

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 23 (1932)
Heft: 22

Artikel: Die Nutzbarmachung der Hinterrhein-Wasserkräfte
Autor: Härry, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059348>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

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

repräsentiert. Sie alle haben auch bei schnellem Wiederanstieg der Spannung, also auch bei geringer Netzkapazität, eine kurze Lichtbogendauer.

Die eben angestellten Betrachtungen konnten klarstellen, welche Bedeutung den Vorgängen unmittelbar *nach* dem Nulldurchgang des Stromes für den Unterbrechungsvorgang zukommt. Es liegt nahe, auch den Vorgängen *vor* Erreichung des Nullwertes eine gewisse Bedeutung beizulegen. Sie

(Fortsetzung folgt.)

sehen dies schon daraus, dass der Lichtbogen des Druckgasschalters nach der Aussage der Zeitlupenaufnahmen vor dem Nulldurchgang seine Form weitgehend verändert und insbesondere seinen Querschnitt nahezu vollständig einbüsst. Sicher wird also die Ionenbilanz schon in diesem Zeitpunkt gestört. Auf die verschiedenen Faktoren, die hier von Einfluss sind, wird Herr Mayr im nächsten Referat näher eingehen.

Die Nutzbarmachung der Hinterrhein-Wasserkräfte.

Von A. Härry, Ingenieur, Zürich.

621.311.21(494)

Es wird ein Ueberblick über den projektierten Ausbau der Hinterrheinwasserkräfte gegeben. Als erster Ausbau dieser Wasserkräfte ist ein Kraftwerk Splügen-Andeer mit $330 \cdot 10^6$ kWh reiner Winterenergie vorgesehen. Als zweite Etappe würde ein Werk Andeer-Sils mit $235 \cdot 10^6$ kWh Winter- und $210 \cdot 10^6$ kWh Sommerenergie, und im dritten Ausbau die Zuleitung des Averserrheins in den Stausee Splügen des ersten Werkes folgen, während weitere Ausbaumöglichkeiten einer späteren Zukunft vorbehalten bleiben. Die beiden Werke, inklusive Averserrhein, können $633 \cdot 10^6$ kWh Winter- und $465 \cdot 10^6$ kWh Sommerenergie erzeugen; der vorgesehene Ausbau beträgt 340 000 kW. Die Kosten werden (Basis 1930) auf $226 \cdot 10^6$ Fr. veranschlagt.

L'auteur donne un aperçu de l'aménagement projeté des forces hydrauliques du Rhin postérieur. Comme première étape, il est prévu une centrale Splügen-Andeer, produisant $330 \cdot 10^6$ kWh uniquement en hiver. La seconde étape prévoit une centrale Andeer-Sils, disposant de $235 \cdot 10^6$ kWh en hiver et de $210 \cdot 10^6$ kWh en été. Pour la 3^{me} étape, on dériverait le Rhin d'Avers dans le lac artificiel du Splügen, tandis que d'autres possibilités d'aménagement resteraient réservées à l'avenir. Les deux centrales, y-compris la dérivation du Rhin d'Avers sont susceptibles de produire ensemble $633 \cdot 10^6$ kWh en hiver et $465 \cdot 10^6$ kWh en été; la puissance installée totale prévue est de 340 000 kW. Pour les frais d'aménagement (base 1930) le devis prévoit une somme de fr. $226 \cdot 10^6$.

Das Hinterrheingebiet, speziell der Teil oberhalb Thusis mit dem Averserrhein als wichtigstem Zufluss, hat längst die Aufmerksamkeit der wasserwirtschaftlichen Kreise auf sich gezogen. In den Jahren 1898 bis 1899 wurde durch die schweizerische Gesellschaft für elektrochemische Industrie in Bern die kurze Gefällstrecke des Hinterrheins von Rongellen bis zum Ausgang der Viamalenschlucht bei Thusis in einer Wasserkraftanlage ausgenutzt. Bevor sich die Stadt Zürich definitiv für den Bau des Albulawerkes entschloss, wurden Studien über die Ausnützung der Wasserkräfte im Hinterrheingebiet durchgeführt, wobei man die Stufe Sufers-Andeer besonders in Erwägung zog. Die Studien wurden später von der Lonza A.-G., Nachfolgerin der oben genannten Gesellschaft, wieder aufgenommen und es wurde gleichzeitig mit den ersten Verleihungsverträgen in den Jahren 1917/18 die Abklärung der hydrologischen Verhältnisse durch die Errichtung von Limmigraphenstationen im Einzugsgebiet in die Wege geleitet.

Alle Studien und Beobachtungen ergaben, dass eine rationelle Ausnützung der Wasserkräfte des Hinterrheins nur in Verbindung mit grossen Akkumulieranlagen möglich sei. Zu diesem Resultat kamen auch die im Auftrage der Talsperrenkommission des schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes durch Ing. Froté in Zürich in den Jahren 1911 bis 1919 durchgeführten Erhebungen.

Mit dem Uebergang des Elektrizitätswerkes Thusis an die Rhätischen Werke für Elektrizität im Jahre 1920 wurde das Studienmaterial Eigentum dieser Gesellschaft, die sich unter der Leitung ihres

Direktors, G. Lorenz, Thusis, in Verbindung mit der A.-G. Motor-Columbus, Baden, mit Umsicht und Energie der Weiterverfolgung der Projekte annahm. Umfassende topographische und geologische Erhebungen und Kostenberechnungen führten dazu, die Erstellung einer *sehr grossen Stauanlage* ins Auge zu fassen, die im ersten Ausbauprogramm der Werke *grosse Mengen reiner Winterenergie für den schweizerischen Energiemarkt* zur Deckung des Wintermankos der Flusskraftwerke liefert und die bei Vollausbau immer noch einen beträchtlichen Ueberschuss an Winterenergie ergibt. Es folgten dann umfangreiche Untersuchungen über die Entschädigungs- und Umsiedelungsfragen durch die schweizerische Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft. So wurden in zäher, aufopfernder Arbeit die Bausteine zu dem heute vorliegenden Projekt der Ausnützung der Wasserkräfte des Hinterrheins zusammengetragen. In einer Serie von Publikationen unter dem Titel «Beiträge zur Nutzbarmachung der Hinterrhein-Wasserkräfte» hat Direktor Lorenz den ganzen Fragenkomplex gedrängt und übersichtlich dargestellt. Die Publikation umfasst folgende Abschnitte:

- I. Teil: Allgemeines,
- II. Teil: Die wirtschaftliche Bedeutung,
- III. Teil: Die Staubeckenanlagen,
- IV. Teil: Wirtschaft und Siedelung im Rheinwald, ihre Schädigung durch die projektierten Stauseen und die Wiederherstellung durch Realersatz,
- V. Teil: Das Projekt von 1930/31,

ferner die Schriften Nr. 43 und 44 der Schweizerischen Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft in Zürich ¹⁾.

Es gibt wohl kaum ein zweites Wasserkraftprojekt in der Schweiz, dem eine derartige gründliche und umfassende Vorbereitung vorangegangen ist. Wir geben hier eine gedrängte Zusammenfassung der Projektidee.

Das Projekt für die Ausnützung der Hinterrhein-Wasserkräfte umfasst folgende Teile (Fig. 1):

1. Stufe Splügen-Andeer:
 - a) Stausee Splügen-Nufenen,
 - b) Zuleitung des Averserrheines in den Stausee,
 - c) Stausee Sufers und Einleitung in den Druckstollen.
 - d) Druckstollen, Druckleitungen und Maschinenhaus in Andeer.

2. Stufe Andeer-Sils:

- a) Ausgleichweiher Andeer,
- b) Stollen, Druckleitungen, Maschinenhaus Sils.

3. Weitere Ausbaumöglichkeiten:

- a) Obere Avers-Stufe mit Stauseen in Alp Preda, Ramsen und Valle di Lei,
- b) Nebenkraftwerk Nufenen mit Stausee Curciusa di Sopra,
- c) Nebenkraftwerk Sufers mit Stausee im Lai da Vons.

Wir behandeln die verschiedenen Abschnitte in ihrer Reihenfolge:

1. Stufe Splügen-Andeer (Fig. 2 bis 4).

Vom Jahresabfluss von etwa $700 \cdot 10^6$ m³ des ca. 416 km² grossen Einzugsgebietes (inkl. Averserrhein und Stausee Sufers) entfallen ca. 10 % auf den Winter und ca. 90 % auf den Sommer. Angesichts solcher Verhältnisse drängt sich die Notwendigkeit eines Ausgleiches auf; es ergab sich,

¹⁾ Die ganze Serie ist im Buchhandel zum Preise von Fr. 6.— erhältlich.

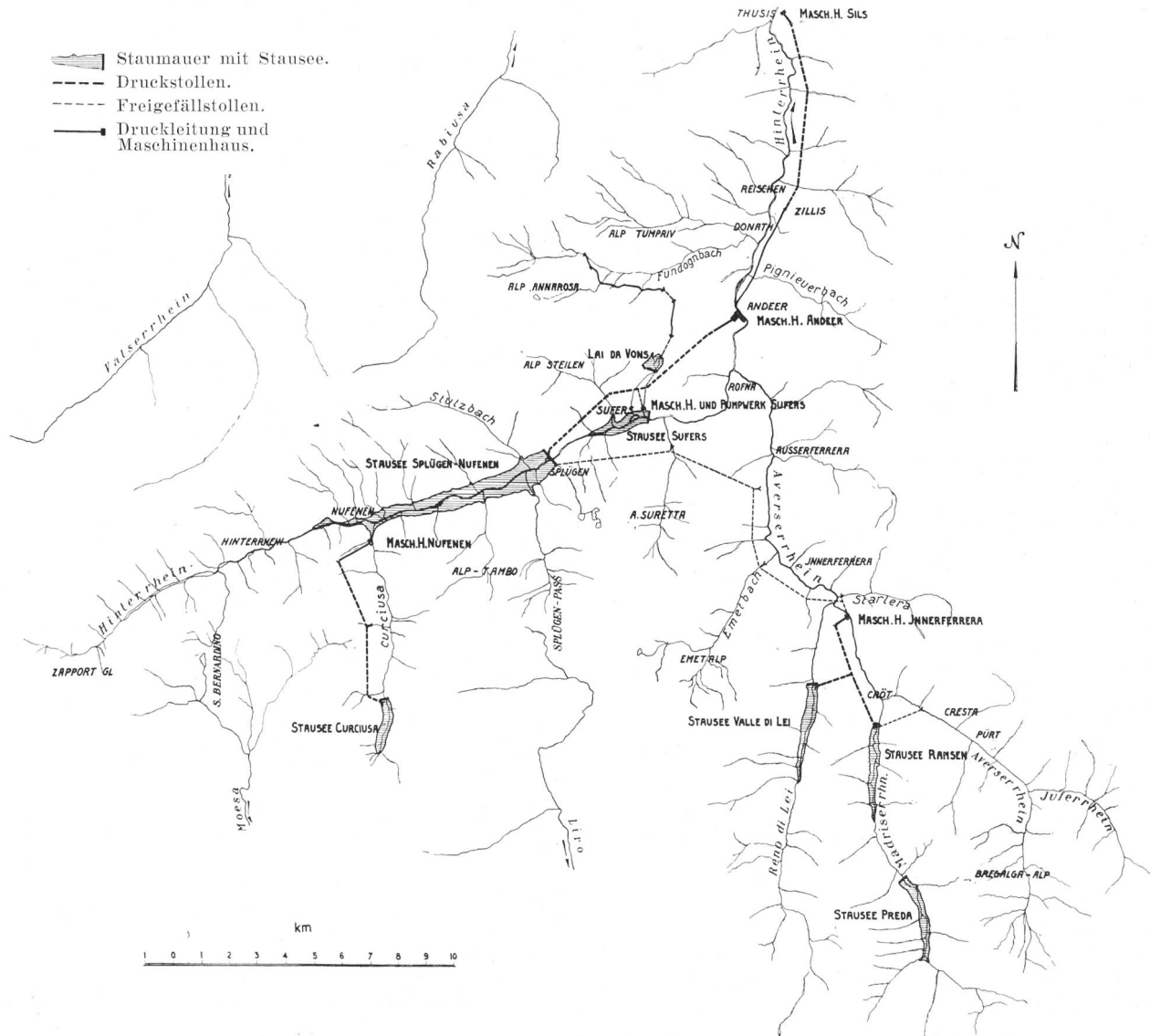


Fig. 1.

Projekt für die Ausnützung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Uebersichtsplan. Maßstab 1 : 250 000.

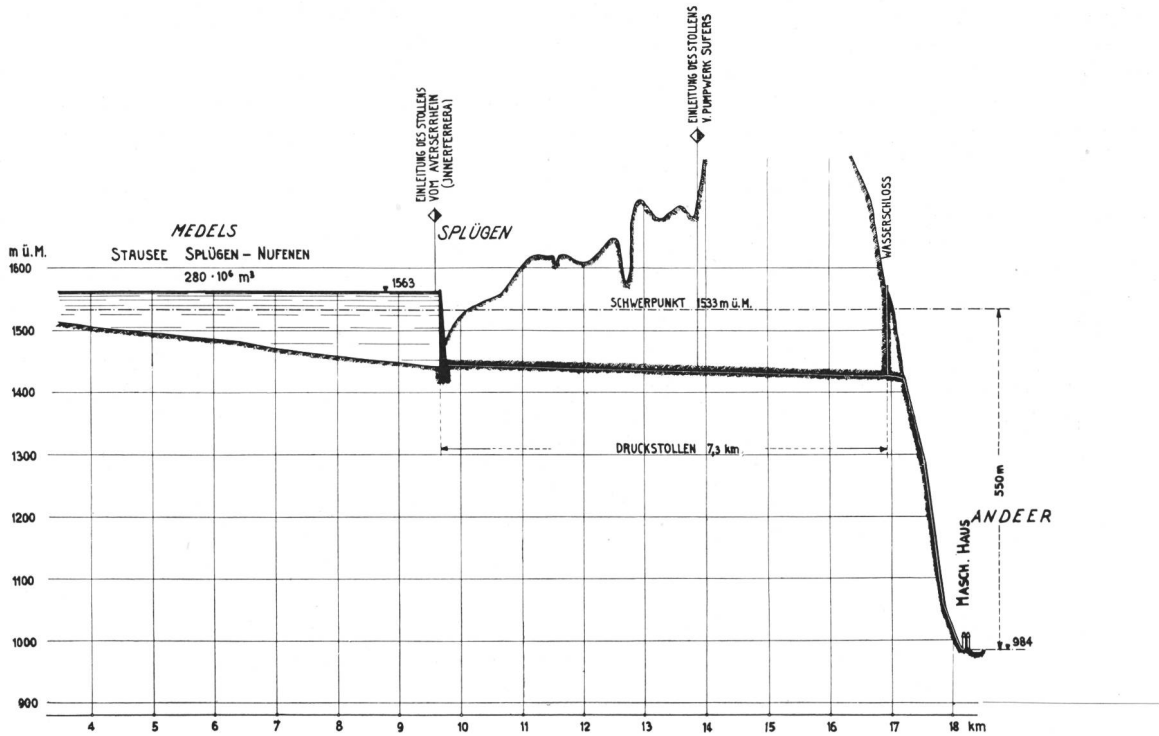


Fig. 2 (linke Hälfte).
 Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Gefällstufe Splügen—Andeer.
 Maßstab: Horizontal 1 : 375 000; Vertikal 1 : 37 500.

dass zum Ausgleich der Abflüsse aus den Gebieten oberhalb Sufers-Innerferrera (416 km²) auf 60 % Abfluss im Winter und 40 % Abfluss im Sommer etwa 300 bis 350 · 10⁶ m³ Stauraum erforderlich sind.

An folgenden Stellen wurde die technisch-geologische Ausführungsmöglichkeit von Stauseen festgestellt:

	10 ⁶ m ³
Val Madris - Alp Preda	15
Val Madris- Ramsen	20
Valle di Lei	20
Sufers	20
Splügen - Nufenen	280
Total	355

Aus dieser Aufstellung ergibt sich die übertragende Bedeutung der *Stauanlage Splügen-Nufenen*. Der Stausee Splügen-Nufenen wird 8,5 km lang, mit einer Oberfläche von ca. 5,6 km² (Fig. 3 und 4). Die Staumauer bei der Burgruine Splügen wird max. 126 m hoch. Der Stau erfolgt bis Kote 1563 m ü. M. Die Ortschaft Splügen und der untere, kleinste Teil von Medels (Kirche und 4 bis 5 Gehäulichkeiten) fallen in das Gebiet des Stausees. Bei einer Absenkung um 105 m ergibt sich ein nutzbarer Stauinhalt von 280 · 10⁶ m³. Die geologischen Gutachten sprechen sich über die Abschlußstelle und das Staugebiet günstig aus.

Der *Averserrhein* wird, als späterer Ausbau, direkt in den Stausee Splügen-Nufenen eingeleitet. Das Einzugsgebiet beträgt ca. 225 km². Der Zuleitungsstollen wird 13,1 km lang. Er soll für

20 m³/s Wasserführung als Freigefällstollen ausgebaut werden; die Anlagekosten sind auf 15 · 10⁶ Fr. veranschlagt. Diese Zuleitung bringt nur noch einen verhältnismässig kleinen Zuschuss an Winterenergie, dagegen erhebliche Mengen konstanter Sommerenergie.

Eine zweite *Stauanlage* bei Sufers wird geschaffen durch die Erstellung einer Staumauer in der Schlucht beim sogenannten Geissrücken. Der Stau



Fig. 3.
 Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Das Rheinwald, in seiner heutigen Gestalt.

erfolgt auf Kote 1404 m ü. M. Bei einer Absenkung um 36 m ergibt sich ein nutzbarer Stauinhalt von $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Das Staubecken Sufers dient nur zur Sammlung seiner direkten Zuflüsse, deren Wasser nach annähernd voller Ausnützung des Staubeckens Splügen-Nufenen mittels einer Pumpanlage in den Hauptstollen Splügen-Andeer gehoben wird. Bei einer Förderhöhe von im Mittel ca. 60 m ergibt sich für die Ausnützung im Werk Splügen-Andeer ein Bruttogefälle von ca. 464 m.

Der *Druckstollen Splügen-Andeer* erhält bei ca. 4,5 m Durchmesser eine Länge von ca. 7400 m. An ihn schliessen sich 8 Druckleitungen von je 1,5 m Durchmesser zur Speisung von 8 Maschinenaggregaten zu je 30 000 kW an.

Winterhalbjahr . . . $388 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 Sommerhalbjahr . . . $252 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 Total $640 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 entsprechend rund $700 \cdot 10^6 \text{ kWh}$. Das Bruttogefälle beträgt bei einem *mittleren* OW-Spiegel von 1533 m ü. M. und einem Unterwasserspiegel von 984 m ü. M. = 549 m. Nach Abzug von 24 m für Gefällsverluste beträgt das *Nettogefälle* 525 m.

Ein erster Ausbau des K.-W. Splügen-Andeer als reines Winterakkumulierwerk ohne Stauee Sufers und ohne Zuleitung des Averserrheins ergibt 330 000 000 kWh Winterarbeit.

Die *Baukosten* betragen für den ersten Ausbau $145 \cdot 10^6 \text{ Fr.}$ (Preisbasis 1930), wovon $90 \cdot 10^6 \text{ Fr.}$ auf den Stauee Splügen-Nufenen entfallen.

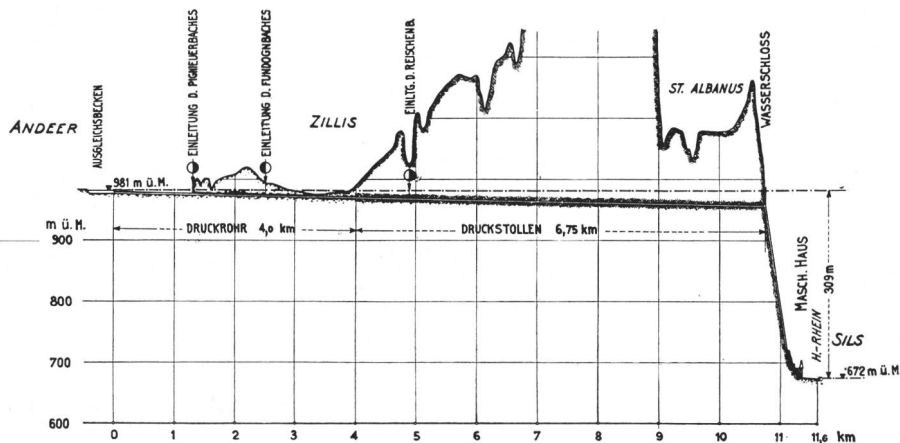


Fig. 2 (rechte Hälfte).
 Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Gefällsstufe Andeer-Sils.
 Masstab: Horizontal 1 : 375 000; Vertikal 1 : 37 500.

Unter Berücksichtigung des wasserarmen Jahres 1921 und bei einer Wasserzuleitung vom Averserrhein zum Staubecken Splügen von bis zu $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ergeben sich im 12jährigen Durchschnitt (1918/29) für die Gefällsstufe Splügen-Andeer folgende Betriebswassermengen:



Fig. 4.
 Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Das Rheinwald mit den künftigen Staueen Sufers und Splügen-Nufenen.

2. Stufe Andeer-Sils.

An das Maschinenhaus Andeer schliesst der *Ausgleichweiher* mit einem nutzbaeren Volumen von $250 000 \text{ m}^3$.

Das *Einzugsgebiet* der Stufe Andeer-Sils beträgt 525 km^2 .

Die *Wasserrfassung* erfolgt im Ausgleichweiher. Der *Stollen* Andeer-Sils wird 11,6 km lang. Vier Druckleitungen von je ca. 1,9 m Durchmesser führen nach dem *Maschinenhaus bei Sils*, das mit 4 Aggregaten zu je 25 000 kW ausgerüstet wird.

Es ergeben sich folgende Betriebswassermengen:

Winterhalbjahr . . . $415 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 Sommerhalbjahr . . . $371 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 Total $786 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Bei einem *mittleren* Oberwasserspiegel von 981 m ü. M. und einem Unterwasserspiegel von 672 m ü. M. ergibt sich ein Bruttogefälle von 309 m oder nach Abzug von 25 m Gefällsverlust ein *Nettogefälle* von 284 m.

Die mögliche *Energieerzeugung* dieser Stufe beträgt rund $445 \cdot 10^6 \text{ kWh}$, wovon $235 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ auf den Winter und $210 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ auf den Sommer entfallen.

Die *Anlagekosten* des Werkes sind auf $65 \cdot 10^6 \text{ Fr.}$ veranschlagt.

Für beide Gefällstufen Splügen-Andeer und Andeer-Sils ergibt sich somit eine mögliche Energieerzeugung von:

rund $633 \cdot 10^6$ kWh im Winter und
 rund $465 \cdot 10^6$ kWh im Sommer, somit total
 rund $1098 \cdot 10^6$ kWh pro Jahr.

Dabei ist der für Pumpzwecke usw. benötigte Eigenbedarf bereits abgezogen.

tungen der Kraftwerksanlagen werden so dimensioniert, dass kurzzeitige Ueberlastungen bis zu 10 % mit geringem Wirkungsgradabfall möglich werden.

Mit den beiden Werken Splügen-Andeer und Andeer-Sils ist der Ausbau der Wasserkräfte des Hinterrheins nicht erschöpft. Es handelt sich im weitern jedoch um Projekte, die in technischer und

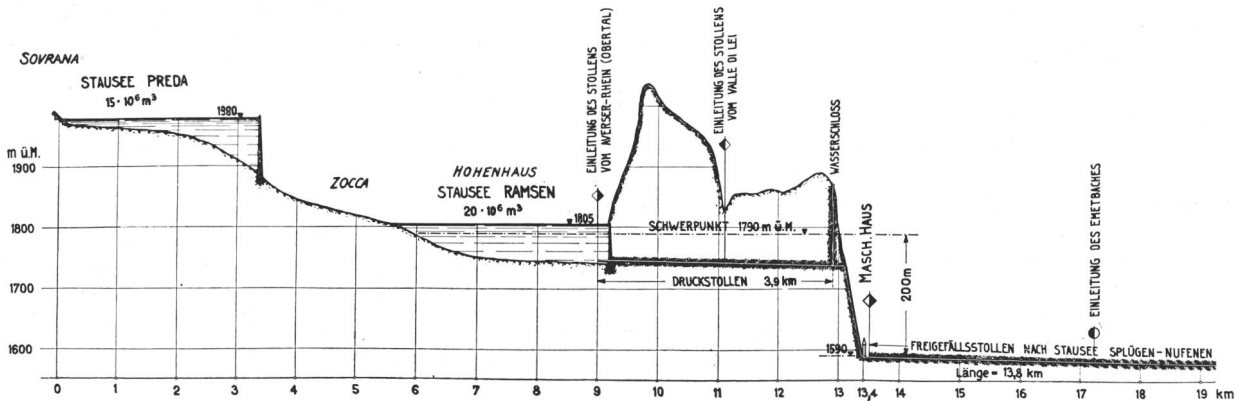


Fig. 5.
 Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Zuleitung des Averser Rheines.
 Maßstab: Horizontal 1 : 375 000; Vertikal 1 : 37 500.

Der Ausbau dieser Werke ist für eine ca. 4000-stündige jährliche Benützungsdauer der Spitze, also für das 2,2fache der konstanten Jahresleistung bzw. der konstanten Winterleistung, solange vorzugsweise Winterkraft ausgenützt wird, vorgesehen. Dabei wird die obere Stufe Splügen-Andeer für eine etwas grössere Wassermenge als die untere Stufe Andeer-Sils auszubauen sein. Alle Einrich-

wirtschaftlicher Beziehung noch einer eingehenderen Abklärung bedürfen. Es sind dies:

Obere Aversstufe mit folgenden Staubecken (Fig. 5)

Alp Preda im Val Madris mit ca.	$15 \cdot 10^6$ m ³
Ramsen	$20 \cdot 10^6$ m ³
Valle di Lei	$20 \cdot 10^6$ m ³
Total	$55 \cdot 10^6$ m ³

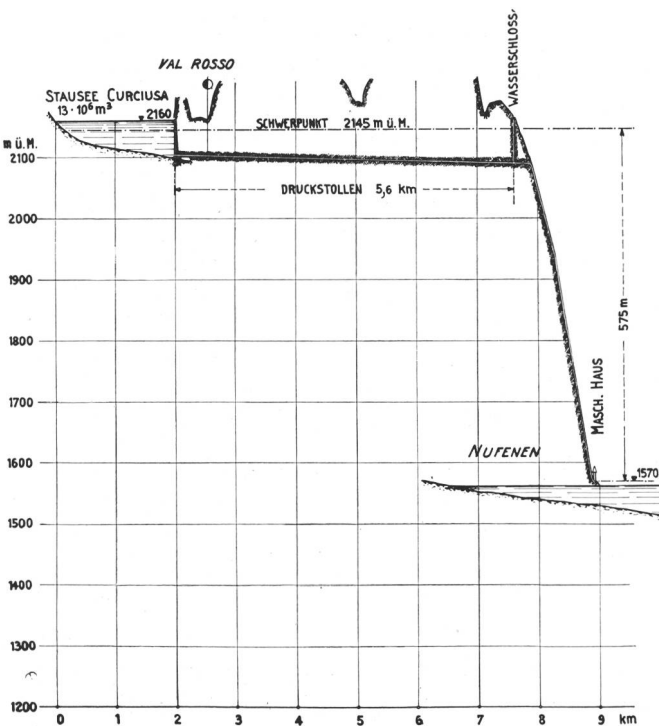


Fig. 6.
 Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Nebenkraftwerk Curciusa-Nufenen.
 Maßstab: Horizontal 1 : 375 000; Vertikal 1 : 37 500.

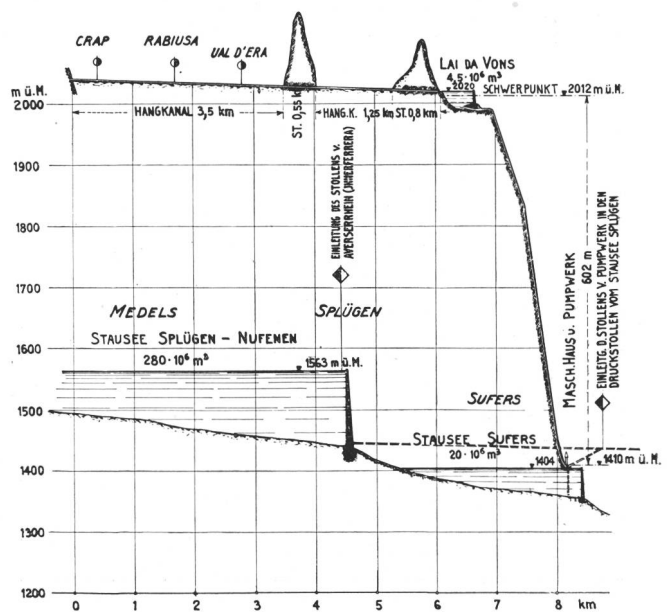


Fig. 7.
 Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Nebenkraftwerk Lai da Vons-Sufers.
 Maßstab: Horizontal 1 : 375 000; Vertikal 1 : 37 500.

Diese Staubecken sind in einer Gefällstufe von 210 m Bruttogefälle bzw. 180 m Nettogefälle nutzbar. Die Füllung der Staubecken erfolgt zu einem erheblichen Teil durch Schmelz- und Hochwasser, die als solche weder für die Ueberleitung nach dem Stausee Splügen, noch zur direkten Ausnützung in der Stufe Andeer-Sils in Betracht fallen.

Die jährliche *Winterenergie* beträgt: 10^6 kWh
 in der obern Averserstufe inkl. Zufluss ca. 32
 in den Stufen Splügen-Andeer und Andeer-Sils,
 als Veredlung ca. 88
 Total *Winterenergie* ca. 120

Der Winterzufluss stellt nur in der oberen Averserstufe eine zusätzliche Energieerzeugung dar, während in den Stufen Splügen-Andeer und Andeer-Sils nur eine Vermehrung der Winterenergie auf Kosten der Sommerenergie erzielt wird. Ueber diese Winterenergie hinaus ergibt sich in der oberen Averserstufe noch etwas Sommerenergie.

Im Rheinwald verbleibt als weitere eventuelle Ausbaumöglichkeit, die jedoch noch nach allen Seiten der Abklärung bedarf, die Erstellung eines *Nebenkraftwerkes bei Nufenen mit Stauanlage in Curciusa di Sopra* (Fig. 6). Die Daten dieser Anlage sind: Nutzinhalt $13 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, Nettogefälle 530 m, nutzbarer Winterabfluss $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, Erzeugung $16 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ zusätzliche *Winterenergie* als Eigenenerzeugung und $21 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Winterenergie als Veredlung in den Stufen Splügen-Andeer und Andeer-Sils.

Unter Heranziehung des Einzugsgebietes des Valtschiel- und Fundogn-Baches in Verbindung mit dem *Lei da Vons als Akkumulierbecken* in einem weiteren *Nebenwerk* bei Sufers (Fig. 7) könnten sodann noch 30 bis $40 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ konstanter Jahresenergie gewonnen werden. Auch dieses Projekt bedarf nach allen Seiten der Abklärung.

Zusammenfassung.

Als *erste Ausbautappe* ist die Erstellung des Kraftwerkes Splügen-Andeer mit den Stauseen Splügen-Nufenen und Sufers als *reines Winterkraftwerk* in Aussicht genommen. Als *zweite Ausbautappe* wird man das Kraftwerk Andeer-Sils sobald als möglich folgen lassen. Als *dritte Etappe* folgt die Zuleitung des Averserrheins, während die weiteren Ausbaumöglichkeiten einer spätern Zukunft vorbehalten bleiben.

Die totale Akkumulierung dieser beiden Werke beträgt $300,25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, der totale Ausbau $340\,000 \text{ kW}$, die jährliche Energieerzeugung $1\,098 \cdot 10^6 \text{ kWh}$, wovon $633 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ auf den Winter und $465 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ auf den Sommer entfallen. Die Anlagekosten betragen total rund $226 \cdot 10^6 \text{ Fr.}$ (Preisbasis 1930).

Die *weiteren Ausbaumöglichkeiten* (obere Averserstufe und zwei Nebenwerke in Nufenen und Sufers) gestatten, die jährliche Energieerzeugung auf rund $1213 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ zu steigern, wovon $822 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Winterenergie und $391 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Sommerenergie.

Das Diagramm (Fig. 8) zeigt die *Einfügung der Energieerzeugung* der Hinterrhein-Kraftwerke in

das gesamtschweizerische Energiediagramm. Man erkennt, dass der mit der grossen Winterproduktion erzielte Ausgleich die Verwertung bereits verfügbarer, heute noch nicht ausgenutzter Disponibilitäten bestehender Flusskraftwerke erleichtern wird. Schon für sich allein betrachtet, ist die reine Winterenergie der Hinterrhein-Kraftwerke billiger als gleichartige Energie anderer bestehender oder im Bau befindlicher Akkumulierwerke. Dazu kommt noch der Gewinn an zusätzlicher Winterwassermenge, den alle Rheinkraftwerke bis Basel und darüber hinaus erzielen werden.

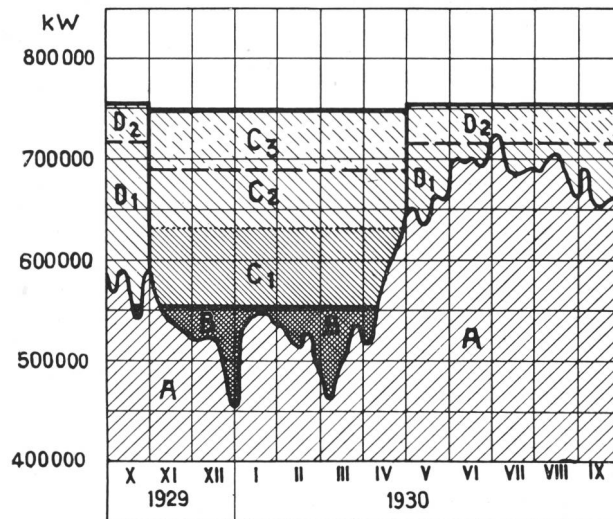


Fig. 8.

Projekt für die Ausnutzung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Der Ausgleich des schweizerischen hydroelektrischen Energiediagramms 1929/30 durch die Hinterrhein-Kraftwerke.

- A Disponible Energie der Flusskraftwerke + effektive Ausnützung der bestehenden Akkumulierwerke (inklusive Werke der SBB).
- B Energiereserve der bestehenden Akkumulierwerke $126 \cdot 10^6 \text{ kWh}$.
- C₁ I. Ausbau: Splügen—Andeer (allein) $322 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Winterenergie.
- C₁ + C₂ + D₁ II. Ausbau: Splügen—Andeer mit Stausee Sufers (ohne Averser Rhein) und Andeer—Sils $580 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Winter- u. $225 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Sommerenergie.
- C₁ + C₂ + C₃ + D₁ + D₂ Vollausbau: $822 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Winter- und $391 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ Sommerenergie.

Siedlungsfragen und Stauseeanlagen.

Aus der Beschreibung der Projekte für die Nutzbarmachung der Hinterrhein-Wasserkräfte geht klar hervor, dass ihre *wirtschaftliche Grundlage* die *Stauseeanlagen*, insbesondere der Splügenersee mit $5,6 \text{ km}^2$ Oberfläche und der Sufersersee mit $0,9 \text{ km}^2$ Oberfläche bilden. Beide Seen zusammen setzen $6,5 \text{ km}^2$ des Talbodens des Rheinwaldes unter Wasser. Dagegen überstauen Wäggitäl $4,24 \text{ km}^2$, Etzel $11,50 \text{ km}^2$. Das Dorf Splügen kommt ganz unter Wasser, Sufers, Medels und Nufenen werden an den Rändern angeschnitten. Dagegen fallen in den letzten drei Gemeinden nur vereinzelte, bzw. keine bäuerlichen Einzelgehöfte in den Bereich der Stauseen. Da das zu überstauende Gebiet als Wirtschaftsbasis für die hier lebende landwirtschaftliche Bevölkerung dient, ist es klar, dass schwere Bedenken gegen die Ausführung namentlich des grossen Stausees geltend ge-

macht wurden. Infolgedessen haben die Rhätischen Werke für Elektrizität die Schweizerische Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft mit einem Gutachten über die Entschädigungs- und Umsiedelungsfrage betraut, das in den Schriften Nr. 43 und 44 dieser Vereinigung niedergelegt ist²⁾.

Es würde zu weit führen, hier auch nur auszugsweise diese interessanten und gründlichen Studien wiederzugeben. Sie anerkennen, dass bei den Wasserkraftprojekten des Rheinwaldes im Vergleich zu anderen ausgeführten Stauseeanlagen erheblich wichtigere wasserwirtschaftliche Interessen in Frage kommen und schliessen daraus, dass die volkswirtschaftlich leistungsfähigere Ausnutzung des Bodens vorzugehen habe, so lange es sich im Einzelfall nicht um namhafte Auflassungen von ansässigen bäuerlichen Existenzen handelt und solange Realersatz geleistet werden kann. Zur Wiedergutmachung der realen Schädigungen werden eine Reihe von Massnahmen in Vorschlag gebracht. Das Dorf Splügen wird auf der rechten Talseite in 1610 m ü. M., ca. 50 m über der künftigen Stauwand, neu aufgebaut. Zur Wiederherstellung der landwirtschaftlichen Wirtschaftseinheiten wird *Fut-*

²⁾ I. Teil: Wirtschaft und Siedelung im Rheinwald, von Werner Oswald, ing. agr.; II. und III. Teil: Stauseeanlagen im Rheinwald und die Real-Ersatzfrage, von Dr. Hans Bernhard, Zürich.

terversorgung von auswärts als beste Lösung in Vorschlag gebracht. Diese Lösung zusammen mit dem Gebäudeersatz löst die Inkonvenienzfrage vollständig. In allen Fällen handelt es sich um bedeutende Kosten, und zwar betragen die variablen Kosten des Futterrealersatzes rund $9 \cdot 10^6$ Fr. (Futterbeschaffungskapital $6,5 \cdot 10^6$ Fr., Landentschädigung $2,5 \cdot 10^6$ Fr.) und die festen Kosten (Neu-Splügen usw.) rund $8,2 \cdot 10^6$ Fr., total also *17 bis $18 \cdot 10^6$ Fr.*

Selbstverständlich kann durch einen noch so grossen Realersatz der *ideelle Schaden*, den die engere Landschaft und ihre Bevölkerung erleidet, nicht wieder gut gemacht werden. Ohne einen Eingriff in Bestehendes kann aber überhaupt kein menschliches Werk geschaffen werden, und hier muss in die Waagschale geworfen werden, dass es sich bei den Hinterrhein-Wasserwerken um ein Unternehmen handelt, das unser Land in der Ausnutzung der eigenen Naturschätze einen grossen Schritt vorwärts bringt. Dem Kanton Graubünden und den beteiligten Gemeinden fliessen aus den Wasserzinsen, Gebühren und Steuern Beträge von bis zu $1 \cdot 10^6$ Fr. jährlich zu, die auch wieder dazu dienen können, das Los der unter schweren Bedingungen lebenden Gebirgsbevölkerung zu verbessern. Darüber hinaus wird in die betroffene Landesgegend während der Bauzeit und für später durch die Hebung von Handel und Wandel neuer Verkehr und neues Leben einziehen.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Zum Brand im Elektrizitätswerk der Stadt Brüssel.

621.311.22.00.46

Am 28. September d.J. setzte eine Feuersbrunst ein Kraftwerk des Elektrizitätswerkes der Stadt Brüssel ausser Betrieb. Auf die Anfrage unseres Starkstrominspektorates beim Office de Contrôle des Installations électriques en Belgique über die Ursache dieses Brandes ging folgende Auskunft ein, die als Resultat der ersten Erhebungen am Tage des Brandes zu betrachten ist:

Die elektrischen Zuleitungen zum Servomotor des Regulators einer Dampfturbine sind bis in die Nähe des Servomotors durch ein flexibles Metallrohr geschützt. Da das flexible Metallrohr einer solchen Leitung nicht ganz bis zum Servomotor reichte, blieb ein kurzes Stück der (isolierten) Leiter ungeschützt.

Zwischen zweien dieser Leiter (220 V Gleichstrom) entstand ein Funke, der die dünne Schmierölschicht, welche die Isolation der Drähte bedeckte, entzündete. Die Flamme erreichte den Regulator, der, ebenfalls mit einer dünnen Schmierölschicht bedeckt, Feuer fing.

Der Maschinist versuchte, seine Maschine mittels einer

Sperrklinke abzuschalten, konnte dies jedoch nicht mehr tun, weil die Flammen bereits die vordere Seite der Turbine bedeckten. Aus demselben Grunde konnte er auch das in der Nähe befindliche Steuerrad nicht betätigen. Er musste sich begnügen, die Dampfzuleitung abzustellen. Inzwischen hatte das Feuer das Ventil erreicht, welches den Oeldruck im Regulator regelt; dieses Ventil befand sich vor der Vorderseite der Maschine am Boden. Es wies einen leichten Oelverlust auf; das Tropföl wurde in einem unter dem Ventil angehängten Weissblechkübel aufgefangen. Dieses Öl fing Feuer und erhitzte das Ventil derart, dass der Verschlusszapfen infolge des erhöhten Druckes heraussprang. Das überhitzte Öl spritzte unter hohem Druck in einem Strahl zum Dach empor; der Strahl fing beim Durchgang durch die Flammen Feuer und entzündete den hölzernen Dachboden. Der Luftzug zwischen Dachboden und Dach breitete das Feuer in wenigen Minuten auf die ganze Dachkonstruktion aus, die brennend in den Maschinensaal fiel und alles Brennbare entzündete.

Dem Feuer fielen keine Menschenleben zum Opfer.

Das Kesselhaus und die Hochspannungsanlage blieben unversehrt. Man hofft, in kurzer Zeit eine Maschinengruppe wieder in Betrieb nehmen zu können.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen.

Wallisellen-Uster-Rapperswil und Zug-Affoltern-Zürich.

Am 2. bzw. 15. Oktober 1932 wurde der elektrische Betrieb auf den Linien Zürich-Uster-Rapperswil und Zug-Affoltern-Zürich eröffnet.

Diese Linien sind eingeleisig und haben Baulängen von

34 bzw. 36 km. Die Fahrleitung wurde auch hier durchwegs mit Doppelisolatoren ausgerüstet, um den häufigen Störungen durch Vögel zu begegnen. Von der Montage einer Hilfsleitung ist Umgang genommen worden, weil beide Linien von zwei Seiten gespiesen werden können. Um eine Einsparung an Tragkonstruktionen zu erzielen, ist in den Kurven der freien Strecke die schiefe Aufhängung der Fahrleitung gewählt worden. Für die Streckenschaltung wurden in den grösseren Stationen, wie üblich, Oelschalter