

Vorrichtung zur Entfernung von Geschwemmsel in Wasserturbinen während des Betriebes

Autor(en): **Dietrich, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **109/110 (1937)**

Heft 25

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49163>

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.

Vorrichtung zur Entfernung von Geschwemmel in Wasserturbinen während des Betriebes

von Dipl. Ing. W. DIETRICH, Direktor des kant. Technikums Burgdorf

Es hat sich in den letzten Jahren vielfach gezeigt, dass Turbinen, namentlich solche von grösserer Schnellläufigkeit, gegen teilweise Verstopfung durch das im Wasser enthaltene Geschwemmel wie Laub, Gras, Algen u. dgl. empfindlich sind. Das Geschwemmel bleibt in der Regel an den Eintrittskanten der Laufradschaufeln, und zwar vorzugsweise dort, wo der grösste Wasserdurchfluss stattfindet, also am äusseren Rand hängen. Mit zunehmender Ablagerung wird der Wasser-Durchfluss gestört. Das Wasser beginnt, sich von der Saugseite der Schaufel abzulösen, und die Folge davon ist die Abnahme der Leistung. Bei Turbinen mit hoher Schnellläufigkeit, deren Laufradschaufeln verhältnismässig kurz und hoch belastet sind, die also nicht mehr ausgesprochene Schaufelkanäle bilden, kommt der Leistungsabfall durch Verschmutzung stärker zum Ausdruck, als bei Normal- und Langsam-Läufern mit gut ausgebildeten Schaufel-Kanälen.

Dieser Uebelstand hat sich auch an den Turbinen des der Stadt Bern gehörenden Kraftwerkes Felsenau an der Aare unterhalb Bern deutlich gezeigt. Die fünf alten Doppel-Francis-Turbinen mit horizontaler Welle sind in den Jahren 1931/32 beim Uebergang von 40 auf 50 Perioden durch neue ersetzt worden. Diese weisen folgende Verhältnisse auf:

Nettogefälle	m	11,0	12,5	14,3
Wassermenge	m ³ /sec	15,15	16,0	16,0
Leistung	PS	1960	2310	2650
Drehzahl/min			214	
Spezifische Drehzahl/min			309	

Die Aare führt bei Hochwasser ziemlich viel Gras und Laub, das durch den Turbinen-Feinrechen schlüpft, in die Turbinenkammern gelangt und in den Laufrädern der neuen Turbinen hängen bleibt. Die Leistung der Maschinen ging vor Einbau der im Nachfolgenden beschriebenen Reinigungsvorrichtung infolge der Verschmutzung innert kürzester Zeit sehr stark zurück. Wurde eine Gruppe ausser Betrieb genommen, still gesetzt, und die Turbine entleert, dann fiel das hängengebliebene Material in das Saugrohr hinunter. Setzte man die Turbine wieder in Betrieb, so entwickelte sie zunächst die volle Leistung; nach und nach ging diese zurück, ein Zeichen dafür, dass die Verschmutzung wieder begonnen hatte.

Die Direktion des Elektrizitätswerkes Bern hat den Verfasser beauftragt, eine geeignete Lösung zur Behebung des Uebelstandes zu suchen. Das einfachste Mittel, dem Geschwemmel durch Verengung des Rechenquerschnittes den Eintritt in die Turbinenkammern zu verwehren, kam nicht in Frage. Dies hätte trotz Einsetzen der Rechenputzmaschine eine Verstopfung des Rechens mit sich gebracht. Die Lösung musste daher an der Turbine selbst gesucht werden. Im Laboratorium der Maschinenfabrik Escher Wyss, der Lieferantin der Turbinen, wurden Versuche durchgeführt, um festzustellen, ob die Form der Eintrittskanten der Laufradschaufeln für das Hängenbleiben von Geschwemmel von Einfluss ist. Es zeigte sich, dass zwischen einer scharfen und einer abgerundeten Kante in dieser Beziehung kein Unterschied besteht. Vorerst versuchte man, mit einer büstenartigen Vorrichtung, die während des Betriebes durch den Turbinen-Deckel hindurch in den Bereich des Laufradeintrittes geschoben und dort hin und her bewegt werden konnte, das Geschwemmel abzustreifen. Diese Lösung befriedigte nicht. Baute man, um das Laufrad oder den Turbinendeckel nicht zu gefährden, die Abstreifvorrichtung verhältnismässig leicht, dann wurde sie während des Reinigungsprozesses verbogen und konnte nicht mehr bewegt werden. Wurde sie jedoch verstärkt, dann bestand die Gefahr einer Beschädigung des Turbinen-Deckels und des Wasseraustrittes in den Maschinensaal, wenn sich beispielsweise ein harter, grösserer Fremdkörper im Laufrad eingeklemmt hätte.

Zur Behebung des Uebelstandes mussten somit andere Wege beschritten werden. Ein Abspülen des Geschwemmels mit Wasser, unter hohem Druck gegen die Laufrad-Eintrittskanten gespritzt, kam ebenfalls nicht in Frage. Die Wirkung des Wasserstrahles wäre kurz nach Austritt aus der Düse durch die scharfe Strömung des Betriebswassers vernichtet worden. Trotzdem wurde die Reinigung auf hydraulischem Wege weiter verfolgt. Wenn es gelang, im Spalt zwischen Leit- und Laufrad an irgendeiner Stelle des Umfanges einen kräftigen Wirbel zu erzeugen, dann musste das Geschwemmel aufgewühlt und durch das Laufrad hindurch abgeschwemmt werden. Versuchsweise wurde der gewünschte Wirbel bei vollständig geöffnetem Leitapparat durch Schliessen von zwei Leitradschaufeln erzeugt. Die Wirkung war sofort feststellbar. Das Geschwemmel wurde abgespült, und die Leistung der Maschine stieg auf den normalen Wert an.

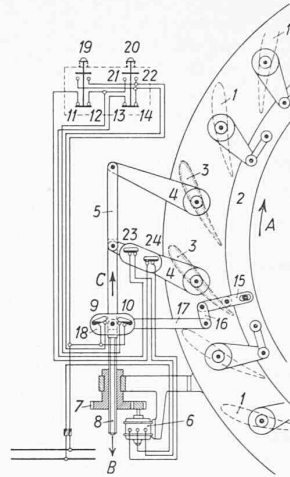


Abb. 1. Schema

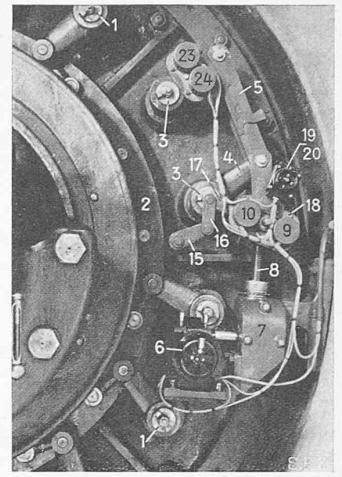


Abb. 2. Ansicht der Turbinen-Reinigungsvorrichtung nach Patent Dietrich

In Abb. 1 ist die heute an allen zehn Leiträdern eingebaute unabhängige elektrische Betätigung von je zwei Leitradschaufeln schematisch veranschaulicht. Der Leitapparat weist zwei Gruppen von einstellbaren Leitradschaufeln auf, nämlich: Die Leitradschaufeln 1, die in gewohnter Weise mit dem Reguliererring 2 verbunden sind, und die Spülschaufeln 3. Diese sind nicht unmittelbar mit dem Reguliererring, sondern durch je einen Hebel 4 mit einer Stange 5 verbunden. Sie können mit Hilfe des Motors 6 dem Getriebe 7 und der Spindel 8 unabhängig von den Leitradschaufeln 1 geschlossen oder geöffnet werden.

In Abb. 1 sind alle Teile in der Lage gezeichnet, die sie während des normalen Arbeitens der Turbine einnehmen. Die beiden Quecksilber-Schalter 9 und 10 sind offen. Die Kontakte 11 und 12 bzw. 13 und 14 der Druckknopfschalter 19 und 20 sind verbunden.

Wird nun z. B. die Turbine belastet und der Reguliererring 2 durch den Regulator in Richtung des Pfeiles A gedreht, sodass die Leitvorrichtung sich weiter öffnet, so werden die Spülschaufeln 3 automatisch so lange im Öffnungssinne gedreht, bis sie mit der neuen Stellung der übrigen Leitradschaufeln übereinstimmen. Durch das Drehen des Regulierendes 2 wirkt nämlich das Gestänge 15, 16, 17 auf die Quecksilber-Schalter 9 und 10 in der Weise, dass 9 überbrückt wird; das Motörchen 6 tritt in Tätigkeit. Das Gewinde der Spindel 8 ist so gewählt, dass diese sich in Richtung des Pfeiles B bewegt, sodass sich die Spülschaufeln im Öffnungssinne drehen. Die Verschiebung der Spindel in Richtung B bewirkt das Zurückbewegen der Scheibe 18 in die waagrechte Lage. Die Verbindung im Quecksilber-Schalter 9 wird unterbrochen, sobald die Spülschaufeln 3 in die neue Lage der Leitradschaufeln 1 entsprechende Stellung gebracht worden sind. Die Leitradschaufeln 1 und die Spülschaufeln 3 weisen jetzt wieder den gleichen Öffnungswinkel auf.

Analog arbeitet die Vorrichtung, wenn der Reguliererring in entgegengesetztem Sinne verdreht wird. Die Spülschaufeln stellen sich in normalem Betrieb jederzeit selbsttätig in die gleiche Lage wie die übrigen Leitradschaufeln ein. Bei diesen Vorgängen wird keine Spülwirkung angestrebt.

Die Spülschaufeln 3 lassen sich jedoch auch unabhängig von der Bewegung des Regulierendes 2 mit Hilfe der Druckknopfschalter 19 und 20 willkürlich verstellen. Will man bei der in Abb. 1 gezeichneten Lage der Leitradschaufeln die Spülschaufeln schliessen, so wird der Druckknopfschalter 20 heruntergedrückt, sodass 21 mit 22 verbunden, 13 und 14 unterbrochen werden. Das Motörchen 6 dreht sich jetzt derart, dass sich die Spindel 8 in Richtung des Pfeiles C bewegt, was ein Schliessen der Spülschaufeln 3 bewirkt. Sobald diese die Schliesslage erreicht haben, wird der Quecksilberschalter 24 geöffnet und der Motor abgestellt. Der Quecksilberschalter 9, der bei der Bewegung der Spindel 8 geschlossen wurde, bleibt geschlossen. Beim Freigeben des Druckknopfes 20 öffnen sich die Spülschaufeln automatisch so lange, bis sie wiederum die Stellung der Leitradschaufeln erreicht haben. Durch eine willkürliche, wechselnde Betätigung der Druckknopfschalter 19 und 20 lassen sich die Spülschaufeln unabhängig von den übrigen Leitradschaufeln öffnen und schliessen. Dadurch wird eine kräftige lokale Wirbelung vor dem Laufrad-Eintritt erzeugt, die eine Entfernung des Geschwemmels an den Laufradeintrittskanten zur Folge hat.



Abb. 3. Versuchs-Verunreinigung

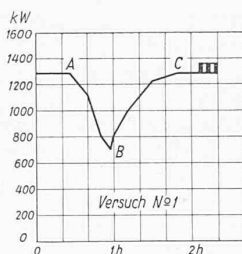
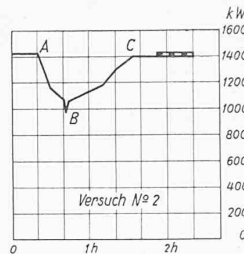


Abb. 4 und 5, Versuche an Turbine 5. — A Einwurf von Geschwemmsel, B Beginn, C Ende der Reinigung



Es hat sich gezeigt, dass die Spülung sehr wirksam ist. Bei Versuchen wurden grosse Mengen langen Grases mit Brennesseln vermischt hinter dem Rechen in die Turbinenkammer eingeworfen (Abb. 3). Die bei dem vorhandenen Gefälle erreichte maximale Leistung von 1280 kW sank infolge der Verschmutzung des Laufrades auf 730 kW (Abb. 4). Nun wurden die Spülschaufeln geschlossen. Die Leistung sank nochmals, auf 700 kW. Schon in den ersten Minuten machte sich der Einfluss der hydraulischen Störung und der damit verbundenen Spülung bemerkbar. Die Leistung stieg wieder an und nahm ziemlich gleichmässig zu bis auf 1280 kW. Nach Abstellen, Reinigen und Wiederanlassen leistete die Gruppe 1370 kW. Der Unterschied von 90 kW rührt von hängengebliebenen Fremdkörpern, wie Aesten und dergl. her, die vermutlich schon vor dem Versuch in dem Laufrade stecken geblieben waren.

Bei einem zweiten Versuch sank die Leistung durch Verschmutzung von 1430 kW auf 980 kW und stieg nach der Spülung wiederum auf 1400 kW (Abb. 5). Nach dem Abstellen, Reinigen und wieder Inbetriebsetzen ergaben sich 1430 kW.

Auf alle Fälle ist durch die Versuche und auch durch die Erfahrung während des Betriebes der Nachweis erbracht worden, dass es mit Hilfe der eingebauten Reinigungsvorrichtung möglich ist, die Turbine von dem festhaftenden Geschwemmsel zu befreien, ohne dass die Gruppe ausser Betrieb gesetzt und abgestellt werden muss.

Die Vorrichtung wurde an allen zehn Turbinen des Werkes eingebaut. Ihre praktische Ausführung ist aus Abb. 2 ersichtlich; die eingetragenen Zahlen und Buchstaben stimmen mit jenen in Abb. 1 überein.

Die Erfindung ist durch Patente geschützt.

Schweizerischer Leichttriebwagen für Meterspur

Vor einigen Monaten ist auf der meterspurigen *Biel-Meinsberg-Bahn* (Gleichstrom 500 Volt), die bisher von Triebwagen der Bieler Strassenbahn befahren wurde, ein neuer, sehr beachtenswerter vierachsiger Triebwagen in Dienst gestellt worden.

Bis vor verhältnismässig noch kurzer Zeit ist für derartige Triebwagen städtischer Strassenbahnen und Ueberlandbahnen ausschliesslich der Tatzenlagermotor verwendet worden, der einerseits mit einem mehr oder weniger erheblichen Anteil seines Gewichts auf der unabgefederten Triebachse lastet und deshalb für Fahrzeuge für höhere Geschwindigkeit namentlich auch auf dem leichten Oberbau der Ueberlandbahnen weniger geeignet ist,

andererseits aber aus einbautechnischen Gründen gewisse Minimal-Raddurchmesser nicht zu unterschreiten erlaubt, die wieder relativ hohe und daher unbequeme Einsteighöhen und — bei Drehgestellen — grosse, die Güte des Kurvenlaufs beeinträchtigende Radstände zur Folge haben. Diese Verhältnisse haben dazu geführt, dass für derartige zwei- und vierachsige Triebwagen Konstruktionen entwickelt wurden, bei denen die Motoren in Richtung der Fahrzeuglängsachse angeordnet wurden und, mit dem Haupt- bzw. Drehgestellrahmen fest verbunden, über Schnecken- oder mehrfache Stirnradgetriebe unter Zwischenschaltung von Kardan- gelenken auf die Triebachsen arbeiteten. Solche Bauarten sind verschiedentlich mit Erfolg angewendet worden, darunter beispielsweise auch bei der Zürcher Strassenbahn.

Zu diesen Forderungen kamen in jüngster Zeit auch die des Leichtbaues. Beiden hat die Waggonfabrik Uerdingen im Verein mit der A.-G. Brown Boveri & Co. durch Entwicklung eines Drehgestells¹⁾ Rechnung getragen, dessen Rahmen unmittelbar von dem Gehäuse des die beiden Achsen über Kegelradgetriebe antreibenden, in der Drehgestellachse angeordneten Motors gebildet wird und wobei das Motorgehäuse auch den Drehzapfen trägt. Die eine Achse ist als feste Achse ausgeführt, während die andere eine Lagenveränderung in einer zur Längsachse des Drehgestelles senkrechten Ebene um einen Winkel von etwa $\pm 1^\circ$ gestattet, damit sich die Räder den Geleiseunebenheiten anpassen können. Dementsprechend ist das Kegelradgetriebe der beweglichen Achse mit einem Pendelrollenlager versehen, das zusammen mit zwei festen Gehäusearmen als Stützpunkt des Motors dient. Das Drehgestell erhält durch diese Anordnung gewissermassen Dreipunktabstützung, die schon an sich einen ruhigen Lauf gewährleistet; weiter macht die Bauart von selbst die Verwendung besonderer Achskisten entbehrlich. Zur Dämpfung der Stösse, herrührend von dem auf den Achsen lastenden ungefederten Motorgewicht, erhielten die Räder zwischen Radkörper und Bandagen ein Gummipolster; dieses Gummipolster, d. h. seine verhältnismässig geringe Laufleistung von etwa 40 000 km hat sich als einziger Nachteil dieses neuartigen Drehgestells erwiesen, wozu allerdings noch die geringe statische Belastbarkeit gummi- gefederter Räder von 2 bis 2,5 t pro Rad oder 4 bis 5 t pro Achse kommt. Angewendet wurden und werden Drehgestelle dieser Bauart bis jetzt bei 22 Leichttriebwagen der Essener Strassenbahn, einem Leichttriebwagen der Strassenbahn Oslo u. a. m.

Die A.-G. Brown Boveri & Co. hat daher bei den von ihr gebauten Drehgestellen der neuen Triebwagen der Biel-Meinsberg-Bahn wieder Stahlräder üblicher Bauart verwendet, treibt aber jetzt die früher feste Achse über den von ihr entwickelten Federantrieb, der in grundsätzlich gleicher Bauart bei den sieben Leichttriebwagen der Reihe Re 2/4 201 der SBB («Roter Pfeil») zur Anwendung gekommen ist. Abb. 2 zeigt das Drehgestell des neuen Wagens, das die Erstellerfirma mit dem Namen «Simplex-Drehgestell» belegt hat; sein Radstand beträgt bei 660 mm Raddurchmesser nur 1450 mm.

Der ganze Wagen, dessen Kasten von der Schweiz. Industrie-Gesellschaft Neuhausen erstellt wurde, misst über Puffer 13,6 m

¹⁾ D. R. P. 564510 (Waggonfabrik Uerdingen).

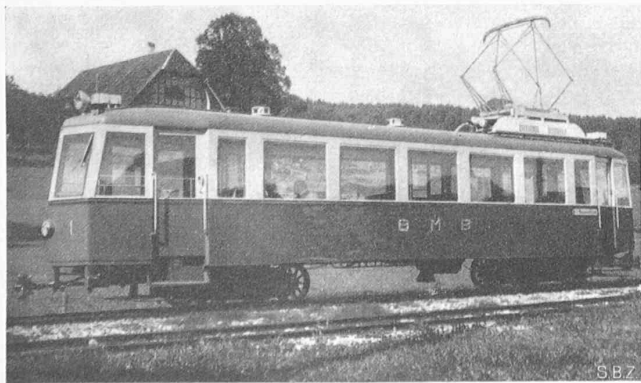


Abb. 1. Triebwagen der meterspurigen Biel-Meinsberg-Bahn

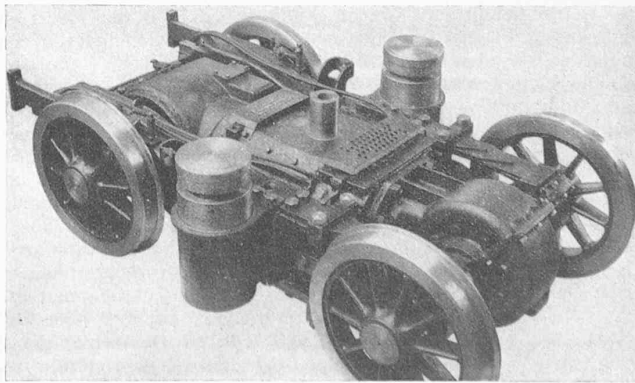


Abb. 2. Das «Simplex-Drehgestell» des Wagens für Meterspur