

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 19

Artikel: Ausbau grosser Wasserkräfte in Oberitalien
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38906>

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>

vorliegenden chemischen Zusammensetzung auch als theoretisch begründet erscheint. Beim belgischen Roheisen ist es ohne weiteres der hohe C-Gehalt, der die Erstarrung längs des Kurvenastes rechts des eutektischen Punktes im Zustandsdiagramm vor sich gehen lässt; durch den hohen Si-Gehalt der beiden schottischen Roheisen wird der eutektische Punkt mit 4,2% C in niedrigere Kohlenstoff-Abszissen verlegt, sodass auch hier die bei höherer Erstarrungstemperatur erkaltenden Querschnitte einen höhern Kohlenstoffgehalt aufweisen können. Auffallend ist durchwegs die scharfe Abgrenzung des feinkörnig erstarrten Kerns gegenüber dem Randteil.

So sehr diese Entmischungs-Erscheinungen dem umgekehrten Hartguss ähnlich erscheinen, gerade auch in der scharfen Abgrenzung des Kerns, so ist doch ihr Wesen ganz verschieden. Im übrigen sind die Vorbedingungen, die zur Bildung von umgekehrtem Hartguss führen, keineswegs einheitlich; *umgekehrter Hartguss kann, wie nachstehend gezeigt werden soll, auf verschiedene Weise entstehen*. Dadurch erklärt sich auch einigermassen das Aufkommen mehrerer an und für sich glaubwürdiger Lehren über sein Wesen.

Eine Wiederholung der Versuche von West lieferte zu wiederholten Malen umgekehrten Hartguss, sofern der Mn- oder S-Gehalt nicht zu klein gehalten wurde. Abbildung 6 zeigt die Bruchfläche durch einen 70 mm dicken Stab, der nach Festwerden der Randteile in Wasser abgeschreckt wurde. Durch das rasche Abkühlen, besonders der Aussensteile, war ein Nähren des Kerns von oben unmöglich und führte zu einer kleinen Lunkerstelle in der Mitte. Das Auftreten von umgekehrtem Hartguss ist hier auf das Abschrecken und keineswegs auf Druck zurückzuführen und bedeutet nichts anderes als gewöhnlichen Schalenguss, wobei die Randteile des Stückes selbst die Eigenschaft einer Schale übernommen haben. Wenn auch die versuchsweise Erzeugung einer solchen Art umgekehrten Hartgusses kaum jemals etwas neues bedeutet hat, so sei doch darauf hingewiesen, dass ab und zu gerade bei Radnaben, die auch wiederholt in der Literatur als Beispiele für umgekehrten Hartguss aufgeführt worden sind, die Bildung eines harten Kerns auf Abschreckung und Schalenwirkung beruhen könnte.

Es wurde ein Satz von 400 kg aus Roheisenmasseln Luxemburger Herkunft und minderwertigem, z. T. stark verrostetem Bruch (Bremsklötze, Hafenguss usw.) zusammengestellt und als erster Satz eines Giesstages im Kupolofen niedergeschmolzen. Der Guss hatte nach dem Vergießen in Masseln, Platten und Stäbe folgende Zusammensetzung:

$$C=3,25 \quad Si=1,46 \quad Mn=0,58 \quad S=0,120 \quad P=0,83$$

Irgendwelche Anzeichen, die auf umgekehrten Hartguss deutet hätten, konnten weder an einer Massel, noch an Platten oder Stäben erkannt werden. Das so erhaltene Guss-eisen wurde in der Folge vorerst weitere dreimal ohne irgendwelche Zutaten jeweils als erster Satz im Kupolofen niedergeschmolzen. Die chemische Zusammensetzung nach dem zweiten, dritten und vierten Niederschmelzen ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

Niederschmelzen	C	Si	Mn	S	P	Bruchfläche	Bemerkungen
2	3,10	0,93	0,50	0,120	0,64	1)	aus Unvorsichtigkeit sind beim 2. Niederschmelzen ungefähr 60 kg v. einem bessern nachfolg Gussatz hinzugekommen.
3	2,85	0,82	0,35	0,123	0,50	Abb. 7	
4	3,42	0,46	0,35	0,181	0,51	1)	

1) ohne besondere Merkmale.

Aus Abbildung 7 ist zu erkennen, dass die Bildung einer Oxydhaut und das dadurch hervorgerufene, vorübergehend stärkere Abtrennen von der Aussentemperatur bereits genügt haben, längs des vertieften oberen Randes der Massel eine stärkere Graphitbildung als in den umliegenden Teilen zu erzeugen; es lassen sich gewisse Spuren von umgekehrtem Hartguss erkennen. Nach dem vierten Niederschmelzen erstarrte der gesamte Guss weiss.

Mit einem fünften Niederschmelzen wurde 75%iges Fe Si zugegeben, sonst aber nichts geändert: der Guss wies nach dem Vergießen folgende Zusammensetzung auf:
 $C=3,37\%, Si=1,22\%, Mn=0,30\%, P=0,43\%, S=0,169\%$
 Abb. 8 zeigt Bruchstücke von Pfannenrückständen, die schon deutliche Spuren von umgekehrtem Hartguss aufweisen.

Bei einem sechsten Niederschmelzen wurde durch weitere Zugabe von Fe Si der Si-Gehalt derart erhöht, dass der Guss von nachstehender Zusammensetzung war:
 $C=3,32\%, Si=2,31\%, Mn=0,32\%, P=0,45\%, S=0,157\%$.

Abbildung 9 zeigt das Bruchaussehen einer zugehörigen Massel. Besonders an plattenförmigen Stücken konnte nunmehr umgekehrter Hartguss in grosser Zahl festgestellt werden, Abb. 10 und 11.

Umgekehrter Hartguss konnte also erzeugt werden durch wiederholtes Niederschmelzen ein und desselben Gusseisens mit nachträglicher geeigneter Zugabe von Fe Si und anschliessendem erneutem Niederschmelzen.
 (Schluss folgt.)

Ausbau grosser Wasserkräfte in Oberitalien.

Norditalien mit seiner wunderbaren Alpenkette vom Piemont und der Lombardei bis und mit Venetien ist wie bekannt sehr reich an Wasserkräften, und es ist bemerkenswert, welche gewaltige Entwicklung deren Ausbau namentlich in den

letzten Jahren auf der ganzen Linie erfahren hat. Leider aber wird dadurch die Möglichkeit, wenigstens nach dem Süden Ueberschüsse unserer schweizerischen Wasserkräfte in Form von elektrischer Energie ins Ausland zu exportieren, immer geringer und mahnt zur Vorsicht für den Bau neuer Kraftwerke.

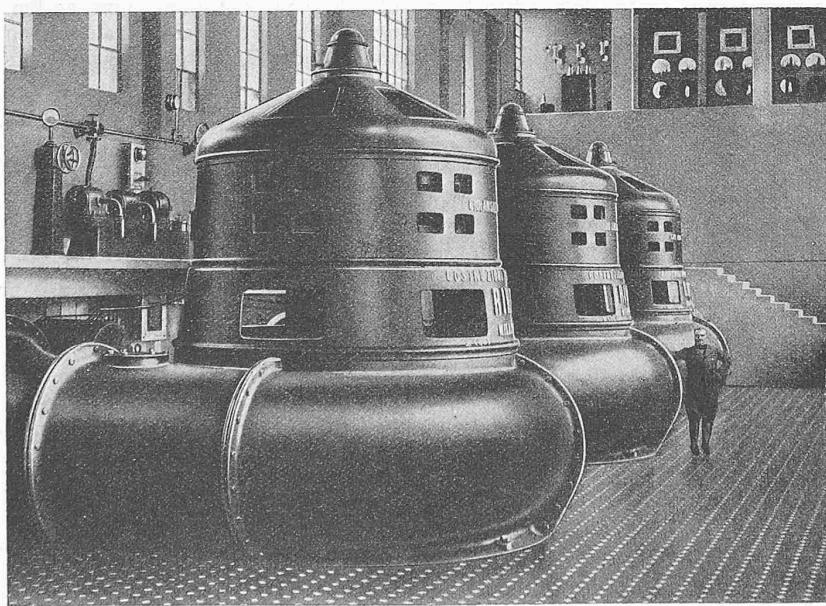


Abb. 4. Pumpenanlage für Entwässerungszwecke in der venetianischen Ebene.

Als Tatsache darf indessen angenommen werden, dass der umgekehrte Hartguss, der besonders während des Krieges in vielen Giessereien häufigen Ausschuss verursacht hat, andern Wesens ist; um darüber, Klarheit zu schaffen, wurden folgende Untersuchungen durchgeführt, die dann tatsächlich auch neue Ergebnisse zeigten.

Nach authentischen Angaben sind in Italien bis heute Wasserkraftwerke mit über 2 Millionen PS bereits ausgebaut. Im Bau sind solche für etwa 500 000 PS und projektiert noch viel mehr. Der grösste Teil dieser Wasserkräfte liegt zweifellos in Oberitalien; es sollen von diesen im folgenden

Ueberwindung zahlloser Schwierigkeiten eine Verbindung in der Richtung von NW nach SO dem Meere entgegen geschaffen zwischen den beiden sich östlich von Venedig ins Meer ergieissenden Flüssen Piave und Livenza. Die Anlage erstreckt sich auf drei Provinzen (Belluno, Treviso, Udine) unter Benützung von vier natürlichen Seen, des Lago di S. Croce, Lago Morto, Laghetto Restello, Lago Negriola und des künstlichen Lago Caneva. Durch Verbindung dieser Seen mittels Durchbohrung zwischenliegender Gebirge entstanden fünf Gefällsstufen mit den Zentralen Fadalto, Nove, S. Floriano, Castelletto und Caneva, mit einem Gesamt-Bruttogefälle von $385 - 40 = 345$ m und einer effektiven Totalleistung von über 300 000 PS.

Abbildung 1 zeigt den Lageplan, Abbildung 2 das Längenprofil dieser fünf-fachen Kraftanlage. Der als Staubecken dienende Lago di S. Croce von rund 120 Mill. m³ Wasserinhalt wird einerseits aus natürlichen Zuflüssen aus dem Einzugsgebiet, anderseits aus dem Piave gespiesen mittels eines etwa 8,50 km langen offenen Kanals, mit Wasserentnahme in der Nähe des „Ponte delle Alpi“ oberhalb Belluno. Ein Teil des Wassers bleibt immer im Piave für die untenliegenden Kraftwerke, während der Lago di S. Croce nur bei Wasserüberfluss oder bei Nacht aus dem Piave gespiesen wird.

Von diesem Stausee führen zwei grosse Druckstollen von 2,44 und 2,35 km Länge

eine mittlere Wassermenge von 100 m³/sek zur Zentrale Fadalto und von da über den „Lago Morto“ und weitere Druckstollen zu den Zentralen Nove und S. Floriano. Von hier weg geht eine teilweise erstellte Fortsetzung von etwa 18 km Länge für 50 m³/sek Wasser nach den Zentralen Castelletto und Caneva, von denen die erstgenannte bereits im Betrieb ist. Die Gefäll- und Leistungsverhältnisse der fünf Zentralen sind in untenstehender Tabelle spezifiziert. Sie erreichen 328 900 PS auf einer Strecke von kaum 27 km.

Von besonderem Interesse sind hierbei die zahlreichen gewaltigen Turbinen von 24 000 PS, wahre Meisterwerke

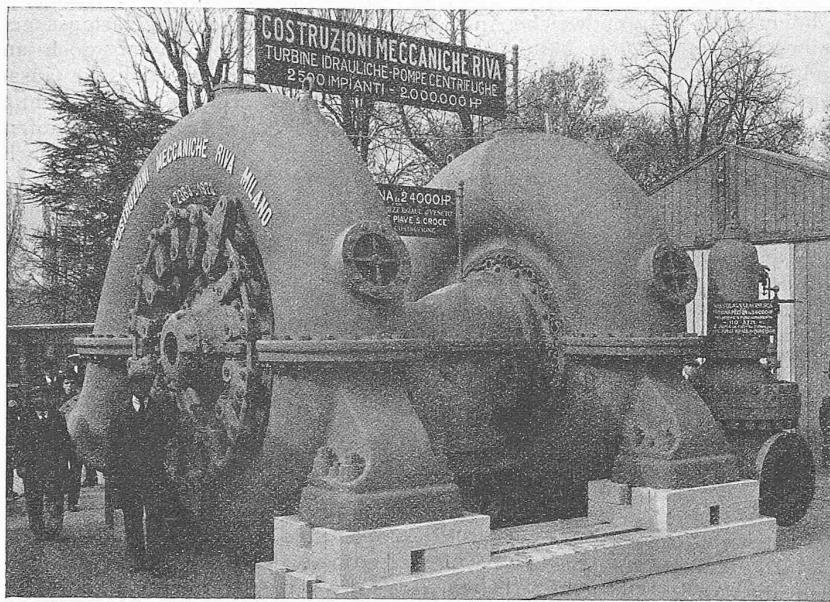
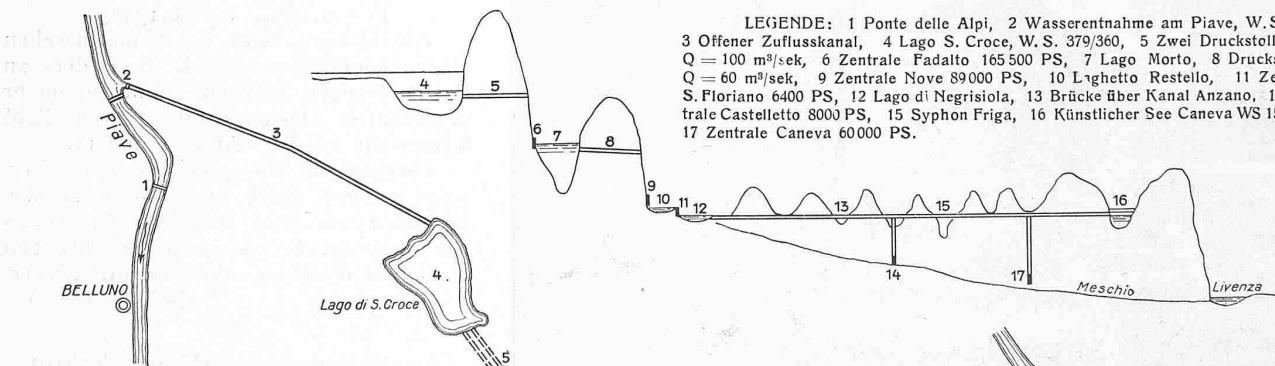


Abb. 3. Doppel-Francisturbine von 24000 PS für das Kraftwerk Fadalto.

nur einige wenige grosse und besonders interessante Anlagen kurz behandelt werden unter Benützung von Unterlagen, die mir von der ausführenden Turbinenfirma in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden.

Im Venezianischen wird die grösste dieser Wasserkräfte von der „Società per l'utilizzazione delle forze idrauliche del Veneto“ durch die z. T. ausgeführte, z. T. im Bau begriffene Anlage Piave - S. Croce - Livenza ausgebeutet, im Anschluss an die ebenfalls bedeutenden Kraftwerke längs des naheliegenden Flusses Cellina. In ebenso genialer wie grosszügiger Weise wurde bei dieser neuen Anlage unter

LEGENDE: 1 Ponte delle Alpi, 2 Wasserentnahme am Piave, W.S. 385, 3 Offener Zuflusskanal, 4 Lago S. Croce, W.S. 379/360, 5 Zwei Druckstollen für $Q = 100 \text{ m}^3/\text{sek}$, 6 Zentrale Fadalto 165 500 PS, 7 Lago Morto, 8 Druckstollen $Q = 60 \text{ m}^3/\text{sek}$, 9 Zentrale Nove 89000 PS, 10 Laghetto Restello, 11 Zentrale S. Floriano 6400 PS, 12 Lago di Negriola, 13 Brücke über Kanal Anzano, 14 Zentrale Castelletto 8000 PS, 15 Syphon Friga, 16 Künstlicher See Caneva WS 152/148, 17 Zentrale Caneva 60000 PS.



Zentrale	m	Maschinen-Einheiten	PS _e
Fadalto	104	im Betrieb	3×4500 13500
		"	1×8000 8000
		im Bau zu bauen	2×24000 48000
Nove	96	im Betrieb	2×4500 9000
		"	1×8000 8000
S. Floriano	14	im Bau zu bauen	1×24000 24000
		"	2×24000 48000
Castelletto	60	im Betrieb	2×1600 3200
		"	2×1600 3200
Caneva	110	zu bauen	3×20000 60000

Abb. 1. Lageplan 1 : 200 000 und schemat. Längsprofil der Wasserkraftanlagen Piave - Livenza.

der heutigen Technik, ausgeführt von der A. G. Costruzioni Meccaniche Riva in Mailand. Es sind dies horizontale Doppel-Francisturbinen nach Abbildung 3 mit zentralem Saugrohr, gebaut für $H=90 \div 100$ m, $Q=23$ m³/sek und $n=420$ Uml/min. Die Generatoren liefern Drehstrom von 42 Perioden mit vorläufig 6000 \div 6600 Volt Spannung, die später auf 55 000 \div 110 000 Volt erhöht werden soll. Jede Turbine hat ein Zulaufrohr von 2,600 m Durchmesser und einen Druckregler mit über 16 m³/sek Durchflussfähigkeit des Synchronventils. Sämtliche Manövriervorrichtungen können vom Schaltpulte aus betätigt werden.

Ein grosser Teil dieser Wasserkräfte findet Verwendung einerseits in der stark entwickelten Industrie auf venetianischem Gebiete, andererseits zum elektrischen Betrieb der Pumpen zahlreicher Entwässerungsanlagen. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass nicht weniger als 51 solcher Anlagen in der Tiefebene von Venedig bestehen, die aber während des Krieges zum grössten Teil zerstört wurden. Um nun ein Gebiet von etwa 50 000 ha, das eben infolge dieser Entwässerung zu den fruchtbarsten Ländereien ganz Italiens geworden ist, vor Wiederversumpfung zu retten, mussten diese Anlagen in aller Eile wiederhergestellt werden.

Fast alle diese Pumpen wurden von der Firma Riva geliefert, die auch gegenwärtig elf Aggregate nach Abb. 4 (S. 229) für je 7 m³/sek und 3 \div 5 m Förderhöhe zur Erweiterung obigen Entwässerungsgebietes in Arbeit hat. Deren Bauart ist vertikal, wobei die Spiralgehäuse der Pumpen mit den Statoren der Elektromotoren zu einem Ganzen verbunden sind, sodass eine sehr vorteilhafte kompendiöse Installation erzielt wird. Liesse sich diese Bauart nicht auch für Turbinen anwenden? Dadurch könnte in vielen Fällen eine ganze Etage am Maschinenhaus erspart werden.

Nachdem also Pumpen von so grosser Leistungsfähigkeit gebaut werden können, frage ich mich, ob nicht auch

in der Schweiz die Entwässerung bzw. Bewässerung vieler Gegenden viel energetischer als bisher an die Hand genommen werden sollte. Es hätte dies den weitern Vorteil, dass unsere zahlreichen Niederdruck-Kraftwerke während der Nacht und Sonntags guten Absatz fänden für ihre Abfallkräfte, die

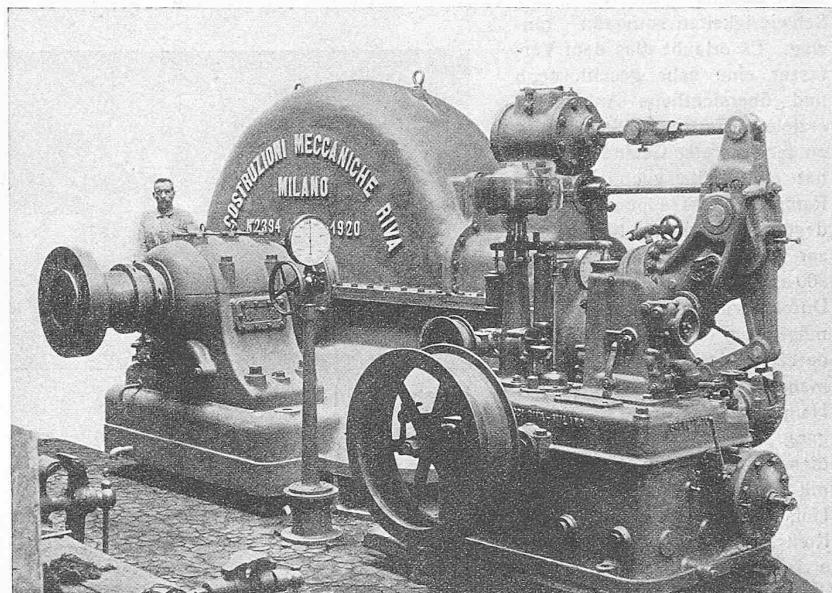


Abb. 6. Pelton-Turbine für 26 000 PS, 1020 m Gefälle, 500 Uml/min, des Kraftwerk Venaus.

sehr billig abgegeben werden könnten, weil das Wasser dort nicht aufgespeichert werden kann.

Eine andere interessante italienische Kraftanlage ist im Piemont in der Nähe von Turin entstanden in der Zentrale Venaus, der „Società delle Forze idrauliche del Moncenisio“ gehörend. Es werden dort gegenwärtig drei Pelton-Turbinen von je 26 000 PS bei 1020 m Nettogefälle installiert, Bauart Riva, mit nur einer Düse von 210 mm Durchmesser, entsprechend einem Wasserstrahl von 155 mm Durchmesser für 2,46 m³/sek Wasser.

Die in Abbildung 5 dargestellten Laufräder haben 2920 mm äussern Durchmesser, wiegen rd. 10 000 kg und machen 500 Uml/min, entsprechend 76 m/sek Umfangsgeschwindigkeit. Abbildung 6 zeigt die kompletten Turbinen mit Regulatoren, welch letztere ebenfalls sehr beachtenswert sind. Es dürften dies die mächtigsten Peltonturbinen sein, die bisher ausgeführt worden sind.

Diese Anlage Venaus wurde kürzlich in Betrieb gesetzt, zunächst mit einer Einheit, die ohne irgendwelche Nacharbeit oder Korrektion sofort dem regelrechten Betrieb übergeben werden konnte, nachdem sie bis zu 27 000 PS ausprobiert worden war. Bei etwa $\frac{3}{4}$ Öffnung beträgt die Leistung rd. 18000 kW, und die Regulierversuche haben eine ganz unbedeutende Steigerung der Geschwindigkeit und des Druckes ergeben.

Die Ausführung von so grossen Maschineneinheiten überhaupt für elektrische Zentralen ist aber mit grossem Risiko verbunden, indem sie außerordentlich hohe Anforderungen nicht nur an die Ingenieure und Konstrukteure, sondern in demselben Masse auch an die Giesserei und die Werkstätten stellt. Zunächst müssen die vielerlei erschwerenden Umstände in hydraulischer, mechanischer, elektrischer und baulicher Beziehung überwunden und außerdem die nötigen Garantien für Wirkungsgrad, sowie für Regulierung von Geschwindigkeit und Druck erfüllt werden. Sodann soll auch die Betriebssicherheit, bequeme Bedienung und leichte Auswechselbarkeit abgenützter Teile gewährleistet sein. Die Erfüllung aller dieser Bedingungen ist ungemein schwierig und erfordert verständnisvolles und harmonisches Zusammenarbeiten aller mitwirkenden Kräfte.

W. Z.

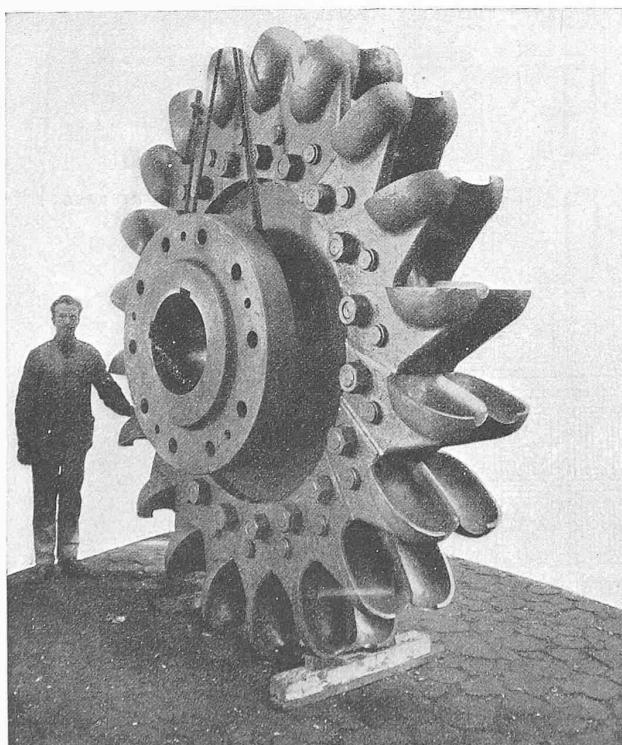


Abb. 5. Peltonrad der 26 000 PS-Turbine für das Kraftwerk Venaus.