

# Der amerikanische Wasser-Turbinenbau in europäischem Streiflichte

Autor(en): **Pfau, Arnold**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **49/50 (1907)**

Heft 1

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-26654>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Hotel Margna in Sils-Baselgia. — Erbaut von den Architekten *Nicolaus Hartmann & Cie.* in St. Moritz.



Abb. 2. Ansicht des Hotels von Sils-Maria aus. (Der alte Stall im Bilde rechts soll später umgebaut werden.)

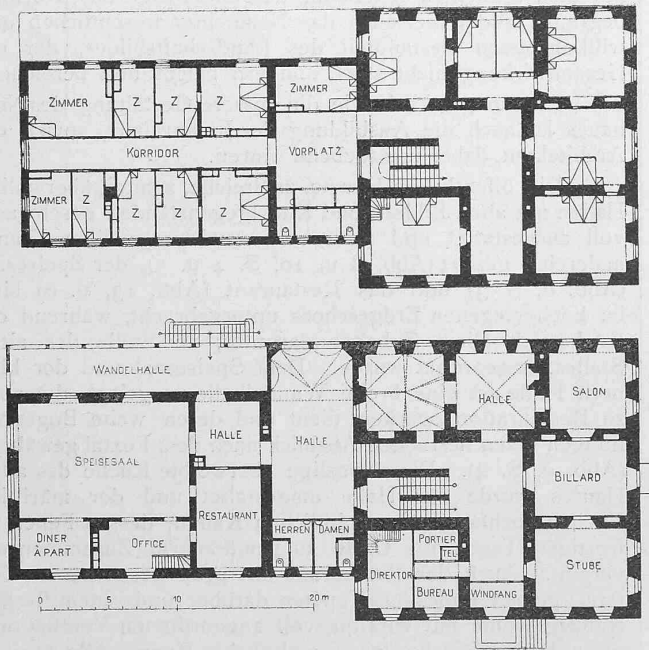
schosse. Das Licht wird, wie der Schnitt (Abb. 5) zeigt, von einer hängenden, blendend weiss gestrichenen Pyramide in die ebenso weiss gehaltene Trombe hinunterreflektiert.

So ist es gelungen, auch im Innern des neuen Hauses helle, freundliche und komfortable Räume zu schaffen, die

### Der amerikanische Wasser-Turbinenbau in europäischem Streiflichte.

Von *Arnold Pfau*, Ober-Ingenieur der Hydraulischen Turbinen-Abteilung von Allis-Chalmers Company, Milwaukee, Wisconsin, U. S. A.

Der amerikanische Bau von Wasserturbinen einschliesslich der damit im Zusammenhange stehenden Regulatoren, wie er bis zur Stunde betrieben wird, darf verglichen werden mit einem grossen Konfektionsgeschäft, das nach folgenden Grundsätzen arbeitet:



mit ihrer teils modernen, teils antiken Ausstattung zeigen, dass weniger Stilreinheit und -Einheit als guter, zielbewusster Geschmack zur harmonischen, ansprechenden Wirkung eines Innenraumes nötig sind.

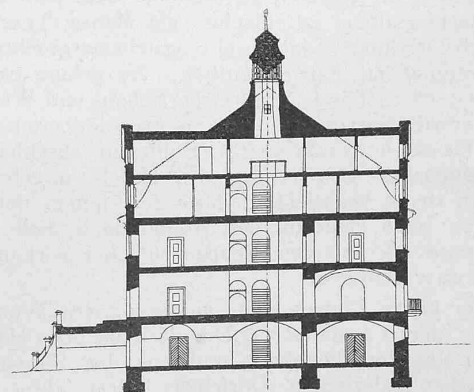


Abb. 3, 4 und 5. Grundrisse vom Erdgeschoss und ersten Obergeschoss samt Querschnitt. — Masstab 1 : 500.

Es soll ein möglichst grosses Vorratslager an laufender Marktware und in möglichst viel verschiedenen Grössen vorhanden sein. Um eine rasche Lieferzeit einhalten zu können, ist es nötig, dass alle Offerten und Bestellungen so gedrückt werden, dass sie in eine der „Stocknummern“ passen. Das Vorratslager muss durch reichhaltige Kataloge



**Hotel Margna in Sils-Baselgia.**

Erbaut von *Nicolaus Hartmann & Co.*, Architekten in St. Moritz.

Ansicht vom Dorf aus.

Seite / page

2(3)

leer / vide /  
blank

mit Angabe von bindenden Baumassen und Bremsresultaten der betreffenden Typen bekannt gemacht werden. Es sind Typen herzustellen, wodurch die Arbeit so eingeteilt werden kann, dass die Preise selbst bei gutem Profit noch sehr niedrig gestellt werden dürfen. Das Konstruktionspersonal kann dabei auf einige gute Konstrukteure beschränkt werden, die mit einer Schar von niedrig bezahlten Zeichnern einen einmal festgelegten Typ für verschiedene Grössen nur proportional umzuzeichnen haben. Sämtliche Konstruktionen sind für die Werkstätte durch Normalblätter fixiert, welche die Detailmasse für die verschiedenen Grössen in Tabellen enthalten. Die Koten sind in der Normalzeichnung mit Buchstaben eingetragen und die Tabellen geben die absoluten Werte dieser Koten für die verschiedenen Grössen.

Diesen Grundsätzen entsprechend sind auch die Kostenanschläge ausgeführt. Gedruckte Spezifikationen für die einzelnen Typen sind auf Lager. Es ist sogar der Preis als „List“-Price angegeben und es braucht nur ein Brief beigefügt zu werden, der den zugestandenen Rabatt angibt. Gewöhnlich wird auch ein sehr reichliches Gewicht eingesetzt, um die Offerte mit einem sehr günstigen Pfundpreis erscheinen zu lassen, oder um den Eindruck einer sehr soliden Konstruktion zu erwecken. Es werden auch normale Zusammenstellungszeichnungen der betreffenden Grössen beigelegt, die sämtliche bindenden Baumasse enthalten.

Durch die Tatsache, dass die meisten technischen Vorarbeiten dieser Branche in Amerika fast ausschliesslich durch „Consulting Engineers“ und nicht durch die Maschinenfabriken selbst besorgt werden, wird das Katalog-Verfahren im Turbinenbau sehr unterstützt. Ohne die betreffende Firma näher zu befragen, zieht der Consulting Engineer einen ihm passend „erscheinenden“ Typ heraus. Er basiert darauf seine Kalkulationen in Bezug auf Kapitalisierung und Lieferzeit einer kompletten Anlage. Alles wird nach diesem Gesichtspunkte hin ausgearbeitet und wenn dann die allgemeine Offertverhandlung erfolgt, so ist alles von ihm schon so festgelegt, dass den konkurrierenden Turbinenfirmen nichts anderes übrig bleibt, als entweder einen gleich grossen Typ zu offerieren, oder es mit einem kleineren zu riskieren, um noch einen Vorsprung im Preise zu gewinnen.

Da bis zur Stunde Sonderabkommen zwischen Turbinenbauern und Elektrizitätsfirmen noch nicht üblich sind und zur Zeit erst eine Firma in Amerika besteht, die Turbinen und elektrische Maschinen zugleich baut, so ist es kaum möglich, Offerten so einzureichen, dass eine vorteilhaftere Kraftereinheit mit Berücksichtigung der Totalkosten der Anlage empfohlen werden könnte. Es ist auch klar, dass Turbinenfirmen, die nur den Grundsätzen eines Konfektionsgeschäftes huldigen, sich wenig in bauliche Angelegenheiten zu mischen wünschen.

Die Folge dieser Verhältnisse ist, dass der amerikanische Turbinenbauer seine Garantien nur auf die von ihm ge-

lieferte Maschine als solche übernimmt, und wohl nur ausnahmsweise Bedingungen des Betriebes oder der baulichen und der Natur-Verhältnisse in seine Garantie einbezieht.

Deshalb sind auch Nacharbeiten oder überhaupt solche, die spezielle Arbeit erfordern, ausserordentlich teuer, da weder der Ingenieur, noch die Werkstätte darauf eingeübt sind. Es kommt daher öfters vor, dass bei solchen An-

lagen, die ganz besondere Bedingungen berücksichtigt sehen wollen und daher eigens dazu konstruierte Maschinen erfordern, amerikanische Firmen es ablehnen, sich an der Bewerbung zu beteiligen.

Wie ein Konfektionsgeschäft stets im Auge behalten muss, der kaufenden Welt dasjenige, was sein Konkurrent auf dem Markte zeigt, mit seinen Erzeugnissen billiger zu offerieren, so geschieht es auch im amerikanischen Turbinenbau mit den Katalogen. Jedermann ist gewohnt, die Turbinen nach der Anzahl Zoll des Raddurchmessers zu bezeichnen. Es liegt also auf der Hand, dass derjenige, der bei gleichem Raddurchmesser  $x$  Pferde- oder  $y$  Umlauf-

zahlen mehr erreichen kann, durch seine neueste Katalogauflage einen Vorsprung erzielt. Da nun mit Ausnahme der für Impulsräder (sog. Löffelräder) geeigneten Gefälle bis jetzt mehr Bedarf war an Turbinen für Gefälle bis zu etwa 60 oder 80 Fuss, hat sich die Jagd nach höchster Kapazität und höchster Umlaufzahl für diese Verhältnisse im amerikanischen Konfektionsturbinenbau sehr eingebürgert.

### Hotel Margna in Sils-Baselgia.

Erbaut von *Nicolaus Hartmann & Cie.*, Architekten in St. Moritz.

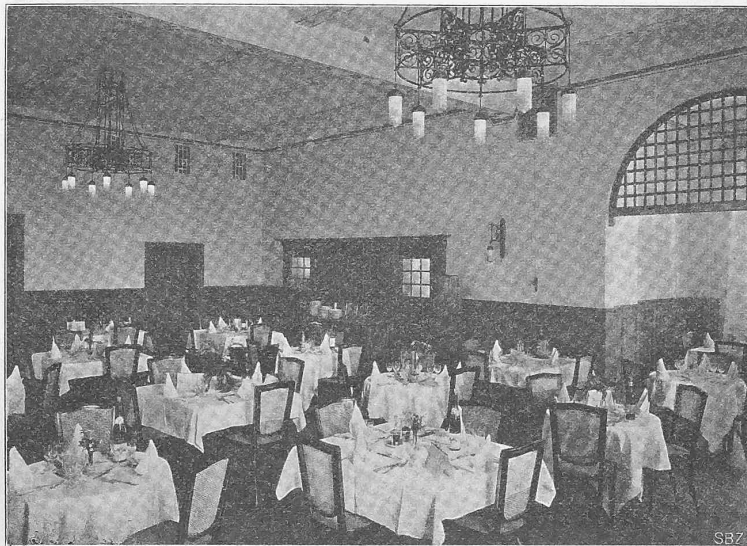


Abb. 6. Der Speisesaal. (Die Wände sind noch unvollendet, ein Vorhang unter dem Holzgitter der Bogenöffnung fehlt noch).

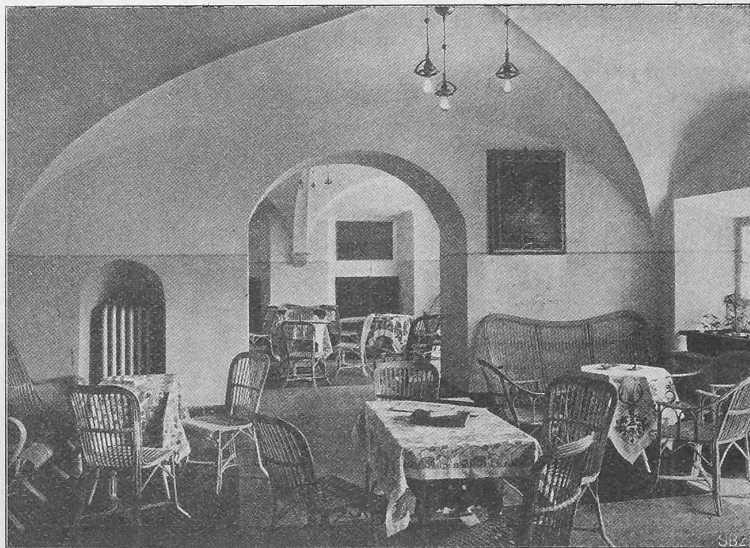


Abb. 7. Blick in die Hallen des alten Hauses.

Diese Bestrebungen werden in zwei verschiedenen Richtungen gefördert: 1) Durch die amerikanische Versuchstation in Holyoke, Mass; 2) durch alle diejenigen Consulting Engineers, denen nicht viel daran gelegen ist, eine Anlage gewissenhaft den Bedingungen anzupassen, für die sie gebaut werden sollte, sei es aus Mangel an nötiger

Fachkenntnis, oder aber um ein Gegenprojekt durch Billigkeit zu schlagen, oder schliesslich, um von befreundeten Konfektionsturbinenfirmen Provision zu erhalten.

Auf die unter 1) angeführte Versuchstation soll hier näher eingetreten werden. Diese Versuchstation gehört der „Holyoke Water Power Company, in Holyoke, Massachusetts“. Sie ist also kein staatliches sondern ein Privat-Unternehmen. Ihre maschinellen und baulichen Einrichtungen sind kurz die folgenden: Die Gesellschaft besitzt zahlreiche Werkkanäle, die aus dem Flusse gespeist werden. Durch mechanisch betätigte

Einlassschützen und Doppelrechen (zur Beruhigung des Wassers) wird das Wasser in eine offene Kammer geleitet, in der die zu bremsende Turbine aufgestellt wurde. Es wird meistens auf vertikaler Welle gebremst, mit Saugrohr, das vom Turbinenbauer mitzuliefern ist. Das ablaufende Wasser wird durch

ein Bassin geleitet und durchläuft wiederum einige Rechen, durch die der Wasserspiegel beruhigt wird. In diesem Bassin ist ein Ueberfall eingebaut, genau nach denjenigen Bedingungen, welche Francis der Bestimmung seiner Koeffizienten zugrunde legte. Die Ueberfallhöhe wird durch einen Schwimmer gemessen, der seit der langen

aufnimmt. Dies geschieht meistens durch ein Kugelsitzlager aus Lignum Vitae, das in einem in das Ablaufrohr eingebauten Armkreuz gelagert ist. Die obere Partie der Turbinenwelle wird von der Versuchstation selbst geliefert, da mit derselben ein Ringspurkugellager kombiniert ist, das am Kran schwebend aufgehängt wird. Ein in die Wasser-

kammer eingebautes Gebälke trägt das Halslager, das die Turbinenwelle unmittelbar unterhalb des Bremszumes umfasst. Je nach der Grösse der zu bremsenden Kraft wird eine entsprechend grosse Bandbremse angebracht, die mit Wasserkühlung versehen ist. Der Fixpunkt des Bremsbandes ist mit einem Hebelwerk verbunden, das zur Waage führt und zugleich sinnreich mit einer Dämpfung (Dash pot) gekuppelt ist, welche die Zuckungen des Bremshebeldes an der Waage vermindert und daher ein ruhigeres Einstellen ermöglicht. Das Bremsband kann mittelst eines

Schneckengetriebes von Hand eingestellt und mehr und mehr angezogen werden, jemehr Kraft abgebremst werden soll.

Die Umlaufzahl wird durch den Registrierapparat gemessen, der an die Turbinenwelle angeschaltet ist. Mittelst Schwimmers und einer Skala mit Nonius wird der Oberwasserspiegel abgelesen. Dasselbe geschieht mit dem Unterwasserspiegel.

Eine elektrische Uhr überträgt alle drei Minuten drei Glockenschläge direkt an diejenigen Stellen, wo Ablesungen gemacht werden müssen. Auf das elektrische Signal geschehen folgende Ablesungen: *a.* Bremsgewicht am Hebel, *b.* Umlaufzahl der Turbine, *c.* Oberwasserspiegelhöhe, *d.* Unterwasserspiegelhöhe, *e.* Ueberfallhöhe.

Die gebremsten Pferdestärken werden aus der Formel  $N = P n k$ , berechnet, wobei  $N$  = Pferdestärken,  $P$  = Bremsgewicht,  $n$  = Umlaufzahl der Turbinenwelle,  $k$  = Hebelverhältnis und Korrekturkoeffizient der Bremse bedeuten.

Das Gefälle wird durch Subtraktion der Ober- und Unterwasserkote direkt erhalten. Zur Bestimmung der Wassermengen aus der Ueberfallhöhe sind zahlreiche Kurven in Tabellen angeschlagen, welche die der abgelesenen Ueberfallhöhe entsprechende Wassermenge angeben.

Diese Einrichtungen erlauben es, aus einer bestimmten Reihe von Ablesungen rasch alle Resultate, wie Umlaufzahl, Pferdestärke, Gefälle, Wassermenge und daraus Wirkungsgrad zu ermitteln. Zu den Ablesungen wird grundsätzlich

nur Personal der Versuchstation verwendet und es bürgt die grosse Anzahl der bis jetzt gemachten Bremsungen dafür, dass die Versuche rasch und sicher durchgeführt werden.

Für jede gewünschte Leitradöffnung wird eine ganze Versuchsreihe durchgebremst. Es wird zuerst das Brems-

### Hotel Margna in Sils-Baselgia.

Erbaut von *Nicolaus Hartmann & Cie.*, Architekten in St. Moritz.

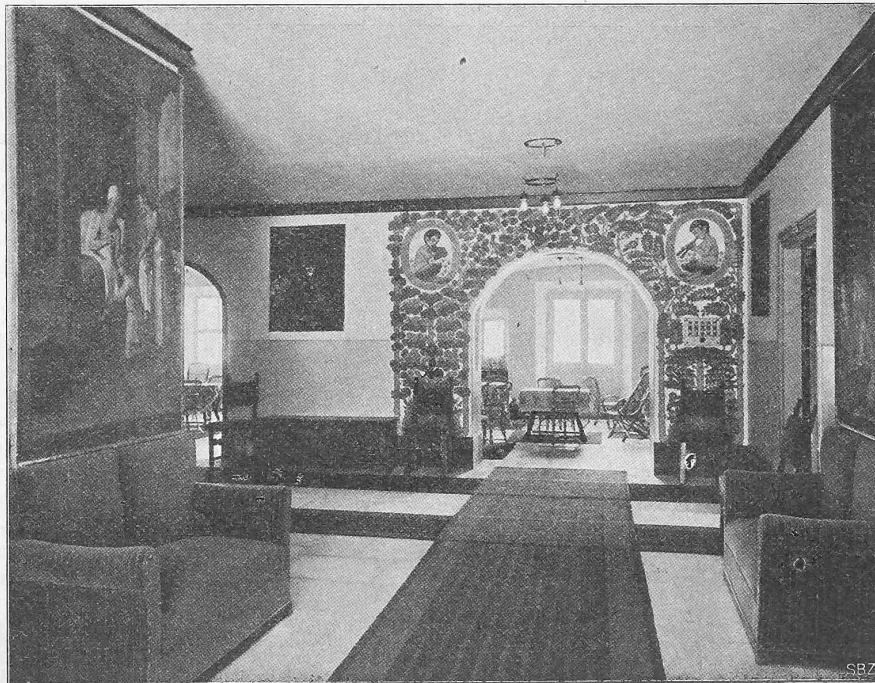


Abb. 8. Eingang mit Blick in die Halle.



Abb. 9. Wandelhalle mit Aussicht ins Fextal.

Reihe von Versuchsjahren praktisch verbessert wurde. (Die Zuverlässigkeit der so gemachten Wassermessungen zu besprechen, gehört nicht in den Rahmen dieser Abhandlung.)

Die zu bremsende Turbine muss so gebaut sein, dass sie das Gewicht ihrer rotierenden Teile selbständig

band so fest angezogen, dass die Turbine nicht umläuft. Dabei werden Umfangskraft, Gefälle und Wassermenge gemessen. Sodann wird das Bremsband nach und nach in eben so vielen Abstufungen gelockert, als man Resultate haben will. In der Nähe der Stelle, an der das Produkt aus Bremskraft  $P$  und Umlaufzahl  $n$  ein Maximum ist, was bekanntlich dem besten Nutzeffekt für die betreffende Leitradöffnung entspricht, werden Ablesungen in beliebig nahen Zwischenabstufungen und mit beliebig vielen Wiederholungen gemacht.

Das Bremsband wird nun mehr und mehr gelockert, bis schliesslich die Turbine alle Kraft in Umlaufzahl umgewandelt hat. Es wird also hiebei die Leerlaufumdrehungszahl gemessen (Racing speed) bei entsprechendem konstatierten Gefälle und Wassermenge. Ausserdem wird schliesslich noch das Bremsband entfernt, um die Bremswiderstände

auf ein Minimum zu reduzieren. Diese maximale Leerlauf-Umdrehzahl wird dann als Rekord der Turbine angesehen, wenn sie das Höchste erreicht hat, was in Bezug auf gleichen Durchmesser und Gefälle bisher erreicht wurde.

Um Nutzeffekt und Leerlaufumdrehzahl (Racing speed) auf ein Maximum zu bringen, müssen natürlich die Widerstände auf ein Minimum reduziert werden. Es muss also sowohl Zu- als Abfluss der Turbine möglichst frei von Störungen sein. Ebenso muss die Reibung auf das denkbar geringste Mass gebracht sein. Das Kugellager der Versuchstation ist in dieser Hinsicht sehr günstig, ebenso das gerade Ablaufrohr der vertikalen Anordnung. Selbstredend werden auch die Lager solcher „Bremsturbinen“ so klein als nur möglich gehalten, ja manchmal sogar nur derart ausgeführt, dass sie gerade für die Zeit der Versuche aushalten. Bei horizontaler Anordnung fielen viele der erwähnten Vorteile ausser Betracht. Der Ablaufkrümmer würde Störungen in der sanften Wasserabführung bewirken, das Gewicht der rotierenden Teile müsste in Traglagern aufgenommen werden, die mehr Reibung erzeugen, als bei vertikaler Anordnung, u. a. m. (Schluss folgt.)

## Ueber Vorschriften für armierten Beton.

Von Prof. F. Schüle in Zürich.

### I. Die schweizer. Normen vom August 1903.

Die zunehmende Bedeutung des Eisenbetonbaues und einige verhängnisvolle Unfälle haben seit mehreren Jahren die technischen Kreise von dem Werte bestimmter Vorschriften für die Projektierung und Ausführung solcher Bauten überzeugt. Nacheinander sind in der Schweiz und in den Nachbarländern Leitsätze veröffentlicht worden, zuerst von den direkt interessierten Körperschaften, sodann

von Behörden. Die wissenschaftlichen und die rein praktischen Fragen, die beim armierten Beton zu lösen sind, haben aber noch lange nicht ihre Lösung gefunden und mit grossem Eifer sind Kommissionen und Fachleute mit der Behandlung der auf diesem Gebiete zu lösenden Aufgaben beschäftigt. Das Sammeln von Erfahrungen und das Bearbeiten von Versuchs-Resultaten schreitet so rasch fort, dass es einige Jahre nach dem Erscheinen der ersten Normen auch für einen grösseren Leserkreis von Wert ist, Näheres über die heutige Bedeutung solcher Vorschriften zu erfahren, um sich über die Zweckmässigkeit, jetzt schon Aenderungen an denselben vorzunehmen, Rechenschaft geben zu können.

Die Schweizer. Kommission des armierten Beton hatte in ihrer letzten Sitzung vom 31. Oktober Gelegenheit, sich hierüber auszusprechen und kam, wie bereits gemeldet,<sup>1)</sup> zum Schlusse, dass

vorderhand Aenderungen an den „Provisorischen Normen des schweiz. Ingenieur- und Architektenvereins vom Jahre 1903“ nicht vorzunehmen seien; wohl aber soll dahin gewirkt werden, dass diese Normen, die noch keinen offiziellen Charakter besitzen, immer mehr Beachtung finden.

In Folgendem sollen die wichtigsten Gründe für diese

### Hotel Margna in Sils-Baselgia.

Erbaut von Nicolaus Hartmann & Cie., Architekten in St. Moritz.



Abb. 10. Die kleine Halle mit Blick nach der grossen Halle und dem Haupteingang.



Abb. 11. Erster Hallenraum (die ehemalige Küche mit Küchenrauchfang).

Stellungnahme erörtert werden.

Die provisorischen Normen des Jahres 1903 sind als das Schlussresultat der von den Sektionen des schweiz. Ingenieur- und Architektenvereins eingesandten Vorschläge

<sup>1)</sup> Bd. XLVIII, S. 232.