Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 49/50 (1907)
Heft: 11

Artikel: Zweistufige Verbundturbine der Zentrale Wiesberg in Tirol
Autor: Pfarr
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26776

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: 16.07.2025

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

INHALT: Zweistufige Verbundturbine der Zentrale Wiesberg in Tirol. — Das Restaurieren. — Eindrücke von der Mailänder Ausstellung 1906. — Miscellanea: Die XXXIV. Jahresversammlung des Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. Fussklammer-Stossverbindung. Böhmischer Braunkohlenkoks. Votivkirche für Alexander II. in St. Petersburg. Monatsausweis über die Arbeiten am Lötschbergtunnel. Monatsausweis über die Arbeiten am Rickentunnel. Eisenerzlager zu Mayari Abajo auf Cuba. Wasserversorgung der Stadt Zürich. Einheitliche Signalordnung für die deutschen Eisenbahnen. Elektr. Lokomotive von 4000 *P. S.* Bau- und Gartenkunst auf der Mannheimer Jubiläums-Ausstellung 1907. Umbau des Kursaales zu Interlaken. Neubau der Schackgalerie in München. Wengernalpbahn. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Société suisse des Ingénieurs et architectes. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.

Zweistufige Verbundturbine der Zentrale Wiesberg in Tirol.

Von Geh. Baurat *Pfarr*, Professor in Darmstadt.

Die „Kontinentale Gesellsachaft für angewandte Elektrizität“ besitzt in Wiesberg, Tirol, eine Wasserkraftanlage mit ungefähr 87 *m* Gefälle, welche zum Betrieb der elektrischen Werke Landeck, sowie auch zur Abgabe von Kraft und Licht dient. Die Anlage enthielt anfänglich drei Spiralturbinen von je 1500 *P. S.* normaler Leistung bei 300 Umdrehungen. Die relativ niedere Umdrehungszahl war aus verschiedenen Gründen erwünscht, sie wurde durch verhältnismässig grosse Laufrad-Durchmesser erzielt.

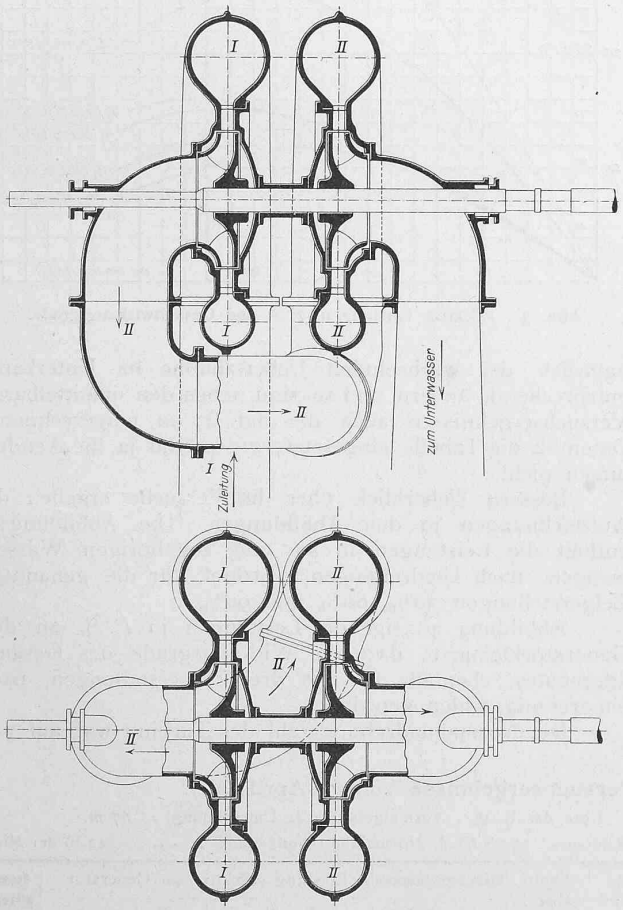

Abb. 1. Schema der Anordnung.[1])

Im Laufe des Betriebes zeigten sich bei diesen Turbinen beträchtliche Korrosionen an den Leit- und Laufrädern, besonders aber war das Ausschleifen der Kranzspalte ganz ungeheuerlich, und die Turbinen büssten infolge der hohen Spaltverluste unverhältnismässig an Nutzeffekt ein. Die Korrosionen nahmen ihren Fortgang, ganz gleichgültig, ob stark sandhaltiges Sommerwasser (Gletschermilch der Trisanna) oder kristallklares Winterwasser vorhanden war, und in der Kleinwasserzeit des Winters waren natürlich die grossen Spaltverluste in höchstem Grade nachteilig. Auch der einseitige Achsialschub der Welle machte sich bei dem hohen Gefälle unangenehm bemerkbar.

[1]) Die Anordnung ist in der Schweiz und in Italien patentiert, in andern Staaten zum Patente angemeldet.

In der Erwägung, dass das Ausfressen der Spalte besonders durch die dem grossen Gefälle entsprechenden grossen Durchtrittsgeschwindigkeiten bewirkt und begünstigt wird, legte der Direktor der Gesellschaft, Ingenieur Lanhoffer, dem Verfasser, der damals als technischer Berater zugezogen war, u. a. die Frage vor, ob nicht durch Anwendung des Verbundprinzips die Spaltverluste vermindert werden könnten. Der Verfasser griff diese Anregung auf und entwarf die Anordnung einer Verbundturbine, wie in Abb. 1 schematisch dargestellt. Sie kam in Wiesberg zur Ausführung und ist dort mit dem besten Erfolg seit Juli vorigen Jahres im Betriebe.

Das Betriebswasser tritt in das Spiralgehäuse der ersten Stufe, durchströmt das zugehörige Leit- und Laufrad, wodurch dem Wasser das Arbeitsvermögen des halben Gefälles, 43,5 *m*, entzogen wird. Mit dem um 43,5 *m* verminderten Druck tritt das Wasser durch den (hier eigentlich fälschlich so genannten) Saugrohrkrümmer und eine gekrümmte Umleitung zum gleichgrossen Spiralgehäuse der zweiten Stufe, um durch deren Leit- und Laufrad zum richtigen Saugrohr zu gelangen. Die drehbaren Leitschaufeln beider Stufen werden von einer gemeinschaftlichen Regulierwelle bewegt, doch ist die Einrichtung so getroffen, dass die Einstellung der einen Stufe gegenüber derjenigen der anderen nach Bedarf verändert werden kann.

Durch die symmetrische Anordnung der Laufräder heben sich die Achsialschübe ideell vollständig auf; in Wirklichkeit kommt natürlich ein unbedeutender resultierender Achsialschub zustande, dessen Abfangung keinerlei Schwierigkeiten macht, und den man durch die vorerwähnte gegenseitige Verstellung der Leiträder nahezu auf Null zu bringen vermag.

Die Druckhöhen, unter denen das Spaltwasser entweicht, sind hier auf die Hälfte ermässigt; die Verkleinerung des Laufraddurchmessers, wie sie das Verbundprinzip mit sich bringt, vermindert die Spaltquerschnitte entsprechend; ausserdem aber ist der Spaltverlust auf der Seite der Laufradnaben dadurch zu Null gemacht, dass die Naben keine sogenannten Entlastungslöcher besitzen. Auf den vollen Radböden liegen verschieden grosse Druckhöhen, weil die Räume getrennt sind; ein Achsialschub entsteht aber nicht, weil die verschieden grossen Druckhöhen an den Laufradaustritten dies wieder ausgleichen.

Nachdem die Verbundturbine vom August 1906 an ununterbrochen im Betrieb gewesen, wurde sie am 7. April 1907 in Gegenwart des Verfassers einer Leistungsbestimmung unterworfen, über die nachstehend berichtet werden soll. Vor dieser Probe wurde die Turbine geöffnet und es zeigte sich keinerlei Korrosion, die Kranzspalte war noch ganz unverändert, auf den Schaufelblechen und Radkränzen sass fast überall noch die rote Farbe des Anstriches, die Regulierringe zeigten noch die Drehriefen des Schlichtspanes usw., kurz, eine sehr erfreuliche Unempfindlichkeit gegen das Ausfressen war überall zu finden, im Gegensatz zu den einfachen Spiralturbinen, obgleich auch in der Verbundturbine Sand vorhanden war.

Die Verbundturbine ist mit einem Drehstrom-Generator gekuppelt, der für gewöhnlich die Karbidöfen der Fabrik Landeck speist; diese Oefen wurden auch für die Leistungsversuche vom 7. April 1907 als Belastung für die Turbine verwendet. Durch zweckmässige Regulierung konnte die Spannung bei dem Generator zwischen 4800 und 11 200 Volt eingestellt und demgemäss auch die Leistung in Kilowatt verändert werden. Auf diese Weise war es möglich, die Turbine nicht allein mit verschiedenen Füllungen, sondern auch mit verschiedenen Umdrehungszahlen,

zwischen 185 und 385, zu betreiben, derart, dass die Umdrehungszahl der besten Leistung bestimmt werden konnte.

Für die Messung der am Generator abgegebenen elektrischen Energie waren Präzisionsinstrumente in Betrieb, an denen jeweils nach Signal abgelesen wurde. Die Umdrehungszahlen wurden durch Zählen am Tourenzähler bestimmt, die Wassermengen durch einen Ueberfall im Unterkanal ohne Seitenkontraktion.

Im Unterkanal des Werkes tritt eine Quelle zu Tage, die nicht abzusperren ist, und da die Erregung für den Generator von einer besondern Turbine (Strahlturbine)

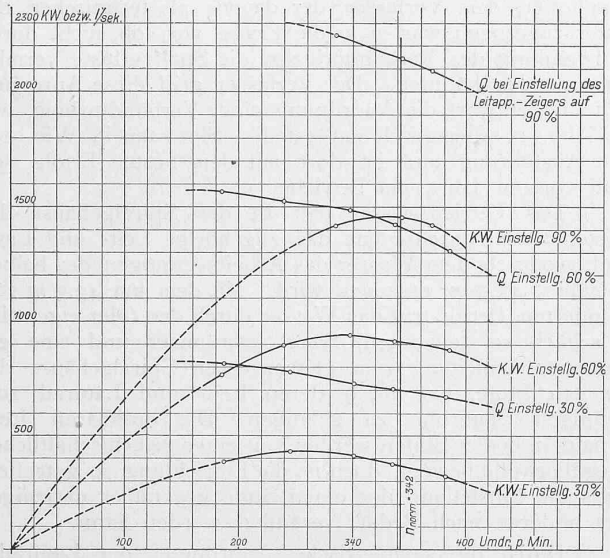

Abb. 2. Wassermengen und Leistung in *kw*.

geleistet wird, so konnte die Wassermessung nur indirekt vorgenommen werden. Es war von der durch die Ueberfallhöhe bestimmten Bruttowassermenge die Wassermenge der Quelle und der Erregerturbine abzuziehen und diese mussten vorher bestimmt sein. Damit nun diese Abzugswassermenge nicht zu kleine Ueberfallhöhen ergab, bei denen ja die Koeffizienten sehr unsicher werden, liess man neben der Erregerturbine auch eine einfache Spiralturbine laufen, mit fester Belastung, festgestelltem Regulator, also mit ganz gleichmässiger Umdrehungszahl, und somit auch gleichbleibendem Wasserverbrauch.

Auf diese Weise ergaben die abzuziehenden Wassermengen bei einer Ueberfallbreite von 3303 *mm* eine Ueberfallhöhe von, zufällig, genau 200 *mm*. Dieser Ueberfallhöhe entspricht, nach Freseschen Koeffizienten bei einer Wehrhöhe von 1200 *mm*, eine Wassermenge von 553,8 *l/Sek.*, die von der Bruttowassermenge abzuziehen war.

Die Skala der Turbinenregulierung war in Prozente des Gesamtzeigerweges eingeteilt, ohne Rücksicht auf Leitschaufelweite und, natürlich, ohne dass beispielsweise aus der Zeigerstellung 50 % geschlossen werden könnte, dass die Leitschaufeln zur Hälfte geöffnet seien, oder dass die halbe Wassermenge die Turbine durchfliesse.

Leider war es nicht möglich, die Turbine über 90 % Zeigerweg in gleichmässigem Betrieb zu halten, sodass nur Versuche mit 30 %, 60 % und 90 % Zeigerweg gemacht werden konnten. Die Versuchsergebnisse finden sich in untenfolgender Tabelle eingetragen. Das Gefälle musste sich

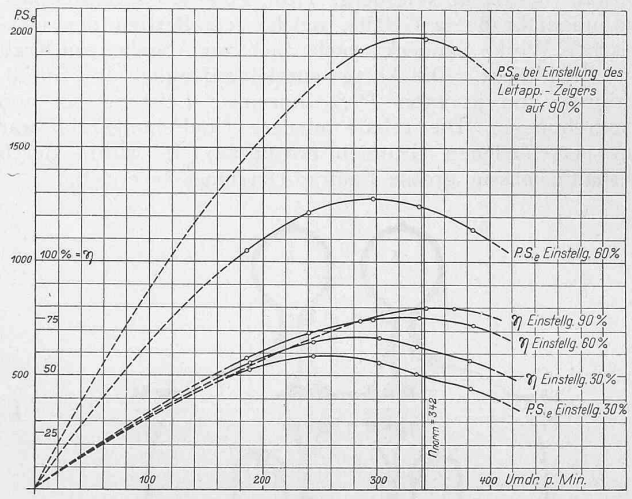

Abb. 3. Effektive Leistung in *P. S.* und Gesamtwirkungsgrade.

natürlich, der wechselnden Ueberfallhöhe im Unterkanal entsprechend, ändern und so sind neben den unmittelbaren Versuchsergebnissen auch die auf 87 *m* umgerechneten Daten in die Tabelle eingesetzt; gross sind ja die Aenderungen nicht.

Bessern Ueberblick über die Versuche ergeben die Aufzeichnungen in den Abbildungen. Die Abbildung 2 enthält die Leistungen in *kw* und zugehörigen Wassermengen, nach Umdrehungen geordnet, für die genannten Zeigerstellungen 30 %, 60 % und 90 %.

Abbildung 3 zeigt die Leistungen in *P. Se.* an den Generatorklemmen, dazu die Wirkungsgrade des Gesamtaggregates, ebenfalls für die drei Zeigerstellungen, nach Umdrehungszahlen geordnet.

Die Normalumdrehungszahl der Turbine war auf 342

Verbundturbine Wiesberg-Landeck. — Versuchsergebnisse vom 7. April 1907.

Gefälle: H_n = Kote des O. W. — Kote des U. W. = 177,809 — Kote des U. W. Normalgefälle (zur Umrechnung) = 87 *m*.

Ueberfallbreite = 3,303 *m*. Wassermenge der Verbundturbine = Gesamtwassermenge — 553,8 *l/Sek.* Normalumdrehungszahl: N_{norm} = 342 in der Min.

Versuch			Leitapparatzeiger auf	Kote des Unterwassers	Gefälle H_n	Ueberfallhöhe $h_ü$	Wassermenge in *l/Sek.*			Beob. absol. Leistung	Minutl. Umdrehungszahl		Leistung (effektiv) am Generator				Gesamtwirkungsgrad der Anlage
							Gesamt	d. Verbundturbine					in Kilo-Watt		Pferdestärken		
Nr.	von	bis		*m*	*m*	*mm*		beob.	auf Normgef. umgerechnet	*P. S.*	beob.	auf Norm.-gefälle umgerechnet	beob.	umgerechnet	beob.	umgerechnet	
1	11^{07}	11^{17}	30 %	90,575	87,234	358,0	1334	780,2	779,2	908,5	244,75	244,4	431,6	429,9	586,5	584,0	0,646
2	11^{25}	11^{35}	»	90,750	87,059	348,0	1278	724,2	724,0	841,0	301,70	301,6	410,2	409,8	557,8	557,0	0,663
3	11^{45}	11^{55}	»	90,733	87,076	344,0	1255	701,2	700,9	814,5	335,2	335,0	373,7	373,2	507,9	507,2	0,624
4	12^{05}	12^{15}	»	90,735	87,074	337,0	1219	665,2	664,9	772,3	282,3	382,1	319,5	319,1	434,2	433,8	0,562
5	12^{25}	12^{35}	»	90,758	87,051	364,0	1370	816,2	816,0	947,5	187,7	187,6	387,3	387,0	526,5	525,9	0,555
6	12^{55}	1^{05}	60 %	90,877	86,932	484,0	2123	1569,2	1569,8	1821,0	185,4	185,5	764,8	765,7	1040,1	1041,3	0,571
7	1^{15}	1^{25}	»	90,880	86,929	476,8	2080	1526,2	1526,8	1770,0	239,6	239,7	890,5	891,6	1211,1	1212,6	0,685
8	1^{35}	1^{45}	»	90,873	86,936	471,0	2038	1484,2	1484,7	1721,0	296,1	296,2	936,1	937,1	1273,1	1274,5	0,740
9	1^{55}	2^{05}	»	90,863	86,946	461,0	1975	1421,2	1421,6	1649,0	336,9	337,0	912,7	913,5	1241,3	1242,4	0,753
10	2^{15}	2^{25}	»	90,843	86,966	445,4	1862,5	1308,7	1309,0	1518,0	384,7	384,8	837,2	837,7	1138,0	1140,0	0,722
11	2^{45}	2^{55}	90 %	90,990	86,819	576,0	2798	2244,2	2248,9	2599,0	285,0	285,3	1410,7	1415,1	1918,5	1924,5	0,739
12	3^{03}	3^{13}	»	90,968	86,841	563,8	2699	2145,2	2149,2	2485,0	342,4	342,7	1447,1	1451,1	1968,1	1973,5	0,792
13	3^{25}	3^{31}	»	90,960	86,849	556,0	2642	2088,2	2091,9	2418,0	368,2	368,5	1419,8	1423,6	1930,9	1936,1	0,799

festgesetzt (starke Linie in den Abbildungen 2 und 3). Die Abbildung 4 zeigt den Verlauf der effektiven Leistungen an den Generatorklemmen und der Gesamtwirkungsgrade für 342 Umdrehungen nach dem Wasserverbrauch geordnet.

Da der Wirkungsgrad des Generators bis jetzt nicht genau bestimmt werden konnte, so ist der Verfasser für die Bestimmung des Turbinenwirkungsgrades auf Schätzung des erstern angewiesen.

Die kleine Tabelle enthält, ausgerechnet, die Wirkungsgrade der Verbundturbine unter Annahme von Generator-Wirkungsgraden im Betrage von 0,96 bis 0,92. Diesen entsprechen auf Grund der Versuche Wirkungsgrade der Verbundturbine für 90 % Zeigerstellung zwischen 0,825 und

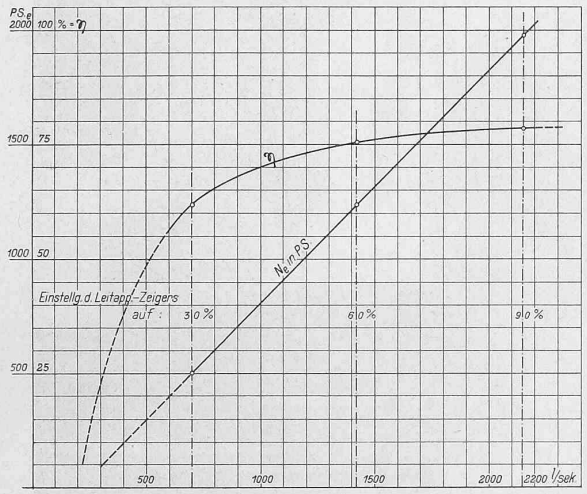

Abb. 4. Effektive Leistung in *P. S.* und Gesamtwirkungsgrade der Anlage bei $N_{norm} = 342$ nach Wassermengen geordnet.

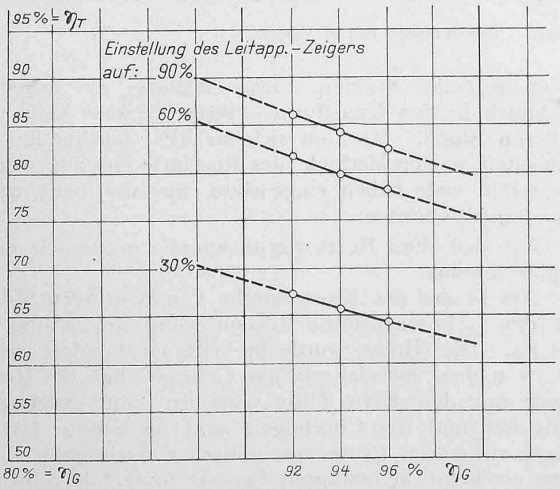

Abb. 5. Wirkungsgrade η_T der Turbine bei Annahme verschiedener Wirkungsgrade η_G des Generators und bei $N_{norm} = 342$.

Verbundturbine Wiesberg-Landeck.

Wirkungsgrade η_T der Turbine bei Annahme verschiedener Wirkungsgrade η_G des Generators und bei $N_{norm} = 342$.

Leitapparat-zeiger auf	Gesamt-wirkungsgrad der Anlage η	Wirkungsgrad η_T der Turbine bei $\eta_G =$		
		0,96	0,94	0,92
30 %	0,617	0,643	0,657	0,671
60 %	0,750	0,782	0,798	0,817
90 %	0,792	0,825	0,843	0,861

0,861. Die Abbildung 5 zeigt den Verlauf der Turbinenwirkungsgrade für die verschieden angenommenen Generatorwirkungsgrade, die natürlich mit geringern Generatorwirkungsgraden steigen.

Aus dem Vorstehenden ist zu erkennen, dass die Verbundturbine, der geringen Spaltverluste wegen, einen sehr guten Wirkungsgrad aufweist. Dass sie dem Verschleiss bei hohen Gefällen bedeutend besser gewachsen ist, als die einfache Spiralturbine, zeigt die Erfahrung, mithin bleibt im Gegensatz zu ersterer der gute Wirkungsgrad auch dauernd gewahrt.

Die Verbundturbine dürfte deshalb die Verwendungsmöglichkeit der Reaktionsturbinen auf noch höhere Gefälle ausdehnen und, da sie gleichzeitig eine Ermässigung der Umdrehungszahlen gegenüber der einfachen Spiralturbine bringt, in Verhältnissen zur Anwendung kommen, bei denen bis jetzt nur Peltonturbinen mit mehrfachen Düsen u. dsgl. Laufrädern möglich waren.[1])

Das Restaurieren.

Von Prof. Dr. *J. Zemp* in Zürich.

In der Kultur der Gegenwart steht die Sorge für die Erhaltung und Wiederherstellung alter Kunstwerke auf höherem Range, als je zuvor. Die Denkmalpflege ist ein eigenes Fach geworden. Ihre Grundsätze und Methoden werden in Deutschland seit 1900 an besondern Kongressen verhandelt. Auch die Gesetzgebung hat sich der Denkmalpflege angenommen. In der Schweiz ist der Kanton Waadt im Jahre 1898 mit einem besondern Gesetze über den Schutz der historischen Kunstdenkmäler vorangegangen. Es folgten Bern und Neuenburg. In andern Kantonen wurde der Denkmalschutz inzwischen durch regierungsrätliche Verordnungen geregelt. Die schweizerische Eidgenossenschaft beteiligt sich an diesen Dingen durch Beiträge an die Erforschung, Aufnahme und Wiederherstellung historischer Kunstdenkmäler; ihre jährliche Ausgabe dafür beträgt 60 000 bis 80 000 Franken.

Die öffentliche Teilnahme am Schicksal der alten Kunstdenkmäler ist heute grösser als je. Noch klingen uns die Ohren vom Streit über das Heidelberger Schloss. In der Schweiz erinnert man sich aus jüngster Zeit der Proteste gegen die Zerstörung des alten Museums in Bern, des Torturmes von Büren, der Turnschanze in Solothurn.

Es handelt sich bei solcher Polemik zumeist um Sein oder Nichtsein des streitigen Gegenstandes. In dieser Kardinalfrage kann man gewöhnlich auf die erhaltungsfreundliche Stimmung des gebildeten Publikums zählen. Doch nur selten regt sich die Oeffentlichkeit über die Frage auf, wie ein gerettetes Werk zu behandeln, ob und wie es zu restaurieren sei.

Das überlässt man den Fachleuten. Sie mögen das Kunstdenkmal auf Herz und Nieren untersuchen, — durch Messung und Photographie aufnehmen, — die richtige Methode für die Konservierung des Originalbestandes herausfinden, — erwägen, wann und wo ein schadhaftes Originalwerk durch eine Kopie zu ersetzen sei, — bestimmen, ob am alten Werke etwas Unrichtiges zu entfernen, — Fehlendes zu ergänzen, — Unvollendetes zu vollenden sei — — angeben, wie und in welchem Stile eine als nötig erkannte neue Zutat herzustellen und dem alten Werk anzugliedern ist.

Um diese Fragen dreht sich die ganze Restaurierungskunst. Und so einfach ist ihre Lösung nicht. Wer in der Praxis dieser Dinge steht und die Verantwortlichkeit des Restaurators zu ermessen weiss, der quält sich in Sorgen und Zweifeln, traut seinen eigenen Kollegen nicht über den Weg, bedauert Dinge, die er früher selbst befahl, und kommt in bösen Momenten zum Schluss, die beste Restaurierung sei die, die überhaupt nicht unternommen wurde.

[1]) Durch die Gefälligkeit der Konstruktionsfirma, die die Verbundsturbine in Wiesberg erstellt hat, der *Elektr.-Akt.-Ges. vormals Kolben & Cie.* in Prag-Vysočan, sind wir in der Lage, in einer folgenden Nummer die Anlage selbst unsern Lesern vorführen zu können. *Die Red.*