunkt der Leistungsfähigkeit der Kraftanlagen am Niagara bezeichnet die Fernleitung der Kraft bis nach Syracuse, etwa 150 Statute Miles (à 1609 Meter) von der Kraftstation entfernt gelegen. Die Leitung war im September fertiggestellt, und die Kraftübertragung sollte im Oktober begonnen werden. Das wäre vielleicht die Hälfte des Weges nach New-York. Wie mir die Ingenieure versicherten, gedenkt man nach und nach außer nach Hamilton und Toronto bis Cleveland und Ohio, vielleicht sogar bis New-York mit der Kraftübertragung vorzurücken und gibt sich der Hoffnung hin, daß es vielleicht auch gelingt, die New-Yorker Centralbahn mit Kraft von den Niagara-Kraftwerken aus zu betreiben. Die Fernleitung nach Toronto auf eine Entfernung von 60 Meilen ist ja eine spezielle Aufgabe der erwähnten Toronto Niagara Falls Power Company, die vor allem 20,000 Pferdekräfte für die elektrische Straßenbahn in Toronto liefern soll. Einen sehr guten Eindruck machte mir die vorsichtige Art, in der die Ingenieure der Niagara-Kraftwerke von der weiteren Ausgestaltung und Zukunft ihrer Betriebe sprechen. Sie schwärmen einem nicht vor, wie man da- oder dorthin eine „schöne“ oder „großartige“ Leitung bauen könne, worauf sich dann Industrie an der Endstation der Kraftleitung ansiedeln würde, sondern sie haben stets ganz bestimmte zu errichtende oder bestehende industrielle oder Verkehrsbetriebe im Auge, deren Betriebskosten sie ganz genau kennen und die sie durch Unterbietung im Preise als Kunden ihres Kräftezeugungsunternehmens zu gewinnen trachten. Und doch hätte gerade am Niagara, wo die Kraftwerke eine große Industrie geradezu geschaffen haben, ein weitgehender Optimismus mehr Berechtigung, als vielleicht anderswo! Die Qualität der von den Niagara-Kraftwerken gelieferten Kraft, die neben der Billigkeit im Wettbewerb mit anderen Kraftquellen maßgebend

ist, soll sich zusehends verbessert haben. Am wichtigsten in dieser Beziehung sind die durch Betriebsstörung in den Wasserkraftwerken eintretenden Unregelmäßigkeiten in der Zuführung elektrischen Stromes. Es wird dafür Sorge getragen, daß Unfälle und sonstige Betriebsstörungen rasch wirkungslos gemacht werden. Bei einem Blitzschlage, der die Kabel für 50,000 Pferdekkräfte verbrannte und infolgedessen in Buffalo eine allgemeine Verkehrs- und Betriebsstörung, sowie Dunkelheit herbeiführte, wurden die Reparaturarbeiten im Laufe einer halben Nacht und eines Vormittags vollendet. Immerhin ist die schwebende Gefahr solcher Betriebs- und Verkehrsstörungen in dem ganzen Hinterlande der Kraftquellen noch eine der wichtigsten Schattenseiten der „Niagara-Kultur“.

## V.

Ein so hoch bedeutendes Zentrum der Wasserkraftkultur wie das am Niagara existiert bis jetzt in anderen Ländern nicht. Projekte freilich gibt es, welche die Niagara-Kraftverwertung noch in Schatten stellen. Immerhin haben einzelne Länder schon recht Bemerkenswertes in der Ausnützung ihrer natürlichen Wasserkräfte für gewerbliche, Verkehrs- und überhaupt Kulturzwecke aufzuweisen.<sup>11)</sup> Dabei sind natürliche Bedingungen in erster Linie ausschlaggebend. Voran stehen in Europa die Schweiz, Frankreich und Italien, die auch bereits statistische Aufnahmen über die bereits ausgebauten, sowie die noch unbenutzten Wasserkräfte besitzen. Italien z. B. würde, wenn sich die berechneten 2,800,000 Pferdekkräfte

---

<sup>11)</sup> Nach einem von C. Swinton in der British Association in Cambridge im vorigen Jahre gehaltenen Vortrage weisen zur Zeit alle Elektrizitätswerke, welche bloße Wasserkraft verwerten, auf der ganzen Erde 1,483,300 PS auf, davon kommen auf: Vereinigte Staaten von Nordamerika 527,500; Kanada 228,200; Italien 210,000; Frankreich 161,000; Schweiz 133,000; Deutschland 81,000; Schweden 71,000; Mexiko 18,500; Oesterreich 16,000; Großbritannien 11,000.

Wasserkraft wirtschaftlich als ausbauwürdig bewähren, die Summe der zur Zeit im ganzen Lande arbeitenden motorischen Kräfte, nämlich 650,000 Pferdekkräfte, vielfachen können. In Norditalien kann man schon direkt von einer Wasserkraftkultur sprechen; es sei nur erinnert an die großen Kraftwerke in Bizzola, Mailand und Brescia.

Die Wasserkräfte in den französischen Alpen werden auf drei Millionen Pferdekkräfte geschätzt. Die großen Wasserkraftwerke an der Rhone, bei Genf und Lyon haben in diesen Gegenden eine auf Wasserkraftverwertung begründete gewerbliche Kultur geschaffen. Außer den Gewerben, die von alters her die Wasserkraft bevorzugen, Getreidemühlen, Holzsägewerke und Holzschleifereien u. s. w., sind es auch hier wieder, genau wie am Niagara, bestimmte chemische und metallurgische Industrien, welche die Wasserkraftverwertung nicht nur fördert, sondern geradezu hervorruft; so treffen in Lyon 85,000 Pferdekkräfte auf die Fabriken von Calcium-Carbid, Soda, Pottasche, Aluminium und Metallwaren.

In der Schweiz werden überhaupt an Wasserkraft, also nicht bloß für elektrische Uebertragung, 270,000 Pferdekkräfte verwendet, während 500,000 Pferdekkräfte noch zur Verfügung stehen. Die Wasserwerke in Schaffhausen und Hagened mit 12—16,000 Pferdekkräften geben Wechselstrom zu 6—7 Centimes, Gleichstrom zu 8—10 Centimes ab. Dies macht bei 3000 Arbeitsstunden im Jahr 130—200 Francs pro Pferdekraft.

In Schweden und Norwegen sind sehr günstige Bedingungen für Wasserkraftverwertung insbesondere in den Abflüssen der Seen vorhanden. Die Ausnutzung der Trollhättan-Fälle, des Njukanfos und des Sarpsfos stehen zurzeit auf der Tagesordnung. Auch in Schweden und Norwegen finden wir aber, daß die fabrik-industrielle Entwicklung auf Grund der Wasserkraftverwertung, bis jetzt wenigstens, eine einseitige, auf chemische Industrie, Holz- und Papierindustrie beschränkte Richtung einnimmt. An dem erwähnten Njukanfos mit 200 Meter Gefälle errichtet die Nordische elektrotechnische Ge-

sellschaft zurzeit große Werke für die Erzeugung künstlichen Salpeters nach dem Verfahren von Berkeland und Ende und hat eine Wasserkraft von 220,000 Pferdekraften hierfür zur Verfügung. Ein ähnliches Unternehmen, welches bei Notodden am Sarpsfos (45 Meter Fall) mit 30,000 Pferdekraften jährlich 20,000 Tonnen Salpeter erzeugen will, ist soeben in Christiania mit 7 Millionen Kronen Aktienkapital gegründet worden.

Erwähnt sei noch die Ausnutzung der Wasserkräfte des St. Lorenzstroms, der High-Fälle in Ottawa, der Necaya-Fälle in Mexiko, der Viktoria-Fälle in Südafrika, der Cluvern-Fälle in Indien, des Peñuela-Sees bei Valparaiso u. s. w.; Werke, die teils erst projektiert, teils schon ausgeführt oder wenigstens im Bau begriffen sind. Wenn die Entwicklung so weiter schreitet, dürften starke Verschiebungen in der auf Kraft-Erzeugung und -Verwertung begründeten wirtschaftlichen Kultur zu erwarten sein. Solange Kalifornien z. B. auf die teure Kohle angewiesen war, konnte sich keine Industrie entwickeln. Jetzt gibt es dort bereits 11 Wasserkraftwerke, und die Fabrikindustrie beginnt sich schon auszubreiten. Der Norden und Süden von Europa ebenso wie die Alpenländer gewinnen an Bedeutung gegenüber den Ländern der Tiefebene, und in Amerika sind es namentlich die Gebiete, die an den Abhängen der unter verschiedenen Namen Nord-, Süd- und Mittel-Amerika durchziehenden Kordilleren gelegen sind, welche für die Wasserkraftkultur in Betracht kommen. Insbesondere für das pazifische Nord- und Südamerika, wo die Wasserläufe bei dem raschen Abfall zur Küste ein starkes Gefälle haben, bieten sich günstige Aussichten für die Zukunft. Als ich im Sommer vorigen Jahres in Peru weilte, kam gerade ein Projekt auf die Tagesordnung, das mit dem zurzeit in Bayern viel diskutierten Projekte der Walchen-Rochelsee-Wasserableitung einige Ähnlichkeit hat, nur noch viel großartiger gedacht ist. Man will aus dem 3800 Meter hohen Titikakasee 100 Sek.-Kubikmeter Wasser nach dem pazifischen Teile hin sozusagen abzapsen, das Wasser in einigen Wasserfällen zum Stillen Ozean leiten, dabei 2 Millionen

Pferdekräfte gewinnen und die zurzeit wegen Trockenheit unfruchtbaren Gegenden von Südperu künstlich bewässern. Da aber die Randberge jenes Sees noch einige 100 Meter hoch sind, will man entweder das Wasser elektrisch hinüberpumpen oder durch einen Tunnel aus dem See leiten. Man will auch die peruanische Südbahn mit Hilfe dieser Wasserkräfte elektrisch betreiben. Ich habe diese Bahn, die vom Titikakasee nach der Küste führt und vorher auf die Höhe von nicht weniger als 14,666 Fuß aufsteigt, selbst befahren und ihre kühne Linienführung bewundert. Noch kühner — aber technisch vielleicht ebenso ausführbar wie die Eisenbahn — erscheint das Projekt, statt des Schienenstranges eine große Wasserableitung von dem Titikakasee nach dem Stillen Ozean zu bauen. Daß die Frage, die zwischen der Schweiz und Frankreich schon mehrfach von Bedeutung wurde und auch zwischen Bayern und Oesterreich noch zu Erörterungen Anlaß geben wird, nämlich, ob es angeht, aus einem Wasserreservoir — offenen oder unterirdischen — eines politischen Nachbargebietes Wasser auf das eigene Gebiet abzuleiten, nicht bloß in Europa eine Rolle spielt, zeigt gerade das Beispiel des Titikakasees. Dieser gehört zur Hälfte zu Bolivien und zur anderen Hälfte zu Peru, so daß die Peruaner sagen: „Der Titi gehört uns und der Kaka gehört den Bolivianern.“ Es läßt sich nun ganz gut denken, daß man einen solchen auf der Wasserscheide gelegenen See statt zum Amazonas und dem Atlantischen Ozean durch Anbohrung nach der pazifischen Seite abfließen läßt. Dabei handelt es sich bei diesem Projekte um die Schaffung einer ganz neuen Kultur, Erschließung nachgewiesener reicher Erzvorräte und Schaffung einer subtropischen Plantagenwirtschaft in einem weiten Gebiete, dem bisher nur das Wasser fehlte. An dem Maßstab so bedeutender Projekte gemessen, erscheinen Pläne, wie sie in Deutschland zurzeit erörtert werden, nicht so ungeheuerlich.

## VI.

In Deutschland ist eine Wasserkraftkultur modernen Stils, also mit elektrischer Kraftübertragung, noch so gut

wie nicht vorhanden. Von den am 1. April 1904 in deutschen Elektrizitätswerken erzeugten 434,882 Kilowatt kommen 341,248 auf Erzeugung mit Dampfbetriebskraft in 570 Werken und nur 14,547 Kilowatt in 109 Werken auf Erzeugung durch Wasserkraft.<sup>12)</sup> Einige größere, auf Wasserkraft begründete Elektrizitätswerke finden sich in Süddeutschland: Rheinfelden, Augsburg, München. In Bayern, nämlich in den Alpenvorbergen des südlichen Bayern mit seinen reichlichen Wasserabflüssen, sind unter allen deutschen Landesteilen die besten natürlichen Grundlagen für eine Wasserkraftkultur großen Stils vorhanden. Freilich, ein so konzentriertes Gefälle, wie es der Niagara-Fall darstellt, fehlt. Doch ließe sich wohl an manchen Stellen durch Anlegung von Talsperren ein konzentriertes Wassergefälle künstlich schaffen.

Die Projekte für die Ausnutzung des Gefälles der bayerischen Alpenflüsse, insbesondere der Isar, zu gewerblichen Arbeitszwecken gehen bis in den Anfang des vorigen Jahrhunderts zurück. Ich habe in einem im Polytechnischen Verein in München im Jahre 1897 gehaltenen und im Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt abgedruckten Vortrag<sup>13)</sup> auch auf diese Projekte hingewiesen und an mehreren Stellen dieses Aufsatzes die Wiederaufnahme und das erneute Studium dieser Pläne empfohlen. Während man aber bei der neueren bayerischen Kanalprojektierung auf einige der von mir in jenem Vortrage ausgegrabenen alten Pläne direkt zurückgriff, so z. B. mit der Idee, den

---

<sup>12)</sup> Elektrotechnische Zeitschrift vom 12. Januar 1905.

<sup>13)</sup> Wiederabgedruckt in der Schrift: Zoepfl: „Bayerische Schifffahrtsprojekte in alter und neuer Zeit, ein Beitrag zur deutschen Verkehrsgeschichte“, Nürnberg 1902 (s. bes. S. 74 ff.). Auch in den Denkschriften und Referaten des bayerischen Kanalvereins wurde seit mehr als 10 Jahren auf die Bedeutung der Anlegung von Sammelweihern, die Erzeugung eines gleichmäßigen Flußwasserstandes und auf die stets nach Möglichkeit anzustrebende gleichzeitige Verwertung der Wasserstraßengefälle für Schifffahrts- und Kraftzwecke gebührend Rücksicht genommen.

künftigen Donau-Main-Kanal in Steppberg in die Donau einmünden zu lassen, hat man bei den neueren Plänen zur Schaffung einer modernen Wasserkraftkultur im bayerischen Alpenvorlande meines Wissens bisher die hundertjährige Vorgeschichte dieser Pläne noch wenig beachtet. Ich darf deshalb, bevor ich auf die gegenwärtig auf der Tagesordnung stehenden Projekte von Wasserkrafterzeugung an der Isar eingehe, einige Worte über die älteren Projekte vorausschicken.

In der Beilage zur Allgemeinen Zeitung vom Jahre 1827 Nr. 130 wurde unter dem Titel „Kanalbau in Bayern“ ein interessanter Aufsatz über die Kanalverbindung Münchens mit dem Ammersee und mit der Donau anonym veröffentlicht. Aus dem Inhalte des Aufsatzes<sup>14)</sup> ergibt sich aber, daß der nachmalige Erbauer des Ludwigskanals, Frhr. v. Pechmann, der Verfasser dieses Artikels ist. Ein Hauptgesichtspunkt des Verfassers ist außer dem Schiffsfahrtsanschluß Münchens an die Donau die Schaffung von Wasserkraft zu gewerblichen Zwecken. Der Verfasser legt dar, daß für die schnell zunehmende Bevölkerung der Hauptstadt die gegenwärtige Zahl der Mühlen unzureichend sei, daß aber die zu Gebote stehende Wassermenge der Isar keine vermehrungsfähige sei. Der zunehmende Gewerbefleiß bedürfe einer viel größeren Wasserkraft, die durch einen Kanalbau geschaffen werden müsse. Es sollen 240 Kubikfuß Wasser aus der Ammer und der Würm genommen werden. Zu diesem Zwecke müßten in dem Einzugsgebiete der Flüsse Talsperren angelegt werden, wenn nicht schon von Natur, nämlich in dem Ammer- und Würmsee, solche vorhanden wären. Der Ammersee könne leicht 5 Fuß tiefer gelegt werden, könne aber auch um 2½ Fuß aufgestaut werden. Unterhalb des Würmsees seien bereits die Mühlwehre in Obermühlthal entfernt worden, um die dortigen Sümpfe auszutrocknen. Durch vollkommene Benutzung des dadurch gewonnenen Gefälles der Würm könne der See noch um 4 Fuß tiefer gelegt und dann

<sup>14)</sup> Und aus der Polemik, welche v. Baader im Hesperus, Stuttgart 1827, gegen diesen Aufsatz richtet!



durch ebenso viele wieder durch eine kleine Schleuse an seinem Ausfluß aufgestaut werden. Auf diese Weise werde in beiden Seen eine Wassermasse von beinahe 4000 Millionen Kubikfuß Wasser aufbewahrt, welche den Bedarf von 240 Kubikfuß in der Sekunde für ein volles Halbjahr, also für länger, als die Niederwasserzeit dauert, hinreichend decken könnte. Ein Schleusenbau bei Stegen am Ausflusse des Sees müsse hinzukommen, um die Ammer und Würm mit hinreichendem Wasser zu versehen. Auch die Loisach könne bei Johannistrain über Iffeldorf in den Würmsee geleitet werden, um eine noch größere Wassermenge zu gewinnen. Der Kanal von der Ammer zur Würm würde auf eine Länge von 62,200 Fuß (bayerisch) ein Gefälle von 336 Fuß erhalten. Von München ab wäre der Kanal im Tal der Ilm bis zur Donau fortzusetzen. Für die Strecke München-Ammersee wurde ein vollständiger Bauplan durch Pechmann ausgearbeitet, später auch für die Strecke von München zur Donau; 1830 war das Projekt ausgearbeitet und wurde vom König Ludwig I. zur Ausführung bestimmt nach Fertigstellung des Donau-Main-Kanals.

Während es sich bei diesen fast hundert Jahre alten Projekten um die Ableitung des Wassers aus Würmsee und Ammersee zu Schiffahrts- und Kraftgewinnungszwecken handelt, treten bei den neuesten Projekten in Südbayern zwei andere höhere Gebirgsseen, nämlich der Walchen- und der Kochelsee, in den Vordergrund. Wenigstens ist dies bei dem zurzeit am meisten erörterten Projekte, dem Donatschen, der Fall, welches durch eine Broschüre<sup>15)</sup> zur öffentlichen Diskussion gestellt ist und welches deshalb im nachfolgenden besonders hervortritt. Der Ausgangspunkt des Projektes ist der, das Isartal zwischen Balgau und Vorder-

---

<sup>15)</sup> v. Donat: Die Kraft der Isar. München 1906. Oskar v. Miller hat in der Festschrift für die Versammlung deutscher Ingenieure 1903 wohl zuerst eine zusammenfassende Studie über die südbayerischen Wasserkräfte veröffentlicht. Ueber das von dem Donatschen Plane etwas abweichende Projekt einer Walchen-Kochelsee-Kraftzentrale von Schmid (Darmstadt) und Fischer (Reinau) war mir im Buchhandel keine Publikation erhältlich.

riß durch eine Talsperre in einen See zu verwandeln, aus diesem mittels eines Tunnels das Wasser nach dem Walchensee und durch einen zweiten Tunnel nach dem Kochelsee zu führen, außerdem noch den Ribbach mittels eines Kanals in den See zu leiten. Das Resultat soll, wie es in der Donatschen Schrift heißt, eine Kraftgewinnung sein, wie sie in Europa und selbst am Niagara noch nicht erreicht ist, also „Niagara-Kultur“ größten Stils in Deutschland! In dem Tunnel von der Isartalsperre zum Walchensee ergibt sich wegen der höheren Lage der ersteren ein Gefälle von rund 55 Meter mit 32 Sekunden-Kubikmeter Wasser, womit in dem hier anzulegenden Kraftwerke eine Kraft von 20,000 Pferdekraften erzeugt werden soll. Den zweiten Tunnel vom Walchensee zum Kochelsee sollen 35 Sekunden-Kubikmeter passieren bei 200 Meter Gefälle, wodurch eine Kraftstation von 79,200 Pferdekraften ermöglicht würde. Der Verfasser der Projektschrift erklärt, daß selbst Amerika im Niagara fertig zurzeit nur ein halb so großes Werk besitze, während das größte Kraftwerk in Europa, das in Bizzola in Italien, nur 20,000 Pferdekraften zur Verfügung habe. Der Vergleich mit den Niagara-Works trifft nicht ganz zu. Denn der Werkkanal der Niagara Falls Power Company auf der Vereinigten Staaten-Seite des Stromes betreibt zwei Kraftwerke von je 50,000 Pferdekraften und der Werkkanal der Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Company hat in den Stahlrohren seines Klippenabsturzes zum Fuße des Niagara-Falles eine Arbeitsfähigkeit von mindestens 100,000 Pferdekraften, wovon im Laufe des Jahres 1906 wenigstens 70,000 nutzbar gemacht werden. Daß die Werke auf der kanadischen Seite nach ihrem vollständigen Ausbau noch wesentlich leistungsfähiger sein werden, wurde oben dargelegt. Der Verfasser des bayerischen Projektes glaubt durch Zuführung entsprechender Reservegewässer die Leistungsfähigkeit seiner Kraftwerke auf 100,000 Pferdekraften unbedingt sicherstellen zu können. Es handelt sich also tatsächlich um ein Projekt, mit dem auf der ganzen Erde nur die

von mir geschilderten Kraftzentralen am Niagara-Falle zurzeit in Vergleich gestellt werden können. Wie weit das bayerische Projekt vom technischen Standpunkt aus durchführbar ist, d. h. von dem ausschlaggebenden ökonomischen Gesichtspunkte aus mit einem die Rentabilität sichernden Kostenaufwande technisch durchführbar ist, das kann ich als Nichttechniker nicht beurteilen. Bei einem Vergleich mit den Niagara-Kraftwerken fallen freilich auch dem Nichttechniker einige erhebliche Unterschiede auf. Das konzentrierte Gefälle des Niagara ermöglicht die Anlage sehr kurzer Werkkanäle oder Tunnels, mit denen das Wasser lediglich von einem Punkt des Oberspiegels des Falles zum Unterspiegel geführt wird; hier wird das Wasser einfach in dem tief eingeschnittenen Bett des Flusses wieder aufgenommen und fortgeführt. Der größte Werkkanal und Tunnel der Kraftzentralen hat eine Länge von 1700 Fuß (Kanal) und 7000 Fuß (Tunnel) bei einem Gefälle von 136 Fuß. Bei dem bayerischen Werke hat der erste Tunnel eine Länge von 3800 Meter und der zweite eine solche von 1080 Meter. Das Wasser, das durch die Talsperre künstlich konzentriert wird, soll dem kleinen Abfluß des Walchensees, der Loisach, zugeführt werden, und es muß zur Regulierung des Wasserstandes der Loisach abermals eine regulierende Talsperre im Loisachtale angelegt werden. Damit soll aber auch der Isarwasserstand reguliert werden, während jetzt Hoch- und Niederwasser in großen Extremen wechseln. Die gleichmäßige Gestaltung des Isarwassers würde auf den Donauwasserstand günstig wirken und damit der Donauschiffahrt zugute kommen. Eine gleichmäßiger fließende Isar würde nach der Ansicht v. Donats eine Kanalisierung der Isar ohne Seitenkanäle gestatten. Die kanalisierte Isar würde weitere Kraftzentralen aufweisen, so daß an jeder dieser Schleusen etwa 6000 Pferdekkräfte gewonnen werden können. Diese Annahme schränkt der Verfasser selbst in einer Anmerkung hierzu wieder ein. Die Erfahrung an anderen kanalisierten Flüssen mit regem Schiffsahrts- und Floßverkehr sprechen auch gegen diese Annahme. Eine gleichmäßige Gestaltung der Wasserführung der Isar würde

die derzeitigen Kraftwerkanlagen an diesem Fluß, die unter Hochwasser leiden und andererseits Dampfreserve besitzen müssen, in ihrer Leistungsfähigkeit bedeutend — nach der Ansicht v. Donats auf das Dreifache — erhöhen. Die Annahme, daß von den 300 Meter Gefälle zwischen Kochelsee und der Donau 200 Meter aus der Isar für Kraftzwecke benutzt werden und damit weitere 200,000 Pferdekräfte gewonnen werden können, läßt eine Berechnung des Wasserverbrauchs für die Durchschleusung der Schiffe und Flöße, die ja nach der Perspektive Donats in hohem Maße stattfinden soll, und sonstige kanaltechnische Details vermissen. Es wäre dies wichtiger als die weitere Ausführung über den „stattlichen Marstall von 300,000 weder Hafer noch Kohlen fressenden, niemals müden, 24 Stunden am Tag arbeitenden, nie lahmen, nie hockenden oder streikenden — unsterblichen Gäulen“. Man hat in Frankreich die Wasserkraft „weiße“, auch „grüne Kohle“ genannt und die wirtschaftliche Bedeutung der weiß-grün schäumenden Wasserfälle damit gar nicht schlecht ausgedrückt; aber die Bezeichnung „nie hockende, unsterbliche Gäule“ ist wohl doch etwas zu kühn! Doch wäre es engherzig, durch solche kleine Entgleisungen sich in der objektiven Würdigung eines an sich großgedachten Projektes heirren zu lassen. Wenn es sich technisch und wirtschaftlich als ausführbar erweist, wird dieses Projekt jedenfalls zu den scheinbar kühnen, modernen Ideen zu rechnen sein, welche das dem Weltverkehr etwas entlegene Bayern recht gut brauchen kann. Sind die Ideen wirklich gut, dann dringen sie auch durch. Vor 15 Jahren hat Prinz Ludwig von Bayern in der bayerischen Reichsratskammer die unstrittig gute Idee der Mainkanalisierung mit der Sachkenntnis eines Fachmannes begründet. In erster Linie der Großschiffahrt dienend ist dieses Projekt auch für die Wasserkraftverwertung in Bayern von Bedeutung. Prinz Ludwig fand Anhänger, die sofort für das damals noch neue und vielfach verblüffende Projekt eintraten, er fand aber auch Gegner und Hindernisse. Schließlich siegte aber die gute Idee doch, und in diesen Tagen wurde endlich durch

Staatsvertrag die Fortsetzung der Mainkanalisierung bis Aschaffenburg, womit sich die weitere Fortsetzung von selbst ergibt, gesichert. Ich bin fest überzeugt, daß nach weiteren 15 Jahren auch große Wasserkraftwerke im südlichen Bayern bestehen werden, sei es auf Grund des Donatschen, Fischerschen oder irgend eines anderen Projektes!

## VII.

Die ausschlaggebenden wirtschaftlichen Grundlagen des bayerischen Projektes sind aber — bis jetzt wenigstens — noch ein wenig dürftig. Eine Bemerkung, die v. Donat, der Verfasser der Projektschrift, bezüglich der Fracht auf der kanalisierten Isar voraussieht, fordert sogleich die Kritik heraus. Es heißt da, daß der Wassertransport nur  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$  der Eisenbahnfracht koste; das ist — leider — ein großer Irrtum! Selbst als vor etwa 20 Jahren die Kanalbewegung in Deutschland einsetzte und die Eisenbahntarife noch viel höher waren, betrug der Unterschied bei den ausschlaggebenden Massengütern niemals das Fünf- bis Sechsfache. Nun haben sich aber in der neuesten Zeit die Frachtsätze der Eisenbahntarife derartig nach unten entwickelt, daß bei den ausschlaggebenden Massengütern der Unterschied zwischen Eisenbahnfracht und Schiffsfracht nur noch gering ist. Freilich ist auch diese geringe Differenz noch von großer wirtschaftlicher Tragweite. Der Eisenbahn-Rohstofftarif, wozu auch die Kohlen gehören, und andere Ausnahmetarife zu Spezialtarif III, Tarife für Zucker, Eisenerz, Zement u. s. w., weisen bei längeren Entfernungen einen Frachtsatz von etwa 1,5 Pfg. pro Tonnen-Kilometer auf. Bei der Großschiffahrt (600—1000 Tonnen-Schiffe!) rechnet man einen Frachtsatz von etwa 0,5 Pfg. pro Tonnen-Kilometer. Dazu kommt bei künstlichen Kanälen, die sich verzinsen sollen, eine Gebühr pro Tonnen-Kilometer, so daß sich eine Schiffsfracht von etwa 0,5 bis 1,0 Pfg. gegenüber einer Eisenbahnfracht von etwa 1,5 Pfg. bei den wichtigsten Massengütern ergibt. Von

$\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$  der Eisenbahnfracht, welche die Schiffahrt kosten soll, kann also keine Rede sein. Bei neuen Kanalbauten muß vielmehr sehr genau darauf gesehen werden, daß die Wasserstraße gegenüber der Eisenbahn keinen größeren Umweg macht, sonst ist die Wasserstraße gegenüber der Eisenbahn bei Massengütern oft nicht mehr konkurrenzfähig. Der Umweg absorbiert dann den Frachtunterschied, und die technisch schönste Wasserstraße hat dann gegenüber der Eisenbahn einfach keine Existenzberechtigung. Bei einem Frachtsatzverhältnis z. B. von 0,8 Pfg. (Wasserstraße) zu 1,5 Pfg. (Eisenbahn) pro Tonnen-Kilometer darf die Wasserstraße schon keinen doppelten Weg als die Eisenbahn machen, weil sie sonst ebenso teuer verfrachtet wie diese. Die Isarschiffahrt soll nach dem Donatschen Projekte Rohstoffe, an denen Oberbayern Mangel leidet, heranbringen, man darf aber wohl fragen, woher diese per Schiff kommen sollen. Es kämen höchstens Oesterreich-Ungarn und die Süddonauländer in Betracht, während zum Main hin zurzeit wenigstens ein leistungsfähiger Schiffahrtsanschluß auch für die Isar fehlt. Ob man einen solchen noch bauen würde, wenn die großen Vorteile der Wasserkraftkultur auf Grund des Donatschen oder einiger anderen großen Projekte in Bayern der Darstellung Donats entsprechend sich ausbreiten würden, könnte man fast bezweifeln. Soll doch nach der Donatschen Darstellung nahezu der ganze Kohlenimport Bayerns schon durch das eine große Kraftwerk am Walchen-Kochelsee und die daran anschließende Isar-Kanalisation mit ihren Kraftzentralen durch Wasserkraft ersetzt werden. Die Kohlen werden aber eine der wichtigsten Verkehrsgrundlagen für ein Main-Donaukanalprojekt bilden. Zu welchen Tarifen die Eisenbahnen in Bayern künftig Güter befördern können, wenn sie die motorische Kraft von den Wasserkraftzentralen des Gebirges bekommen, ist gleichfalls ein für den Kanalbau wichtiger Umstand. Freilich wird man bei einem modernen Kanal gleichfalls an elektrischen Schiffszug mit Hilfe von Wasserkraft denken. In dem Donatschen Schriftchen werden 100,000 Pferdekräfte, wie sie an der

Startalsperre bezw. den Seetunnels gewonnen werden, als hinreichend bezeichnet, um den elektrischen Betrieb auf den gesamten rechtsrheinischen bayerischen Eisenbahnen einzuführen. Von Kochel bis Hof bezw. Aschaffenburg seien in der Luftlinie 300 Kilometer. In Nordamerika werde die elektrische Energie bereits auf weitere Entfernung übertragen, und die Verluste von höchstens 15 Proz. könnten bei der außergewöhnlichen Billigkeit der Kraft wohl mit in den Kauf genommen werden. Tatsächlich ist, daß die elektrische Kraft vom Niagara-Fall bis Syracuse auf 200 Meilen à 1609 Meter geleitet wird, das wären also 381 Kilometer. Der Verfasser findet aber selbst ein Bedenken darin, das ganze bayerische Eisenbahnnetz von einem Wasserkraftwerk aus mit Kraft zu versehen, und verweist auf andere Wasserkräfte in den Alpen und in den nördlichen Gebirgen Bayerns, die für die Eisenbahn auch noch zur Verfügung stehen, und will einen Teil seiner Kraft-erzeugung auch an die Industrie abgeben. Ein Hauptgesichtspunkt bleibt dabei der Ersatz von Kohle, wofür Bayern jährlich 90 Millionen Mark über seine Grenze schicke. Das ist sehr beweiskräftig; daß aber solche Summen von jährlichen Gewinnen kapitalisiert werden, wobei sich Summen von Milliarden ergeben, um den Nutzen des Werkes darzulegen, ist um so anfechtbarer, als sich andererseits über Anlagelkosten der Kraftwerke und besonders der Kraftleitungen fast nichts und über Betriebsausgaben gar nichts in dem Schriftchen findet. Es werden nur die Anlagelkosten der großen Kraftzentralen am Walchen-Kochel-see berechnet und zwar mit 15 Millionen Mark, so daß jede der 100,000 Pferdekkräfte auf 150 M käme. Auch sonst fehlen in wirtschaftlicher Beziehung die Grundlagen für eine Rentabilitätsberechnung. Es wird nur allgemein erwartet, daß sich die Anwendung der Elektrizität in ganz Bayern auf Landwirtschaft, Handwerk und Industrie ausdehne. Es wird gehofft, daß man im Wettersteingebirge wertvolle Erze finden werde, und daß die ganze Stadt München die erste große Stadt sein werde, die elektrische Heizung erhalte. Das ist alles noch sehr der Ergänzung bedürftig, und viel-

leicht hat Donat selbst die Absicht, diese Ergänzung noch zu liefern.

### VIII.

Nur auf einen Punkt geht v. Donat etwas näher ein, nämlich die Herstellung von Luftstickstoff, der an Stelle von Chile-Salpeter als Düngemittel gebraucht und mit Hilfe der billigen Elektrizität hergestellt werden soll. Das ist tatsächlich ein sehr wichtiger Gesichtspunkt. Hier handelt es sich um eine jener speziell für Wasserkraft in Betracht kommenden chemischen Industrien, der es inmitten des landwirtschaftlichen Südbayern und sonst in Deutschland sicher nicht an Absatz fehlen kann, wenn sie billiger liefert als die Konkurrenz. Das ist nun freilich noch genauer zu untersuchen. Was in dem Donatschen Schriftchen steht, ist nur zum Teil richtig. Ich habe in einem meiner letzten Berichte, die ich über meine Reisen im pazifischen Südamerika an das Auswärtige Amt erstattet habe, die Entwicklung, die Lage und die Aussichten der chilenischen Salpeterindustrie auf Grund eigener Erhebungen in dem Industriegebiete dargestellt und kann hier auf diesen durch den Buchhandel erhältlichen Bericht verweisen.<sup>10)</sup> Wenn Donat sagt, daß die Salpeterlager Chiles im Jahre 1923 erschöpft sein werden, daß andere auf der Erde nicht entdeckt, höchst wahrscheinlich nicht vorhanden sind, so ist das größtenteils richtig. Neuerdings sind freilich auch in Peru und Kalifornien Salpeterlager aufgefunden worden, die später vielleicht noch abbauwürdig werden. Schwer verständlich ist, was Donat meint, indem er schreibt: „Die Nötigung, zum früheren, schier vergessenen Salpeterplantagenbau zurückzukehren, wäre eine enorme wirtschaftliche Schädigung.“ Die Annahme v. Donats, daß er Salpetersäure aus dem Stickstoff der Luft mit elektrischer

<sup>10)</sup> „Berichte über Handel und Industrie.“ Zusammenge stellt im Reichsamt des Innern, Berlin, C. Heymanns Verlag. Bd. IX. Heft 5 vom 15. März 1906: „Die Salpeterindustrie Chiles und ihr Kartell; Entwicklung, Lage und Aussichten“.



Kraft so billig gewinnen könne, daß der Luftsalpeter höchstens ein Sechstel, wahrscheinlich nur ein Zehntel des Chilesalpeters kosten werde, ist leider irrig. Bis jetzt stand einer allgemeineren Verdrängung des Chilesalpeters durch den künstlichen Salpeter gerade die Tatsache entgegen, daß der letztere trotz der bedeutenden Fracht, die auf dem Chilesalpeter liegt, noch etwas teurer kam als dieser. Am Niagara-Fall, wo doch gewiß die denkbar günstigsten Vorbedingungen für die billige Erzeugung elektrischer Energie vorhanden sind, hat man schon vor einigen Jahren ein Werk für die Herstellung von künstlichem Salpeter mit einigen Millionen Dollars errichtet. Das der Atmospheric Products Company gehörige Werk erzeugte nach dem Verfahren von Bradley und Loweyon Salpeter aus der Luft. Als ich aber im September vorigen Jahres gerade dieses Werk, das mich sehr interessiert hätte, besuchen wollte, wurde mir gesagt, daß es schon seit Ende 1904 seinen Betrieb eingestellt habe, weil das Produkt nicht konkurrenzfähig war. Nun weiß ich wohl, daß inzwischen neue Erfindungen von Frank, Birkeland, Eyde und Guye gemacht wurden,<sup>17)</sup> und habe auch schon erwähnt, daß man in Italien und Schweden neue Werke für die Herstellung künstlichen Salpeters errichtet hat. Es steht zu hoffen, daß nicht auch diese neuen Werke wieder geschlossen werden müssen wegen Konkurrenzunfähigkeit. Das wäre um so mehr zu bedauern, als die Salpeterkonsumenten durch den Trust zurzeit stark ausgebeutet werden. Aber man darf — wie ich schon in dem erwähnten Bericht über die Salpeterindustrie Chiles betont habe — nicht vergessen, daß der natürliche Chilesalpeter noch ziemlich im Preise herabgehen kann. Zurzeit ist er abnorm hoch infolge der Politik des Salpetertrustes, der sich vermutlich nicht mehr lange halten wird. Sowie der künstliche Salpeter ernstlich in Wettbewerb tritt, wird der jetzt sehr hohe Preis unter Sprengung des Trustes wesentlich herabgedrückt werden, und dann bleibt immer noch die Möglichkeit, daß die Chile-

17) Näheres s. W. Ramsay: „Bindung von Stickstoff“ in der Beilage zur Allgemeinen Zeitung vom 22. Februar 1906.

nische Regierung, um die wichtigste Industrie ihres Landes zu halten, auf den zur Zeit erhobenen Salpeterexportzoll wenigstens zum Teil verzichtet und damit dem Handel einen neuen bedeutenden Spielraum für die Preisherabsetzung gibt; zur Zeit beträgt dieser Exportzoll ungefähr ebensoviel wie die Selbstkosten der Produzenten! Alles Nähere über diese Verhältnisse kann in dem erwähnten Berichte nachgelesen werden. Auch ich bin der Ueberzeugung, daß der künstliche Salpeter noch vor der Erschöpfung des chilenischen Materials dieses ersetzen wird, und halte die Idee, eine Industrie für künstlichen Salpeter in Südbayern ins Leben zu rufen, für ausgezeichnet; aber jetzt schon von dem künstlichen Salpeter als einem Produkt zu sprechen, das nur ein Sechstel bis ein Zehntel des Chilealpeters kostet, das geht denn doch nicht an. Ebenso ist der nächste Satz Donats zu beanstanden, daß Luftsalpeter besser für den Pflanzenwuchs sei als Chilealpeter. Wenn ich von beteiligten Personen richtig informiert bin, verhält sich die Sache gerade umgekehrt, da der künstliche Salpeter namentlich die jungen, zarten Frühjahrsaaßen ziemlich angreifen soll und deshalb der natürliche Salpeter hierfür seine Bedeutung nur nach beträchtlicher Verbilligung des künstlichen Materials verlieren wird. Wenn Donat schließlich die ganze bayerische Landwirtschaft mit Hilfe des elektrischen Luftsalpeters zu „ungeahnter, jede frühere Glanzperiode weit überstrahlender Blüte“ emporsteigen läßt, so ließe sich auch dagegen manches sagen. Die Agrarfrage läßt sich mit der Verschreibung billigen Salpeters a l l e i n ebenso wenig lösen, wie sich etwa ein chronisches Magenleiden durch Somaatose heilen läßt.

So viel über das Donatsche Projekt! Es liegen aber neben diesem noch verschiedene andere vor betreffs der Ausnützung der Wasserkraft in dem bayerischen Alpenvorlande. O s k a r v. M i l l e r soll schon im Jahre 1903 ein sehr beachtenswertes Projekt für eine Isar-Rochelsee-Ableitung mit 100,000 Pferdekraften aufgestellt haben. Ferner existiert ein Projekt von S c h m i c k in Darmstadt, das nach Zeitungsnotizen in ganz ähnlicher Weise wie das Donatsche gedacht

sein, aber nur 22,600 Pferdekkräfte gewinnen soll.<sup>18)</sup> Die national-ökonomischen Gesichtspunkte sind für alle diese Projekte die gleichen, wie ich sie für das Donatsche Projekt darzustellen versucht habe. Die bayerische Regierung hat erklärt, daß sie diese Projekte prüfen und überhaupt der Frage der Wasserverwertung zu Kraftbetrieben das große Interesse zuwenden wolle, das sie verdiene. Das ist sehr erfreulich! Nach einer Mitteilung des Regierungsvertreters in der Sitzung des Finanzausschusses vom 15. März 1906 ist eine Regierungskommission zurzeit damit beschäftigt, Aufnahmen über die vorhandenen Wasserkräfte in Bayern und deren Verwendungszwecke zu machen.<sup>19)</sup> Die Wasserkräfte der Isar sollen von dem Verkehrsministerium in Anspruch genommen werden. Die Donatschen und Schmidschen Projekte sollen dabei in Erwägung gezogen werden. Die in Südbayern vorhandenen Wasserkräfte, und zwar an öffentlichen Flüssen, wurden von dem Oberbaudirektor auf 300,000 Pferdekkräfte geschätzt. Hierzu kämen noch 100,000 Pferdekkräfte, die durch Ueberleitungen gewonnen werden könnten. Von den letzteren seien hauptsächlich zu nennen: 20,000—25,000 Pferdekkräfte durch Ueberleitung der Isar zum Walchensee, 37,500 durch Ableitung der Alz zur Salzach, 5000 durch Ausnützung der Iller unter Benutzung des Alpses, 9000 unter Benutzung des gleichen Flusses und des Bandlensees.

Würde die Ausnützung der Privattätigkeit überlassen, so sei auf eine jährliche Gebühr von 3 bis 3.50 M pro Pferdekraft zu rechnen, sonach auf etwa 900,000 M Einnahme im Jahre. Damit wäre aber doch nur die fiskalische Seite der Frage erledigt, die doch nicht ausschlaggebend ist.

---

<sup>18)</sup> Näheres hierüber dürfte in dem Vortrag von Fischer-Reinau „Die Wasserkräfte der bayerischen Alpen“, der im Polytechnischen Verein in München gehalten wurde, gesagt worden sein. Im Buchhandel ist der Vortrag aber nicht zu bekommen.

<sup>19)</sup> Näheres über die in Bayern bereits vorhandenen Wasserkraftanlagen siehe R.-Def. d. techn. Betriebskr., S. 140 ff. Der verdiente Leiter des bayerischen hydrotechnischen Bureaus Hensel hat eine Denkschrift hierüber in Aussicht gestellt.

Bei den Iſarwerken in München koſtet zurzeit die Pferde-  
kraft 200 M, bei den ſtädtiſchen Werken 1600 M pro Jahr.  
Man ſieht auch hieraus, unter welchen günſtigen Bedingun-  
gen man am Niagara, wo die Pferdekraft 20—30 Dollars  
koſtet, arbeitet. Bei dem Donatschen Projekt ſoll die  
Pferdekraft freilich noch viel billiger, nämlich auf 30 M (!)  
in München, kommen. Mit Recht bezeichnet der Abgeord-  
nete Pichler im Finanzausſchuſſe der bayeriſchen Abge-  
ordnetenſammer den Reichtum Bayerns an Waſ-  
ſerkraft als einen Vorzug gegen über allen  
anderen deutſchen Gebieten und als einen „Aus-  
gleich gegen den Mangel an ſonſtigen Natuſchätzen“.

## IX.

Wenn man, wie ich es den bayeriſchen Projekten gegen-  
über getan habe, in den Fragen der Waſſerkraftverwertung  
einen die Oekonomik neben der Technik ſtreng betonenden  
kritiſchen Standpunkt einnimmt, ſo darf man des-  
halb doch nicht als Gegner der auf ausgiebige Waſſerkraft-  
verwertung gerichteten Beſtrebungen angeſehen werden. Zu  
verurteilen ſind nur alle die glatten, gar ſo einfachen Be-  
gründungen, die bei dieſen Fragen oft mit unterlaufen, die  
Multiplizierung der als vorhanden angenommenen Waſſer-  
kräfte mit einer gewiſſen gleichfalls lediglich angenom-  
menen Wertſumme für eine Pferdekraft, die Kapitaliſierung  
dieſer Summe zu einem oft viele Milliarden betragenden  
Kapital, durch das der Nationalreichtum vermehrt werden  
ſoll und ähnliches. Wieviel Millionen Pferdekräfte kann  
man dadurch berechnen, daß man alle Flüſſe der Erde, auch  
den Amazonas u. ſ. w., hernimmt und ſie kanaliſiert  
denkt.<sup>20)</sup> Das eine wird man nie vergeſſen dürfen, daß  
eine Kraftquelle — wie jedes wirtſchaftliche Gut — über-

---

<sup>20)</sup> Für den Rhein iſt ſchon von E. Herrmann: „Prinzipien der  
Wirtſchaft“, Wien 1873, die Berechnung gemacht worden, daß vom  
Bodenſee bis zur Mündung 620,000 PS gewonnen werden können.  
Ein neueres Projekt will durch einen Rheinkanal vom Bodenſee bis  
Mainz 1½ Millionen PS. gewinnen und gleichzeitig die Großſchiff-  
fahrt bis zum Bodenſee ermöglichen.

haupt nichts wert ist, wenn keine Gelegenheit zur wirtschaftlichen Verwendung, zu dem Angebot keine Nachfrage vorhanden ist. Alle die theoretischen Berechnungen, bei denen der Wert einer Pferdekraft auf so und so viel 100 oder 1000 M angesetzt wird, sind also sehr vorsichtig aufzunehmen. Es können an einer Stelle Tausende von Pferdekraften einen Nullwert haben und an einer anderen ein paar hundert Pferdekraften einen sehr hohen Wert darstellen. Das Projekt, die Wasserkraft des oberen Nil elektrisch nach Kairo zu leiten, mußte wieder aufgegeben werden, weil es sich herausstellte, daß es billiger komme, in Kairo Kohlen von England zu beziehen und Dampf zu erzeugen. Wenn man nicht bloß in allgemeiner Propaganda zur Bewertung der Wasserkraft anregen will, was aber jetzt kaum mehr nötig sein dürfte, sondern bestimmte Projekte begründen will, so wird man einer Wasserkraft einen ziffermäßigen Wert nur dann zusprechen können, wenn man diesen auf dem Mietpreis aufbaut, der von bestimmten vorhandenen oder sicher zu erwartenden wirtschaftlichen Betrieben und sonstigen Verbrauchern in Aussicht steht; man kann in einem gewissen Maße dann auch noch den Zuwachsgebrauch durch noch unbestimmte erst zu erweckende wirtschaftliche Betriebsamkeit berücksichtigen und dafür eine gewisse Quote, vielleicht 15—20 Prozent des berechneten sicheren Verbrauches, hinzuschlagen. Ähnlich verfährt man ja auch bei Kanalprojekten, wenn diese über das Stadium der allgemeinen Propaganda hinausgekommen sind. Man kann auch da eine Rentabilitätsberechnung nur auf den bestehenden Verkehr aufbauen und für den Zuwachsverkehr schätzungsweise eine Quote hinzufügen. Es wird aber niemand einfallen, einen Kanal lediglich auf den erst zu erwartenden Verkehr hin wirtschaftlich zu begründen. Ähnlich wird man wohl auch bei den Rentabilitätsberechnungen der Wasserkraftanlagen verfahren müssen. Auch bei dem Niagara-Falle bot das sichere Kraftbedürfnis von Buffalo die erste wirtschaftliche Grundlage für die Kraftstation. Freilich läßt gerade die Entwicklung der Kraftverwertung des Niagara-Falles erkennen, daß der Zuwachs neu geweck-

ter wirtschaftlicher Betriebsamkeit unter günstigen Verhältnissen in kurzer Zeit sehr bedeutend werden kann.

Wie weit überhaupt Maschinenarbeit die animalische, menschliche und tierische mit Vorteil ersetzen kann, hängt außer der Billigkeit auch von der Qualität der Arbeit ab, besonders in Landwirtschaft und Kleingewerbe. Bis jetzt haftet der durch die Wasserkraft geschaffenen wirtschaftlichen Kultur eine gewisse Einseitigkeit an. In der Industrie sind es Betriebe, welche besonders billige Kraft zu ihrer Existenz brauchen, hauptsächlich die chemische und metallurgische Branche, dann auch die Papier- und Holzstofferzeugung, und auf dem Gebiete des Verkehrs wesens sind es die Stadt- und Kleinbahnen, wofür sich die elektrische Wasserkraftübertragung bewährt hat. Dazu kommt die Hausindustrie, weniger das Handwerk und die Landwirtschaft<sup>21)</sup> und dann das ganze Gebiet der Beleuchtung. Auf anderen Gebieten ist man vielfach noch im Stadium des Versuches. Es hat aber den Anschein, daß sich die Wasserkraftkultur immer mehr ausdehnen wird.

Bei Rentabilitätsberechnungen kann man die direkten und die indirekten Betriebskosten unterscheiden; die ersteren bestehen aus:

- a) Kosten für Erzeugung des elektrischen Stromes;
- b) Kosten für Unterhaltung und Reparatur;
- c) Kosten für Bedienung.

Die indirekten Betriebskosten bestehen aus den Posten für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals. Bei einer genauen Untersuchung ist wohl im Auge zu behalten, welche wirtschaftlichen Betriebe nicht bloß die Kosten für die Pferdekraftstunde, sondern auch die Anschaffungskosten des Elektromotors, die für eine Pferdekraft 500 M, für fünf Pferdekräfte schon 1300 M betragen, leisten können; Bedienungs- und Unterhaltungskosten der Elektromotoren sind geringfügig. Der Kraftverlust, der schon normalerweise für Dynamo, Leitung und Motoren 25 Proz. beträgt,

<sup>21)</sup> Siehe R.-Def. der technischen Betriebskr., S. 26 ff., S. 174 ff. und S. 206 ff.

wird von immer größerer Bedeutung, je weiter die Stromleitung erfolgt. S I a b η hat es noch vor einigen Jahren als nicht ökonomisch bezeichnet, elektrischen Strom über 50 Kilometer weit zu leiten. In neuester Zeit wird man eine größere Entfernung annehmen dürfen.<sup>22)</sup> Bisher war die Entfernung für die Kraftübertragung 40 Kilometer am Niagara-Fall, 56 Kilometer in Kalifornien, 20 Kilometer in Brescia, 25 Kilometer in Zürich u. s. w. Erst in allerneuester Zeit sind größere Entfernungsleitungen ausgeführt oder wenigstens zurzeit in Ausführung begriffen, so von Niagara Falls nach Syracuse, dann die Linie Colgate-Dakland in Kalifornien, mit 225 Kilometer, Stockton-San Francisco mit 235 Kilometer und Sabla-San Francisco mit 370 Kilometer.

## X.

An den Nationalökonomien, der auch mit der Gegenwart Fühlung hält, stellt die Entwicklung der Wasserkraftverwertung als einer neuen Grundlage unserer wirtschaftlichen Produktion eine Reihe von Aufgaben, die durch das Grenzgebiet von Technik und Nationalökonomie, nämlich der Dekonomie, auf das weite Feld der Wirtschafts- und Sozialpolitik hinüberführen. Auch der theoretische Streit über kapitalistische oder sozialistische Gesellschaftsordnung würde gut daran tun, auf die im wahrsten Sinne des Wortes „treibenden“ Kräfte der Volkswirtschaft sein Augenmerk zu richten. Es ist jedenfalls eher zu erwarten, daß der Mensch der Zukunft „eine Treibkraft haben wird, die fast nichts kostet“, als daß er seine egoistischen Triebe von Grund aus ändert. Ohne von solchen technischen Fortschritten zu viel zu erwarten, wird sie doch der Sozialpolitiker bei seinen Erwägungen und Hoffnungen nicht außer acht lassen dürfen. Dabei ist zu beachten, daß dem abstrakten Techniker vieles nicht als utopisch erscheint, was für

<sup>22)</sup> Vergl. N.-Zf. der technischen Betriebskr., S. 61 und S. 95; Luch: „Die Grenzen der wirtschaftlichen Rentabilität elektrischer Kraftübertragungsanlagen“ im Sozialpolitischen Zentralblatt, 3. Jhrg.

den Nationalökonomien, „wenigstens zunächst noch“, aus ökonomischen Gründen eine Utopie ist. Kohlrusch<sup>23)</sup> sagt im Hinblick auf die seines Erachtens künftig zu erwartende direkte Verwertung der Sonnenwärme als Kraftquelle: „Das einzig sichere Kriterium der Utopie ist ein Widerspruch mit den Energiegesetzen.“ Wenn wir den Grundsatz der Ökonomie, das „Prinzip des kleinsten Kraftmaßes“ oder der größten Leistung auf dem billigsten Wege noch in den Begriff „Energiegesetze“ subsumieren dürfen, obwohl es sich hier nicht um ein Gesetz im naturwissenschaftlichen Sinne handelt, dann kann man den Satz von Kohlrusch wohl unterschreiben.

Wenn Kohlrusch die direkte Verwendung der Sonnenwärme als eine Kraftquelle der Zukunft nach Erschöpfung der Kohlenlager als nicht utopisch bezeichnete, so hat er inzwischen durch die Praxis Recht bekommen. In Kalifornien funktionieren bereits seit einigen Jahren große Sonnenmotoren<sup>24)</sup> und auf der Ausstellung in St. Louis wurden sie der ganzen Welt vorgeführt. Es werden bei diesen Motoren die Sonnenstrahlen in riesigen Brenngläsern, um diesen allgemein verständlichen Ausdruck zu gebrauchen, eingefangen und damit Wasser zum Sieden gebracht, Dampf erzeugt u. s. w. Es scheint also, daß der noch ganz jungen Wasserkraftkultur gleich am Beginne ihrer Entwicklung in der direkten Verwertung der Sonnenwärme als Kraftquelle ein Rival entsteht. Richtiger ist es vielleicht zu sagen, daß in der Wiege der neuen Kultur, die vielleicht das Zeitalter des Dampfes abzulösen im Begriffe ist, ein Zwillingsspaar nicht von „kräftigen Jungen“, sondern von jungen Kräften sich befindet, die berufen sind, in ihrer Dienstleistung für die Menschheit sich zu ergänzen. Daß die beiden Kraftquellen, die übrigens beide nur mit Zuhilfenahme der Elektrizität mittels Uebertragung und Akkumulatoren ihre große wirtschaftliche Bedeutung erhalten können, überhaupt nebeneinander genannt und als sich ergänzend charakterisiert werden können, beweist

23) Kohlrusch a. a. D., S. 75.

24) Näheres siehe N.-Def. der technischen Betriebskr., S. 29.



auch wieder die Ueberlegenheit der nicht abstrakten Gesichtspunkte in den Fragen der kulturellen Naturkraftverwertung. An sich wäre ja die direkte Verwertung der Sonnenwärme nicht eine, sondern einfach „die“ Kraftquelle und jede andere Kraftquelle müßte als etwas Abgeleitetes und Abgeschwächtes zurückstehen, wenn es gelingt, die Sonnenwärme direkt zu benutzen. Und doch bleibt nach Maßgabe der Ökonomik, die das Wann, Wie und Wo der ihr übermittelten theoretischen Technik zu prüfen hat, auch die Wasserkraft leistungsfähig neben dem besten Sonnenmotor. In Gegenden mit unregelmäßigem oder gar seltenem Sonnenschein und reichlichem Wasserniederschlag wird die Wasserkraft, in trockenen, stark von der Sonne bestrahlten Ländern der Sonnenmotor das ökonomisch richtige sein. Die der Wasserkraftkultur auf der Erde theoretisch zur Verfügung stehende Kraftquelle des atmosphärischen Niederschlages wurde oben bereits mit 100,000 Millionen Pferdekraft angegeben. Die Größe und ökonomische Bedeutung der Sonnenwärme auf unserer Erde kennzeichnet Rohlrausch<sup>25)</sup> damit, daß „die im Jahre über Deutschland ausgegossene Sonnenwärme der Verbrennungswärme von etwa 10 Billionen Zentner Steinkohlen nahe kommt, 200 000 Zentner oder etwa ebensoviel Mark auf den Kopf der Bevölkerung bedeutend“. Wir müssen uns also direkt wohlhabend fühlen, wenn wir in der Sonne spazieren gehen und der Begriff „Tagdieb“ läßt sich juristisch bestimmen. Die praktische Bedeutung der Sonnenwärme als Kraftquelle im Hinblick auf die immer teurer werdende und sich schließlich erschöpfende Kohlenförderung bespricht Rohlrausch<sup>26)</sup> nach einigen Bemerkungen über die Wasserkraft, die er allein als unzureichend für den vollen Ersatz der Dampfkraft bezeichnet, in folgender Weise: „Die innere Erdwärme zu verwenden, wird, wenn auch nicht ganz unmöglich, doch mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein. Aber einen Reichtum an Energie, der allen Bedarf weit übersteigt, bieten die Teile der Erdoberfläche dar, denen die

25) Rohlrausch, a. a. O., S. 32.

26) Rohlrausch, a. a. O., S. 75.

Sonnenwärme, und zwar dort gerade größtenteils ungenutzt oder sogar lästig, so regelmäßig zufließt, daß mit ihr auch ein regelmäßiger technischer Betrieb durchgeführt werden kann. Vielleicht würde es keine übertriebene Vorsicht sein, wenn eine Nation sich schon jetzt einen Anteil an solchen Gegenden sicherte. Sehr große Flächen sind nicht einmal nötig; einige Quadratmeilen in Nordafrika würden für den Bedarf eines Landes wie das Deutsche Reich genügen. Durch Konzentration der Sonnenwärme läßt sich eine hohe Temperatur erzeugen, und hiermit dann alles Uebrige: transportable mechanische Arbeit, Akkumulatorenladung, Licht und Wärme, oder durch Elektrolyse auch direkt Brennmaterial. Gelingt es, auf solche Weise einen beträchtlichen Teil der Sonnenwärme eines bisher brachliegenden Gebietes auszunutzen, so werden in dem hierdurch entstehenden „Schatten“ auch die Lebensverhältnisse derer, welche die Maschinen bedienen, erträglich werden können. Die Betriebskraft für die erforderlichen Verkehrsmittel innerhalb der Gebiete würde durch die Sonnenwärme auf elektrischem Wege unschwer erzielt werden. Müßige phantastische Spekulationen sind solche Erwägungen nicht; es wird, da ein anderer, für den immer steigenden Anspruch an nutzbarer Wärme ausreichender Ersatz der Steinkohle schwer denkbar ist, in der Tat schließlich, wenn unser Kulturzustand aufrecht erhalten werden soll, zur direkten Sonnenwärme gegriffen werden müssen.“

Es hat also die Annahme ziemlich viel für sich, daß wir einer Zeit entgegen gehen, in der man zwischen Sonnen- und Schattenländern unterscheiden wird und in welcher Sonne und Wolken die Kraftquellen der Kulturarbeit bilden werden. Es wird wohl nicht mehr lange dauern, bis wir in unseren afrikanischen Kolonien, besonders in Südwestafrika, fleißig Versuche mit Sonnenmotoren machen, während zu Hause im Schattenlande die Verwertung der elektrischen Wasserkraftübertragung Fortschritte macht. Die Elektrizität hat ja bei beiden Kraftquellen noch wichtige Aufgaben zu erfüllen; sie muß die Kraft nicht

bloß übertragen, sondern auch mittels Aufspeicherung gleichmäßiger machen. Je teurer die Kohlenförderung wird, um so mehr Projekte von Wasserkraft- und Sonnenwärmeverwertung treten aus dem Stadium der „Utopie“ in das der Ausführbarkeit. Diese Richtung zur unmittelbaren Naturkraft erscheint, wie ich schon in der Schrift, auf die ich öfters Bezug nahm, ausgeführt habe,<sup>27)</sup> wie eine Entwicklungstendenz der Technik:

„Das alte, allgemeine Problem der Rückkehr zur Natur, aber nicht als Rückschritt zum Urzustand, sondern als Endziel der Kulturentwicklung, tritt auch bei tieferem Eingehen auf das technische Gebiet hervor. Die unmittelbare Naturkraft, vom Menschen ausgebaut — wie man bei der Wasserkraft sagt —, alles Zufälligen und Unregelmäßigen entkleidet, ist das Ziel. — Wir suchen die früher mit wenigen technischen Hilfsmitteln benützte unmittelbare Naturkraft mit neuen, vollkommeneren technischen Hilfsmitteln wieder zu verwerten, da jene vor allen anderen Betriebskräften den Vorzug der Billigkeit voraus hat. Diese Tendenz der Technik hat aber noch eine sehr vorteilhafte Nebenwirkung, indem das Bestreben, die unmittelbaren Naturkräfte als technische Betriebskräfte zu verwerten, vielfach zur Beherrschung und Bändigung dieser Kräfte überhaupt beiträgt und damit gegebenenfalls der Landesmelioration oder der Sicherung unserer Kultur überhaupt dient. Die Abwehr von Schäden, welche diese Naturkräfte unserer Kultur bringen, erscheint gewissermaßen als die erste Etappe, welche ihrer Verwertung als Betriebskräfte vorausgeht, und diese letztere wirkt in der Richtung fort, daß sie weitere Schäden verhindert. So z. B. geht die Verwertung der Wasserkraft als Betriebskraft mit dem Uferschutz und der Verbauung der Wildbäche Hand in Hand, oder diese Maßnahmen gehen jener voraus.“ Es erscheint also der technisch-ökonomische Fortschritt unserer Zeit auf dem besten Wege und aussichtsvoll.

---

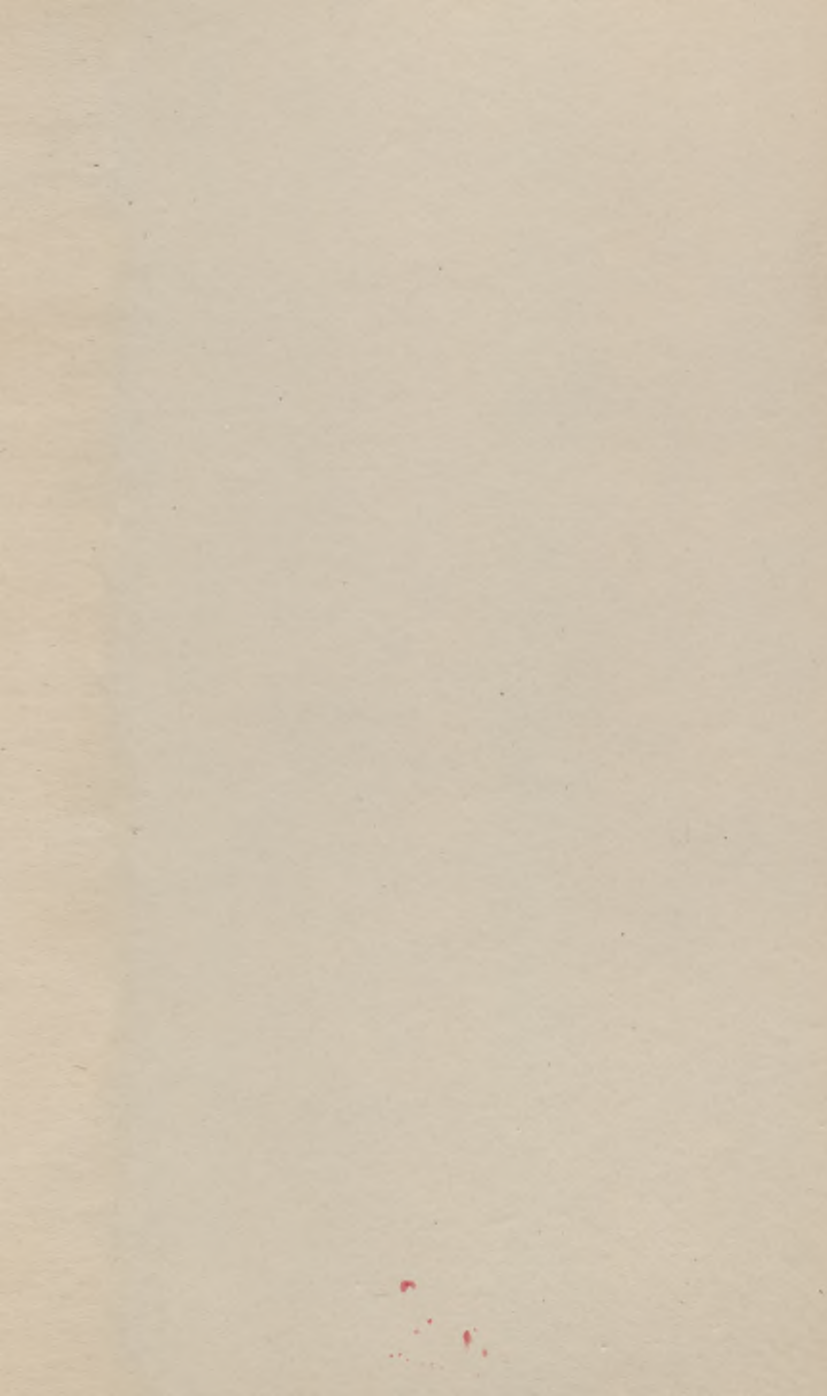
<sup>27)</sup> National-Ökonomie der technischen Betriebskraft, S. 21 und S. 107.

Wir dürfen uns darüber freuen, ohne dem eine Zeit lang gerade in Deutschland vielbekämpften „Optimismus“ zu verfallen. Weniger klar sehen wir bezüglich der mit dem technischen Fortschritt parallel gehenden sozialen Entwicklung, und neben den manchmal sogar etwas zu sehr gehäuften Ausrufezeichen der „modernen Technik“ steht das kleine, inhaltschwere Fragezeichen: „Cui bono?“









WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 31574  
L. inw. ....

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298263