



Talbrücke sowie Brücke über die Ruhr und den Hengstey-See. Im Hintergrund die Hohensyburg

DIE NEUE DURCHGANGSSTRASSE DORTMUND-HAGEN

VON DR.-ING. PH. A. RAPPAPORT, 1. BEIGEORDNETEN DES SIEDLUNGSVERBANDES RUHRKOHLENBZIRKS ESSEN
7 ABBILDUNGEN

Die Verbindung zwischen den Städten Dortmund und Hagen und damit die gesamte Nord-Süd-Verbindung im östlichen Teil des rhein-westfäl. Industriegebiets war bisher reichlich unvollkommen. Eine östlich ausholende Straße führte durch die engsten Ortsteile von Dortmund und Hörde und weiterhin durch den z. T. sehr engen Ortskern von Westhofen. Auch Führung und Längsgefälle der Straßen waren im einzelnen wenig günstig. Die westlichere, verhältnismäßig gerade Nord-Süd-Straße von Dortmund über Herdecke nach Hagen litt unter der außerordentlich engen Ortsdurchfahrt durch Herdecke. Die Zustände waren dort so, daß der Wegeunterhaltungspflichtige bereits eine polizeiliche Auflage zur Beseitigung von Eckbauten in Herdecke erhalten hatte, da die Verkehrsverhältnisse einfach unhaltbar geworden waren.

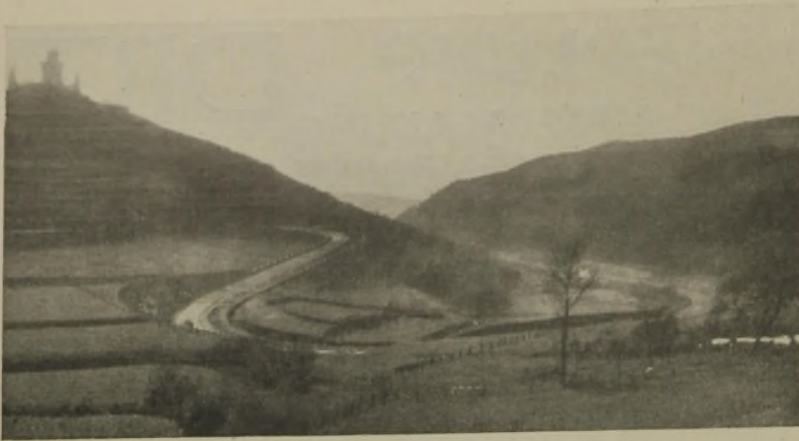
Im Rahmen der vom Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk festgesetzten und allmählich auszubauenden „Verbandsstraßen“ wurde daher eine neue Nord-Süd-Straße von Dortmund nach Hagen vorgesehen (vgl. Abb. 7). Diese Straße wurde um so notwendiger, als zwischen beiden Städten inzwischen durch Stauung des Ruhrflusses der sog.

Hengsteysee entstanden ist, der als Sportanlage größten Maßstabs für das gesamte östliche Industriegebiet, insbesondere für die Städte Dortmund und Hagen, von ausschlaggebender Wichtigkeit ist. Die neue Straße dient daher nicht nur Zwecken des Wirtschaftsverkehrs, sondern in starkem Maße auch Zwecken des Erholungsverkehrs.

Bei den ungewöhnlich hohen Kosten, die die neue Verbindung wegen der Geländeschwierigkeiten verursacht, ist die Ausführung als Gemeinschaftsarbeit der Provinz Westfalen, des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk sowie der Städte Dortmund und Hagen erfolgt; ursprünglich waren auch die inzwischen durch Eingemeindung aufgelösten Landkreise an der Erbauung beteiligt.

Die Straße hat von den Zugangsstraßen in Dortmund bis zu den Verteilungsstraßen in Hagen eine Länge von 11 km, wovon 6 km vorhandene Straßenstrecken benutzt werden können. Als Breite der Straße sind 12 m im Planum vorgesehen, von denen einstweilen eine Fahrbahn von 6 m Breite befestigt wird, mit Fußwegen von je 1,50 m (Abb. 6). Hinzu kommt im Rahmen des gesamten Radfahrnetzes der

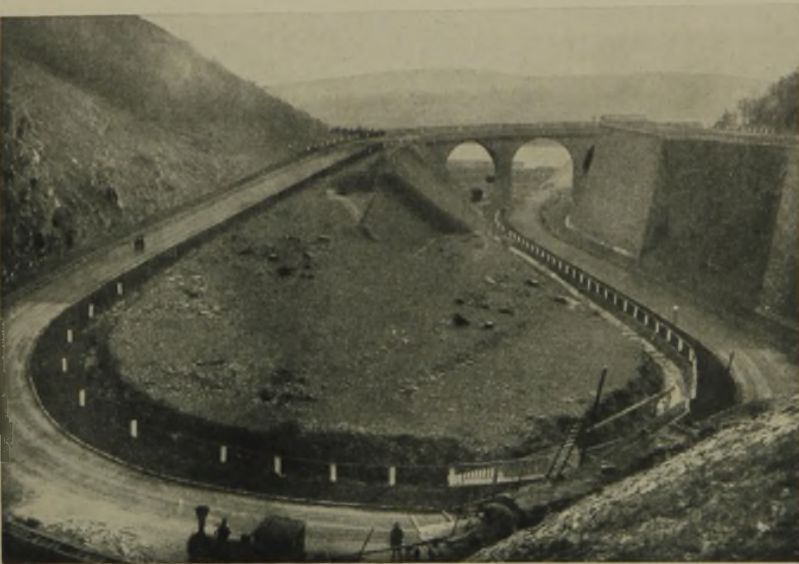
2



STRASSE HAGEN-DORTMUND

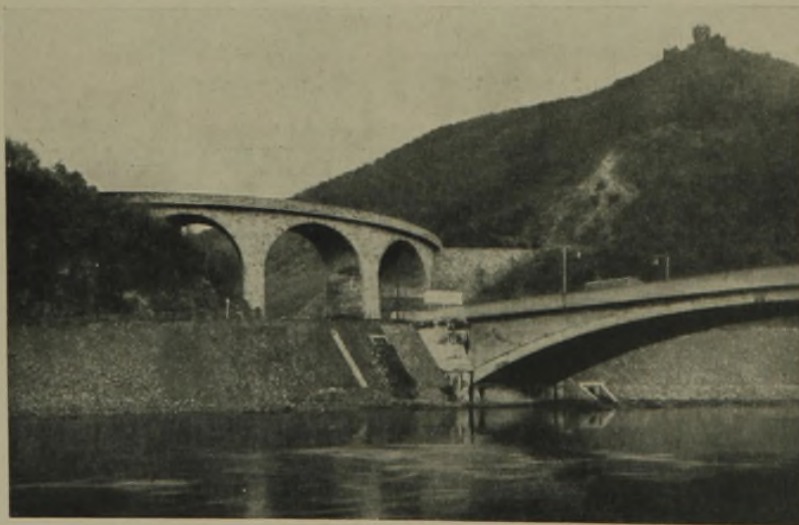
Führung im Taleinschnitt bei
Hohensyburg

3



Straßenkurve bei der Absenkung
der Straße beim Überführungs-
bauwerk zum Hengstey-See

4

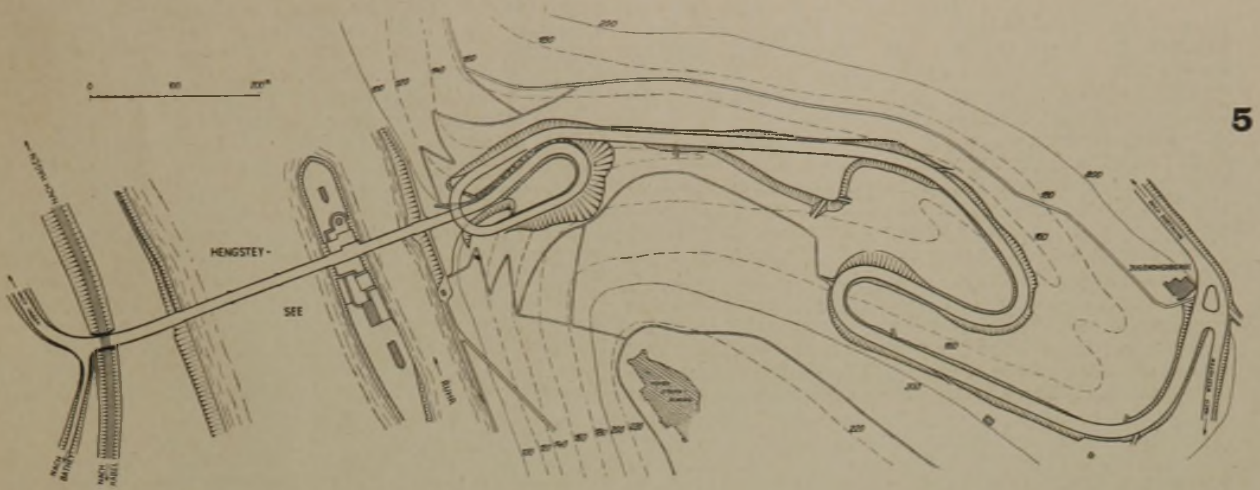


Straßenüberführungsbauwerk und
Ruhrbrücke bei Hohensyburg

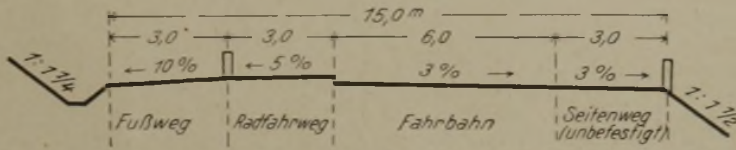
Stadtgebiete an geeigneten Stellen auch ein besonderer Streifen für Radfahrer. Schließlich ist ebenfalls im Rahmen des gesamten Netzes der Straßenbahnen an einzelnen Stellen die Möglichkeit der Unterbringung der Straßenbahn unter entsprechender Verbreiterung vorgesehen.

Das schwierigste Stück dieser Straße, nämlich der Abstieg von den Höhen der Ruhr bei Hohensyburg über den Hengsteysee bis Hagen-Boele, ist fertig-

gestellt und im Frühjahr dem Verkehr übergeben worden. Auf einer Länge von nur 2 km muß die Straße hier einen Höhenunterschied von über 100 m überwinden. Bei der verhältnismäßig engen Talschlucht konnte das neben einer Reihe von Kehren nur durch ein größeres Überführungsbauwerk geschehen, in dem die Straße sich selbst überquert (vgl. Abb. 5). Diese Anordnung dürfte bisher im deutschen Straßenbau selbst im bergigen Gelände ver-



Oben: Plan der Bergstrecke bei Hohensyburg
1 : 9000



Straßenquerschnitt
1 : 200



Gesamtplan der Straßenführung Dortmund—Hagen 1 : 125 000

einzeln dastehen. Das Gefälle dieser Strecke von den Höhen der Hohensyburg bis zum Stausee der Ruhr beträgt im allgemeinen 1:20. Besonders schwierig wurde der Straßenbau am Ausgang der Talschlucht durch die sehr ungünstigen Gebirgsverhältnisse. Es handelt sich um einen weichen, brüchigen, sehr stark verworfenen Ruhrsandstein, der zum erheblichen Teil nicht standfest genug war, um auf ihm ohne besondere Maßnahmen am steilen Hang zwei Straßenstrecken übereinander anzulegen. Es mußten daher entgegen dem ursprünglichen Vorschlag gewaltige Stützmauern angeordnet werden, um die Straße an diesen Stellen zu tragen.

Wesentlichster Wert beim Abstieg der Straße von den Höhen zum Tal ist auf eine sehr sorgfältige Einfügung in das Gelände gelegt worden (vgl. Abb. 2 und Abb. 3). Soweit dennoch Einschnitte oder Auftrag unvermeidbar waren, wird durch sehr sorgfältige Anpflanzung unter genauester Berücksichtigung der örtlichen Vegetation für denkbar günstigste Einfügung der Straße in das Gelände gesorgt. Das gilt insbesondere für die Flächen an den Kehren oberhalb des Überführungsbauwerks, die mit Stachelakazien, niedrigen Kiefern, Strauchwerk und kleinen Pflanzen verschiedenster Art bepflanzt werden sollen.

Die stärksten Krümmungen haben Halbmesser von etwa 51, 33 und 40 m. Die Fahrbahnkanten wurden jedoch nicht als Kreisbögen, sondern als Lemniskaten ausgeführt, d. h. als Kurven mit gleichmäßig abnehmenden Krümmungshalbmessern. Hierdurch wurde ein allmählicher Übergang von der geraden Strecke zur stärksten Krümmung erzielt.

Die Überhöhung wurde so angeordnet, daß am Beginn der Krümmung die äußere Fahrbahnhälfte wagerecht ist, während im Scheitel der Kurve die Fahrbahn auf der ganzen Breite ein Quergefälle von 5 v. H. hat.

Besonderes Interesse verdient das Überführungsbauwerk, in dem die Straße über sich selbst in einer Kurve hinweggeführt wird (vgl. Abb. 1 und 4). Es handelte sich hier einmal darum, das Bauwerk möglichst günstig in das Gesamtgelände einzupassen, und ferner darum, in der Führung der Straße jeden Gefahrenpunkt nach Möglichkeit zu vermeiden. Daher ist der Fahrdamm auch im Brückenbauwerk wie in allen Kurven stark verbreitert, und zwar von 6 m befestigter Fahrbahn in den geraden Strecken auf über 9 m auf dem Brückenbauwerk. Dieses Bauwerk besteht aus drei eingespannten Bögen mit trompetenförmiger Wölbung. Die Gewölbe sind in Stampfbeton ausgeführt, der durch Eiseneinlagen verstärkt ist.

Die Überführung über die Ruhr und den anschließenden Stausee ist durch ein Brückenbauwerk von insgesamt 500 m Länge erfolgt. Von dem früheren Gelände ragt noch ein Inselstück zwischen Ruhr und Hengsteysee heraus, auf dem größere Anlagen für Gaststätten u. dgl. untergebracht sind.

Schwierig gestaltete sich die äußere Behandlung der Brücke über Ruhr und Stausee einerseits und der Straßenbrücke im Berghang andererseits. Während bei der glatten Fläche des Stausees keine Bedenken bestanden, die Brücke nach sorgfältiger Einschalung schalungsrauh stehen zu lassen, mußte bei der Talbrücke Wert darauf gelegt werden, ihre Einfügung in das steinige Gelände der Umgebung und in die anschließenden Futtermauern zu vermitteln (vgl. Abb. 4). Es wurde daher bei der Talbrücke ent-

gegen der Flußbrücke eine Verkleidung der Außenansichten mit dem ortsüblichen Ruhrsandstein vorgenommen, so daß sich das Bauwerk auch in seiner Gesamtgestaltung und in der Gesteinsfarbe der Umgebung günstig einfügt.

Südlich des Stausees unterfährt die Straße zunächst in einer 18 m breiten Unterführung die Eisenbahnlinie Hengstey—Kabel, um dann mit verhältnismäßig stark ansteigender Kurve die Eisenbahnlinien Hagen—Schwerte und Hagen—Siegen zu überfahren. Die Fahrbahntafel der Unterführung ist aus Walzträgern in Beton über einer Mittelstütze ausgeführt. Die Straßenbrücke über der Eisenbahn ist eine reine Eisenkonstruktion, deren Hauptträger als Langersche Balken mit 57 m Stützweite ausgeführt wurden. Die Straßendecke auf der Bergstrecke ist mit Teer-Innenfränkung hergestellt, während in den Kurven Basaltkleinpflaster verwendet ist; die Talstrecke hat eine Teermakadamdecke erhalten.

Die Kosten der fertiggestellten Strecke von den Höhen bei Hohensyburg bis zum Marktplatz in Hagen-Boele betragen rd. 3 100 000 RM, während die anschließenden, noch fertigzustellenden, doch verhältnismäßig einfachen Strecken insgesamt einen Aufwand von 2 Mill. RM erfordern.

Neuartig bei der Straße ist auch die Art ihrer Verkehrswidmung. Bei den verhältnismäßig engen Kurven und bei der nicht geringen Überhöhung, ferner bei der ganz unübersehbaren Verkehrsbelastung, die die Straße künftig haben wird, bestanden Bedenken, sie für alle Zukunft dem gesamten Fuhrwerks- und Kraftwagenverkehr sowie dem Radfahrer- und Fußgängerverkehr zu widmen; insbesondere bestanden Bedenken, ob bei ungünstiger Witterung, Glatteis u. dg. der ohnehin wahrscheinlich nicht starke Fuhrwerksverkehr nicht als Behinderung im Gesamtverkehr anzusehen sei. Die Straße ist daher von ihren Erbauern dem Kraftwagenverkehr voll gewidmet, dem Fuhrwerksverkehr jedoch nur auf Widerruf. Es besteht also hiernach für die Erbauer jederzeit die Möglichkeit, bei Schwierigkeiten oder überstarker Verkehrsbelastung den vorübergehend zugelassenen Fuhrwerksverkehr zu sperren. Es dürfte das ein Mittelding zwischen einer reinen Autostraße und einer Straße des allgemeinen Verkehrs sein, das zweifellos bei solchen Straßen zulässig ist, bei denen andere Wege für den Fuhrwerksverkehr möglich und vorhanden sind und ferner die zu starke Mischung der Verkehrsarten unter Umständen eine Gefährdung des Gesamtverkehrs bedeutet.

Als wesentliche Unternehmungen, die an der Herstellung der Straße und Bauwerke beteiligt sind, seien die Firmen Philipp Holzmann A. G., Frankfurt a. M., Grün & Bilfinger A. G., Mannheim, Westdeutsche Wegebaugesellschaft m. b. H., Düsseldorf, Schliemann & Co., Hannover-Linden, sowie W. Köster, Hagen, genannt. Die künstlerische Bearbeitung der Brücke über den Hengsteysee lag in den Händen des Arch. Prof. Dr.-Ing. E. h. Alfred Fischer, Essen, während für die Talbrücke als künstlerischer Mitarbeiter Arch. Emil Mewes, Köln, tätig war. Die Bauleitung der geschilderten Bergstrecke lag in Händen des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, während die anschließende Talstrecke südlich der Ruhr seitens der Provinzialverwaltung Westfalen durchgeführt wurde. —

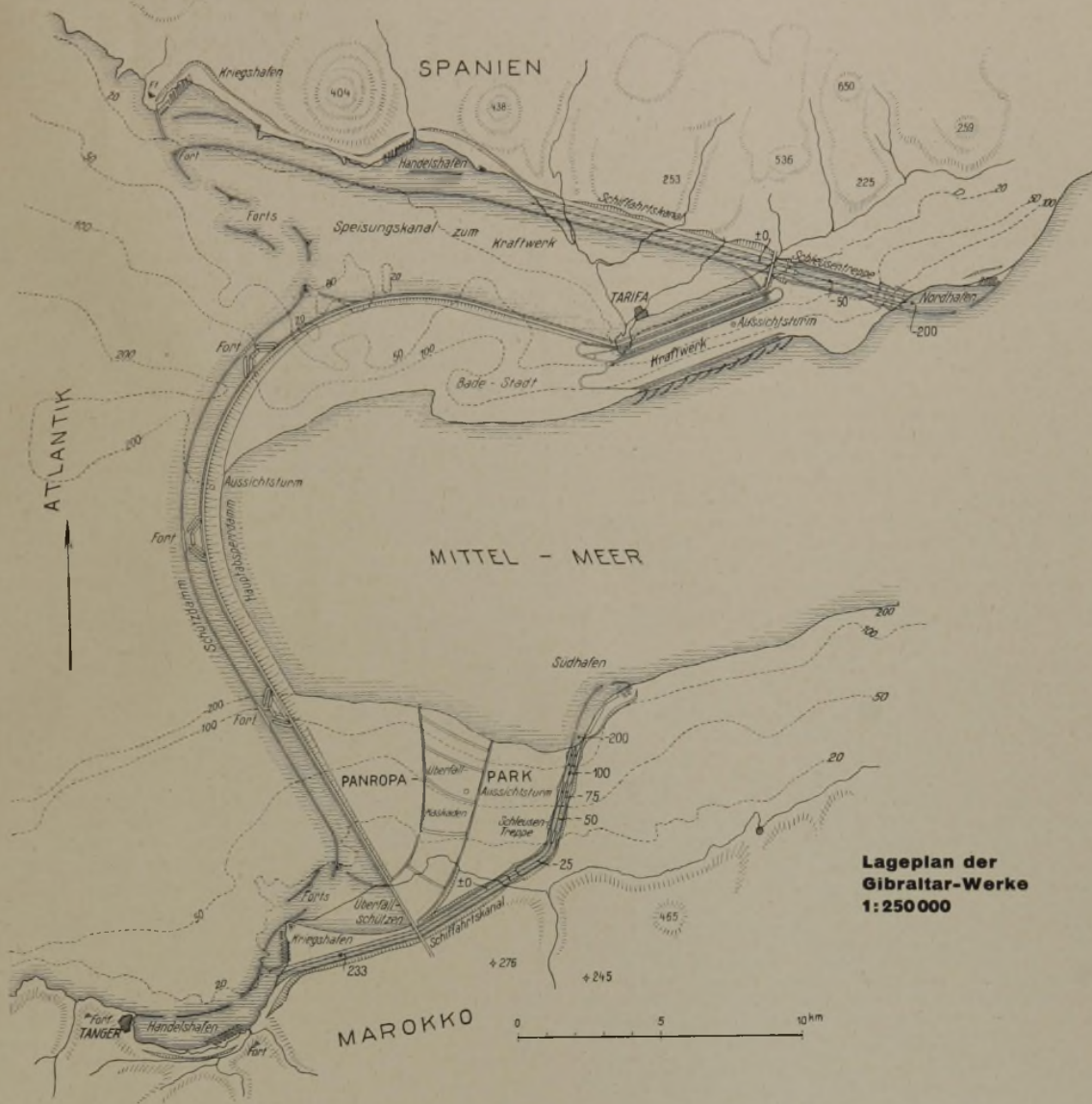
DAS PANROPA-Projekt*). GIBRALTAR-WERKE

VON REG.-BAUMEISTER A. D. HERMANN SOERGEL, MÜNCHEN • 4 ABBILDUNGEN

Vom Atlantik fließen in jeder Sekunde 88 000 cbm Wasser ins Mittelmeer, sonst würde das Mittelmeer wegen seiner geringen Wasserzufuhr durch Flüsse usw. allmählich verdunsten; es würde sich jährlich um 1,65 m senken. Mein Projekt besteht darin, durch Sperrdämme bei Gibraltar und Gallipoli die Senkung auf 200 m künstlich herbeizuführen, dadurch 175 bis 200 Millionen PS zu erzeugen. Neuland im Mittelmeerbecken im Ausmaß von ungefähr 660 000 qkm zu gewinnen,

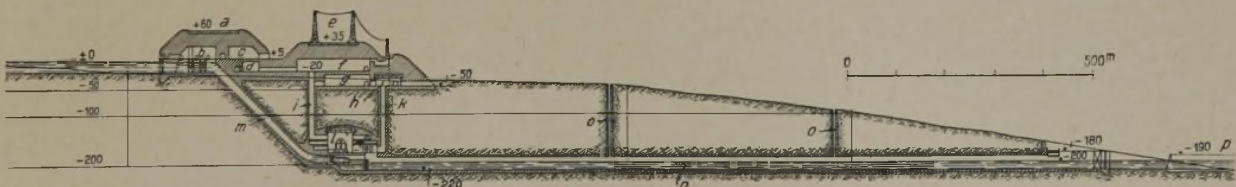
mit der Kraft die Sahara teilweise zu kultivieren und

*) Anmerkung der Schriftleitung. Dieses Projekt, das auf umfangreichen, fachmännischen Vorarbeiten fußt, hat in weitesten Kreisen Interesse erregt. Es ist allerdings ein Gedanke auf lange Sicht, dessen Durchführung vor allem eine neue politische Einstellung, abgesehen von den erforderlichen großen Mitteln, bedingt. Der Gedanke dürfte auch unsere Leser interessieren, um so mehr, als weitere Pläne u. a. Material in der Bauausstellung in Berlin, Halle 1, Stand 115, zu finden sind. —



Lageplan der Gibraltar-Werke
1:250 000

1



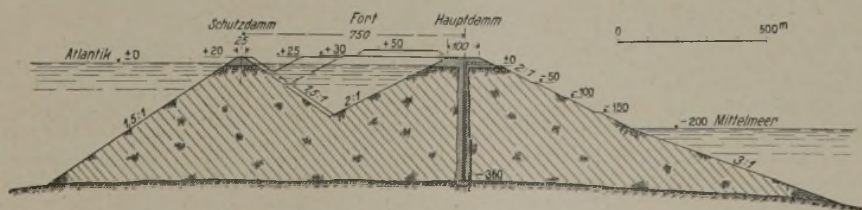
2

Schnitt durch das Kraftwerk 1:15 000
Leistung 175—200 Millionen PS

175 Maschinen-Einheiten mit 30 m Achsabständen

a) Überführung der Dammkronenstraße — b) Oberwassereinflaß mit Dammbalken, Rechen, Fallschützen, Klapptor u. Betriebsschnellbahnen — c) Hauptverwaltungsräume u. Hauptschaltraum, Materiallager — d) Verteilungs u. Nebenschalträume — e) Hochspannungs-Freileitungs-Feld — f) Transformatoren u. Hauptsammelschienen, Hochspannungsraum — g) Ölschalter u. Niederspannungsraum — h) Montagehalle mit Laufkranen — i) Kabelschacht für je 5 Generatoren — j) Montageschacht für je 10 Maschineneinheiten — l) Hauptmaschinenräume zu je 10 Maschinen-Einheiten unterteilt mit Nebenräumen u. Montagehallen — m) Druckrohrschacht für je 1 Turbine — n) Unterwasserstollen für je 2 Turbinen — o) Belüftungsschächte — p) Wellenbrecher

Schnitt durch den Staudamm
1:2500



3

vor allem ein „Panropa“, d. h. eine Vereinigung des industriellen Europa mit dem an Rohprodukten reichen Afrika zu schaffen, um so gerüstet zu sein gegen das kapitalstarke Panamerika und gegen ein zukünftiges bevölkerungsstarkes Panasien.

Die Gibraltar-Werke (Abb. 1 bis 3) stellen zweifellos den schwierigsten Teil der technischen Arbeiten dar, die am meisten Zeit und den größten Kraftaufwand erfordern. Die Abdrosselung der Straße von Gibraltar gibt deshalb den Gradmesser und Schrittmacher für die Möglichkeit, Dauer und spätere Wirtschaftlichkeit der Gesamtdurchführung des Projekts. Bei der Planung wäre es falsch, vom Staudamm auszugehen und Kraftwerk, Werkkanäle usw. jenem unterzuordnen. Damm, Kraftwerk und Werkkanäle müssen in ihrem innigen Zusammenhang erkannt sein, um topographisch und geologisch richtig ins Gelände hineinprojektiert werden zu können. — Das Folgende ist das Ergebnis einer Kollektivarbeit. Ohne es zu wissen, hat der Geograph Oskar Jessen mit seinem Buch „Die Straße von Gibraltar“ (Berlin 1927) die grundlegenden Daten über die Naturzustände gegeben. Helmuth Fentzloff (München) hat die technische Planung ständig mit Rat und Tat gefördert. Bruno Siegwart (Luzern) hat durch mehrfache Studienreisen, eingehende Bearbeitung usw. dem Projekt seine jetzige Form gegeben.

1. Damm, Kraftwerk, Werkkanäle in ihrem Zusammenhang.

Nächst dem Bau des Staudammes, dessen Trace sich in der Hauptsache aus den Meerestiefen ergibt, spielt die Anlage der Zulaufkanäle die wichtigste Rolle in der Gesamtdisposition, und zwar wegen ihrer Größe und wegen des gebirgigen Ufergeländes. Im Vergleich mit diesen bieten die relativ schmalen Schiffahrtskanäle und Schleustreppen keine Schwierigkeiten; auch die Überfälle nicht. Beide müssen sich den ersteren anpassen. Der Querschnitt des Zulaufes berechnet sich wie folgt:

Heute verdunstet die Mittelmeerfläche 88 000 m³/sec. Bei 200 m Absenkung verdunstet sie wegen ihrer verringerten Oberfläche nur noch 66 000 m³/sec. (Im günstigen Sinne wirkt allerdings die Temperaturzunahme, die für 200 m Senkung durchschnittlich 1° beträgt.) Das entspricht einer Leistung von 150 Millionen PS, wenn der Kraftverbrauch konstant wäre. Er schwankt aber unter Umständen stark, je nach der Tages- und Jahreszeit. Wenn auch Spitzenerzeugung aus wirtschaftlichen Gründen kaum in Frage kommt, so müssen wir bei der Gesamtdisposition alle Möglichkeiten offen lassen und nehmen deshalb rund 200 Millionen PS als evtl. Spitzenleistung im vollen Ausbau an. Eine gewisse Elastizität ist auch noch durch die Gallipolierwerke garantiert. Dem entspricht ein Wasserverbrauch von

$$\frac{200}{150} \cdot 66\,000 = 88\,000 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Bei einer Kanaltiefe von 20 m ergibt sich die totale Kanalbreite von rund 3,5 km. Eine solche ist an den gebirgigen Steilufern nicht anzubauen. Diese Überlegungen führten Siegwart zu der Lösung: Man schwenkt den nördlichen Schenkel des Dammes nach Osten ab, sodaß er sich bei Tarifa bzw. seiner Insel an das Festland anschließt, und vereinigt hier die gesamten Wasserkräfte in einem großen Zentralwerk. So bildet das Meer selbst ohne Gefällsverluste den größten Teil des Zulaufkanals. Am Südufer bietet sich nirgends eine ähnliche vorteilhafte Situation — abgesehen davon, daß das Werk schon aus politischen Gründen nicht in Afrika gebaut werden sollte.

Bei dieser Situierung des Zulaufstromes ist vor allem zu untersuchen, ob der Ausbruch nicht zu groß wird?

Die Basis desselben ist etwa 15 qkm. Ein Aluvialgebiet von über 3 qkm, das sich wohl wenig über das Meeresniveau erhebt, zieht sich der Küste entlang. Der höchste Punkt des Ausbruchs wird in der Nähe des Gipfels 253 m erreicht mit etwa 200 m. Das Gebiet wird durch die Fluftäler des Rio Jara und dreier kleinerer Flüsse ausgetieft. Die mittlere Höhe von 150 m ist wohl reichlich geschätzt. Dazu kommt der Ausbruch von — 20 m für das ganze Gebiet, insgesamt ein Totalausbruch von rd. 2 km³.

Diese Masse wird zur Dammaufschüttung von der Europaseite reichlich benötigt. — Alle übrigen Abbruchmengen (für Schleustreppen und Hafenan-

lagen, Überfallkaskaden und Turbinenschächte) kommen für den Dammbau nur zur späteren Verstärkung in Betracht, weil jene Arbeiten erst nach der Absenkung des M. M. ausgeführt werden können. Dagegen ist noch die Austiefung des Meeresgrundes, wo dieser weniger als 20 m tief ist, zu berücksichtigen.

2. Verteidigung der Gibraltarwerke.

Für die Ausgestaltung und Dimensionierung des Staudammes spielen militärische Forderungen eine entscheidende Rolle. Da der Damm zuerst gebaut werden muß, haben wir zunächst mit Kriegsmitteln zu rechnen, die den unseren ähnlich sind. Schon beim Baubeginn ist an den Schutz zu denken, und — obgleich das Panopaprojekt nur nach einer gewissen Einigung Europas ausgeführt werden kann — ist während der langen Bauzeit manche Veränderung in der Konstellation der Weltpolitik möglich; man denke nur an die ganz natürliche Rivalität der Nachbarweltteile Amerika und Asien.

Eine Bresche im Damm von 20 m Tiefe und 5 km Länge — (es ist vorteilhafter, die Bresche lang und wenig tief zu machen, da die wegzusprenge Masse mit dem Quadrate der Tiefe zunimmt, die Geschwindigkeit des Wassers aber nur mit der Quadratwurzel aus der Tiefe) — z. B. ergibt eine durchströmende Wassermenge von über 1 Million m³/sec, also für 1 Tag 90 km³, d. i. ein Wasserfall 150 mal größer in der Menge und 4 mal höher im Gefälle, also 600 mal mächtiger als die Niagarafälle. Zur Wiederauffüllung des gesenkten M. M. auf das Atlantikniveau wären rd. 15 Jahre nötig.

Kein Zweifel, es muß zur wirksamen Verteidigung alles getan werden, was der Stand der Kriegstechnik jeweils bietet. Ein Angriff kommt wohl nur von Westen her in Betracht. Bevor er von Osten her erfolgen könnte, müßte schon ganz Europa in der Gewalt des Gegners sein. Außer Flugzeuge, Schiffe auf und unter dem Wasser können Truppen angreifen. Die beste Landungsstelle wäre Cadix, dessen Reede einer großen Flotte Schutz bietet. Die Verteidigungslinien müssen also ziemlich weit ins Land hineingeschoben werden. Durch eine über 100 km lange Linie von Cadix bis Gibraltar und durch eine rd. 70 km lange Linie in Marokko ist die Umgebung der Straße von Gibraltar als paneuropäisches Bundesterritorium zu befestigen. Eine Überumpelung muß ausgeschlossen sein.

Die Verteidigung des Dammes selbst muß unter allen Umständen den Damm selbst erhalten. Denn in seinem Schutz liegen das gewonnene Neuland, die Kraftwerke, die Schifffahrt, die Saharabewässerung. Der Damm muß also in seiner Totalität befestigt werden. Die Dammkrone muß so stark und gegen schwere Geschütze widerstandsfähig sein, daß ein Wasserdurchbruch ausgeschlossen ist. Die Annäherung feindlicher Schiffe kann mit Torpedo-, Unterseeboot- und Fliegerangriffen gehemmt und durch ein System von Forts, Batterien und Minenfeldern unmöglich gemacht werden. Außer den Forts an Land und auf dem Damm selbst sind noch solche auf künstlichen Inseln vorgesehen.

Die Inseln werden in Tiefen bis zu 100 m angelegt. Eine Insel mit 400 m Durchmesser auf Meereshöhe, bis 30 m über das Meer hoch, mit einem Böschungswinkel von 1 : 2 erfordert 32 Millionen cbm Aufschüttungsmaterial. Acht Inseln und drei Forts auf dem Damm erfordern zusammen 300 Millionen cbm, das sind kaum 5 v. H. des Damminhalts und etwa 2½ v. H. der Dammkosten (weil beim Staudamm der wasserdichte Kern am teuersten).

Um Sprengungsversuche durch ganze Schiffe, die mit Sprengstoffen geladen sind, unter allen Umständen zu verhindern, wurde der Schutzdamm angelegt, der vom Hauptdamm durch einen breiten Wassergraben getrennt ist. Wenngleich eine Sprengung unter Wasser wegen des flacheren Böschungswinkels und der verringerten Explosionswirkung wenig Zweck hat, und Sprengungsversuche durch Fahrzeuge auf dem Wasser auch bei Nacht durch eine automatische Beleuchtungs- und Signalkontrolle fast unmöglich gemacht werden können, so ist doch immerhin mit einem Versagen oder einer Nachlässigkeit zu rechnen: Kurz, der sicherste Schutz ist die Dammasse selbst. Aus solchen Erwägungen — nicht aus rein technischen — ergab sich die Dimensionierung von Haupt- und Schutzdamm, die beide voneinander durch eine 600 m breite Wasserfläche getrennt sind.

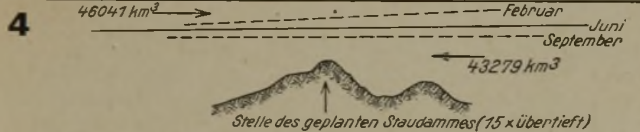
(Abb. 5.) Die Bahnanlagen zur unterirdischen Beförderung von Truppen und Munition sind Einzelheiten, auf die wir nicht näher eingehen wollen. Das Kraftwerk selbst wird man am besten gegen Angriffe schützen, wenn man es in den Felsen verlegt.

3. Über die Bauausführung des Dammes.

Der Damm ist seinem Wesen nach ein Aufschüttungsdamm. Sein Querschnitt (Abb. 5) ist so ansehnlich, daß schon durch Dicke und Eigendruck — abgesehen von der natürlichen Verschlickung durch Tiere, Pflanzen und chemische Vorgänge — eine gewisse Dichtigkeit gewährleistet wird. Die heute vorhandenen Strömungen in der Straße von Gibraltar (siehe Schema Abb. 4) kommen mit dem Emporwachsen des Dammes allmählich zur Ruhe.

Diese Wasserbewegung des M. M. wird mit dem Höherwerden der Sperre verlangsamt. Trotzdem erfordert der Dammkern wegen der einseitigen Druckbeanspruchung eine besondere Dichtung, die jede Wasserdurchlässigkeit ausschließt. Die Herstellung eines Betonkernes wäre in der Praxis äußerst schwierig und teuer, da der Beton kaum zu ruhigem Abbinden unter Wasser zu bringen wäre. Es ist daher unbedingt vorzuziehen, den völlig aufgeschütteten Damm von seiner Krone aus durch Einspritzungen abzudichten.

Die Ausführung des Dammes wird so vor sich gehen, daß man durch Ausnützung der günstigsten Stellen zunächst möglichst rasch eine Verbindung von Ufer zu Ufer herstellt und dann erst allmählich an die Verstärkung, an die Dichtung und den endgültigen Ausbau geht. Erst vom Zeitpunkt der Absenkung des M. M. wird eine Dichtung nötig; der Schutzdamm hat überhaupt keine hydrostatische, sondern nur eine



Strömungen in der Straße von Gibraltar

fortifikatorische Aufgabe zu erfüllen. Der Materialbedarf für das erste Stadium ist rd. $2,5 \text{ km}^3$, für den fertigen Damm ungefähr das Doppelte.

Eine Folge der Absenkung des Mittelmeerwasserspiegels auf den Damm ist die schrittweise Entlastung des Schüttmaterials um den Betrag des Auftriebs. Letzterer beträgt 45 v. H. des Dammgewichtes bei einem spezif. Gewicht desselben von 2,2. Die Folge sind Setzungen während der ganzen Bauzeit, auf die man aber sehr wohl Rücksicht nehmen kann. Um sie nach Möglichkeit zu vermeiden, wird man — ebenso wie zum Zwecke der Dichtung — auf ein Beimengungsmittel sinnen müssen, das die Dammmasse in sich festigt bzw. durch Entlastungs- und Gewölbebildungen auf besonders gut gegründete Punkte konzentriert. Die Schwierigkeiten des Dammbaus sind je nach seiner Tiefe grundsätzlich verschieden. Für das Verhältnis des Materialbedarfes für die tiefste Strecke zum Gesamtbedarf sind folgende Zahlen charakteristisch:

Für den Hauptdamm allein sind erforderlich:

von Kilometer 15 bis Kilometer 21, also auf 6 km: 56 v. H.

von Kilometer 15 bis Kilometer 22, also auf 9 km: 72 v. H.

der ganzen Masse des Dammes.

Um die tiefste Stelle des Dammes von der größten Tiefe bis auf die Höhe -120 m aufzufüllen, was von Kilometer 12 bis 22, also auf eine Länge von 10 km nötig ist, sind 78 v. H. der ganzen Masse erforderlich. Der Damm, von einem Ende zum andern, soweit er nicht die Tiefe von -120 m unterschreitet, erfordert nur 22 v. H. des gesamten Materials.

Diese Zahlen geben ein deutliches Bild der erforderlichen Materialbewegungen, wenn man deren Herkunftsort der Tatsache gegenüberstellt, daß der Schwerpunkt des ganzen Dammes etwa zwischen Kilometer 17 und 18 liegt.

Der Dammschluß ist in 10 Jahren Bauzeit zu erzielen. Wenn für den ersten Ausbau rund $2,5 \text{ km}^3$ Material erforderlich werden, so sind es also bei einer Bauzeit von 10 Jahren $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ je Jahr, oder bei kontinuierlicher Arbeit ohne Feiertage Tag und Nacht $700 \cdot 000 \text{ m}^3$ für 1 Tag, entspr. $30 \cdot 000 \text{ m}^3$ für

1 Stunde. Wenn wir nur 10 Arbeitsstellen (z. T. schwimmende Inseln), von denen aus die Aufschüttung erfolgt, annehmen, so hat jede rund 3000 m^3 in 1 Stunde zu bewältigen. Wenn wir bei der gleichen Leistung aber 20 Arbeitsstellen annehmen, so reduziert sich die Bauzeit auf 5 Jahre. Um jedoch 10 Stellen stündlich mit 3000 m^3 Material zu beliefern, sind umfassende Einrichtungen für Sprengung, Zerkleinerung, Aufbereitung und Transport zu treffen.

An Hilfswerken, die in eigener Regie betrieben werden, sind notwendig:

1. Hydro-elektrische Kraftwerke in Spanien und Marokko zur Lieferung von schätzungsweise $250 \cdot 000 \text{ PS}$ für Bauzwecke und zum Betrieb von 2. Sprengstoffabriken, 3. Zementfabriken, 4. Stahlwerke, Gießereien und Maschinenfabriken, 5. Hafenanlagen mit Docks usw., 6. Eisenbahnen, 7. Wohn- und Wohlfahrtseinrichtungen.

4. Kaskadenüberlauf.

Dieser hat den Zweck, den M. M.-Wasserspiegel zu regulieren, vor allem dem M. M. dann Wasser zuzuführen, wenn es tiefer abzusinken droht, als zulässig ist. Die untere Grenze des M. M.-Spiegels ist durch die Notwendigkeit festgelegt, die Einfahrt der Schiffe in die Schleusentreppen von Gibraltar, Port Said und Gallipoli sowie in die vielen neuen Häfen, die am zukünftigen Ufer entstehen werden, zu sichern. Bis zum Zeitpunkt der gewünschten Senkung braucht man überhaupt keine Überfälle. Von da ab kann man folgendermaßen vorgehen:

Wenn man im ersten Ausbau z. B. drei von zehn Kraftwerken errichtet, so baut man auch gleichzeitig die Einlaufkanäle und Schützen für zwei oder drei weitere Kraftwerke und benützt diese als Überfälle. Erst wenn die gesamten Werke ausgebaut sind, werden die Überfälle notwendig. Es wird wahrscheinlich genügen, wenn durch den Überlauf etwa zwei Drittel der Wassermenge laufen kann, die das Kraftwerk braucht, also etwa $44 \cdot 000 \text{ m}^3/\text{sec}$. Sollte sich aber die Periode stärkerer Verdunstung auf einen Teil des Jahres beschränken, z. B. 6–8 Monate, so müßte man den Überfall größer bemessen.

Auf alle Fälle stellt die Spiegelhöhe des abgesenkten Meeres einen Zustand dar, der sich nur langsam ändert. Wegen der großen Oberfläche braucht es Monate des zu starken oder zu schwachen Wasserzuflusses, um eine für die Einfahrt in die Schleusen in Betracht kommende Niveauveränderung herbeizuführen. Die Betätigung der Überfälle soll deshalb nicht automatisch erfolgen, und man kann den ganzen Überfall öffnen, um möglichst rasch die gewünschte Wirkung zu erzielen — das heißt hier immer noch einige Monate —; denn wir schöpfen ja aus dem Weltmeer.

Die notwendigen Dimensionen des Überlaufes machen seine Situierung am Nordufer unmöglich. Es liegt auch sonst kein Grund vor, ihn auf der Seite des Kraftwerks anzulegen. Er wird nur zuweilen, und dann auf längere Zeit, betätigt, ganz anders wie die Einlaufschützen zu den Turbinen. Auch von militärischer Seite ist kein Einwand zu erwarten; denn die Verteidigung der Gibraltarwerke hat nur in ihrer Gesamtheit einen Sinn.

Wenn wir für die Dimensionierung — um auf alle Fälle sicherzugehen — ein Wasserquantum von $100 \cdot 000 \text{ m}^3/\text{sec}$. annehmen, so ergibt sich bei einer Wassergeschwindigkeit von 4 m in den Schützenöffnungen ein Totalquerschnitt von $25 \cdot 000 \text{ m}^2$ oder bei einer Tiefe von 20 m eine Gesamtbreite von 1250 m . Die Breite der Schützen zu 25 m angenommen, sind 50 Schützen erforderlich. Dazu kommen 50 Pfeiler zu $7 \text{ m} = 350 \text{ m}$, so daß sich eine totale Kanalbreite von 1600 m ergibt.

Da man für den Dammbau ohnehin Material braucht, wird man selbstverständlich den Überfall schon bei Beginn der Bauarbeiten ausbrechen, auch wenn er erst in späteren Zeiten gebraucht wird. Nach der Mittelmeerseite läßt man eine Felsbarriere stehen. Überfall, Schiffsfahrtskanal und Hafengebäude ergeben rd. 1 km^3 Ausbruchmaterial für den Dammbau, was für die afrikanische Seite zunächst genügt.

5. Schiffsfahrtskanäle, Schleusentreppen.

Die Zahl der Schiffe, die jährlich die Straße von Gibraltar passieren, beträgt 6500 bis 7000 mit 25 bis 27 Millionen Netto-Tonnengehalt (95 v. H. davon passieren zugleich den Suezkanal), überwiegend Frachtdampfer. Die Gründe, warum im Projekt sowohl auf der europäischen wie auch auf der afrikanischen Seite ein Schiffsfahrtskanal in den angegebenen

Breiten vorgesehen wurde, sind aber noch andere; sie sollen hier nicht näher auseinandergesetzt werden. Da die Kanäle erst kurz vor Fertigstellung des Dammes gebraucht werden, kann in der Zwischenbauzeit alles, was sie betrifft, noch reichlich überlegt werden. Es können dann vielleicht bessere Formen von Schiffshebewerken usw. zur Verwendung kommen. Für die Planung von Wichtigkeit ist zunächst die Situierung der Kanäle und die Beziehungen zu den ihnen benachbarten Werken. Sie sind aus den Plänen ersichtlich. Bei der Einmündung ins M. M. muß ein kleiner Hafen den von unten kommenden Schiffen Schutz bieten, sowie den von oben kommenden eine glatte Ausfahrt sichern. An der Atlantikseite sind größere Hafenanlagen. Der Zeitverlust der Schleusung spielt bei den langen Gütertransporten keine Rolle.

6. Kraftwerk. (Abb. 2.)

Es wurde bereits eingangs hervorgehoben, daß die Lage des Absperrdammes, die des Kraftwerkes und dessen Speisungskanals in engen Wechselbeziehungen zueinander stünden. Die beträchtlichen Ausmaße des Speisungskanals — bei rd. 20 m Wassertiefe führen in 3,5 bis 4 km Breite die Kraftwassermengen wirtschaftlich dem Werke zu — lassen es angezeigt erscheinen, mit möglichst geringem Aufwand an Bodenbewegungen auszukommen und sich den hierfür günstigsten Geländebeziehungen anzupassen. In geologischer wie topographischer Beziehung ist hierfür das europäische Ufer der Gibraltarstraße ungleich besser geeignet als das afrikanische; abgesehen von den bereits erwähnten politischen Gründen. Mit dem Abschnen der in früheren Entwürfen in nordöstlicher Richtung das spanische Ufer erreichenden Dammtreffe nach Osten auf Tarifa zu wird die Meeresbucht westlich dieses Punktes in hervorragendem Maße geeignet, einen großen Teil des Zulaufkanals zu dem hart östlich von Tarifa vorgesehenen Kraftwerk und die notwendigen Einfahrts- und Hafenterrassen für die nördliche Schleusentreppe abzugeben. Ohne überhaupt nennenswerte Gefällverluste bis zu den Kraftwerkeinläufen bildet so das Meer zum großen Teil selbst die Oberwassereinführung, die in hydraulischer und topographischer Hinsicht nicht günstiger gefunden werden kann.

Es ist mit diesen Erwägungen die allgemeine Lage des Kraftwerkes von Gibraltar auf dem europäischen Ufer gegeben. Für den Entwurf des Werkes im besonderen sind als wichtigste Gesichtspunkte maßgebend die Ausbaugröße hinsichtlich der Gesamtleistung und Größe der einzelnen Maschinensätze, günstigste Anordnung mit Rücksicht auf die Sicherheit des Werkes gegenüber feindlichen Einwirkungen, geologische Beschaffenheit des Baugrundes sowie die topographischen Geländebeziehungen der ganzen Kraftwerksbaustelle, die bestimmend für einen wirtschaftlichen Ausbau des Werkes in bezug auf die Anordnung und Gestaltung der Bauteile sind.

Es wurde schon hervorgehoben, daß der Vollausbau des Gibraltarwerkes auf rd. 200 Millionen PS zweckmäßig vorgesehen werden müßte.

Bei einem durchschnittlichen Betriebswasser von 66 000 cbm/sec. (bei um 200 m vollendeter M. M.-Spiegelsenkung) betrage mit rd. 194 m Nettogefälle und 88 v. H. Turbinenwirkungsgrad die Durchschnittsleistung 150 Millionen PS. Es wird voraussichtlich nicht zu hoch gegriffen sein, wenn der Entwicklung des Turbinenbaues für die in immerhin doch noch fernerer Zukunft liegende Verwirklichung des Entwurfes die Ausbaugröße einer Maschineneinheit zu rd. 1 Million PS zugemutet wird. Auf eine solche Maschinengröße ist bei dem Entwurf des Kraftwerkes vorausgegriffen worden, um wenigstens annähernd Maße und Einzelheiten für eine, wenn auch skizzenhafte Zeichnung des eigentlichen Werkes zu erhalten. 175 Maschineneinheiten von je 1 bis 1,15 Millionen PS Leistung; also zusammen rd. 175 bis 200 Millionen PS Gesamtleistung des Werkes, mit senkrechter Welle, wie bisher üblich der Generator über der Turbine, und diese mit ihrem Mittel rd. 5 m über dem künftigen Unterwasserspiegel, sollen unter Tage mit je 30 m Achsabstand Aufstellung finden. Die Gesamtlänge

des unterirdischen Maschinensaales beträgt somit rd. 5,25 bis 5,35 km bei 50 m Breite; dieser Hauptraum wird zweckmäßig noch in Gruppenräume zu je 10 M. E. unterteilt. Die lichte Höhe des Maschinensaales wird einschließlich der Kranbahn usw. mit 50 m ausreichend bemessen sein, so daß der Scheitel des hierfür auszureichenden Riesenstollens (mit stehenden und damit zusprengenden Querswänden, eben den Trennungswänden der Gruppenstützenden Querswänden, eben den Trennungswänden der Gruppenstützenden Querswänden, eben den Trennungswänden der Gruppenstützenden Querswänden) rd. 95 m unter der Geländeoberfläche liegt. Ein unter 45° geneigter und stahlblechgepanzierter, von 14 auf 10 m Durchmesser sich verjüngender Druckstollen führt jeder Turbine das Triebwasser von etwa 500 bis 550 cbm/sec. zu.

Immer zwei Turbinen münden in je einen 1400 m langen Unterwasserfreispieltollen von rd. 20/50 m Wasserquerschnitt. Eine genügende Stichtiefe des Stollenscheitels über dem Unterwasserspiegel soll die Möglichkeit offen lassen, mit Montagegeräten einzuweisen zu können, um große Maschinenteile evtl. schneller und bequemer als durch den außerdem vorgesehenen Montageschacht einbringen zu können. Außer diesen Gruppensälen sind unterirdisch — also bergmännisch eingebaut — noch andere Räume und Anlagen vorhanden, die aus Abb. 2 und ihren Beischriften zu ersehen sind. Von diesen Räumen führen mit lichten Durchmessern von je 10 m senkrechte Schächte nach oben, und zwar für je 5 Generatoren ein Kabelschacht oberwasserseitig, und für je 10 Maschineneinheiten ein Montageschacht unterwasserseitig der Hauptmaschinensäle.

Die über Tage zu erstellenden Anlagen umfassen den Oberwassereinflaß, die Verwaltungsräume, Schaltanlagen und ferner die Hochspannungsräume mit den Umspannwerken und die Montagehallen. Der Querschnitt des Kraftwerkes (Abb. 2) zeigt die gedrungene und doch übersichtliche Anordnung aller dieser nach dem heutigen Stand der Technik notwendigen Räume, die sämtlich kasemattartig mit starken Beton- und Erdüberlagerungen gegen jede feindliche Einwirkung ausgebaut werden sollen. Auf dem Rücken des die Einläufe und Hauptverwaltungsräume usw. enthaltenden Baues wird die Kronenstraße des Hauptdammes mit 100 m Breite überführt. Der Rücken des die Hoch- und Umspannanlagen und die Stromausführstellen enthaltenden Baues trägt die Hochspannungsfreileitungen, die skizzenhaft angedeutet sind.

Es muß hier besonders hervorgehoben werden, daß die Frage des wirtschaftlichen Fortleitens der im Gibraltarwerk erzeugten gewaltigen Leistung von etwa 175 bis 200 Millionen PS, das sind etwa 130 bis 147 Millionen KW, mit heutigen Mitteln wohl noch unmöglich ist, daß aber zu gegebener Zeit die Technik Wege gefunden haben wird, die wirtschaftlich gangbar sein werden. Es wird auch möglich sein, daß die vorstehend skizzierte Idee des Gibraltarwerkes durch die später noch viel fortgeschrittenere Entwicklung des Turbinenbaues und der Elektrotechnik längst überholt sein wird.

Ein besonders wichtiger Punkt in dem ganzen Gibraltarwerk ist die Frage des Kraftgewinns schon von Anfang an der Mittelmeerabsenkung an, um so früh wie möglich neben dem auftauchenden Landgewinn auch den entsprechenden und sich dem dann immer steigenden Bedarf an elektrischer Energie zu decken. Naturgemäß wird es hier eine wirtschaftliche Grenze für die Größe des anfänglich zu errichtenden Interimskraftwerkes geben. Denn ein zu großer Ausbau, der erhebliche Wassermengen bei den anfänglich geringen Gefällen erfordern würde, würde das Absenken des M. M.-Spiegels derart hinauszögern, daß er vom Gesichtspunkt des Landgewinnes und dessen Urbarmachung — sowie auch Ausbau der bestehenden und zu verlegenden Häfen usw. — durchaus verwerflich wäre. Wie dieses Interimswerk auszubilden wäre, ist noch näher zu untersuchen. Soviel steht hierfür aber schon fest, daß es wohl an der gleichen Stelle ausgebaut werden und sich fortentwickeln müßte, an der der endgültige Ausbau vorgesehen ist. Es wird wohl dieses Interimswerk über Tage ausgebaut werden müssen, um immer neue, durch das Verdammen entstehende Gefällshöhen stoffweise untereinander anzuschließen. Der Endausbau unter Tage würde dabei den Bestand des Interimswerkes nicht behindern und umgekehrt. —