

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 70 (1952)
Heft: 28

Artikel: Ueber das Durchgehen von Wasserturbinen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-59641>

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: 16.01.2026

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

die Fahrzeuge anbetrifft, die Pflicht zur Benützung des rechten Strassenrandes nur für die Motorradfahrer und Radfahrer, nicht aber für Fuhrwerke und langsame Motorfahrzeuge stipuliert. Man kann sich fragen, ob dies nicht eine Lücke bedeutet.

Bei Strassen, die vier oder mehr Fahrzeugkolonnen Platz bieten, taucht das Problem des Rechtsüberholens auf. Es kommt häufig vor, dass sich die auf der äussersten rechten Strassenseite fahrende Kolonne schneller bewegt als jene, die sich näher an der Strassenmitte befindet. In diesen Fällen glaubt sich der Fahrzeuglenker im Recht, rechts zu überholen. Auf den grossen amerikanischen Ueberlandstrassen mit mehreren Fahrspuren auf der rechten Strassenhälfte gilt das Verlassen einer bestimmten Fahrspur als grösste Unvorsichtigkeit. Jedermann ist darauf gefasst, dass er rechts überholt wird, und die Lenker, die häufig die Fahrspur wechseln, werden abfällig als «cow-boy drivers» bezeichnet. Mit der Zeit dürfte es notwendig sein, dieser Entwicklung der Fahrweise auch in der Formulierung der Gesetzestexte Rechnung zu tragen. Gewisse Ansätze für die Vorwahl einer bestimmten Fahrspur, die nicht verlassen werden darf, und auf der man rechts überholt werden kann, sind heute schon vorhanden: Vor bestimmten Strassenkreuzungen wird dem Fahrzeugführer durch Bodenmarkierungen angezeigt, dass er, wenn er in der Kreuzung rechts abbiegen will, die äusserste rechte Fahrspur, wenn er geradeausfahren will, die mittlere Fahrspur der rechten Strassenhälfte und wenn er nach links abzweigen will, die in der Nähe der Strassenmitte liegende Fahrspur auszuwählen hat, während er sich der Kreuzung nähert. Der Vorentwurf sieht ausdrücklich vor, dass an Fahrzeugen, die nach links abbiegen, rechts vorbeigefahren werden darf, wenn der nötige Raum dazu frei ist, eine Vorschrift, die sehr zweckmässig ist.

Bezüglich der Benützung der rechten Strassenhälfte stellt sich noch die Frage des Nebeneinanderfahrens von Fahrrädern. Nach dem jetzigen Gesetz ist es den Radfahrern gestattet, zu zweit nebeneinander zu fahren, trotzdem dadurch eine erhebliche Gefährdung des Radfahrers und eine Behinderung des schnelleren Verkehrs oder seine Abdrängung auf die linke Strassenseite erfolgt. Der Vorentwurf erlaubt das Nebeneinanderfahren zweier Radfahrer nur für den Fall, dass die Strasse genügend übersichtlich oder breit ist. Im Interesse der Verkehrssicherheit ist diese strengere Fassung zu begrüssen, wenn sie auch in weiten Kreisen nicht auf allzu grosses Verständnis stossen wird.

4. Verkehrstrennung. Als Selbstverständlichkeit darf wohl gelten, dass, wenn die Strasse mit Trottoirs, Radfahrstreifen oder Radfahrwegen versehen ist, jede Kategorie von Strassenbenützern nur den ihr vorbehaltenen Weg in Anspruch nimmt. Die Aufteilung der Strasse in Fahrbahn, Radfahrstreifen oder Radfahrweg und Trottoir liegt stark im Interesse der Verkehrssicherheit.

5. Vorschriften über die zulässige Geschwindigkeit. Es wurde bereits betont, dass ein Kompromiss zwischen der Ausnützung der Geschwindigkeitsmöglichkeiten moderner Strassenfahrzeuge und der Sicherheit des Verkehrs gefunden werden muss. Das bestehende Motorfahrzeuggesetz sieht nur für bestimmte schwere Motorwagen in km/h festgesetzte Höchstgeschwindigkeiten vor. Für die Mehrzahl der Fahrzeuge gilt die Regel, dass die Geschwindigkeit den gegebenen Strassen- und Verkehrsverhältnissen anzupassen ist. Die Anhänger dieser elastischen Regel und jene, die für alle Motorfahrzeuge in km/h festgesetzte Höchstgeschwindigkeiten verlangen, verteidigen beide ihre Meinung mit gewichtigen Argumenten. Tatsache ist, dass in den USA, dem Land, das den dichtesten Motorfahrzeugverkehr aufweist, Höchstgrenzen für die Geschwindigkeit festgesetzt sind. Es scheint mir fraglich, ob durch solche Grenzen die Verkehrssicherheit bei uns stark gefördert würde. Das schweizerische Strassennetz ist sehr unhomogen hinsichtlich der Strassenbreite, der Kurvenhäufigkeit und der Steigungen. Eine bestimmte, für das gesamte Strassennetz gültige Höchstgrenze der Geschwindigkeit könnte kaum in Frage kommen. Sie wäre auf gewissen Strassenstrecken unstreitig zu hoch, auf anderen wahrscheinlich zu tief. Man müsste es wohl oder übel trotzdem dem Fahrzeuglenker überlassen, die Geschwindigkeit seines Fahrzeuges den gegebenen Strassen- und Verkehrsverhältnissen anzupassen. Auf den amerikanischen Strassen mit sehr dichtem Verkehr ergibt sich die Notwendigkeit von Höchstgeschwindigkeiten schon daraus, dass in langen Kolonnen gefahren werden muss, die man überholen müsste, um rascher fahren zu können, was häufig nur

unter Missachtung elementarer Vorsichtsregeln möglich wäre. Ein weiterer Grund gegen die Festsetzung einer allgemeingültigen Höchstgeschwindigkeit beruht darauf, dass in der Schweiz der Fahrzeugpark ebenfalls sehr wenig homogen ist und Motorfahrzeuge von sehr unterschiedlicher Motorstärke und verschiedenen Eigenschaften hinsichtlich der Bremsfähigkeit und Strassenhaltung im Verkehr stehen. Für einen Teil dieser Fahrzeuge würde die Höchstgeschwindigkeit wohl an der Grenze des Zulässigen liegen, für andere wäre sie wahrscheinlich zu niedrig. Die Erfahrungen, die mit den jetzigen Geschwindigkeitsvorschriften gemacht worden sind, drängen eine Abänderung im Interesse der Verkehrssicherheit nicht auf, was selbstverständlich nicht bedeutet, dass etwa alle schweizerischen Automobilisten und Motorradfahrer gegen die Tendenz, gelegentlich zu rasch zu fahren, gefeit sind.

III.

Ein dritter allgemeiner Grundsatz muss bei der Aufstellung von Verkehrsregeln massgebend sein. Die Vorschriften sind so zu fassen, dass sie jedermann leicht verstehen kann. Die Verkehrsregeln sind nicht nur dazu bestimmt, die Verantwortung im Falle eines Unfalles genau festzulegen oder die Grundlage für eine Strafe zu bilden, sondern es handelt sich um Gebote, die jedermann täglich anzuwenden hat und die er kennen muss. Es gibt wohl wenige Gesetzestexte, die in so weitgehendem Ausmass das tägliche Verhalten bestimmen und nicht nur der richterlichen Beurteilung von Streitfällen dienen, wie die Verkehrsregeln. Die gegenwärtige Gesetzgebung enthält gewisse Vorschriften, denen es an Klarheit fehlt. Ich erwähne als Beispiel Art. 27 des Motorfahrzeuggesetzes, der die Frage offen lässt, ob auch dem Radfahrer oder einem Fuhrwerke durch den Motorfahrzeugführer der Vortritt zu gewähren ist, wenn sie von rechts kommen. Es würde zu weit führen, im Rahmen dieses Vortrages die Mängel (so auch die unzulässige und unübersichtliche Anordnung der Texte) der heute in Kraft stehenden Vorschriften aufzuführen. Man darf mit Befriedigung feststellen, dass sie im Vorentwurf weitgehend behoben sind.

Das eigentliche Gesetz über den Strassenverkehr kann nicht alle Verkehrsvorschriften vollständig enthalten. Gewisse Vorschriften werden erst in der Vollziehungsverordnung zu finden sein. Es wäre höchst wünschenswert, dass die Vollziehungsverordnung als erschöpfende und übersichtlich geordnete Zusammenfassung der Verkehrsregeln gestaltet wird, selbst wenn dabei die Vorschriften, die sich im Gesetz befinden, wiederholt werden müssen. Jedermann, der die Verkehrsvorschriften liest, soll sich nachher über seine Pflichten und Rechte als Strassenbenützer im klaren sein. Niemand wird sich der Illusion hingeben, dass dadurch in Zukunft alle Unfälle im Strassenverkehr vermieden werden können. Es wäre aber schon viel gewonnen, wenn durch umfassende richtige und klare Verkehrsregeln die Zahl der Unfälle gesenkt oder ihr ständiges Anwachsen verhindert werden könnte.

Ueber das Durchgehen von Wasserturbinen

DK 621.24.0046

Die Betriebssicherheit von Wasserkraftanlagen ist nur dann gewährleistet, wenn die rotierenden Teile auch beim Durchgehen der Turbinen keine unzulässigen Beanspruchungen erleiden. Daher ist die genaue Vorausbestimmung der Durchgangsdrehzahl von Wasserturbinen von grösster praktischer Bedeutung. Bei der Behandlung der Regeln für Wasserturbinen, Publikation Nr. 178 des SEV, sind im Fachkollegium 4 des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) die Fragen eingehend besprochen worden, die mit dem Durchgehen von Wasserturbinen und der Durchführung von Schleuderproben zusammenhängen. Der Protokollführer, Prof. H. Gerber, gibt im «Bulletin des SEV» Nr. 11 vom 31. Mai 1952 eine zusammenfassende Darstellung, der wir folgendes entnehmen¹⁾.

Das Verhältnis der Durchgangsdrehzahl zur Nenndrehzahl wird bei Wasserturbinen mit steigender Schnellläufigkeit immer grösser. Am günstigsten verhalten sich spezifisch langsam laufende Francisturbinen für höhere Gefälle. Hier liegt dieses Verhältnis bei 1,6 bis 1,7 und übersteigt nur bei starker Gefällszunahme den Wert 1,8. Bei Freistrahlturbinen kann es meist zu 1,8 angenommen werden, sofern das Gefälle nicht

¹⁾ S. auch SBZ 1951, Nr. 38, S. 534.

stark zunimmt. Bei schnellaufenden Francisturbinen trifft man Werte bis 2,2, bei Propellerturbinen und Kaplan-turbinen mit festem Leitapparat und bei doppelt regulierten Kaplan-turbinen 2,3 und mehr. Bei der zuletzt genannten Turbinenart tritt der grösste Wert nicht bei voll offener Propellerstellung auf, sondern bei ziemlich stark geschlossener Stellung, und die Wassermenge beim Durchgehen liegt in der Grössenordnung der Menge bei Nenndrehzahl und voll offener Turbine. Im allgemeinen bietet eine Konstruktion des Turbinenlaufrades, die der Beanspruchung bei der Durchgangsdrehzahl entspricht, keine besonderen Schwierigkeiten. Gefährdeter ist die Lagerung, besonders diejenige zur Aufnahme des Axialschubes. Vor allem aber erfordert die Konstruktion der Rotoren der Generatoren kostspielige Massnahmen, weshalb die Lieferfirmen immer wieder nach zuverlässig wirkenden Sicherheitseinrichtungen Ausschau halten, die das Durchgehen unter allen Umständen verhindern sollen.

Wird die Durchgangsdrehzahl beim Modellversuch bestimmt, so stellt sich die Frage, ob nicht bei der Grossausführung Momente wirksam sind, die eine Verringerung ergeben. Das ist z. B. bei Kanalwerken mit Kaplan-turbinen der Fall, indem dort beim Durchgehen infolge der grösseren Wassermenge der Wasserstand vor der Turbine fällt und nach ihr steigt. Bei langsam laufenden Francisturbinen nimmt die Wassermenge ab, und demzufolge wächst das wirksame Gefälle. Eine Abnahme der Durchgangsdrehzahl gegenüber dem Modellversuch kann infolge Kavitation auftreten, unmittelbar vorher aber auch eine gewisse Erhöhung infolge der geringeren Zähigkeit des Wassers. Dagegen bewirken die erhöhten Ventilations- und Reibungsverluste zweifellos eine Verringerung der Durchgangsdrehzahl. Diese kann auf Grund der verfügbaren Zahlen zu 2 bis höchstens 4 % geschätzt werden; sie ist also sehr klein und beeinflusst die Konstruktion der gefährdeten Teile kaum. Bei Kaplan-turbinen werden die Steuerungen der Leitapparate und der Lauf-schaukeln so gekuppelt, dass der Wirkungsgrad über einen grossen Lastbereich möglichst hoch ausfällt. Bei Wahrung dieses Zusammenhanges ergibt sich eine Verringerung der Durchgangsdrehzahl, die je nach den jeweiligen Verhältnissen bis 12 % beträgt, verglichen mit der grösstmöglichen maximalen Drehzahl, wenn beide Steuerungen von einander unabhängig sind. Diese Reduktion darf jedoch bei der Festigkeitsberechnung nicht berücksichtigt werden, denn das Durchgehen einer Wasserturbine ist ja stets die Folge einer Störung im Reguliermechanismus, und diese Störung kann auch den erwähnten Steuerzusammenhang aufheben. Häufig werden Kaplan-turbinen mit Notregelungen ausgerüstet, die bei Versagen der normalen Leitradregelung die Laufradschaukeln unter Umgehung der normalen Steuerorgane auf Schliessen einstellen. Solche Vorrichtungen ergeben keine Senkung der Durchgangsdrehzahl; wohl aber eine zeitliche Beschränkung derselben. Ausserdem wächst das zum Verstellen nötige Drehmoment infolge der grösseren Schaufelfliehkkräfte sehr beträchtlich an und erfordert entsprechend hohe Arbeitsdrücke für die Servomotoren, was mit Rücksicht auf die Beanspruchung der Reglergestänge und die Abdichtungsschwierigkeiten unerwünscht ist.

Zur Verhinderung des Auftretens von hohen Drehzahlen beim Durchgehen sind ausser dem üblichen Schnellschluss am Regler verschiedentlich auch Gegenflügel an der Radnabe²⁾, die bei einer gewissen Ueberdrehzahl auslösen und dann bremsen, oder Schnellschlusschützen vorgesehen worden. Alle solchen konstruktiven Massnahmen ergeben keine genügende Gewähr für sicheres Funktionieren im Störfall; sie bedeuten aber eine unerwünschte Komplikation und können ihrerseits Anlass zu Störungen geben. Ähnlich sind

auch Belüftungseinrichtungen bei Niederdruckanlagen zu bewerten, bei denen die Unterkante des Leitapparates über dem Oberwasserspiegel liegt, und bei welchen die ganze Turbine vor der Inbetriebsetzung evakuiert werden muss. Sprechen diese Organe richtig an, so sackt das Wasser so schnell ab, dass gefährliche Ueberdrehzahlen vermieden werden. Aber dieses Ansprechen ist nicht mit genügender Sicherheit zu erreichen.

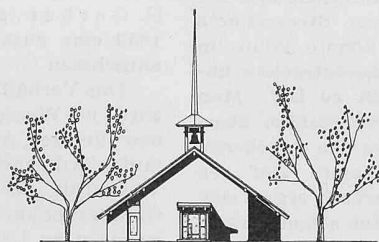
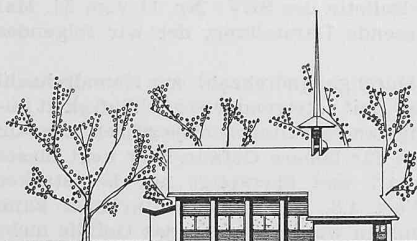
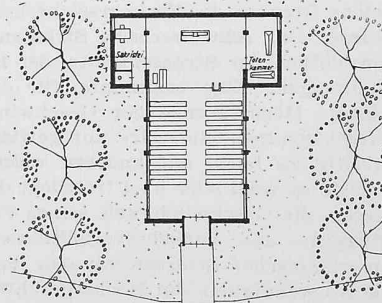
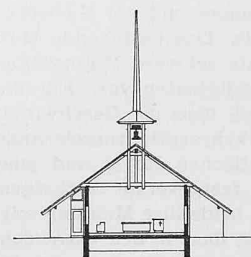
Prof. Gerber kommt zum Schluss, dass die an Modell-turbinen gemessenen Durchgangsdrehzahlen mit grosser Wahrscheinlichkeit bei der Grossausführung erreicht und meist sogar wegen geringeren hydraulischen Verlusten etwas überschritten werden; dass alle konstruktiven Massnahmen zur Verhinderung des Durchgehens wohl die Sicherheit erhöhen, indem sie die Dauer des Durchgehens verringern, jedoch auch versagen können, besonders nach längerem Nichtgebrauch und überdies das kurzzeitige Erreichen der vollen Durchgangsdrehzahl nicht vermeiden können, weil sie nicht schnell genug wirken, und dass die notwendige Sicherheit nur durch Bemessen der gefährdeten Teile, also vor allem des Generator-Rotors, für die grösste Durchgangsdrehzahl erreicht werden kann. Er hält das experimentelle Nachprüfen dieser Teile durch Ausschleudern bei der vollen Durchgangsdrehzahl für unerlässlich. Dagegen könnten die Schwungmassen verringert und dadurch konstruktive Vorteile erzielt werden, wenn bei Vollastabschaltungen höhere Drehzahlausschläge (50 % und mehr) zugelassen würden, und wenn als Folge davon auf eine zu starre Spannungshaltung nach der Abschaltung verzichtet würde. Bei erheblicher Erhöhung der temporären Statik könnte die gewünschte Stabilität wohl trotzdem beibehalten werden. Auf die Durchführung des in vielen Lieferverträgen vorgeschriebenen Durchgehversuches an der fertig montierten Gruppe ist in der letzten Jahrzehnten mit Recht verzichtet worden, weil dieser Versuch eine hohe, nicht nötige Beanspruchung der Maschinen bedeutet.

Wettbewerb für das Seeländische Verpflegungsheim in Worben

Nachtrag

DK 725.5 (494.24)

Verschiedene am Wettbewerb für das Seeländische Verpflegungsheim in Worben unbeteiligte Fachleute machten uns auf den hier wiedergegebenen Entwurf von Arch. H. Brechbühler, Bern, aufmerksam. Dieser Entwurf wurde im vierten Rundgang ausgeschieden. Das Projekt, das vermutlich den Rahmen des Wettbewerbes etwas zu weit interpretiert hat, fand vor dem Preisgericht keine Gnade. Wir haben uns entschlossen, es nachträglich zu veröffentlichen, setzten uns aber vorher mit dem Preisgericht in Verbindung, um von ihm die Gründe des Ausscheidens zu erfahren. Aus grundsätzlichen und z. T. auch sehr verständlichen Erwägungen heraus will aber das Preisgericht auf die Beurteilung des abgeschlossenen Wettbewerbes nicht zurückkommen. Es würde damit einen Präzedenzfall schaffen, der andere sich hinten gesetzt fühlende Bewerber in andern Wettbewerben zu ähnlichem Vorgehen aufmuntern könnte. Die Teilnahme an einem Wettbewerb ist immer ein Wagnis, und



Ansichten, Schnitt und Grundriss 1:600 der Kapelle

²⁾ Vgl. z. B. SBZ 1948, Nr. 5, S. 72*.