

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71 (1953)
Heft: 16

Artikel: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Turbogeneratoren
Autor: Martin, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60537>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Es ist kürzlich³⁾ auch versucht worden, ein Kriterium aufzustellen, mit dem die Einbeulgefahr von der praktischen Seite aus beurteilt werden könnte, indem aus der Breite $3l$ der Beule auf die Knickgefahr zu schliessen wäre. Hierbei wurde aber die Knickbedingung (1), der jeder abgelöste Rohrabschnitt aus Gleichgewichtsgründen unterworfen sein muss, ausser acht gelassen. Gerade diese Bedingung zeigt aber, dass die Beulenbreite bei gegebenen Rohrabmessungen nur von der Ringspannung abhängig ist und über die Einbeulgefahr gar nichts aussagt.

Was die praktische Seite des Problems anbelangt, bieten sich der Fragen noch viele:

Wie stimmen die theoretischen Werte mit experimentellen Werten durchgeführter oder im Gang befindlicher Versuche überein?

³⁾ J. Bächtold: Erfahrungen beim Bau des Kraftwerkes Handeck II, Schweiz. Bauzeitung 1952, Nr. 41, S. 598*.

Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Turbogeneratoren

DK 621.165.004

Von Dr.-Ing. O. MARTIN, Zürich

Schluss von Seite 190

H. Die Sicherheitseinrichtungen und ihre Besonderheiten

Die grosse Betriebssicherheit der Dampfturbine und ihre vergleichsweise lange Betriebsdauer bringen es mit sich, dass das überwachende Personal nicht ständig mit gespannter Aufmerksamkeit an der Maschine zu stehen braucht. Ein mechanischer Schaden, welcher sofortiges Stillsetzen ratsam erscheinen lässt, ereignet sich nur sehr selten. Diejenige Betriebsgrösse, bei welcher am ehesten zufällige gefährliche Abweichungen vom Sollwert auftreten können, ist die Drehzahl. Deshalb überträgt man die Sorge für die Maschine im Gefahrenfall einer drehzahlabhängigen Automatik. Plötzliche Gefahren für die Maschine entstehen gewöhnlich an der elektrischen Verbindung mit dem Netz. Wenn dort eine unvorhergesehene Abschaltung stattfindet, oder sich ein Spannungszusammenbruch ereignet, so hat die Maschine fast augenblicklich kein Drehmoment mehr abzugeben. Versagt in einem solchen Augenblick die Absperrung der Dampfzufuhr, etwa indem ein Regulierventil nicht ganz schliesst, so geht die Drehzahl rasch in die Höhe. Bei Wasserturbinen ist die Durchgedrehzahl leicht abzuschätzen, sie liegt unterhalb der zweifachen Betriebsdrehzahl. Bei Dampfturbinen ist sie ziemlich unbestimmt. Man pflegt deshalb bei Dampfturbinen ein Schnellschlussventil in der Frischdampfleitung vorzusehen, das bei rd. 10 % Ueberdrehzahl von dem erwähnten geschwindigkeitsabhängigen Mechanismus geschlossen wird. Während die Festigkeit der Wasserturbinen und ihrer Generatoren für die Durchgangsdrehzahl bemessen wird, ist die bei Dampfturbinen üblich gewordene Grenzdrehzahl, welche die Rotoren noch aushalten müssen, die um 20 bis 25 % über Betriebsdrehzahl liegende «Schleuderdrehzahl». Bei dieser lässt man die Läufer im Lieferwerk etwa 20 min laufen, ehe sie als «betriebsklar» erklärt und im Kraftwerk verwendet werden dürfen. Das «Durchgehen» ist also die stärkste Gefährdung, die den Turbogenerator bedroht. Das Drehzahlintervall zwischen 3000 und 3300 U/min wird bei Vollastabschaltung und versagenden, offen bleibenden Regelventilen in etwa 1 s bei Kondensations-turbinen und in etwa 0,4 s bei Vorschaltturbinen durchleitet. Es handelt sich somit um sehr kurze Zeiten, die zur Anwendung rasch arbeitender Einrichtungen zwingen, wenn die Drehzahl infolge Versagens der ordentlichen Regelung plötzlich ansteigt und durch die Notabspernung begrenzt werden soll.

Die an allen Dampfturbinen heute üblich gewordene Schnellschlusseinrichtung besteht aus einem astatischen Fliehkraftregler und einem Schnellschlussventil, dessen Spindel durch eine Klinke in offener Stellung festgehalten wird. Schlägt der Regler über ein Gestänge die Klinke zur Seite, so kann das Ventil unter Wirkung einer Feder in die Abschlusslage fallen. Der astatische Fliehkraftregler wurde früher oft als ein die Welle umgreifender Ring ausgebildet; heute bevorzugt man den in einer Querbohrung der Welle steckenden Schlagbolzen. Er ist leichter ein- und auszubauen als der Schwungradring — eine Eigenschaft, die im Zusammenhang mit den oben unter C erwähnten Wochenend Reparaturen wichtig ist —; ausserdem hat er etwas weniger Masse und dafür grösseren Schwerpunktabstand vom Wellenmittel. Dadurch verbessert sich die Reproduzierbarkeit, mit der die Ausschlagdrehzahl bei mehreren Versuchsläufen getroffen wird.

Welche Massnahmen sind zu treffen, damit die Kreisform der Rohre — im Sinne einer Voraussetzung der Theorie — während des Injizierens erhalten bleibt?

Wie kann der Injektionsdruck während des Abbindens des Zementes aufrechterhalten werden?

Vermindert sich der Injektionsdruck mit der Zeit als Folge von Schwind- und Kriecherscheinungen?

Unter welchen Umständen sind Panzerrohre schon einbeult?

Mit welchen Wasserdrücken muss bei bestimmten tektonischen und geologischen Verhältnissen gerechnet werden?

Es wäre zu wünschen, dass Ingenieure, die über praktische Erfahrungen auf diesem Gebiet verfügen, auch über solche Fragen sich äussern würden.

1. Der Schnellschlussregler

Diesem klassischen Schnellschlussmechanismus, der die Sicherheit der Turbine zu bewachen hat, sind leider ein paar Umstände eigentümlich, die den Kraftwerkingenieur zu einer gewissen Wachsamkeit zwingen. Der bei 3300 U/min aus der Welle vorspringende Schnellschlussbolzen schlägt nämlich mit grosser Geschwindigkeit auf die Klinke ($u \sim 20$ m/s), und der dabei auftretende Schlag kann so wuchtig sein, dass beide aufeinandertreffenden Teile an der Stosstelle Schlagmarken bekommen, obgleich sowohl der Bolzenkopf als auch die Klinke aus bestem Stahl — es empfiehlt sich ein Pressluftmeisselstahl — gefertigt sind. Wenn die Maschine durchgeht, wächst die Fliehkraft des Schlagdorns etwa um 0,4 bis 0,5 kg je Umlauf. Die Bahn des Bolzenkopfes ist eine Spirale, die anfänglich mit nur geringer Steigung den Wellendurchmesser umschlingt und für 2 mm Durchmessergrösserung 1 bis 2 Umläufe benötigt, dann aber plötzlich den ganzen restlichen Hub von 2 bis 6 mm in $\frac{1}{4}$ Umdrehung zurücklegt, weil jetzt der Fliehkraftüberschuss über die Federkraft wirksam wird, wie aus den Bildern 19 und 20 hervorgeht. Trifft der Bolzenkopf die Klinke bei kleiner Auslenkung, beispielsweise im Punkt A (Bild 20), so ist der Stoss auf die Klinke von geringer Wucht. Trifft er dagegen in fast voll ausgeschlagenem Zustand auf die Klinke, so muss diese über einen Drehwinkel der Welle von etwa 2° auf volle Ausweichgeschwindigkeit beschleunigt werden. Die mittlere Stosskraft, die dabei auftritt, kann nach der Gleichung $Pdt = mdv$ abgeschätzt werden. Angenommen, die Klinke habe ein Volumen von 10 cm^3 und werde in $\frac{1}{10000} \text{ s}$ auf 400 cm/s beschleunigt, so ist die mittlere Stosskraft $P = 320 \text{ kg}$. Der Stoss hat also eine ganz beachtliche Wucht, und es ist durchaus nicht zu verwundern, dass gelegentlich bei Schnellschlussproben von der Klinke ein Stück abgeschlagen wird, insbesondere wenn kleine Härtefehler die Klinke schlagempfindlich gemacht haben. Um sanfte Berührung zu erreichen, ist es richtig, die Klinke möglichst dicht an die Welle heranzubringen, das Spiel zwischen Welle und Klinke mit etwa 1 mm einzustellen, so dass die erste Berührung mit dem Bolzen auf dessen innerem Bahnstück stattfindet.

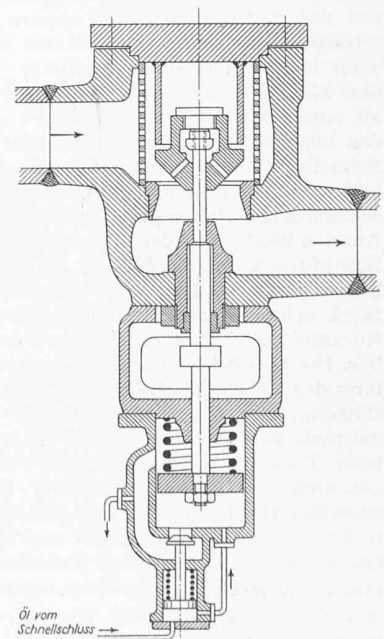


Bild 16. Amerikanische Bauart des Schnellschlussventils. Die Spindel ist auf der Unterseite des Kegels durch das Gehäuse nach aussen geführt. Ein Absatz der Spindel dichtet im geöffneten Zustand den Leckdampfaustritt ab

Bild 17. Grosser Kopfradius (unter Verzicht auf Symmetrie) bringt die Berührungsverhältnisse eines Schnellschlussbolzens mit der Klinke in die Nähe derjenigen eines Schwungrings

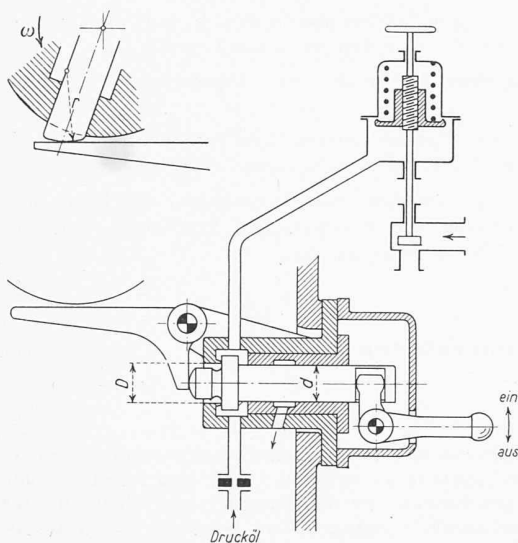


Bild 18. Oelventil als Schnellschluss-Schalter. Er lässt erstens das Schnellschlussventil (schematisch rechts oben) bei Ausschlag des Ueberdrehzahlreglers, zweitens bei Absinken des Oeldrucks abfallen

det. Dass ein grosser Berührungsradius zwischen Bolzenkuppe und Klinke nützlich ist (Bild 17), bedarf keiner weiteren Erläuterung.

2. Das Schnellschlussventil

Bei älteren Turbinen wurde der Schlag des Schnellschlussreglers gewöhnlich mit einer Stange nach dem Schnellschlussventil übertragen. An neuzeitlichen Maschinen gibt die Klinke einen unter Federkraft stehenden Oelschieber frei, der das Oel aus dem vom Oeldruck offen gehaltenen Dampfventil ablaufen und dieses zufallen lässt. Die Arbeitsweise einer solchen Einrichtung ist aus Bild 18 leicht einzusehen. Statt mit Federkraft ist der Oelschieber durch Oeldruck in seiner Lage festgehalten. Im Betriebszustand wird das «Oelventil» vom Oeldruck nach links auf den Sitz gedrückt, Durchmesser D ist hierfür etwas grösser als der Schieberdurchmesser d . Schlägt der Bolzen aus, so überträgt sich der Schlag durch die Klinke auf den Schieber, dieser öffnet um wenige Zehntel Millimeter, wird aber durch das herausspritzende Oel sofort weiter geöffnet und lässt den Oeldruck unter dem Halteteller des Ventils (rechts oben) sinken, so dass dieser mitsamt dem Ventilkegel von der Feder zgedrückt werden kann. Diese Art Schnellschlussventile schliesst nicht nur bei Ueberdrehzahl sondern auch bei absinkendem Oeldruck. Während man in Europa überwiegend solche Schnellschlussventile findet, die zugleich als Anfahrventil dienen und durch ein Handrad geöffnet werden können, geht die amerikanische Praxis mehr zum reinen Schnellschlussventil über, das nur zwei Stellungen hat, «offen» und «zu», und keine Zwischenstellungen mehr kennt. Eine schematische Skizze eines solchen Ventils zeigt Bild 16; der Antrieb liegt unter dem Ventil abflusseitig, so dass sowohl der Dampfdruck auf die Spindel als auch die Federkraft im Oelkolben das Ventil zu schliessen suchen. Damit es im Notfall rasch schliesst, stellt ein Umlaufventil beim Auslösen einen Kurzschluss im Oel zwischen oberer und unterer Kolbenseite her. Die Spindel ist abgesetzt und dichtet in der offenen Stellung des Ventils den Leckdampf am oberen Bund der Spindelführung; man rühmt dieser Bauweise nach, dass grosse Spindelspiele ausführbar sind. Die mit solchen Ventilen ausgestatteten Turbinen werden mit Hilfe der Düsengruppenventile angefahren, wofür ein besonderer Eingriff im Regelgestänge zwischen Drehzahlregler und Schieber des Hauptservomotors in Form eines Handrades mit zugehörigem Hebelsystem angebracht ist. Dampfsieb und Ventilkegel sind verhältnismässig rasch zur Besichtigung freizulegen, so dass diese Bauweise den Forderungen leichter Wochenrevisionen entspricht. Vielleicht werden in Zukunft ähnliche Hauptabsperrentile auch

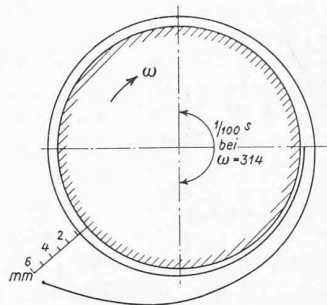


Bild 19. Bahn des Bolzenkopfes eines Ueberdrehzahlreglers. Der Bolzen wird zunächst nur von einer kleinen, von Null an wachsenden Ueberschusskraft beschleunigt und legt das erste Stück seines Weges mit geringer radialer Geschwindigkeit zurück. Erst auf der zweiten Ausschlaghälfte nimmt diese rasch zu

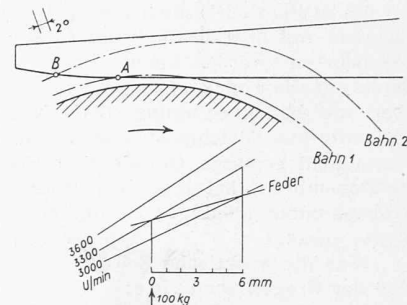


Bild 20. Der Bolzenkopf kann die Klinke im Punkt A treffen, Bahn 1, oder auch im Punkt B, Bahn 2, oder auf einer dazwischenliegenden Bahn. Zur Schonung der Klinke wird man versuchen, den zwei- oder dreimal vorbeilaufenden Bolzenkopf möglichst auf einer Innenbahn die Auslösung bewerkstelligen zu lassen

in Turbinen europäischer Herstellung wegen dieses Vorzugs benutzt werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Dampfkraft der Ventilspindel, die bei Hochdruckturbinen 1,5 bis 2 t erreicht, in Schliessrichtung wirkt, d. h. in der gleichen Richtung wie die Kraft der Ventildfeder. Diese braucht deshalb nicht so stark bemessen zu werden, wie es bei Ventilen mit in der Oeffnungsrichtung herausgeführter Spindel der Fall ist, wo die Federkraft stets grösser als die Dampfkraft sein muss.

Auf einige konstruktive Kleinigkeiten sei noch hingewiesen, deren Beachtung manchmal Aenger ersparen kann. Einzellige Schnellschlussventile werden meist mit Vorhubkegel ausgeführt. Dabei muss der Ventilkörper zweiteilig gemäss Bild 21 ausgeführt werden, damit man das Vorhubventil einbauen kann. Ein Kranz kleiner Schrauben scheint bestgeeignet, um die beiden Hälften zusammenzuhalten; wenn sie im Dampf festbrennen, so reisst oder flammt man sie bei Demontagen eben ab und erneuert sie. Der kräftige Schlag, mit dem vor allem Ventile mit mechanischer Klinkenauslösung auf den Sitz fallen, bringt jedoch zusammen mit der Kerbkorrosion im Gewindegrund die bereits oben erwähnte Gefahr des Abplatzens der Schraubenenden mit sich, so dass die Schraubenanordnung nach Bild 21 a nicht zu empfehlen ist. Das gilt auch noch für die Schrauben nach Bild 21 b, welche nicht unmittelbar den Schliessstoss auszuhalten haben, sondern nur einen Prellschlag durch die im Körper hin und her laufende Schallwelle erfahren. Statt kleiner Schrauben ist für das Zusammenfügen der Kegelhälften ein grosses Gewinde nach Bild 21 c ratsam; zwar brennt es im Heissdampf fest, doch ist es besser, im Falle notwendiger Nacharbeiten ein Teil zu verspänen und zu erneuern, als das Risiko von abgeplatzten «Fremdkörpern» im Dampfweg der Turbine einzugehen.

Bei Klinkventilen für grösseren Dampfdurchsatz und hohen Dampfdruck sind gelegentlich früher die Drehklinken nicht den hohen Federkräften entsprechend geformt worden. Wenn die Klinke und die Klinknut mit scharfer Kante ausgestattet sind (Bild 22 a), bekommt man wohl in der Ruhelage eine breite Auflagefläche und kann die Pressung der Teile aufeinander richtig bemessen. Wenn die Klinke nach links dreht und das Ventil freigibt, so vermindert sich die Auflagefläche bei absoluter Scharfkantigkeit bis auf Null und die Beanspruchung steigt auf unendlich. Die vorspringenden Kanten von Klinke und Gegenstück werden unvermeidlich zerquetscht, und es werden gratartige Stücke abgesichert. Das Ventil hält dann in offener Lage nicht mehr ordentlich fest und das Betriebspersonal bastelt Not- oder Krückenkonstruktionen zu recht, um die Maschine in Betrieb halten zu können. Die richtige Klinkenkonstruktion (Bild 22b) sieht grosse Radien an den aufeinander abgleitenden Kanten vor, welche nach den Hertz'schen Gleichungen für Walzenpressung berechnet sind. Dann kann die Beanspruchung während des Auslösevorganges eine genau definierte Höhe nicht überschreiten, und beide Teile behalten auch nach einigen hundert Auslösungen noch ihre Form.

3. Doppelter Schnellschluss

Die mechanischen Eigentümlichkeiten der Schnellschlusseinrichtungen, insbesondere ihre hohen Beanspruchungen durch Schlag oder Stoss an gewissen kritischen Stellen,

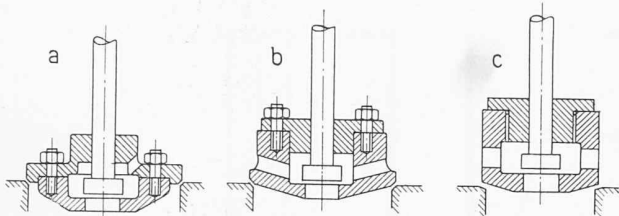


Bild 21. Drei Befestigungen der Kegel von Schnellschlussventilen. Da kleine Schrauben beim Aufschlagen des Ventils auf den Sitz leicht abplatzen können, ist ein grosses Gewinde zweckmässiger, auch wenn es im Dampfraum «festbrennt»

neben der allgemein in Dampfatmosfera vorhandenen Funktionsgefährdung durch Festfrieren von Gelenken und Führungen, behaftet gerade diejenigen Glieder der Maschine, welche als ultima ratio in periculo durch Unterbrechung des Energiezustroms die selbstmörderische Zerstörung des Gebildes verhindern sollen, mit einer gewissen Unsicherheit. Verständnissvolle Pflege und in wohlüberlegter Zeitfolge immer wieder vorgenommene Erprobung mit Beobachtung der Veränderungen im Zusammenspiel der Einzelteile sind also unabdingbare Pflicht des Kraftwerkingenieurs, der sich auf richtiges Reagieren seiner Turbinen den Zufällen ihres Daseins gegenüber verlassen will.

Gelegentlich sind Turbinen mit zwei Schnellschlussreglern ausgerüstet worden. Man liess sich hierbei von der Erwägung leiten: doppelt genäh hält besser. Die Meinung, dass damit eine erhöhte Sicherheit gewonnen werde, beruht jedoch auf recht angreifbaren Erwägungen. Hauptfeinde der Schnellschlussregler sind erstens ungeeigneter Werkstoff, der den Schlägen nicht standhält, zweitens nicht der Stossberührung entsprechende Formgebung, drittens Wasser im Oel, das den Schlagbolzen in der Bohrung festfrieren lässt. Ist soviel Wasser im Oel, dass der Bolzen seine Beweglichkeit zwischen zwei Erprobungen einbüsst, so rusten zwei Bolzen ebenso fest wie einer. Der andere Umstand, welcher gegen den doppelten Schnellschluss spricht, ist die Schnellschlussprobe. Bei zwei derartigen Reglern ist die Erprobung zwangsläufig mit mehr zusätzlichen Eingriffen in die Regelung und in die Sicherheitseinrichtung verbunden als bei einem. Gewöhnlich muss man zur Schnellschlussprobe ein Regelventil hochklemmen, um dann mit dem Anfahr- und Schnellschlussventil die leerlaufende Maschine langsam auf Ueberdrehzahl hochzufahren, bis bei 3300 oder 3400 U/min der Bolzen hörbar auf die Klinke schlägt und das Ventil zuwirft. Dann beobachtet man den Auslauf, bis der Bolzen wieder in die Betriebslage zurückschnappt.

Zwei Bolzen werden nie genau gleichzeitig anschlagen. Will man nach dem Anschlag des ersten noch den zweiten erproben, so muss eine Gestängeunterbrechung oder ein Dreiwegehahn im Oelweg die Wirkung des ersten Ausschlages auf das Dampfventil solange verhindern, bis der zweite ausschlägt. Solche Blockierungseinrichtungen vermindern aber die «Narrensicherheit» der Maschine.

Die Schnellschlussprobe verlangt immer Anspannung aller Sinne und scharfe Beobachtung aller Nebenumstände. Das Betriebstachometer muss verlässlich anzeigen oder kontrolliert werden. Während der Drehzahlerhöhung, die bis auf 15 % Ueberdrehzahl führen kann, steigen die Fliehkraftspannungen in den Läufern um 30 % über die normalen. Teilweise durchgerostete Schaufeln, die bei Betriebsdrehzahl gerade noch halten, können bei der Schnellschlussprobe abfliegen, das Hauptventil kann einen Spalt breit offen bleiben, so dass die Drehzahl auch nach dem Ansprechen der Sicherheitseinrichtung noch weiter klettert. Dann muss entweder das hochgeklemmte Regelventil sofort befreit, das Vakuum im Kondensator mit Luft aufgefüllt, oder ein vor der Turbine liegender Dampfschieber geschlossen werden. Wegen dieser manchmal unerwartet sich offenbarenden Gefahrenquellen, die man eben mit der Schnellschlussprobe entdecken will, ist es notwendig, die Sicherheitseinrichtung so einfach wie möglich zu halten. Es ist stets zweckmässiger, für jede Sicherheitsfunktion nur ein einziges selbsttätiges Gerät zu haben, dieses aber stets betriebsklar zu halten, statt durch Verdoppelung überhaupt die Möglichkeit zu schaffen, dass man sich wegen einer Störung am einen auf das andere verlässt.

J. Schlussbemerkung

In den vorstehenden Ausführungen ist manches über Schäden gesagt, welche sich an Turbogeneratoren einstellen

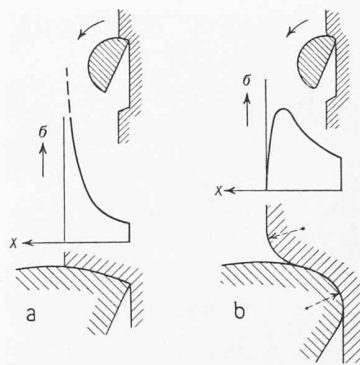


Bild 22. Bei Klinkwellen an mechanisch ausgelösten Schnellschlussventilen ist die Abbrundung der Kanten wichtig, damit die höchste Klinkenpressung einen durch die Hertz'schen Gleichungen definierbaren Wert erhält

können. Da das Ziel der Darstellung nicht in einer referierenden Wieder-gabe von Betriebserfahrungen liegt, sondern in einem Einblick in die Vergänglichkeit einer für unser technisches Zeitalter kennzeichnenden technischen Schöpfung, wurden nur einige leicht verständlich zu machende Vorgänge als Beispiele betrachtet. Es gibt noch eine ganze Anzahl von Stellen im Turbinen- und Generatorteil, an denen der Zahn der Zeit nagt, und wo die menschliche Gestaltungskraft mit der Unsicherheit und den Tücken des Objektes ringt. Der Mensch unseres Zeitalters hat zwischen die Ordnung der unbelebten Materie und die Ordnung der beseelten Lebewesen, die ihm in der natürlichen Umwelt begegnen, eine neue Ordnung eingefügt, die Ordnung der Mechanismen, der Apparate und Maschinen. Während frühere Zeiten nur eine mehr qualitative Kenntnis dessen besaßen, was wir heute unter «Naturgesetzen» verstehen, hat in unserer Zeit ein riesiger Forscherfleiss diese Gesetze in Formeln, Mass und Zahl gefasst. Auf Grund dessen ist es uns möglich, Maschinen und Geräte mit Fähigkeiten herzustellen, die früheren Jahrhunderten unbekannt waren. Der Menschenggeist ist nicht nur «Bild und Gleichnis» seines Schöpfers, sondern betätigt sich auch — abbildhaft — wie dieser. Freilich gelingt es ihm nicht, wirkliches «Leben» zu schaffen. Aber dennoch bringt er es fertig, in seinen Schöpfungen, den von ihm gebauten Apparaten, gewisse von seinem Geiste vorgedachte kausale Funktionsabläufe zu verwirklichen, die neben dem eigentlichen Arbeitszweck sogar ein «vernünftiges» Verhalten des Apparates oder der Maschine bei unerwarteten Störungen zur Folge haben.

Alle diese innerhalb der dem Menschen gesetzten Ordnung erdachten und ausgeführten Maschinen sind an das Gesetz dieser dem Menschen in der «ersten Schöpfung» angewiesenen Welt gebunden: Sie altern und können plötzlich in einer individuellen Katastrophe ihr Dasein als nützlicher Gegenstand beenden. Die zweckmässige «Einplanung» der partiellen und gesamtheitlichen Alterungsvorgänge in die Formgebung der Maschine, sowie der Einrichtungen, um sie gegen Katastrophen zu schützen, soweit vernünftige Erwägungen einen solchen Schutz als notwendig und wirtschaftlich, technisch und soziologisch gerechtfertigt erscheinen lassen, um den Gebrauchswert zu einem optimalen zu machen, sind im Vorstehenden für den Turbogenerator darzustellen versucht worden. Wie man daraus ersehen kann, sind unter den «Axiomen» des Maschinenkonstruktors nicht nur mechanisch-mathematische, auch nicht nur werkstoffkundliche, sondern auch einige philosophische Erwägungen und Erkenntnisse grundlegend.

Schweiz. Energie - Konsumenten - Verband

DK 061.2 : 620.9 (494)

Dieser Verband hielt am 19. März 1953 im Kongresshaus in Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten Dr. Rudolf Heberlein, Wattwil, seine Generalversammlung ab. Aus dem Ausschuss trat Dir. Rob. Naville, Cham, nach 23jähriger Zugehörigkeit zu den Behörden der EKV zurück. Im Jahresbericht wies der Leiter der Geschäftsstelle und Vizepräsident des EKV, Dr. E. Steiner, auf die günstige Entwicklung in der Versorgung mit elektrischer Energie hin, zählte die im Bau befindlichen und die zur Diskussion stehenden Wasserkraftwerke auf und unterstrich mit Nachdruck die Notwendigkeit eines rationellen Ausbaues aller noch verfügbaren und mit tragbaren Kosten ausnutzbaren Wasserkräfte sowie der Förderung des Energieverkehrs mit dem Ausland. Den Schwerpunkt der sehr eindrucksvollen Veranstaltung bildete der Vortrag von Dr. Peter Liver, Professor an der Universität Bern: «Das Recht der Ausnutzung von Naturkräften und Bodenschätzen».