

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	109/110 (1937)
<b>Heft:</b>	25
<b>Artikel:</b>	Vorrichtung zur Entfernung von Geschwemmsel in Wasserturbinen während des Betriebes
<b>Autor:</b>	Dietrich, W.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-49163">https://doi.org/10.5169/seals-49163</a>

### **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:** 14.01.2026

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

## Vorrichtung zur Entfernung von Geschwemmsel 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 Schnelläufigkeit, gegen teilweise Verstopfung durch das im Wasser enthaltene Geschwemmsel wie Laub, Gras, Algen u. dgl. empfindlich sind. Das Geschwemmsel bleibt in der Regel an den Eintrittskanten der Laufradschaufeln, und zwar vorzugsweise dort, wo der grösste Wasserdurchfluss stattfindet, also am äussern 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 Schnelläufigkeit, 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 <sup>3</sup> /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 Geschwemmsel 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 Geschwemmsel 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 bürstenartigen Vorrichtung, die während des Betriebes durch den Turbinendeckel hindurch in den Bereich des Laufradeintrittes geschoben und dort hin und her bewegt werden konnte, das Geschwemmsel abzustreifen. Diese Lösung befriedigte nicht. Bauten 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 Turbinendeckels und des Wasseraustrittes in dem Maschinensaal, wenn sich beispielsweise ein harter, grösserer Fremdkörper im Laufrad eingeklemmt hätte.

Zur Behebung des Uebelstandes mussten somit andere Wege beschritten werden. Ein Absprühen des Geschwemmsels 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 Geschwemmsel aufgewühlt und durch das Laufrad hindurch abgeschwemmt werden. Versuchsweise wurde der gewünschte Wirbel bei vollständig geöffnetem Leitapparat durch Schliessen von zwei Leitradsschaufeln erzeugt. Die Wirkung war sofort feststellbar. Das Geschwemmsel wurde abgespült, und die Leistung der Maschine stieg auf den normalen Wert an.

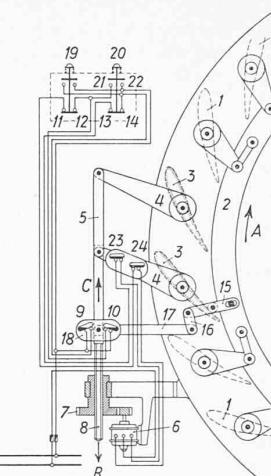


Abb. 1. Schema

der Turbinen-Reinigungsvorrichtung nach Patent Dietrich

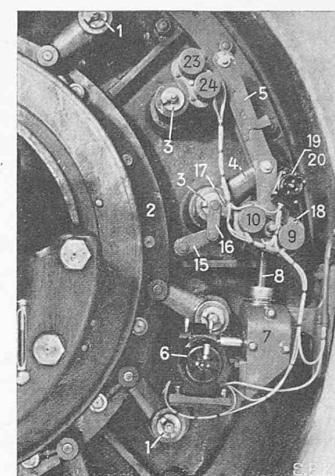


Abb. 2. Ansicht

der Turbinen-Reinigungsvorrichtung nach Patent Dietrich

In Abb. 1 ist die heute an allen zehn Leitradern eingebaute unabhängige elektrische Betätigung von je zwei Leitschaufeln schematisch veranschaulicht. Der Leitapparat weist zwei Gruppen von einstellbaren Leitschaufeln auf, nämlich: Die Leitschaufeln 1, die in gewohnter Weise mit dem Regulierring 2 verbunden sind, und die Spülshaufeln 3. Diese sind nicht unmittelbar mit dem Regulierring, 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 Leitschaufeln 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 Regulierring 2 durch den Regulator in Richtung des Pfeiles A gedreht, sodass die Leitvorrichtung sich weiter öffnet, so werden die Spülshaufeln 3 automatisch so lange im Oeffnungssinne gedreht, bis sie mit der neuen Stellung der übrigen Leitschaufeln übereinstimmen. Durch das Drehen des Regulierringes 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 Spülshaufeln im Oeffnungssinne 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 Spülshaufeln 3 in die neuen Lage der Leitschaufeln 1 entsprechende Stellung gebracht worden sind. Die Leitschaufeln 1 und die Spülshaufeln 3 weisen jetzt wieder den gleichen Oeffnungswinkel auf.

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

Die Spülshaufeln 3 lassen sich jedoch auch unabhängig von der Bewegung des Regulierringes 2 mit Hilfe der Druckknopfschalter 19 und 20 willkürlich verstellen. Will man bei der in Abb. 1 gezeichneten Lage der Leitschaufeln die Spülshaufeln 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 Spülshaufeln 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 Spülshaufeln automatisch so lange, bis sie wiederum die Stellung der Leitschaufeln erreicht haben. Durch eine willkürliche, wechselnde Betätigung der Druckknopfschalter 19 und 20 lassen sich die Spülshaufeln unabhängig von den übrigen Leitradsschaufeln öffnen und schliessen. Dadurch wird eine kräftige lokale Wirbelung vor dem Laufrad-Eintritt erzeugt, die eine Entfernung des Geschwemmsels an den Leitrad-Eintrittskanten zur Folge hat.



Abb. 3. Versuchs-Verunreinigung

mischt 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 Spülshaufeln 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 führt 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-Meinisberg-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 unabgedeckten Triebachse lastet und deshalb für Fahrzeuge für höhere Geschwindigkeit namentlich auch auf dem leichten Oberbau der Ueberlandbahnen weniger geeignet ist,

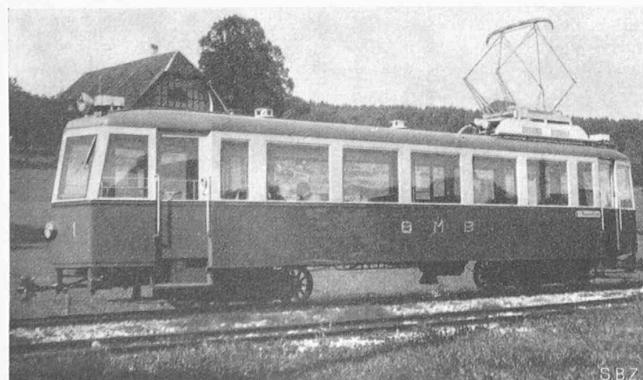


Abb. 1. Triebwagen der meterspurigen Biel-Meinisberg-Bahn

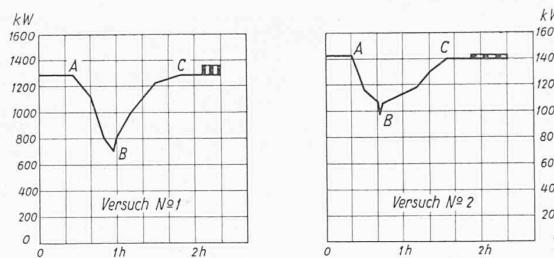


Abb. 4 und 5. Versuche an Turbine 5. — A Einwurf von Geschwemmsel, B Beginn, C Ende der Reinigung

Es hat sich gezeigt, dass die Spülung sehr wirksam ist. Bei Versuchen wurden grosse Mengen langen Grases mit Brennesseln ver-

Fahrzeuglängsaxe angeordnet bzw. Drehgestellrahmen fest verbunden, über Schnecken- oder mehrfache Stirnradgetriebe unter Zwischenschaltung von Kardangelenken 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 Drehgestells<sup>1)</sup> Rechnung getragen, dessen Rahmen unmittelbar von dem Gehäuse des die beiden Achsen über Kegelradgetriebe antreibenden, in der Drehgestellängsaxe 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 Längsaxe 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 ungedeckten 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 gummidgefedeter 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-Meinisberg-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. Industriegesellschaft Neuhausen erstellt wurde, misst über Puffer 13,6 m

<sup>1)</sup> D. R. P. 564510 (Waggonfabrik Uerdingen).

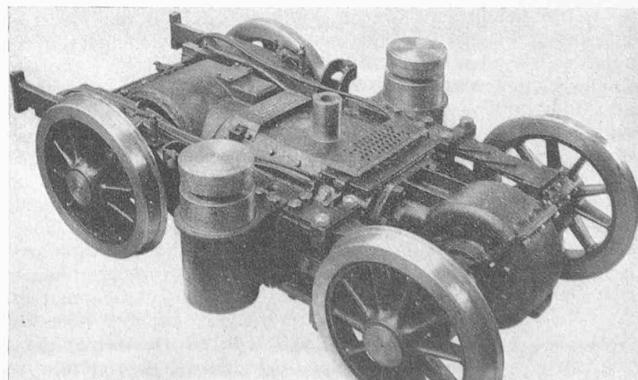


Abb. 2. Das «Simplex-Drehgestell» des Wagens für Meterspur