

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 13

Artikel: Die Wasserkräfte Griechenlands
Autor: Schürmann, Xaver
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38978>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Die Wasserkräfte Griechenlands. — Entwürfe zum Bahnhofsvorplatz und Aufnahme-Gebäude der Station Zürich-Enge. — Ueberwachung des Fahrstrom-Verbrauchs bei Strassenbahnen. — Schweizerische Kraftwerks-Politik. — Miscellanea: Normalisierung der Papierformate. Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen.

Ausfuhr elektrischer Energie. Eidgenössische Technische Hochschule. Der Verband schweizerischer Sekundärbahnen. — Konkurrenz; Wettbewerb für schmiedeiserne Grabzeichen. — Literatur. — Vereinsnachrichten: G. E. P. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. S. T. S.

Band 82.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 13.

Die Wasserkräfte Griechenlands.

Von Xaver Schürmann, Ing. E. T. H.

I. Allgemeines.

Wenn Griechenland als eigentlich industriearmes und warmes Land während der Kriegsjahre weit weniger unter dem Mangel an Kohlen litt, wie die industriereichern, kältern Länder Zentral- und Westeuropas, so schien es doch bei den stark steigenden Kohlenpreisen der letzten und Nachkriegsjahre aus wirtschaftlichen Gründen geboten, die Verwertung der im äusserst kohlenarmen Lande vorhandenen Wasserkräfte ins Auge zu fassen.

Im Frühjahr 1920 wurde daher vom griechischen Verkehrsministerium einer Gruppe schweizerischer Ingenieure die Aufgabe übertragen, die in Altgriechenland bestehenden natürlichen Kraftquellen der weissen Kohle zu studieren. Ingenieur Boucher in Lausanne hatte außerdem im Auftrage eines Finanzkonsortiums schon im Jahre vorher die Wasserkräfte Westmazedoniens erforscht und sorgfältig ausgeführte Vorprojekte ausgearbeitet. Die nachfolgenden Ausführungen sollen über die Ergebnisse der beiden Studienarbeiten, die sich unter den gegebenen knappen Zeitverhältnissen (vorläufiger Kraftbedarf, schätzbare Bauwürdigkeit, Anfahrmöglichkeiten) nur über die wichtigsten Wasserläufe erstrecken konnten, kurz orientieren.

II. Hydrographische Verhältnisse und Bodengestaltung.

Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse sind infolge der grossen klimatischen und topographischen Unterschiede der einzelnen Zonen Griechenlands ebenfalls sehr verschiedene. In Altgriechenland, also dem Pelopones, Mittel- und Alt-Nordgriechenland, Gegenden, die der Mittelmeerzone angehören, treten die Niederschläge hauptsächlich in den Monaten Oktober bis Mai auf. In diesem meist aus kahlem, steilem Kalkgebirge bestehenden Gelände fliesst das Wasser schnell ab und findet wenig Gelegenheit zur Quellenbildung. Viele in der Regenzeit zu ansehnlichen Flüssen anwachsende Wasserläufe versiegen während des meist regenlosen Sommers.

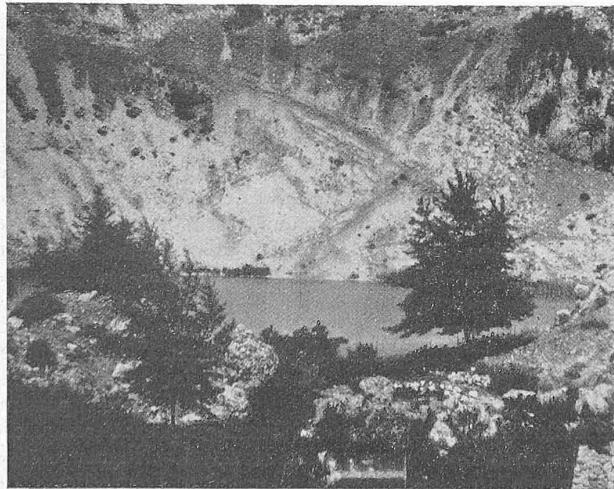


Abb. 5. Der See von Luros in Epirus.

Nur wenige Flüsse führen auch im Sommer eine in Betracht kommende Wassermenge. Eine solche Ausnahme bildet in Thessalien der Peinios, durch den sich das dichte Netz von Gewässern der thessalischen Ebene in dem Tempatal zwischen dem Olymp und dem Osso-Gebirge ins

Aegäische Meer entleert; ferner in Mittelgriechenland der Sperchios in der Niederung von Lamia, der aber infolge der topographischen Verhältnisse für die Energie-Ausnutzung nicht in Betracht kommt. Aus dem südlich der Sperchios-Ebene aufsteigenden Oetagebirge, etwa 210 km nördlich von Athen, entspringt auf rund 1300 m ü. M. der Gorgopotamos, der in mächtigen Fällen sich in die Sperchios-ebene ergiesst und sich unweit von Lamia mit dem Sperchios vereinigt (Abbildung 1, Seite 161 am Rande rechts).

Aus Aetoliens ergießen sich der Mornos und der Fidaris in den Golf von Korinth (Abbildung 1). Diese beiden Flüsse haben ein regelmässiges Winterhochwasser von über 800 m³/sek, während sie im Sommer und Herbst als unansehnliche Bäche ihr schuttgefülltes Bett durchfliessen. Der bedeutendste Fluss Altgriechenlands, der auch im Sommer wasserreiche Aspropotamos oder Achelaos, sammelt die im Westen des in seinen nördlichen Teilen bewaldeten Pindusgebirges fallenden Niederschläge und führt diese in der Nähe von Missolonghi dem Jonischen Meere zu.

Weit günstiger gestalten sich die Abflussverhältnisse dank der klimatischen, geologischen und Bodenverhältnisse in Westmazedonien und in Epirus. Die an weisser Kohle nicht reichen Gebiete Ostmazedoniens und Thraziens wurden bisher nicht in den Bereich der Studien einbezogen.

In Westmazedonien interessieren vor allem die aus dem See von Ostrovo und die in den östlichen Teilen des vom Aliakmon nach Vodena meridional verlaufenden Wermiongebirges entspringenden Quellflüsse. Das Massiv dieses Gebirgsystems setzt sich aus Kalk, Schiefer und Sandsteinschichten zusammen. Jeweils in ziemlich häufigem Wechseln der Kalkschichten in Schieferschichten treten Quellen aus, die sich am Fusse des Gebirges sammeln. Das sehr kohlensäurehaltige Wasser bildete anlehnd an den Gebirgsfuss mächtige Kalktuffterrassen, die sich von Verria bis hinauf nach Vrtokop ziehen und stellenweise eine Mächtigkeit von über 200 m erreichen. Diese Sintergebilde stellen eine natürliche Akkumulation für die vorwiegend im Herbst bis Frühling fallenden Niederschläge dar, sodass die hieraus entstehenden Flüsse durch die Ständigkeit ihrer Wasserführung besonders wertvoll sind. Die aus den weiter im Westen und höher gelegenen Seen (Ostrovo, Prespa und Ochrida) stammenden unterirdischen Wasseradern sammeln sich in diesem Tuffschwamm, wo sie in Gemeinschaft mit dem aus dem orographischen Einzugsgebiet stammenden Zuflüssen als mächtige, zum Teil 2 bis 3 m³/sek führende Quellen austreten.

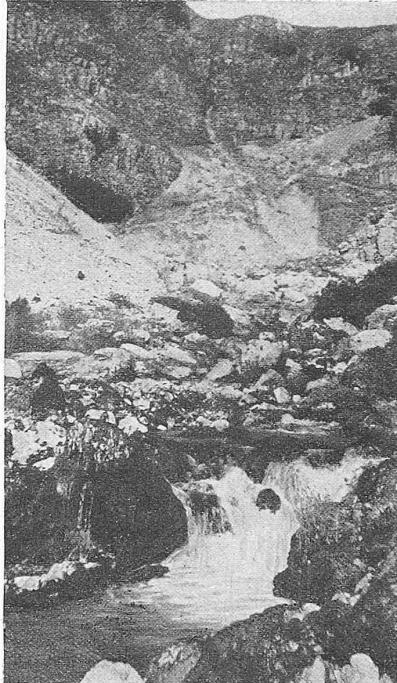


Abb. 3. Die Quellen von Veltssta.

Aus den südwestlichen Gebieten des Wermiongebirges sammelt der Triapotamos diese Quellen. Dieser durchströmt in tiefen Schluchten die höher gelegenen Travertinschichten, stürzt in hohen Fällen über die nachfolgende Terrasse, windet sich in raschem Lauf um die Stadt Verria, um dann in den mächtigen, die Ebene begrenzenden Schuttkegel auszutreten. Etwa 20 km nördlicher entspringt an den östlichen Hängen der Durla die zum Teil vom See von Ostrovo gespiesene Arabissa. Als etwa $2,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ starke Quelle tritt sie 3 km oberhalb der Stadt Niaussa auf der obersten Travertinterrasse zutage und nimmt auf ihrem Lauf weitere Quellen auf. In tiefer Rinne braust sie durch die Steilhänge in die Campagna von Saloniki hinunter und betreibt hierbei einige mechan. Tuchwalkereien und Baumwollspinnereien.

Eine weitere Gruppe von Quellen treten oberhalb des Dorfes Gugovo auf einer Höhe von 470 m ü. M. zutage und bilden mit anderen zusammen das Flüsschen Voda, das auch im Sommer 4 bis $5 \text{ m}^3/\text{sek}$ führt. Diese Quellen verdanken ohne Zweifel ihre Entstehung dem See von Ostrovo, der in norwestlicher Richtung ihres Austrittes auf Kote 540 liegt und ein Einzugsgebiet von 1600 km^2 hat. Der so gebildete Vodafluss durchzieht in östlicher Richtung das Tal von Gugovo nach Vodena, um alsdann von der obersten Terrasse, auf der auch die Stadt Vodena liegt, mit grossem Gefälle und einzelnen Wasserfällen, die etwa 130 m tiefer liegende Ebene zu erreichen und durch diese in trüger Laufe sich in den Janitzasee zu ergießen.

Im weitern kommt für die Gewinnung von Wasserkräften der im *Becken von Kastoria* (Südwestmazedonien) entspringende, über ein Einzugsgebiet von über 6000 km^2 verfügende Aliakmon in erster Linie in Betracht. Bei einer jährlichen Niederschlags Höhe von rund 1150 mm und einem mittleren Abflusskoeffizienten von 0,35, der mit Rücksicht auf die zum Teil unbewachsene Hänge nicht zu gross gewählt erscheint, ergeben sich für die Durchflusstelle südlich von Verria (Ende des gefällreichen Unterlaufes) vor Eintritt des Aliakmon in die Campagna als Jahresmittel für die sekundliche Abflussmenge annähernd $90 \text{ m}^3/\text{sek}$. Die Mission Boucher hatte im Herbst (Niederstwasser) durch Flügelmessungen $29 \text{ m}^3/\text{sek}$ festgestellt.

Der erst im Jahre 1913 zu Griechenland gekommene *Landesteil Epirus* (siehe Abbildung 2) besitzt drei Flussläufe, die sich für den Ausbau von Wasserkräften eignen, da sie verhältnismässig grosse, ständige Abflussmengen und konzentrierte Gefälle haben.

Die über den ganzen Epirus verzweigte Gebirgsmasse des Pindos, dessen Ketten meist nach Süden ziehen, umschliessen zahlreiche geschlossene Becken ohne Oberflächenabfluss, so z. B. das Becken des Sees von Jannina, das mit dem seichtern, sumpfartigen See von Lapsista in kommunizierender Verbindung steht. Diese abflusslosen Täler, in denen sich das Wasser aus grossen Einzugsgebieten sammelt, entwässern sich in vielen Fällen durch unterirdische Abläufe. Bis heute sind keine zuverlässigen Untersuchungen darüber angestellt worden, in welchem Verhältnis das in das zerklüftete, aus Kalk, Flysch und Schiefer bestehende Faltengebirge eingedrungene Wasser den verschiedenen Flussläufen, nämlich dem Kalamas im Norden, dem in nord-südlicher Richtung abfließenden, in den Golf von Arta mündenden Luros, oder dem zu diesen parallel verlaufenden Artafluss zukommt. Aus den seit 10 Jahren beobachteten Regenmengen und den durch die Wasserscheiden bestimmten Einzugsgebieten kann daher die Abflussmenge der Gewässer nicht ermittelt werden, nur direkte Wassermessungen geben richtige Werte.

Der nördlich Jannina entspringende, nach Westen verlaufende, gegenüber von Korfu ins Meer mündende Kalamas wird durch eine Reihe nie versiegender Quellen gespeist. An der Grenze von Mittel- und Oberlauf nimmt er die für die Elektrizitätsversorgung von Jannina wichtigen Quellen von Veltsista (Abbildung 3) auf. Der Kalamas (Abbildung 4) führt schon zwischen Raveni und Glisiani auch im Sommer nicht unter 6 bis $7 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Aus dem See vom Luros (Abbildung 5), der ohne sichtbaren Zufluss in einem von Schutt und Trümmern umgebenen Becken liegt, entspringt etwa 25 km südlich Jannina, mit je nach der Jahreszeit von 600 bis 1200 l/sec schwankender Abflussmenge, der Luros. — Zweifellos steht dieser kleine blaue Luros-See mit dem Seebecken von Jannina in Verbindung. — Auf seinem Lauf nach Süden nimmt der Luros die unterhalb dem Dorfe St. Georg auf der linken Flusseite aus dem Kalkstein hervorsprudelnden, an die $3 \text{ m}^3/\text{sek}$ liefernden Quellen auf (Abbildung 6). Auch im trockenen Sommer 1921 konnten im Luros unterhalb des Dorfes St. Georg, wo er sich durch eine etwa 3 km lange, tiefe Schlucht windet und an diesen Flussstrecken das grösste Gefälle hat, noch 7 bis $8 \text{ m}^3/\text{sek}$ beobachtet werden. Durch die gut gebaute Strasse Prevesa-Jannina ist die Strecke auch leichter zugänglich. Schon unterhalb dem Städtchen Philippiada beginnt sein etwa 30 km langer versumpfter Unterlauf (Abbildung 2).

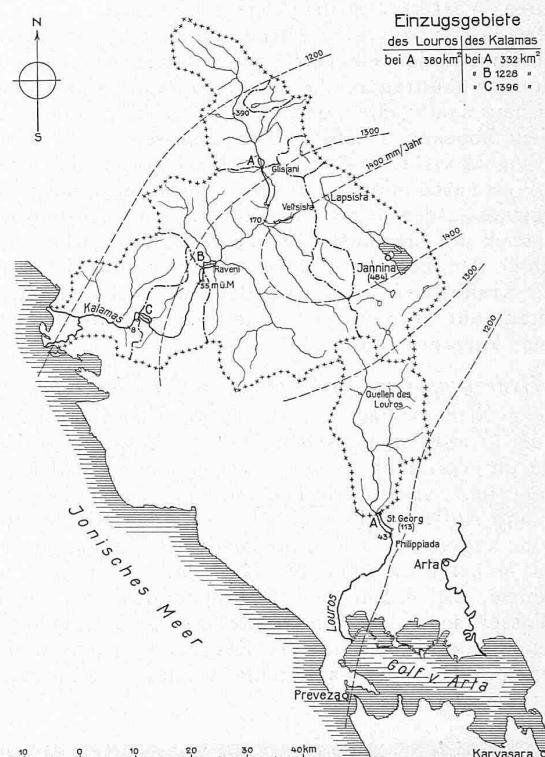


Abb. 2. Uebersichtskarte der Wasserläufe in Epirus.

III. Ueber die Ergebnisse der ausgeführten Studien.

A. Die Wasserkräfte in Rumelien (Abbildung 1). Es wurden die vier Flussgebiete des Gorgopotamos (oberer Teil), des Mornos, des Fidaris und des Achelaos untersucht. Die tachymetrischen Aufnahmen wurden nach erfolgter Rekognosierung des Flusslaufes auf ein nivelliertes Polygonnetz aufgebaut, bei vorgesehenen Objekten im Maßstab 1:1000, im übrigen (z. B. Akkumulationsbecken) 1:10 000.

Die Niederwasser der beiden Sommer 1920 und 1921 wurden durch Flügelmessungen ermittelt. Die mittleren Abflussmengen wurden aus einer zehn Jahre umfassenden Reihe von Niederschlagsmessungen hergeleitet, bei Anpassung der Abflusskoeffizienten an die jeweiligen Verhältnisse, die, wie aus vorhergehendem erklärlich ist, fast immer grösser werden als in unsern Gegenden. Die Feststellung der Katastrophenhochwasser erfolgte unter Beachtung der Form, Grösse und Beschaffenheit des Einzugsgebietes nach den bekannten Formeln.

1. Das Projekt für den Gorgopotamos sieht die Wasseraufnahme auf rund 1130 m ü. M. vor. Das verfügbare Rohgefälle von 1040 m müsste entsprechend den topographischen Verhältnissen in zwei Stufen ausgenutzt werden.

Die mittlern Abflussmengen schwanken von 200 l/sec im Spätsommer bis 1200 l/sec im November. Bei diesem Projekt würde das Betriebswasser auf Kote 90 direkt in die Sperchios-Ebene eingeleitet, ohne in den Gorgopotamos zurückzukehren. Eine Variante sieht die Einführung des auf 1130 m entnommenen Wassers in den Gorgopotamos auf Kote 230 vor. Da das rasch ansteigende enge Hochtal und auch die geologischen Voraussetzungen keinen Jahresausgleich gestatten, steht die Ausbauwürdigkeit der Anlage in dieser Form in Frage. Der untere Teil des Gorgopotamos ist für die Ausnutzung weit interessanter. Durch die dort schon bestehende Anlage werden bei 500 m langem offenem Kanal rund 1000 PS gewonnen. Zwei weitere Werke von der gleichen Leistung wären bei kleinstem Aufwand ausbaubar.

2. *Der Ausbau des Mornos*, der, wie oben bemerkt, durch außerordentlich schwankende Wasserführung charakterisiert ist, kann für den Ausbau auch dann schwerlich in Frage kommen, wenn das noch zu redigierende geologische Gutachten sich für die Errichtung einer 60 bis 80 m hohen Staumauer ausspricht, da eben auch in diesem Falle sich kein vollständiger Jahresausgleich erzielen lässt, und so die zu gewinnende Energie zu teuer würde.

3. Besser liegen die *Verhältnisse am Fidaris*. Die sehr günstigen topographischen Verhältnisse erlauben, bei

Errichtung einer Sperrmauer die gesamten jährlichen Abflussmengen auf das ganze Jahr zu verteilen, da auch die Geologie des Geländes die Anlage eines Sammelbeckens gestattet. Die mittlere jährliche sekundliche Abflussmenge aus dem 815 km² grossen Einzugsgebiet würde nach Abzug der für

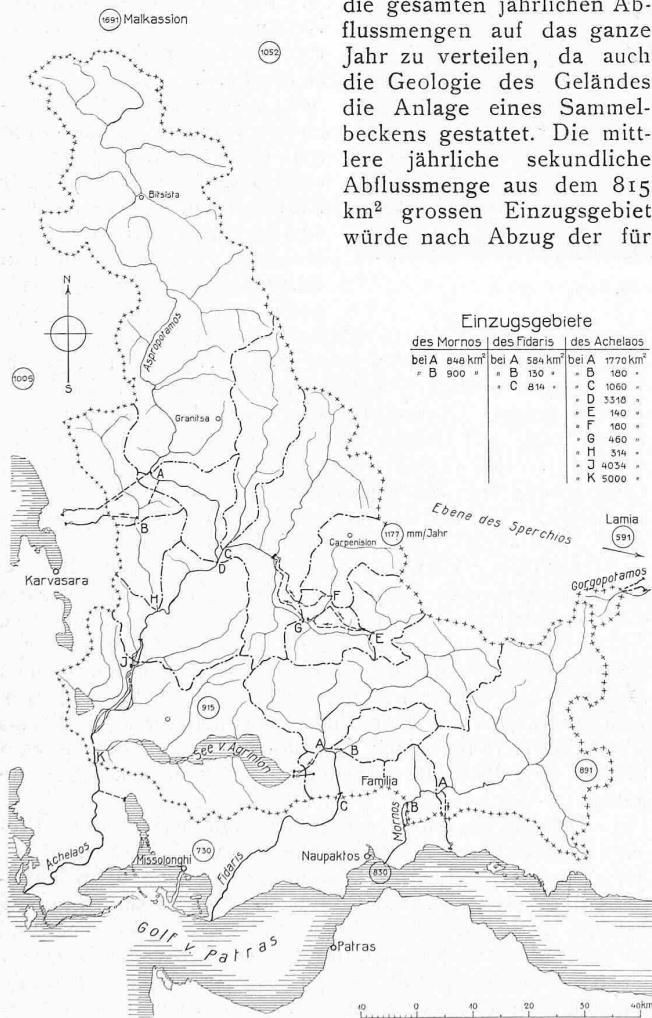


Abb. 1. Uebersichtskarte der Wasserläufe Rumeliens.

die Bewässerung nötigen 5 m³/sek noch rund 9 m³/sek betragen (Abbildung 7). Bei Errichtung der Sperrmauer bei Familia würde das Betriebswasser in einem 3200 m langen Stollen nach Westen geführt, um das durch die wirtschaftlichste Mauerhöhe (rund 75 m) und die Spiegel-

höhe des Sees von Agrinion geschaffene Nettogefälle von im Mittel 186 m auszunützen. Es ergibt sich daraus eine Konstantleistung ab Turbinenwelle von rund 18500 PS, die für jede zu erwartende Verbrauchspitze ausgebaut werden kann. Die Gestaltungskosten der kWh ab Zentrale betragen etwa 7 Rappen; das bedeutendste Energieverbrauchs-zentrum Athen liegt rund 240 km von der vorgesehenen Zentrale entfernt.

4. Am Achelaos wären, ohne das noch wenig erschlossene Gebiet des Oberlaufes in Betracht zu ziehen, bei einem Einzugsgebiet von rund 5000 km² etwa 50 000 PS zu gewinnen. Die bezüglichen Studien, die von Ingenieuren der Firma Boucher ausgeführt wurden, sind in Abbildung 1 angedeutet.

B. Die Wasserkräfte in Epirus veranschaulicht Abb. 2.

1. Am Luros kann vorläufig nur die früher erwähnte Gefällsstufe von der Einmündung der Quellen von St. Georg in den Luros, bis zu seinem Eintritt in die gefällsarme Partie etwa 7 km oberhalb Philippiada in Frage kommen. Die Anlage könnte für eine sekundliche Betriebswassermenge von 10 m³, die während wohl neun Monaten zur Verfügung steht und auch in der Niederwasserperiode nicht unter 7 m³ sinkt, und ein Nettogefälle von 63 m ausgebaut werden, entsprechend einer Leistung von 7000 PS ab Turbinenwelle (für neun Monate). Da sämtliche Bauwerke einschliesslich des nur rund 2,7 km langen Stollens kaum grosse Schwierigkeiten bereiten, kann diese sehr billige Luros kraft für die Verwendung in elektrochemischem Betrieb Interesse erwecken. Der Abtransport der Fertigprodukte könnte auf der Reichstrasse Prevesa-Jannina nach dem 20 km weiter unten gelegenen Dorfe Luros, von dort auf dem für kleine Kähne schiffbaren Luros selbst bis in den Hafen von Preveza geschehen.

2. Das Längenprofil des Kalamas zeigt die drei Gefällstufen: A. von Glisani mit etwa 16000 PS konst., B. von Raveni mit 6000 PS konst. und C. von Vatila mit etwa 2000 PS konst. (Abb. 2). Die am Kalamas zu gewinnenden Energiemengen interessieren indessen, ähnlich wie am Achelaos, infolge Fehlens der Verkehrswege und der Kraftabsatzmöglichkeiten vorderhand nicht besonders.

Mit wenig Mitteln ausbaubar wäre das Gefälle der Quellen von Veltsista. Die kleinste zu erwartende Abfluss-

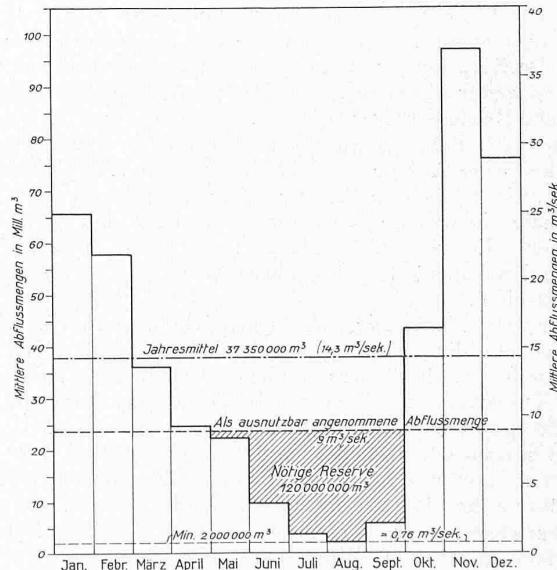


Abb. 7. Abflussmengen des Fidaris bei Familia.

menge beträgt während höchstens drei Monaten 700 l/sec; während den übrigen Monaten schwankt sie zwischen 2 bis 4 m³/sek. Das erreichbare Nettogefälle beträgt im Mittel 90 m; Tagesakkumulation ist möglich; die Zuleitung beträgt 2,1 km. Wenn wir den Energieverbrauch Janninas,

das 18 km von der projektierten Zentrale entfernt ist, auf Grund seiner 20 000 Einwohner und eines Konsums von 100 kWh pro Kopf und Jahr auf 2 000 000 kWh jährlich schätzen, wäre die Zentrale leicht im Stande, diesen Bedarf zu decken, wobei die Bevölkerung über eine wohl fünfmal billigere Lichtquelle verfügen würde, als sie dies heute in Petrol- und Karbid-Lampen besitzt.

C. Im Peloponnes beansprucht allein die von der Stadt Patras in Erwägung gezogene hydro-elektrische Anlage am Glaicos, etwa 5 km westlich der Stadt, Interesse. Bei einem nutzbaren Gefälle von 143 m und einem Minimalabfluss von 700 l/sec und bei möglicher Tagesspeicherung könnte für Patras genügend Energie erzeugt werden.

D. Die in Westmazedonien vorkommenden Wasserkräfte sind zweifellos die wirtschaftlich am bemerkenswertesten. Sie werden zum Teil heute schon zur Erzeugung von Kraft herangezogen. Die direkte Nähe der in Betracht kommenden, sehr leicht und billig ausbaubaren Flussläufe an bestehenden Verkehrseinrichtungen (Bahn von Saloniki nach Monastir, breit angelegte Straßen), die dank der verhältnismässig grossen Bevölkerungsdichte (33 pro km²) leicht zu beschaffenden Arbeitskräfte, das Vorhandensein von wertvollen Rohmaterialien, stellen einer ins Leben zu rufenden Industrie die günstigste Prognose aus. Die einschlägigen Studienarbeiten von Ingenieur Boucher umfassen folgende Projekte:

1. *Zwei Anlagen am untern Aliakmon (Wistriza)*, eine erste vor Eintritt des Flusses in die Ebene von Saloniki und eine zweite 16 km flussaufwärts. In beiden Projekten wird die Schaffung von Aufspeicherungen vorgesehen, die für die weiter flussabwärts gelegene Anlage das mittlere jährliche Betriebswasser auf 45 m³/sek regulieren (*Niederwasser* nach Flügelmessung im Herbst 1919 = 29 m³/sek). Für die obere Anlage ergibt sich durch die Akkumulation eine mittlere jährliche Abflussmenge von 39 m³/sek; das maximale Nutzgefälle wird für beide Fälle mit 79 m angegeben. Es resultieren daraus: für das untere Werk 39 000 PS konst., für das obere Werk 34 000 PS konst. (ab Turbine).

2. *Die Ausnützung der Quellflüsse von Verria*. Das Projekt sieht die Ableitung der oberen, bedeutendern Gruppe der Quellen in den etwas südlicher verlaufenden Aliakmon vor. Die während des ganzen Jahres als fast konstant anzunehmende sekundliche Abflussmenge, die zum Teil von einem der mazedonischen Seen herrührt, wurde zu 2 m³/sek bestimmt. Das mittlere Nettogefälle würde 307 m betragen, die durchschnittliche konstante Leistung etwa 6500 PS. Wir bezweifeln aber, dass diese technisch rationelle Lösung bei dem gegebenen Widerstand der Bewohner Verrias gegen die Ableitung Aussicht auf Verwirklichung hat, da das gesamte Wasser im Sommer zur Bewässerung der ertragreichen Gemüsepflanzungen gebraucht wird. Der Verfasser dieser Zeilen hat daher zur Ausnützung der obersten Stufe dieses Quellflusses ein kleines Kraftwerk entworfen, dessen Bau demnächst in Angriff genommen wird. Unter Ausnützung eines Gefälles von 10,4 m soll in zwei Maschinengruppen von je 100 kVA Drehstrom

von 5000 V erzeugt, in dieser Spannung 3,8 km weit nach Verria geleitet und dort auf die Gebrauchsspannungen von 380 und 280 V herabgesetzt und verteilt werden. Die 18 000 Einwohner der Stadt Verria kommen durch diese kleine Anlage zu sehr billigem Licht und Kleinkraftstrom.

3. *Die Quellen der Arabissa* ob Niaussa sollen nach Projekt Boucher am Fusse der Durla gefasst und in kurzem Stollen an den Rand der obersten Terrasse geführt werden, von wo die Druckleitung das verfügbare Betriebswasser in 230 m hoher Gefällsstufe den Turbinen zuführen würde; die konstante Leistung wird zu 7300 PS angegeben. Heute wird die Arabissa zum Betrieb von wohl 15 grösseren und kleinern Fabriken ausgenutzt, die je nach ihrer Bedeutung zur Erzeugung der nötigen Kraft schnell drehende vertikalachsige hölzerne Wasserräder oder moderne Turbinen bis zu 400 PS verwenden. Die bei der ausgesprochenen Beständigkeit der Wasserführung und der durch die bestehenden Terrassen gegebenen ausserordentlich zusammengedrängten Gefälle schufen hier die Voraussetzung ungewöhnlt wirtschaftlicher Kraftanlagen, für die der Gestehungspreis der kWh bei einem zu 0,35 angenommenen Belastungsfaktor zwischen 1,2 und 3,0 Schweizerrappen

schwankt. Zur Zeit ist ein Teil einer vom Schreibenden projektierten Anlage von 1000 PS in Niaussa im Ausbau. Von einem bereits bestehenden Wehr werden in einem 250 m langen Oberwasserkanal der Arabissa 2 m³/sek entnommen und einem kleinen spülbaren Wasserschloss zugeführt. Von da führen eine 90 und eine 170 m lange Druckleitung das Betriebswasser dem noch zu bauenden städtischen Elektrizitätswerk und einer für den Betrieb einer Tuchfabrik bereits gebauten Zentrale zu.

4. Für die Verwertung der Wasserkraft der Woda ist ein zweistufiger Ausbau studiert worden: vom Ausgang des Beckens von Gugovo (Kote 478 bis auf Kote 320) die Anlage Vladovo (Bruttogefälle = 158 m) und direkt daran anschliessend die durch gleiche Gefällsstufe gekennzeichnete Anlage von Vodena. Für die obere Stufe wurde in einem vom hydraulischen Departement des Verkehrsministeriums (Direktion Herr Ingenieur Yennidonia) neu ausgearbeiteten Projekt eine Minimalwassermenge von 5 m³/sek zugrunde gelegt.

Das für die untere Anlage geltende unveränderte Projekt Boucher sieht ein Mindestbetriebswasser von 6 m³/sek vor. Die entsprechenden konstanten Leistungen ab Turbinenwelle sind 7400, bezw. 8800 PS; die Wasserfernleitung beträgt in beiden Fällen nicht über 2,7 km. In dem rund 90 km entfernten Saloniki, das heute zur Erzeugung seiner elektrischen Energie an die 50 Mill. Drachmen für Kohle ausgibt, könnten ohne weiteres 10 Mill. kWh im Jahre verkauft werden (etwa 160 000 Einwohner, Industrie, u. a. grosse Mühlen).

Dadurch, dass der Spiegel des Sees von Ostrovo, der keinen Oberflächenabfluss hat, seit etwa 25 Jahren trotz periodisch erfolgenden kleinen Absenkungen kontinuierlich steigt, und zwar innert jenem Zeitraum um annähernd 4,5 m, wird die dem westlichen Ufer entlang führende Eisenbahnlinie Saloniki-Monastir alljährlich oft für Wochen



Abb. 6. Die Quellen von St. Georg in Epirus.

unter Wasser gesetzt. Die während einer Periode von acht Jahren abzupumpende Wassermenge ist anhand der Seenniveau-Steigungskurve und der Niederschlagshöhen im bekannten Einzugsgebiet zu $6 \text{ m}^3/\text{sek}$ geschätzt worden, um das Seenniveau auf seine normale Höhe zurückzuführen. Die dafür nötige jährliche Energie beträge in den ersten Betriebjahren etwa 15 Mill. kWh, die sehr leicht zu Zeiten verminderten Energieverbrauches in Saloniki abgegeben werden könnten, ohne die effektive Jahresleistung der Vladovoanlage zu erschöpfen. Die Rentabilität und Zweckmässigkeit dieser Anlage, die heute für 25 Mill. Drachmen (eine Drachme notiert gegenwärtig ungefähr 12 Rappen) gebaut werden könnte (ohne die vorläufig unnötige Akkumulierung) springt in die Augen, wenn berücksichtigt wird, dass heute in Saloniki die kWh für annähernd drei Drachmen verkauft werden kann und die Staatsbahnen jährlich Unsummen für den Unterhalt der Bahlinien längs des Ostrovosees verausgaben.

Die von privater Seite studierte Ausbaumöglichkeit des Peinios und die Heranziehung des Gefälls von dem im Othrisgebirge nahe der Bahn Athen-Saloniki liegenden See von Xinias in die thessalische Ebene bieten zur Zeit kein besonderes Interesse.

IV. Zusammenstellung der Wasserkräfte Griechenlands.

	Name des Flusses	Konst. Leistung PS
<i>Alt-Griechenland.</i>	Oberer Gorgopotamos	2000 (bis 8000)
	Unterer Gorgopotamos*	3000
	Mornos**	8000
	Fidaris***	18500
	Achelaos***	50000
	Glaucos*	1000
<i>Epirus.</i>	Luros	7000
	Kalamas	24000
<i>Westmazedonien.</i>	Am Mittellauf des Aliakmon (n. Boucher)**	{ 34000
	Oberlauf des Aliakmon	{ 39000
	Triapotamos (Verria)	40000 ¹⁾
	Arabissa (Niaussa)	6500
	Vladovo	7300
	Vodena	7400
		8800
	Total PS hydraul.	256500

* Tagesakkumulationsmöglichkeit, ** Saisonakkumulationsmöglichkeit, *** Jahresakkumulationsmöglichkeit.

Das sind die anhand von ein- bis zweijährigen direkten Beobachtungen aus den Vorprojekten resultierenden Ergebnisse. Eine längere Reihe von Beobachtungen über Wasserabflüsse, geologische Grundlagen, Geschiebeführung und die gründlichen Untersuchungen der für Griechenland besonders wertvollen Bewässerungswirtschaft werden die Resultate nur unwesentlich verändern.

V. Die wirtschaftliche Bedeutung.

Diese soll hier nur in den zunächst gegebenen und in absehbarer Zukunft erreichbaren Grenzen bewertet werden. Wie eingangs erwähnt, ist Griechenland heute gezwungen, die zur Erzeugung der für Licht und Industriezwecke erforder-

lichen elektrischen Energie nötigen Brennstoffe (abgesehen von einigen tausend Tonnen Braunkohle, die im Lande gewonnen werden) aus dem Ausland einzuführen.

Für die Versorgung der Städte und der Industrie mit Kraft sind zur Zeit in Griechenland 70 bis 80 000 PS als thermische Anlagen installiert. Dazu kommen rund 2500 PS hydromechanische Zentralen für Industriezwecke in West-Mazedonien und die seit elf Jahren bestehende, auf 1000 PS ausgebaute hydroelektrische Anlage für die Karbidfabrik am Gorgopotamos.

Heute geniessen nur die grösseren Städte Griechenlands die Annehmlichkeit des elektrischen Lichtes und die Möglichkeit, von einer Zentrale Industriestrom nach Wunsch zu beziehen. Selbst in den wichtigsten Zentren (Athen, Saloniki, Patras, Volo, Jannina u. a.) genügen die bestehenden Kraftanlagen in keiner Weise. So ist beispielsweise der Energieverbrauch für Athen pro Kopf und Jahr kaum 40 kWh (Zürich trotz derzeitiger Industriekrise etwa 700!). Bei der gegebenen, immer intensiver werdenden Nachfrage nach Strom speziell in Athen und Umgebung, Saloniki und Patras, sind grosse und kleine Energieverbraucher vielfach gezwungen, für ihren Kraftbedarf eigene Erzeugungsanlagen zu schaffen. Die allgemeinen Unkosten

für Licht- und Kraft-Bezug belasten daher sowohl Private als auch den Staat in bedeutendem Masse.

Es besteht demnach kein Zweifel darüber, dass bei Vorhandensein der erwünschten Energiemengen bei leicht zu erreichenden niedrigen Preisen der Konsum in kürzester Zeit auf das Doppelte ansteigen würde. Den heute aus Licht, Kleinkraft und Industriebetrieb, für welch letzteren das Gesetz der Gleichmässigkeit und Durchlässigkeit noch nicht häufig in Anwendung kommt, sich ergebenden Gesamtbelaestungsfaktor dürfen wir wohl nicht höher als zu 0,50 der theoretischen Jahresleistung in Rechnung stellen. Das ergäbe nach heutigen Verhältnissen etwa 240 Mill. kWh, die nach dem oben Angeführten auf 480 Mill. kWh ansteigen werden, für deren Erzeugung bei den in den meisten Fällen bestehenden Tagesakkumulationsmöglichkeiten, bei Einrechnung von 25% Fernübertragungsverlusten etwa 100 000 PS Konstantleistung auszubauen wären. Für die Erzeugung von 480 Mill. kWh auf kalorischem Wege wären mindestens 350 000 t besser Kohle erforderlich, die heute in Griechenland eine Summe von wenigstens 340 Mill. Drachmen darstellen.

Durch Erzeugung der für Griechenland notwendigsten chemischen Produkte, besonders die Erzeugung der dem Lande völlig fehlenden künstlichen Düngmittel, auf elektrochemischem Wege, (Gewinnung von Luftstickstoff zwecks Herstellung von Ammonsulfatsalpeter), könnten weitere Wasserkräfte nutzbar gemacht werden. Für viele Millionen kauft Griechenland aus dem Auslande jährlich Aetznatron, das bei vorhandener billiger elektrischer Energie elektrolytisch gewonnen werden könnte, samt dem aus dem Nebenbetrieb erhältlichen Chlorkalk. Für Bahnbetrieb kann bei dem wenig dichten Verkehr die Verwendung von elektrischer Kraft nicht in Frage kommen. Das gleiche gilt für die Verhüttung der vorhandenen Eisenerze. Dafür fehlen zur Zeit die entscheidenden Voraussetzungen.

¹⁾ Nur geschätzt, noch nicht studiert.

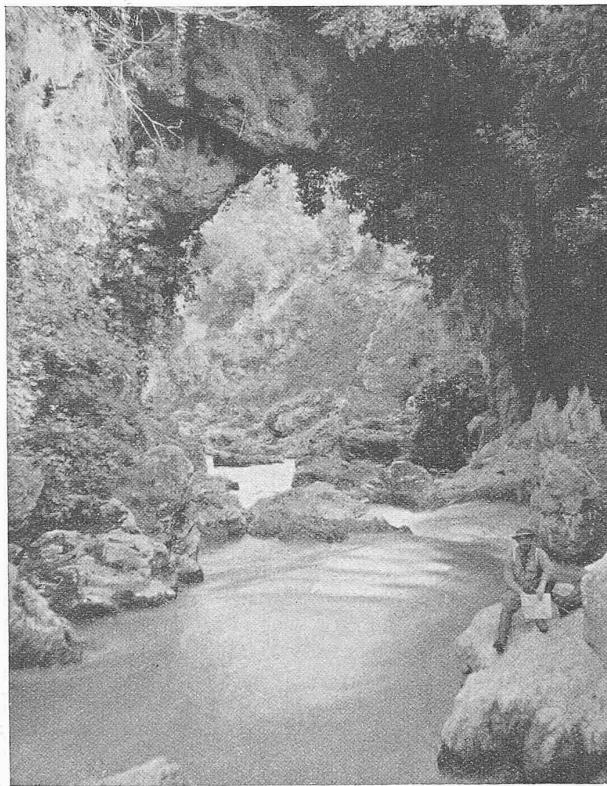
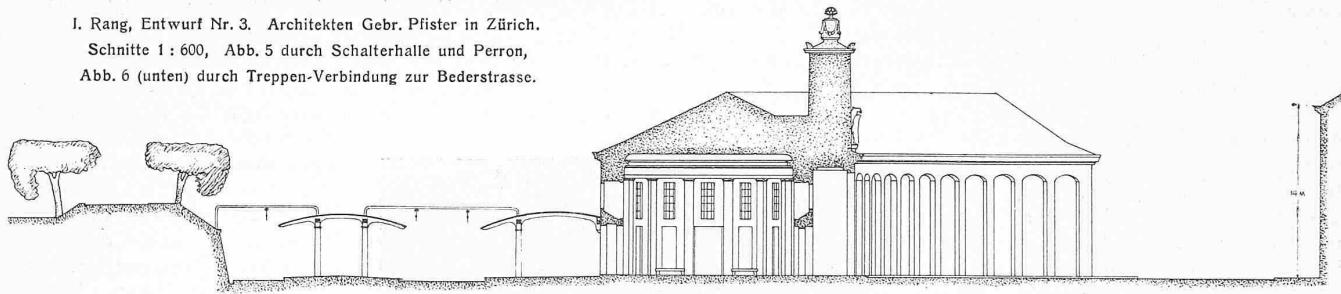


Abb. 4. Am oberen Kalamas in Epirus.

I. Rang, Entwurf Nr. 3. Architekten Gebr. Pfister in Zürich.
Schnitte 1 : 600, Abb. 5 durch Schalterhalle und Perron,
Abb. 6 (unten) durch Treppen-Verbindung zur Bederstrasse.



Die ansehnliche Zahl der Millionen, die jährlich für Brennstoffe ans Ausland bezahlt werden müssen, und die Erwägung des preismindernden Einflusses der im Lande selbst mit billiger Wasserkraft arbeitenden Produktion lassen hoffen, dass Führer und Private Griechenlands die in ihrem reichen Lande heute noch brachliegenden Energiequellen in absehbarer Zeit ihrem wirtschaftlichen und kulturellen Aufstieg dienstbar machen.

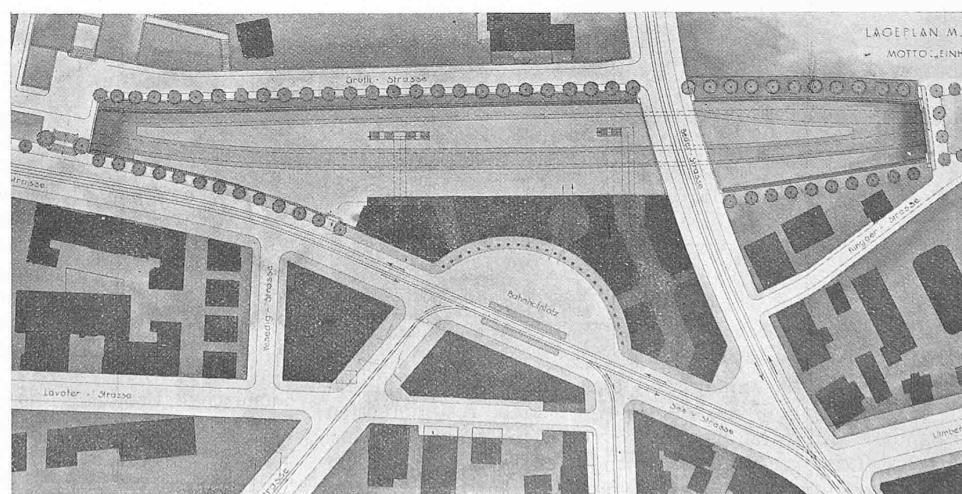
Entwürfe zum Bahnhofvorplatz und Aufnahmegebäude der neuen Station Zürich-Enge.

Nachdem mit der Vorlage des Stadtrats vom 21. März d. J. der amtliche Entwurf für die Anpassung des Bebauungsplanes an die durch den Umbau der linksufrigen Seebahn verlegte Station Enge öffentlich zur Diskussion gestellt war, setzte eine lebhafte Kritik des „viereckigen“ Bahnhofvorplatzes ein, der auch wir in Nr. 15 letzten Bandes (14. April d. J., mit verschiedenen Plänen) Ausdruck verliehen hatten. Die Ablehnung jenes vermeintlich regelmässigen Architektur-Platzes war, namentlich auch in der vorberatenden Kommission des Grossen Stadtrates, so einhellig, dass die S. B. B. sich nun (Ende Mai 1923) doch entschlossen, zwar nicht einen eigentlichen Wettbewerb zu veranstalten (wie dies die Städtische Bauverwaltung 1917, leider vergeblich, vorgeschlagen hatte), aber doch gemeinsam mit der Stadt Zürich neben dem vom Oberingenieur des III. Kreises zugezogenen Arch. A. Frölich wenigstens drei weitere zürcherische Architektenfirmen zur Vornahme von Projektstudien zu veranlassen. Das bezügliche Programm umschrieb die Aufgabe folgendermassen:

„Im amtlichen Bebauungsplan [Seite 185 letzten Bandes, Red.] ist ein viereckiger Bahnhofplatz vorgesehen. Es sollen Entwürfe für einen Platz gewonnen werden, für den als gegeben zu betrachten sind: die östliche Flucht der Seestrasse, die im Bau begriffene Bederstrasse inbezug auf Lage und Höhe, sowie der im Vorprojekt der Bundesbahnen gegebene östliche Bahnsteigrand des Bahnhofes inbezug auf Lage und Höhe. Die Seestrasse ist mit einem Mindestbaulinienabstand von 20 m durchzuführen. — Gewinnen die Projektverfasser durch ihre Studien die Ueberzeugung, dass eine andere, städtebaulich günstigere und nicht wesentlich unwirtschaftlichere Form des Bahnhofplatzes vorzuziehen sei, so wollen sie ihre Ansicht darlegen und durch Zeichnungen erläutern. — In das Projekt des Bahnhofplatzes ist eine Zufahrtstrasse von dem Alpenquai her und die Einführung der Gotthardstrasse aufzunehmen. — Zur Aufgabe gehört ferner die Projektierung des Aufnahme-Gebäudes im Zusammenhang mit einem Gebäude zwischen dem Bahnhofplatz und der Bederstrasse.“

Bezüglich des Raumprogramms sei auf die Beschriftung der hier beigelegten Pläne verwiesen. Das die Nordwand des Platzes bildende Gebäude an der Rampe der Bederstrasse-Ueberführung war als Geschäftshaus auszubilden, in dessen Erdgeschoss ein Postbureau vorzusehen. Zur Beurteilung der auf den 23. Juli abzuliefernden Entwürfe waren als Expertenkommission unter dem Vorsitz von Bauvorstand Dr. E. Klöti berufen worden die Architekten Prof. H. Bernoulli (Basel), Prof. Dr. Bestelmeyer (München), Stadtbaumeister M. Müller (St. Gallen) und Nager, Architekt der Gen.-Dir. der S.B.B. Seinem Bericht (vom 21. August 1923) ist nachfolgende Beurteilung der Entwürfe entnommen.

Nr. 3 „Einheit.“ Der Bahnhofvorplatz ist formal und verkehrs-technisch in enge Verbindung mit den beiden von Osten herführenden Strassen gebracht. Die Seestrasse bildet die Basis der ganzen Anlage. Die Einführung der verlängerten Alpenquaistrasse bedingt freilich die Niederlegung zweier Häuser, statt eines. Die Durchführung der Lavaterstrasse zwischen verlängerter Alpenquai- und Gotthardstrasse würde besser unterdrückt. Die Strassenbahn findet in der übersichtlichen Anordnung der Verkehrsräume leicht den erwünschten, gesicherten Platz. Bahnhof und Geschäftsbau sind



I. Rang, Entwurf Nr. 3. Arch. Gebr. Pfister, Zürich. — Abb. 1. Bahnhofplatz mit Umgebung, 1 : 2500.

zu einem einheitlichen Ganzen zusammengezogen, mit der klaren Absicht, die durch Umriss und Höhenlage gegebenen Unregelmässigkeiten im Gebäude selbst aufzunehmen. Ohne grossen Aufwand wurde es möglich, den Haupteingang einzig in den Umrissen des Aufnahmegebäudes in sinnfälliger Weise auszuzeichnen. Auf der Bahnseite kommt die langgestreckte Front mit ihrem gleichmässig