©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte und ihr rationeller Ausbau,

mit besonderer Berücksichtigung der Wasserkräfte Österreichs.

Von

Ingenieur Ed. Engelmann,
Oberbaurat und Baudirektor.

Vortrag, gehalten den 3. November 1909.

Mit 3 Abbildungen im Texte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Als die hervorragendsten Naturkräfte, die dem Menschen zum Bewußtsein kamen, sind zu nennen:

1. Die Windkraft.
2. Die Wasserkraft als Wasserfall und Ebbe und Flut.
3. Die Wärme.

Als weitaus bedeutendste und sicherlich als erste dieser Naturkräfte hat der Mensch die Wasserkraft als seinen billigsten Krafterzeuger und Gehilfen im Kampfe ums Dasein erkannt und auch auszunützen verstanden.

Später kamen Bewegungsmaschinen zustande, die andere Naturkräfte, wie Wind, Wärme etc. als Krafterzeuger benützten.

So sei kurz erwähnt, daß das heute noch als Kinderspielzeug verwendete papierene Flügelrad mit gar nicht wesentlichen Verbesserungen, aber trotzdem in nur sehr langsamer Entwicklung seine Wandlung zu den verschiedenartigsten Windmotoren durchgemacht hat.

Diese Motore fanden bis in die letzte Zeit nur geringe Beachtung, stehen hauptsächlich nur für Pumpwerke in der Landwirtschaft in Verwendung und erst der neuesten Zeit blieb es vorbehalten, große Windmühlanlagen, besonders in Holland, auch zur Erzeugung elektrischer Energie zu benützen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Als letzte der Kraftquellen der Natur hat der Mensch sich die Wärme nutzbar zu machen verstanden. Der Entwicklungsgang der Wärmemaschinen reicht dennoch bis in das Altertum zurück, zu welcher Zeit diese Kraftquelle nur zu mystisch-religiösen Zwecken verwendet wurde.

So hatten die Germanen ein Holzgötzenbild in Sondershausen aufbewahrt, einen sogenannten Püsterich mit verpfropften Augenöffnungen. Der im Inneren des Bildes durch Unterfeuerung erzeugte Wasserdampf trieb die Pfropfen mit Getöse heraus und eine Dampfwolke verhüllte das Bildnis und gab den Zorn der Gottheit der gläubigen Menge kund. Dies ist die erste Spur einer Wärmekraftmaschine. Als erste wirkliche Wärmemaschine konstruierte Hero von Alexandrien 150 v. Chr. seinen Heronsball, dem allerdings nicht viel mehr Bedeutung als einem Experimente zukam.

Aus dieser einfachen Maschine entwickelte sich in zuerst sehr langsamem Vorwärtsschreiten die heutige vollendete Dampfmaschine, als deren eigentlicher Erfinder James Watt zu bezeichnen ist. Die mannigfache Verwendung, welche die Dampfmaschine gefunden hat, und ihre Bedeutung in unserem Wirtschaftsleben ist zu bekannt, daß sie hier erörtert werden soll.

Neben der Dampfmaschine spielen heute auch die im Jahre 1864 von Lenoir erfundenen Gasmotore eine große Rolle, und zwar nicht bloß im Kleinbetriebe, sondern auch als Großgasmaschinen besonders in Kohlen-, Naphtha- und Erdgasgebieten.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Betrachten wir nun auch den Entwicklungsgang der Wasserkraftmaschinen, so finden wir als deren erste Vorbilder primitive Wasserräder und Wasserpumpwerke, aus Ziegenfellen hergestellt, schon bei den Nomadenvölkern im Gebrauch.

Die maschinellen Behelfe blieben lange Zeit in einem sozusagen embryonalen Entwicklungsstadium und dies insbesondere darum, weil die billigen Menschenkräfte der Sklavenarbeit keineswegs zu erfinderischer Tätigkeit behufs Ersatz dieser Menschenkräfte durch maschinelle Anlagen zwangen.

Durch Jahrtausende behalfen sich die Ackerbautreibenden mit der Kübelförderung aus Flußläufen, um ihre trockenen Äcker zu bewässern. Erst viel später entstanden die Wasserräder, welche aus Holz hergestellt und in primitivster Ausführung heute noch bei ganz zweckdienlich arbeitenden kleinen Mühlen in unseren Reichslanden verwendet werden. Die durchgreifende Verbesserung dieser Wasserräder, welche in der richtigen Formgebung der Radschaufeln bestand, blieb der jüngsten Zeit vorbehalten. Nun erst wurde es möglich, die Wasserkräfte rationell auszunützen, gewaltige Leitungen auszubauen und den Kampf mit der bis in die jüngste Zeit dominierenden, jedoch im Betriebe immer teurer werdenden Dampfkraft aufzunehmen und diese durch billige und ökonomisch arbeitende Großwasserkräfte zu ersetzen.

Vergegenwärtigen wir uns, welche Faktoren für die Größe einer Wasserkraft bestimmend sind, so haben wir zwei Begriffe auseinander zu halten, nämlich:

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

das Gefälle und
die Wassermenge.

Die nachstehenden Bilder 1 und 2 sollen uns diese Begriffe erläutern helfen.

Als Gefälle bezeichnet man den Höhenunterschied zwischen jenem Punkte eines Flußlaufes, an dem das

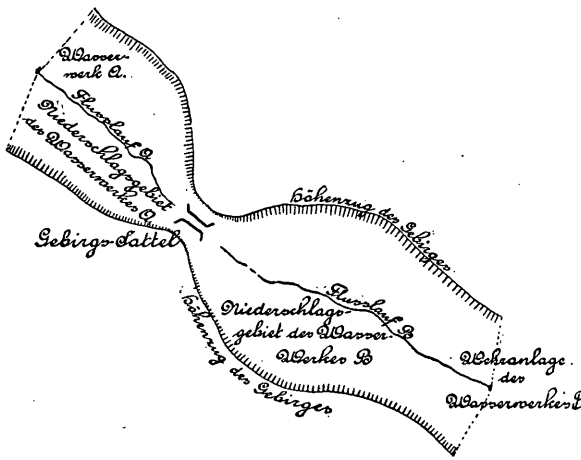

Fig. 1.

Wasser dem Flußlaufe entnommen und mittels einer Rohrleitung oder einem sonstigen Gerinne einem Kraftwerke zugeführt wird, und jenem Punkte, an dem es nach Arbeitsleistung wieder in den Flußlauf zurückgeleitet wird.

Dem Gefälle nach werden die Wasserkräfte in Hoch-, Mittel- und Niederdruckanlagen eingeteilt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Während in Hochgebirgsländern, wie z. B. in Norwegen, Gefälle von mehreren hundert Metern bis zu 1000 Metern vorkommen, welche als Hochdruckanlagen bezeichnet werden, sind im Mittelgebirge Gefälle von etwa 10—50 m vorhanden, welche die Mitteldruckkraftwerke repräsentieren. Niederdruckanlagen besitzen ein Gefälle von unter 10 m.

Die Wassermenge bildet, ebenso wie für das Lebewesen das in den Adern strömende Blut, das Lebenselement des Kraftwerkes und die Zahl der in der Sekunde einem Kraftwerke zufließenden Anzahl von Kubikmetern wird im allgemeinen als Grundlage der Wassermengenbezeichnung genommen.

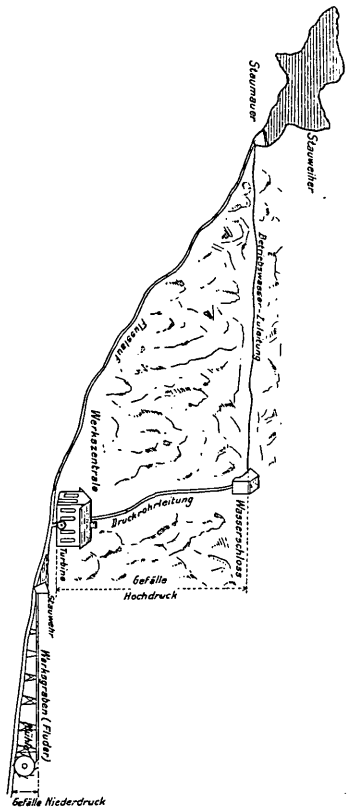

Fig. 2.

So sagt man z. B. „dieser Mühle steht eine Wassermenge von 1 m^3 = 1000 l per Sekunde zur Verfügung.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die nutzbare Wasserkraft stellt sich als Produkt der beiden Teilbegriffe, Gefälle und Wassermenge, dar.

Man erhält angenähert die in einem Wasserwerke erreichbare nutzbare Wasserkraft, wenn man die diesem Werke zur Verfügung stehende Wassermenge in Hektolitern per Sekunde mit dem vorhandenen Gefälle in Metern multipliziert: 1 m^3 per Sekunde = 10 hl auf 1 m Gefälle ergibt eine nutzbare Wasserkraft von 10 PS.

Während das Gefälle ohneweiters durch Höhenmessung des Einleitungs- und des Abflußpunktes des Werkbetriebswassers an das Gerinne ermittelt werden kann, ist es nicht so einfach, über die an einem Werke vorhandene und ausnutzbare Wassermenge sich Gewißheit zu verschaffen.

Es kann dies nur durch umfangreiche Berechnungen oder Messungen geschehen, und zwar:

a) Durch Berechnung aus dem Niederschlagsgebiete, d. i. jener Bodenfläche, aus der das abfließende Niederschlagswasser (Schnee oder Regen) dem Flußgerinne zufließt.

b) Durch Berechnung aus Pegelbeobachtungen.

c) Durch direkte Messungen an künstlich hergestellten, zur Messung geeigneten Gerinnen oder Überfällen.

Aus dem Niederschlagsgebiete berechnet man die Wassermenge unter der Annahme, daß ungefähr ein Drittel des Niederschlagswassers in den Boden einsickert, ein Drittel verdunstet und ein Drittel dem Flußlaufe zufließt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Das Verhältnis des wirklich abfließenden Wassers zu dem vom Himmel gefallenen Niederschlagswasser bezeichnet man als Abflußkoeffizient.

Wenn aus der Karte oder durch direkte Messungen das Niederschlagsgebiet bekannt ist, und weiters durch die in allen Dorfschulen oder an Aussichtspunkten aufgestellten Regenmengen-Meßapparate auch jene Regenmenge gemessen worden ist, die auf die Einheit (Quadratmeter) des Niederschlagsgebietes herabfällt, so kann aus diesen Größen durch Multiplikation mit dem Abflußkoeffizienten theoretisch die Werksbetriebs-Wassermenge berechnet werden.

Der Abflußkoeffizient ist natürlich nicht überall gleich, sondern wesentlich von der Bodenbeschaffenheit abhängig. Daher sind zu seiner Ermittlung genaue Beobachtungen notwendig, weil er z. B. im Sumpfboden und steinigen, verkarsteten Oberflächen oder in dichten Laubwaldgegenden von dem oben allgemein als ein Drittel angegebenen Werte bedeutend abweicht.

Auch diesbezüglich stehen jedoch heute für die verschiedenen Gegenden bereits zahlreiche Beobachtungswerte, sei es von staatlichen Behörden, sei es privater Beobachter, dem Rechner zur Verfügung.

Die Pegelbeobachtung besteht darin, daß an einer für den Flußlauf charakteristischen Stelle ein Querschnitt (Profil) genau abgemessen und die Höhe des Wasserstandes an dieser Stelle in gewissen Zeitabschnitten beobachtet wird.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Derartige Pegelbeobachtungen finden in vielen Ländern, darunter auch bei uns ebenfalls seitens staatlicher Behörden statt.

Wenn nun bei verschiedenen Pegelständen in das fließende Wasser schwimmende Gegenstände eingeworfen werden und ihre Geschwindigkeit gemessen wird, so ist ohneweiters klar, daß die Fläche des im Querschnitt des Flusses eingetragenen Wasserprofils, multipliziert mit der sekundlichen Geschwindigkeit des sich bewegenden Wassers, jene Wassermenge ergibt, die per Sekunde das Pegelprofil durchfließt, also auch einem Wasserwerke, das an dieser Stelle das Betriebswasser entnimmt, zugeführt werden kann.

Auch hier ist natürlich eine ganze Reihe von Geschwindigkeitsmessungen notwendig, aus denen sodann das Mittel genommen werden muß, um die genaue Wassermenge schließlich berechnen zu können.

Die direkte Messung der Wassermenge ist meist nur bei kleinen Flußläufen anwendbar. Zu dieser Messung werden in den Flußlauf künstliche Wehre oder genau nach Maß hergestellte sogenannte Meßgerinne eingebaut. Man läßt das Wasser über die Wehre aus dem Meßgerinne in geeichte Gefäße einströmen, mißt es dann direkt und kann so die sekundliche Wassermenge leicht angeben.

Die Wassermenge eines Flußlaufes ist überaus veränderlich. So treten bei den meisten Flußläufen im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze Hochwasserstände auf, welche die normale Wassermenge um ein vielfaches über-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schreiten, während umgekehrt im Hochsommer Niederwasserstände eintreten, welche weit hinter der normalen Wassermenge zurückbleiben.

Es sind daher möglichst eingehende Messungen zu verschiedenen Jahreszeiten erforderlich, um einerseits jene Wassermenge bestimmen zu können, welche praktisch und mit möglichstem Nutzen für das Werk das ganze Jahr hindurch verwertet werden kann, andererseits die gefährliche Hochwassermenge zu ermitteln, um alle Vorkehrungen zur Verhütung von Hochwasserschäden treffen zu können.

Zu diesem Zwecke nimmt man sogenannte Abflußdiagramme auf, in welche für jeden Tag des Jahres die nach einer der früher beschriebenen Methoden ermittelten Wasserabflußmengen eingetragen werden. Besonders wertvoll sind solche Diagramme dann, wenn sie für einen längeren Zeitraum (mehrere Jahre hindurch) zur Verfügung stehen, weil sich auch in den einzelnen Jahren große Unterschiede ergeben. Eine genaue Kenntnis der Wasserabflußverhältnisse ist insbesondere deshalb wichtig, weil die bestmögliche Ausnützung der vorhandenen Wassermenge die Grundbedingung für die Rentabilität der Anlagen bildet.

Nebst den schon oben erwähnten Aufgaben des Hydrotechnikers spielt aber gerade diese Frage heute die wichtigste Rolle und bei Lösung derselben bieten solche Abflußdiagramme einen wichtigen Behelf. In früheren Jahren wurden überhaupt nur die von Natur aus begünstigten Wasserkräfte ausgebaut, und zwar in einer

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Weise, daß von einem rationellen Ausbau keine Rede sein konnte. Der Ausbau erstreckte sich meist nur auf Verwertung der Niedrigstwassermengen und auf Gefälle, die hiezu besonders geeignet schienen, z. B. Wasserfälle. Dabei verzichtete man auf jede Ausnützung des Wasserüberschusses während des größten Teiles des Jahres und vermied alle Gefälle, welche zu ihrer Verwertung größere Kunstbauten erforderten.

Demgegenüber geht das moderne Bestreben dahin, die in einem Flußlaufe vorhandene Energie möglichst vollständig zu verwerten und die Wasserkräfte möglichst zusammenzufassen. Dabei sucht man zunächst das Gefälle in seiner Gänze auszunützen, wenn auch hiezu lange und teuere Oberwasserführungen (Stollen etc.) oder Ausbau in mehreren Stufen erforderlich wird. Auch die Wassermenge trachtet man möglichst auszunützen und kann durch Heranziehung des Wasserüberschusses zur Hochwasserzeit wesentlich größere Wassermengen durchschnittlich nutzbar machen als bei bloßer Ausnützung der Mindestwässer. Hiezu ist es aber notwendig, große Reservoire, sogenannte Staubecken anzulegen, in welchen der Wasserüberschuß für die spätere Verwertung aufgespeichert und zur wasserarmen Zeit dem Werk als Betriebswasser zugeführt wird. Derartige Stauanlagen, welche bis zu 50,000.000 m^3 Inhalt ausgeführt wurden, erfordern natürlich sehr hohe Anlagekosten und es bedarf vor Ausführung solcher Anlagen eingehendster Studien, in welcher Weise der Ausbau der Wasserkraft am rationellsten durchgeführt werden kann. In einer

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

solchen wirtschaftlichen Lösung der wasserbaulichen Fragen hat der Hydrotechniker heute seine vornehmste Aufgabe zu erblicken.

Die Stauweiher können Tages-, Monats- oder Jahresspeicher sein, je nachdem sie imstande sind, den Ausgleich des wechselnden Kraft- und Wasserbedarfes eines Triebwerkes während eines Tages zu besorgen oder das im Flusse während eines Monates oder das ganze Jahr hindurch vorhandene wechselnde Abflußwasser auszugleichen.

Es ist naturgemäß, daß ein Monatsspeicher einen wesentlich größeren Inhalt als ein Tagesspeicher erhalten muß und daß Jahresspeicher einen so bedeutenden Umfang erhalten, daß nur besonders glücklich geschaffene Gelände mit natürlichen Ausweitungen und Talbecken dem Hydrotechniker die Möglichkeit bieten, durch Abschlußmauern, Sperren und ähnliche Bauten ein entsprechend großes Seebecken zu schaffen, mit dem ein Jahresausgleich für die Wasserabflußmenge möglich ist.

Für die richtige Bemessung des Stauweiherinhaltes ist es wichtig, die Wasserabflußverhältnisse mit dem tatsächlichen Wasserbedarfe des Werkes zu verschiedenen Jahreszeiten in Einklang zu bringen, nachdem ja auch bei den meisten Werken der Kraftbedarf ein schwankender ist. Für die Berechnung des Stauweiherinhaltes bieten in dieser Hinsicht die sogenannten Produktions- und Konsumkurven einen wertvollen Behelf, welche graphisch die in einem Flußgerinne während eines bestimmten Zeitraumes, z. B. während eines Jahres, zum Abfluß

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gelangenden und von dem Triebwerke tatsächlich in Anspruch genommenen Wassermengen darstellen.

Den wichtigsten und in bautechnischer Beziehung interessantesten Teil der Stauweiheranlagen bilden die Staumauern. Ihre Berechnung ist eine überaus schwierige, insbesondere dann, wenn es sich um große Stauhöhen handelt. Sie ist außerdem eine überaus verantwortliche Frage, weil bei einem eventuellen Bruch einer Staumauer für die an einem solchen Staubecken besiedelten Gebiete verheerende Katastrophen eintreten. Von den bedeutendsten Stauanlagen seien nur folgende kurz erwähnt:

1. **Österreich.**

   Jaispitz, 1894 gebaut, 360.000 m^3 Inhalt, Staumauer 23 m hoch.

   Komotau, 1900 gebaut, 666.000 m^3 Inhalt, Staumauer 35 m hoch und 150 m lang.

2. **Deutschland.**

   Remscheid, gebaut 1889—1891, 1,000.000 m^3 fassend, Staumauer 25 m hoch, 160 m lang.

   Wupperstalsperre, 1880 gebaut (Urftalsperre), Inhalt 45,000.000 m^3, Mauer 53 m^3 hoch.

   Chemnitz, 360.000 m^3 Inhalt, Staumauer 25 m hoch.

3. **Spanien.**

   Puentesperre, Staumauer 50 m hoch, 280 m lang, gebaut 1785—1791, 1861 erneuert. Beim Bruche dieser Mauer wurden 52,000.000 m^3 Wasser in einer Stunde entleert.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

4. **Algier.**

Hebrnsperre, gebaut 1865. Beim Bruche (1872) strömten 30,000.000 m^3 zu 5600 m^3 sekundlich ab.

5. **Frankreich.**

Furence, 1861—1866 gebaut, 1,500.000 m^3 Inhalt, Staumauer 50 m hoch, 100 m lang.

6. **Belgien.**

La Gileppe, 12,000.000 m^3 Stauinhalt, Staumauer 45 m hoch, 235 m lang.

7. **Schweden.**

Jösse (Nysockensjön), 17,000.000 m^3 Inhalt, Mauer nur 6 m hoch.

Sind im Vorhergehenden die Einzelheiten einer Wasserkraftanlage besprochen worden, so möge nun die Ausführung einer solchen Anlage an einem in Ausführung begriffenen größeren Werke als Beispiel gezeigt werden. Ich wähle hiezu die vom Lande Niederösterreich errichteten Elektrizitätswerke, welche die Wasserkräfte der Lassing und Erlauf ausnützen.

Die Situationsskizze in Figur 3 stellt die Lage der Zentralen des Landeselektrizitätswerkes sowie die Situation der beiden Flußläufe und der einzelnen Teile dieser Kraftwerke dar.

Das gesamte an der Erlauf und Lassing vorhandene Gefälle von zirka 380 m soll nach dem Projekte in 3 Gefällsstufen von rund 170, 120 und 90 m zur Ausnützung gelangen und demgemäß 3 hydraulische Zentralen (I. Wienerbruck, II. Trübenbach und III.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Situationsskizze für die Anlagen des n.ö. Landes-Elektrizitäts-Werkes.

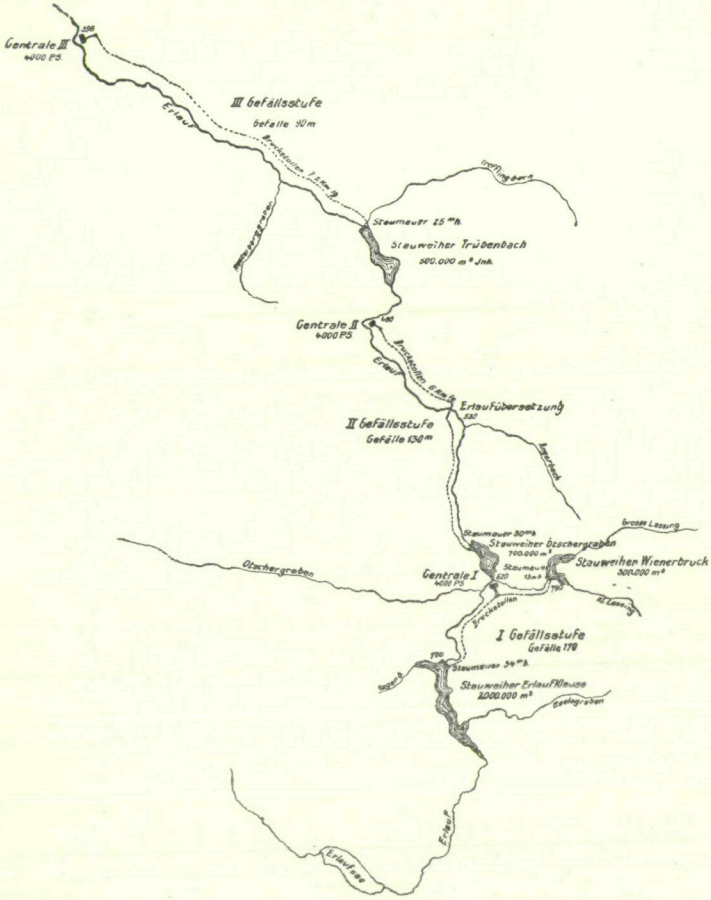

Fig. 3.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Urmannsau) errichtet werden, von welchen gegenwärtig die erste Zentrale fast vollendet ist. Die stark schwankenden Wassermengen sollen durch große Stauweiheranlagen ausgeglichen werden, welche an der Stelle früherer Hochseen angelegt werden. Um die Wasserwirtschaft möglichst rationell gestalten zu können, erhält jede Gefällstufe ihre eigene Stauweiheranlage. Zwei künstliche Staubecken mit 300.000 m^3 Inhalt im Lassingtale nächst Wienerbruck und mit 2,000.000 m^3 Inhalt im Erlauftale unterhalb Mitterbach liefern das Betriebswasser für die Zentrale I. Mächtige Staumauern aus Zyklopenmauerwerk — Beton mit eingelagerten Bruchsteinen — hergestellt, mit 32, bezw. 30 m Höhe bilden den talwärts gelegenen Abschluß dieser Staubecken. Für die Abführung der Hochwässer ist durch eigene Hochwasserüberfallsbrunnen mit eingebauten Grundablässen vorgesorgt, so daß durch die Hochwässer kein Steigen des Wasserspiegels im Stauweiher eintreten kann. Aus den Stauweihern wird das Betriebswasser der Lassing und Erlauf durch zwei in den Fels der Tallehne gebohrte Stollen von zusammen 4 km Länge zu getrennten, in den Felsen gebrochenen Reservoiren — den sogenannten Wasserschlössern, geleitet und von dort in Stahlrohren den 4 Turbinen der Zentrale I von je 1000 PS Leistungsfähigkeit zugeführt, die die Generatoren antreiben und den elektrischen Strom erzeugen. Die in der Zentrale I ausgenüzten Wassermengen der Erlauf und Lassing werden vereint etwas unterhalb des Werkes im Stauweiher Ötschergraben von 800.000 m^3 Inhalt gesammelt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und durch einen 5 km langen Stollen dem Wasserschlosse der Zentrale II zugeführt.

Die drei Kraftwerke werden zusammen eine Leistungsfähigkeit von 10.000 bis 12.000 PS besitzen und nicht nur den Betriebsstrom für die n.-ö.-steirische Alpenbahn liefern, sondern auch Strom an Privatkonsumenten für Licht und Kraft abgeben und so auf die Industrien des Erlauf-, Pielach- und Traisentales befruchtend einwirken.

Außer den hydraulischen Anlagen hat das Land Niederösterreich noch in St. Pölten eine Reservemaschinenanlage mit zwei Rohölmotoren System Diesel mit zusammen 1600 PS Leistungsfähigkeit erbaut, welche mit den hydraulischen Anlagen vereint arbeiten werden, um den trotz der mächtigen Stauanlagen während 2 bis 3 Monaten des Jahres auftretenden Wasserabgang ersetzen und das ganze Jahr hindurch die volle Leistung der Wasserkraft rationell ausnützen zu können.

Um über die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte eine richtige Vorstellung zu erhalten, ist es zunächst notwendig, eine Übersicht über die Größe der in der Natur vorhandenen Wasserkräfte zu gewinnen. Hierüber existieren nur in wenigen Ländern genauere Aufnahmen, meist liegen nur grobe Schätzungen vor. Die angeschlossene Tabelle I zeigt nach solchen Schätzungen, wie groß der Reichtum einzelner Länder an ausbaufähigen Wasserkräften ist, und aus diesen Ziffern allein läßt sich schon ermessen, daß die rationelle Ausnützung dieser reichen Naturschätze eine große wirtschaftliche Bedeutung besitzt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Österreich steht, wie aus der Tabelle I ersichtlich ist, unter den angeführten Ländern hinsichtlich der verfügbaren und derzeit schon ausgenützten Wasserkräfte an vierter Stelle. Es ist also in dieser Hinsicht in einer sehr glücklichen Lage.

Von den verfügbaren Wasserkräften ist allerdings bisher nur ein verschwindender Prozentsatz ausgebaut und es bleibt daher der Zukunft ein weites Arbeitsfeld vorbehalten.

Schon im Jahre 1906 hatte der Verfasser in einem im Landes-Amtsblatte des Erzherzogtums Österreich unter der Enns erschienenen Artikel „80.000 PS. österr. Wasserkräfte in Dalmatien" hervorgehoben, welcher große Wert einem rationellen Ausbau der Wasserkräfte besonders für den Staat zuzumessen ist. In diesem Artikel wurde zunächst auf die reichen Wasserkräfte Dalmatiens an den Flußläufen Narenta, Cermanja, Kerka und Cetinja verwiesen und ausgeführt, daß diese Naturkräfte teils ganz unausgenützt sind, teils in unwirtschaftlicher Weise und überdies meist durch ausländisches Kapital ausgenützt werden. Dieser Artikel schloß mit folgenden Ausführungen:

„Der Staat, welcher bei Neukonzessionierung jedweder Wasserkraftanlage eine begrenzte Konzessionsdauer bedingt und nach Ablauf derselben das Heimfallsrecht behufs freihändiger Weitervergebung in Aussicht nimmt, hat damit zwar ausgesprochen, daß die Ausnützung von Wasserkräften im öffentlichen Interesse gelegen ist, es ist jedoch seitens der maßgebenden Fak-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

toren keine Aktion eingeleitet worden, um solche Flüsse, welche als Wasserkräfte hauptsächlich in Betracht kommen könnten, auf deren Ausgiebigkeit und rationelle Ausnützung einer wenn auch nur generellen Untersuchung zu unterziehen, einen etwa gefundenen Vorrat an Energie zu verbüchern, bekannt zu machen und einheitliche Normen für die Abgabe derartiger Betriebskräfte im Konzessionswege auszuarbeiten.

Eine solche Arbeit würde sich vielfach bezahlt machen, weil sie dazu dient, die Unternehmungslust zu fördern, Kapitalskräfte und Industrien heranzuziehen oder neue entstehen zu lassen. Die Hebung der Industrie führt aber zur wirtschaftlichen Hebung weiter Gebiete und nicht zuletzt zu dem hierzulande besonders geschätzten Ende der Erschließung neuer Steuerquellen und Erhöhung der vorhandenen Steuerkraft der Bevölkerung".

Die Verwirklichung dieser Idee wurde erst in jüngster Zeit in Angriff genommen, als man daran ging, den Bestand der Wasserkräfte festzustellen und Projekte für deren planmäßigen und rationellen Ausbau auszuarbeiten. Den Anstoß hiezu gab die Frage der Elektrisierung der Bahnen und es ist das Verdienst der k. k. Eisenbahnbaudirektion, zuerst umfangreiche Studien von großem Werte über die Ausnützung der Wasserkräfte, besonders des Alpengebietes angestellt und damit auch die Anregung zur Anlage eines Wasserkraftkatasters gegeben zu haben.

Durch das besondere Entgegenkommen der k. k. Eisenbahn-Baudirektion, für welches ich an dieser Stelle

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

geziemenden Dank abstatte, bin ich in der Lage, einige Ergebnisse dieser Studien mitteilen zu können.

Darnach sind im Zentral-Alpengebiete an ökonomisch verwertbaren und für die Bahnanlagen in Betracht kommenden Wasserkräften vorhanden 812.000 PS. Davon entfallen auf die nördlichen Abflüsse (inkl. Rheingebiet) 413.000 PS, darunter ist das größte Gebiet jenes des Inn mit 212.000 PS, auf die südlichen Abflüsse entfallen 399.000 PS, darunter das Draugebiet mit 127.000 PS.

Die Gefälle betragen bis zu 650 m und in einem Falle sogar 800 m. Die Wasserabflußverhältnisse sind sehr schwankende, daher werden Speicheranlagen vorgesehen u zw.:

Künstliche Speicher mit 2,000.000—6,000.000 m^3 Inhalt,

Natürliche Speicher (Seen) mit 11 bis 46 Mill. m^3 Inhalt.

Die oben erwähnten 812.000 PS der Alpenwasserkräfte sollen vorläufig zur Elektrisierung von 1000 km Bahnlinien Verwendung finden, außerdem aber auch für industrielle Zwecke verwertet werden. Die Eisenbahnbaudirektion ist aber schon jetzt mit dem Studium für weitere 4000 km Bahnlinie beschäftigt, welche ebenfalls elektrisiert werden sollen und deren Bedarf auch aus diesen Wasserkräften gedeckt werden wird.

Unter den obigen 1000 km zuerst zur Elektrisierung bestimmten Linien entfallen:

Auf die Tauern- und Karawankenbahnlinien zusammen rund 350 km mit Steigungen bis zu 27 $^0/_{00}$,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

auf die Arlbergbahn (Innsbruck-Lindau) rund 200 km mit Steigungen bis zu 31·4 ‰.

Neben diesen groß angelegten, weit ausgreifenden Plänen der Staatsverwaltung verdient das vom Lande Niederösterreich in energischer und zielbewußter Weise geschaffene Landes-Elektrizitätswerk und die durch dasselbe ermöglichte Elektrisierung der Mariazeller Bahn aktuelle Bedeutung, schon darum, weil diese Bahn die erste elektrische Bahn in Österreich sein wird, welche vollbahnmäßige Betriebsbedingungen erfüllt, und aus ihrem Betriebe manche wertvolle Erfahrung für die künftige Elektrisierung der Vollbahnen gewonnen werden dürfte.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Elektrisierung der Bahnen wurde schon wiederholt dargelegt. Es sei daher hier nur kurz erwähnt, daß durch dieselbe die Reisegeschwindigkeit und damit die Leistungsfähigkeit der Bahnen außerordentlich erhöht, die Fahrzeit abgekürzt, der Verkehr verdichtet und der Betrieb verbilligt werden kann, ganz abgesehen davon, daß gewisse Bahnanlagen überhaupt erst durch den elektrischen Betrieb wirtschaftlich möglich werden und die Reisebequemlichkeit schon durch Fortfall der Rauchplage bedeutend erhöht wird, was gerade für Reisen durch die herrlichen Täler unserer Alpenländer jeder von uns mit Freuden begrüßen und auch den Fremdenverkehr bedeutend heben würde.

Durch die elektrische Kraftübertragung ist heute die Möglichkeit der Weiterleitung der Energie auf große

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Distanzen gegeben; hiedurch erst sind die Wasserkräfte auf weite Gebiete mit der Dampfmaschine konkurrenzfähig und ihre Ausnützung für fast alle wirtschaftlichen Betriebe von größter Bedeutung geworden. So ist die für die Landwirtschaft äußerst wichtige und heute schon im großen betriebene Erzeugung von Kunstsalpeter als Ersatz für Chilisalpeter — das bisher wichtigste Düngemittel — überhaupt erst möglich geworden, seit durch die rationell arbeitenden Großwasserkräfte eine billige Erzeugung des elektrischen Stromes ermöglicht wurde. Aber auch die Kleinbetriebe haben großes Interesse an dieser Frage, weil für die landwirtschaftlichen Maschinen (Futterschneiden, Molkereien, Dreschmaschinen) der elektrische Betrieb als Ersatz der teuren Menschenkraft sehr vorteilhaft wäre, u. zw. umsomehr, je niedriger der Strompreis ist.

In gleicher Weise zieht das Kleingewerbe Nutzen aus einem billigen Betriebe seiner Kleinmotoren. Als Beispiel hiefür sei die Genfer Uhrindustrie angeführt, die hiedurch als Kleinindustrie erhalten blieb. Ebenso können auch andere Kleingewerbe bei geringen Regiekosten mit der Großindustrie konkurrenzfähig bleiben.

Die Großindustrie endlich gewinnt dadurch, daß neue Betriebe in Gebieten entstehen, an welchen die elektrische Energie zu sehr billigen Preisen abgegeben werden kann und bescheidene Lebensbedingungen billige Arbeitskräfte schaffen. So hat schon jetzt die chemische Industrie aus der Ausnützung der Wasserkräfte große Vorteile gezogen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Konkurrenz der mit dieser Naturkraft gesegneten Länder mit dem Weltmarkte wird durch die billiger erzeugten Produkte möglich, wie das Land Schweden am besten zeigt.

Aber selbst im kleinsten Haushalte spielt die durch die Wasserkräfte bewirkte Verbilligung der elektrischen Energie eine große Rolle, weil es erst hiedurch möglich wird, die Verwendung der elektrischen Beleuchtung zu verallgemeinern.

Für die Wirtschaftspolitik des Reiches und der Länder ergeben sich dadurch Vorteile, daß die Gewerbeförderungsaktion der Regierung und der Länder durch Erreichung billiger Kraftquellen außerordentlich unterstützt wird. In welch außerordentlicher Weise hiedurch die Handelsbilanz verbessert wird, soll noch später an einigen Beispielen gezeigt werden.

Aber nicht nur mittelbar durch den elektrischen Strom, sondern auch unmittelbar durch die Regelung der Wasserabflußverhältnisse, die Voraussetzung für eine rationelle Ausnützung ist, erwachsen der Bevölkerung weitere wichtige Vorteile. Denn hiedurch werden die Hochwassergefahren vermindert, die Siedlungsverhältnisse verbessert und der Landwirtschaft durch die Regelung der Wasserläufe wesentliche Vorteile geboten.

Die Vorteile hinsichtlich der Handelsbilanz können zahlenmäßig drastisch zum Ausdrucke gebracht werden. So hat der Verfasser in einem Berichte über eine im Jahre 1905 unternommene Reise zum Studium elektrischer Bahn- und Kraftanlagen den großen volkswirt-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schaftlichen Wert feststellen können, den die in Oberitalien bis dahin zum Ausbau gelangten großen Wasserkraftanlagen für die Handelsbilanz dieses Reiches haben.

Die vier oberitalienischen Kraftwerke Vizola, Turbigo, Paderno und Novalese allein, welche nach ihrem vollen Ausbau eine Gesamtleistung von 56.000 PS besitzen, bedingen bei 3/4 Vollbelastung und jährlich 6000 Betriebsstunden, ferner bei einem Kohlenerfordernisse von 0.7 kg Br/Stde. zu 20 K per Tonne eine jährliche Gesamtkohlenersparnis von 3·5 Millionen Kronen, was für Italien von besonderer Bedeutung ist, weil es seinen Kohlenbedarf aus dem Ausland decken muß.

Tatsächlich ist seit dem im raschen Tempo erfolgten Ausbau der italienischen Wasserkräfte das vorher vorhandene bedeutende Passivum der Handelsbilanz dieses Reiches verschwunden und in ein Aktivum übergegangen.

Für Skandinavien berechnet Sven Lübeck den Gewinn an Nationalvermögen durch Ausnützung der Wasserkräfte wie folgt: Wenn von den ökonomisch auszubauenden Wasserkräften Schwedens mit 3,800.000 PS nur 1,800.000 PS ausgebaut und zur Erzeugung elektrischer Energie entsprechend verwendet werden, kann erspart werden:

An Einfuhr von Steinkohlen	K 30,000.000
„ Dungmitteln	„ 11,000.000
„ Eisenwaren	„ 20,000.000
Somit Gesamtersparnis .	K 61,000.000

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Im Lande erzeugt und ausgeführt können werden:

1.	An Düngemitteln	K 15,000.000
2.	„ Eisenwaren	„ 40,000.000
3.	„ Papiermasse	„ 29,000.000
4.	„ diversen Industriewaren . . .	„ 40,000.000
	Somit Ausfuhrsteigerung .	K 124,000.000

Insgesamt würden daher jährlich 185,000.000 K durch Ausnützung der Wasserkräfte ins Verdienen gebracht werden, was bei der jetzt rund 500 Millionen Kronen betragenden Handelsbilanz Schwedens wohl von außerordentlicher volkswirtschaftlicher Bedeutung wäre.

Wenn auch in Österreich die Verhältnisse nicht ganz so günstig wie in Schweden liegen, so wird doch sicherlich der Ausbau der Wasserkräfte in unserem Heimatlande seine wohltätige Wirkung auf die Gestaltung unserer Handelsbilanz ausüben.

Außer seinem Schatze an Wasserkräften besitzt aber gerade Österreich noch in seinen großen Erdölvorräten und seinen Kohlenrevieren weitere Naturkräfte, welche die Möglichkeit der billigen Erzeugung des elektrischen Stromes bieten, soferne auch diese — entgegen dem bisherigen Brauche — rationell an Ort und Stelle ausgenützt werden. Diese drei Naturschätze sind überdies örtlich so glücklich verteilt, daß sie sich gegenseitig ersetzen.

Wenn daher in den Naphtha- und in den Kohlengewinnungsgebieten ökonomisch arbeitende Groß-Gaskraftanlagen errichtet und diese mit den hydraulischen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Kraftwerken des Reiches durch ein alle Länder umfassendes Reichsleitungsnetz in Verbindung gebracht werden, so wird ein großer volkswirtschaftlicher Fortschritt durch Verbilligung der Betriebskräfte allerorten erreicht sein.

Diese Zentralen kämen zum größten Teile in die bisher ärmsten Gebietsteile der Monarchie zu liegen und dadurch würde auch dort der Volkswohlstand gehoben.

Durch den Ausbau und die Ausnützung der Großwasserkräfte, die allein die Herstellung eines solchen großzügigen Reichskraftnetzes ermöglichen, wäre sonach eine für unser Vaterland überaus segensreiche Tat geschaffen und ein glänzendes Zeugnis für den weiten Blick der Regierung und jener einsichtigen Männer gegeben, die in den Vertretungskörpern der autonomen Länder oder des Reiches bestrebt sind, diesen Gedanken der Verwirklichung zuzuführen.

Vorhandene Wasserkräfte.

Staat	Ausnützbare Kraft in Millionen PS.	Hievon bereits ausgebaut in Millionen PS.	in %	Quellenangabe
Nord- und Südamerika	30	2·7	9	Roedder
Skandinavien	9—10	0·5	5	Sven-Lübeck
Frankreich	5·5	1·2	21·8	E. T. Z. 08 Mayer
Österreich (Alpenländer nebst Dalmatien und Bosnien)	2—4	0·35	17·5-8·75	v. Ferstl
Italien	4	0·46	11·5	Roedder
Deutschland	2	0·5	25	E. T. Z. 08 Mayer
Schweiz	1·5	0·4	26·7	Mitteilungen der Studienkommission

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 50

Autor(en)/Author(s): Engelmann Eduard jun.

Artikel/Article: Die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte und ihr rationeller Ausbau, mit besonderer Berücksichtigung der Wasserkräfte Österreichs. 211-238