

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 2

Artikel: Schalterfragen
Autor: Binkert, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-50425>

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: 28.01.2026

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

matoren 6000/500 Volt, mit natürlicher Lüftung, von 160 und 250 kVA Leistung über zwei unabhängige Sammelschienen. Diese können so gekuppelt werden, dass die Netz-Kurzschlussleistung auf rd. 3000 kVA begrenzt bleibt. Die Bedienung aller Niederspannungsapparate geschieht von der Schalttafel aus, wo auch der Fernmelder des Wasserstandes im Zulaufkanal montiert ist.

Die mit Betriebsspannung von 500 V und 50 Perioden laufenden BBC-Motoren²⁾ weisen folgende Kennzeichen auf: Gruppe I besitzt einen Dreiphasen-Schleifringankermotor mit Anlass-Schützensteuerung, während Gruppe IV durch einen Dreiphasen-Kurzschlussankermotor mit Fremdventilation angetrieben wird. Die Gruppen II und III haben Dreiphasen-Kommutatormotoren mit in weiten Grenzen automatisch regulierbaren Drehzahlen. Ihre Maschinenleistung wird dadurch sehr anpassungsfähig an die stark schwankenden Wassermengen, ohne dass die einzelnen Pumpen ein- und ausgeschaltet werden. Die Regulierung erfolgt durch gegenseitige Verschiebung von zwei Bürstenbrücken, die die Drehzahl und damit die Leistung ändern; sie ist absolut stetig und verlustlos. Die Motoren verfügen über gute Wirkungsgrade über dem ganzen Regelbereich.

Für die Montage und für Reparaturen kann ein über den ganzen Maschinensaal laufender 5 t-Kran mit elektrischer Hubeinrichtung zu Hilfe genommen werden. Mit ihm ist es möglich, auch alle Maschinenteile aus den Untergeschossen zu heben.

Zur Entlüftung und Belüftung des Zulaufkanals, des Rechenraumes, des Pumpenkellers und des Maschinensaales sind Ventilatoren und ein ausgedehntes Rohrnetz vorhanden, die gestatten, den einzelnen Räumen frische Außenluft zuzuführen und verbrauchte Luft abzuleiten. Eine zwischengeschaltete Heiz- und Filteranlage erlaubt zudem bei tiefen Außentemperaturen die Umwälzung erwärmer Luft in einzelnen Räumen.

Beide Pumpenstationen sind im Auftrag des Baudepartementes der Stadt Basel durch das Ingenieurbureau für Tiefbauarbeiten der Buss A. G. Basel projektiert und unter dessen Leitung ausgeführt worden.

Schalterfragen

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein (S. E. V.) hielt am 26. November 1938 in Bern unter dem Vorsitz seines Präsidenten Dr. h. c. Schiesser, Baden, eine Diskussionsversammlung über Schalterfragen ab. In einer kurzen Einleitung skizzerte Prof. Juillard, Lausanne, die physikalischen Grundlagen beim Ausschalten eines elektrischen Stromes. Im hierbei entstehenden Lichtbogen treten Stromstärken von $2 \div 3000 \text{ A/mm}^2$ auf, die sehr rasche Temperaturerhöhungen (1000°C pro $1/100 \text{ s}$) bewirken. Zur Lösung des Lichtbogens muss diesem die entstehende Wärme entzogen werden. Früher erreichte man dies durch seine rasche Verlängerung in Luft, unter Öl oder durch magnetische Blasung. Heute wird die Wärme dem Lichtbogen auch durch Wasserverdampfung oder durch Beblasung mit Druckluft entzogen. Wesentlichen Einfluss auf den Abschaltvorgang haben ferner die Eigenschaften des Netzes (wiederkehrende Spannung, $\cos \varphi$, Eigenfrequenz), was die Berechnung der Schalter zu einem komplizierten Problem gestaltet.

Dr. Wanger, Baden, und Puppikofer, Oerlikon, referierten über diese Netzeigenschaften, insbesondere die Wechselwirkung der wiederkehrenden Spannung auf den Schalter und umgekehrt. Der niederfrequente Teil dieser Vorgänge ist unter Zuhilfenahme des Schleifenoszillographen vollständig abgeklärt, während für die Erforschung der hochfrequenten Vorgänge, die für die Beanspruchung der Schalter massgebend sind, der Kathodenstrahl-Oszillograph zu Hilfe genommen werden muss. Die Referenten zeigten an Hand zahlreicher im Kurzschlusschau und Netz aufgenommen Oszillogramme die Ergebnisse ihrer Forschungen. Spezielle Verhältnisse liegen beim Abschalten leerlaufender Transformatoren und schwacher Abzweige vor. Die wiederkehrende Spannung kann berechnet oder ohne Ausführung von Kurzschlüssen durch indirekte Versuchsmethoden festgestellt werden. Mit Rücksicht auf die neuen Erkenntnisse ist die Aufstellung von neuen Regeln für die Abschaltprüfungen zu erwarten.

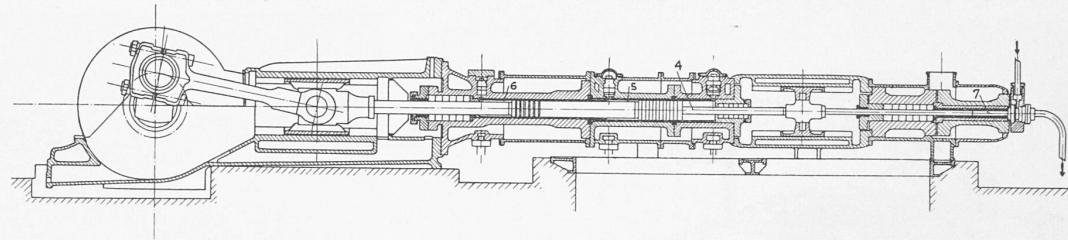


Abb. 3. Schnitt durch den Hochdruckteil (Stufen 4 bis 7) des Burckhardt-Hyperkompressors

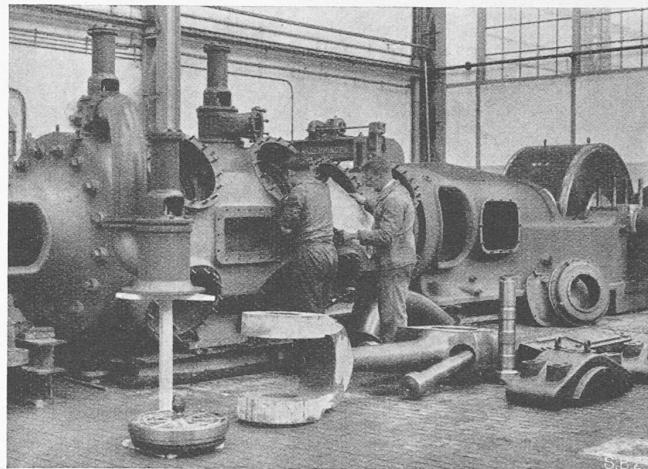


Abb. 2. Niederdruckteil eines Burckhardt-Hyperkompressors

Als Vertreter der Elektrizitätswerke berichteten Leuch, St. Gallen, Hug, Baden, und Habich, Bern, über die bei Stadt-, Ueberland- und Bahnwerken gemachten Erfahrungen und die sich daraus ergebenden Wünsche. Über jene führen die Werke genau Buch; so verfügen die SBB über eine vorzügliche Störungskontrolle. Einfache, solide Ausführung aller Einzelheiten, leichte Kontrolle und Ersatz der beanspruchten Teile sind für den Betrieb wesentlich.

Eine Diskussion, an der sich Piller, Fribourg, Marti, Bern, Aemmer, Innertkirchen, Habich, Bern, der Vorsitzende und Dr. Roth, Aarau beteiligten, zeigte, dass die Erfahrungen beim Schalten bei grosser Kälte noch verschieden sind. Auch über die Notwendigkeit neuer Schaltvorschriften und deren Ausdehnung auf die hochfrequenten Vorgänge sind die Meinungen noch geteilt. Schmidlin, Basel, wies zum Schlusse der Vormittagsitzung auf die vielen Gesichtspunkte technischer und nichttechnischer Natur hin, die der Betriebsingenieur bei der Wahl der Schalter zu berücksichtigen hat.

Über die Wahl der Schalter in modernen Hochspannungsanlagen berichtete Dr. Roth, Aarau. Nach der Skizzierung der zahlreichen heute im Fabrikationsprogramm des Herstellers erhaltenen Arten empfahl er für die Freiluftanlagen bei niedrigen Spannungen den klassischen Oelschalter, ab 30 bis 50 kV den modernen ölarmen Schalter. In Innenraumanlagen mit grosser Energiekonzentration (Kraft- und Unterwerke) sind Druckluftschalter und bei höheren Spannungen ölarne Schalter zu bevorzugen; bei kleiner Energiekonzentration (Transformatoren- und Verteilstationen ohne ständiges technisches Personal) ist die Verwendung von Lastschaltern mit Sicherungen oder Oelschaltern gegeben. Scherb, Aarau, ergänzte die Ausführungen durch Angaben über die Anordnung und konstruktiven Einzelheiten moderner Schalt- und Druckluftanlagen.

Mit der Schnellausschaltung und automatischen Wiedereinschaltung von Leistungsschaltern, über die Naef, Oerlikon, berichtete, lernte man ein in Europa noch selten angewandtes Mittel zur Wahrung der Betriebskontinuität kennen. Da bei Freileitungen der grösste Teil der Störungen vorübergehend ist, kann durch ein sofortiges Wiedereinschalten nach einer Abschaltung und bei einer Reduktion des Aus-Einschaltens auf Bruchteile einer Sekunde der Unterbruch so kurz gestaltet werden, dass er im Betrieb keine Störung verursacht. Die Wiedereinschaltzeit darf jedoch bestimmte Werte nicht unterschreiten, da ansonst die Entionisierung der Ueberschlagstrecke nicht möglich ist und neue Ueberschläge erfolgen. Die weiteren Ausführungen bezogen sich auf die Notwendigkeit der definitiven Abschaltung bei weiterbestehender Störung, die bezüglich des Netz-Relaischutzes auftretenden Fragen und die Eignung der Schalterarten für die automatische Wiedereinschaltung.

²⁾ Näheres siehe BBC-Mitteilungen Nr. 3, Jahrgang XXI.

Burckhardt-Hyperkompressor in der Werkstatt in Basel

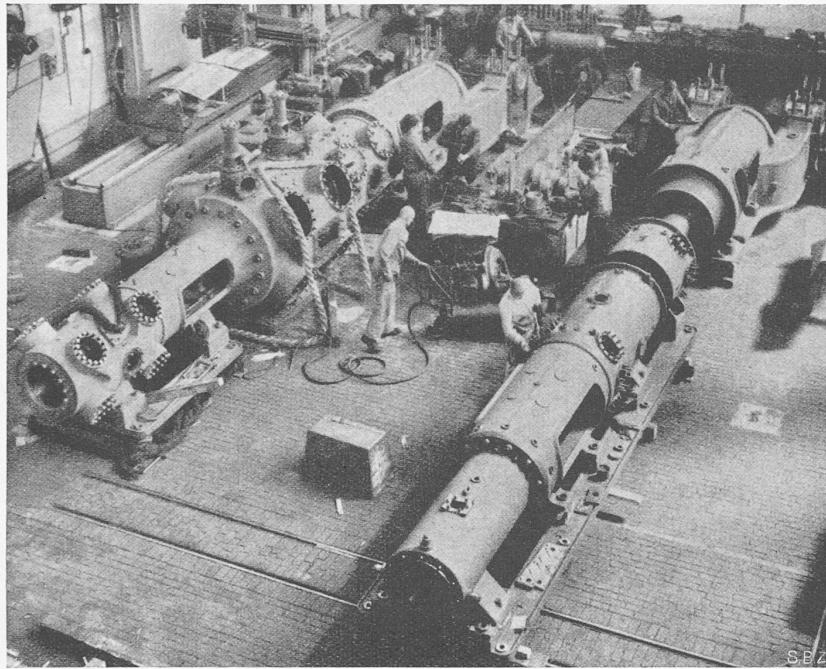


Abb. 1. Links Niederdruckteil (vergl. Abb. 2), rechts Hochdruckteil (vergl. Abb. 3)

Auch im folgenden Referat von Thommen, Baden, wurde auf die Wichtigkeit der äusserst schnellen Abschaltung hingewiesen, wie sie der Druckluftschalter ermöglicht. Doppelstufige Lösung, bei der der Strom der zweiten Stufe durch einen Widerstand begrenzt wird, und Mehrfachunterbrechungen erhöhen noch die Leistungsfähigkeit der Schalter. Als weitere Vorteile neben der erwähnten schnellen Wiedereinschaltung zur Aufrechterhaltung der Betriebskontinuität sind zu nennen die Verhinderung des Aussenrittrittfallens der Generatoren, die Verminderung des durch den Kurzschlusslichtbogen entstehenden Schadens, wie des Abbrandes an den Schaltkontakte. Ferner die leichte Kontrolle und Revisionsmöglichkeit, das Fehlen der Brand- und Verqualmungsgefahr, einwandfreies Arbeiten bei tiefen Temperaturen, der leichte Einbau in bestehenden Anlagen an Stelle alter, ungenügender Schalter. Lichtbilder und ein ausgezeichneter Film illustrierten diese Ausführungen.

Auf den Hartgasschalter machte Dr. Egli, Zürich, aufmerksam. Bei diesem wird das zur Lösung des Lichtbogens notwendige Kunstgas während der Abschaltung im Schalter selbst durch Vergasen fester Bestandteile erzeugt. Rückstände entstehen keine und der Verschleiss ist gering. Die bisher einjährigen Erfahrungen sollen gut sein.

Die Tagung hat gezeigt, welch ganz bedeutende Fortschritte in den letzten Jahren im Schalterbau erzielt worden sind, ermöglicht durch die Zusammenarbeit der Forschungsstätten der Fabrikanten und der ihre Betriebe für Versuche zur Verfügung stellenden Werke.

E. Binkert

Hyperkompressoren der Maschinenfabrik Burckhardt A.G., Basel

Bei der synthetischen Ammoniakherstellung wird ein Gasgemisch aus Wasserstoff und Stickstoff, je nach dem Verfahren, mit einem Druck von 230 bis 1000 at über einen Katalysator geleitet, wobei es sich bei einer Temperatur von 550 bis 600°C, die durch Heizung im Apparat aufrecht erhalten wird, zu flüssigem Ammoniak NH₃ verbindet. Gasreste, die sich der Synthese entziehen, werden von Umwälzpumpen angesaugt und erneut in den Prozess eingeführt. Zur Erzeugung der genannten hohen Drücke werden Kolbenkompressoren mit mehreren, bei Enddrücken von 850 bis 1000 at meist mit 6 bis 7 Stufen verwendet. Der Bau dieser Höchstdruckkompressoren, die eine Spitzenleistung schweizerischer Technik darstellen, ist seit Jahren eine Spezialität der Maschinenfabrik Burckhardt A.G. in Basel, wurden doch bis heute von ihr 33 solcher Maschinen gebaut und weitere 16 anderen Fabrikates auf das System Burckhardt umkonstruiert. Alle diese Maschinen zusammen bewältigen ein Ansaugvolumen von etwa 120 000 m³/h bei einem Leistungsbedarf von rd. 53 000 PS. Ihre

Liefermenge reicht aus zur täglichen Gewinnung von 900 000 kg Ammoniak.

Zwei besonders grosse Einheiten für einen italienischen Besteller befinden sich gegenwärtig in Basel im Bau, von denen die eine in Abb. 1 gezeigt wird. Jede dieser Maschinen ist zweikurbelig gebaut; der Rotor des Elektromotors, der bei 125 U/min 3300 PS leistet, sitzt direkt auf der Kurbelwelle zwischen den Gestellrahmen und dient gleichzeitig als Schwungrad. 9000 m³ Koksgas werden stündlich im Niederdruckteil (Abb. 1 links) in drei Stufen von Atmosphärendruck auf 12 atü verdichtet und dann den Trennungsapparaten zugeführt, wo der von 50 bis 55 Vol% im Koksgas enthaltene Wasserstoff gewonnen wird. Die Hochdruckseite (Hyperkompressor) saugt das Mischgas, bestehend aus drei Teilen Wasserstoff und einem Teil Stickstoff mit 10 atü an und verdichtet es in vier weiteren Stufen auf 850 at. In den Durchmessern der Zylinder, die 1090 mm in der ersten Stufe des Niederdruckteiles und 78 mm in der letzten Stufe des Hochdruckteiles betragen, kommt die hohe Gesamtverdichtung krass zum Ausdruck. Die gewaltigen Abmessungen der Maschinen werden auch illustriert durch folgende Daten: die Kurbelwelle, aus einem Stück geschmiedet, wiegt 11 500 kg, die ganze Maschine hat ein Gewicht von 150 000 kg. Sie ist 18 m lang, 8,5 m breit und benötigt für den Transport 15 Waggons. Abb. 2 zeigt Einzelheiten des Niederdruckteiles, Abb. 3 einen Schnitt durch den Hochdruckteil.

E. Hablützel

Zur Definition der Lautheit

Eine befriedigende Definition der Lautstärke gibt es nicht. Ueblich ist bekanntlich die folgende:

$$\text{Lautstärke } L = 20 \log \frac{p}{p_0} \text{ Phon, worin}$$

p = Schalldruck des «gleichlauten» Normalschalls von 1000 Hz, p_0 = Schwellenwert des Schalldrucks bei 1000 Hz, festgesetzt zu 0,0002 dyn/cm²). Erinnern wir an die Vorzüge dieser Definition: Sie stimmt überein mit dem sog. Weber-Fechner'schen Gesetz, demzufolge bei Verdoppelung des jeweiligen «Reizes» p die «Empfindung» um einen konstanten Betrag (hier 20 Log 2) «zunimmt». (Der Faktor 20 bewirkt, dass ein Zuwachs der Lautstärke dann eben noch wahrgenommen wird, wenn er von der Grössenordnung 1 Phon ist.) Die Uebereinstimmung mit diesem allerdings vagen und zweifelhaften Gesetz hat jedenfalls den Vorteil der handlichen logarithmischen Skala: Einem 10-fachen Schalldruck entspricht eine Zunahme der Lautstärke um blos 20 · 5 = 100 Phon; dem kaum mehr hörbaren Schwellenwert p_0 entspricht gerade die Lautstärke 0.

Demgegenüber hebt Karl Willy Wagner in «Hochfrequenztechnik und Elektroakustik» vom Juli 1938 (Bd. 52, H. 1) die Nachteile einer logarithmischen Definition der Lautstärke hervor. Ein Beispiel: Bewirkt eine Schallabdichtung eine Herabsetzung des Schalldruckes auf die Hälfte, so stellt sich diese technische Leistung, in Phon ausgedrückt, nur ausnahmsweise als eine Verbesserung um 50% dar, sondern einfach als eine Verminderung der Lautstärke um rd. 6 Phon, das sind zwar 50%, wenn die ursprüngliche Lautstärke gerade 12 Phon, aber nur 10%, wenn sie 60 Phon betrug. Der Kunde, oder, im Streitfall, ein in logarithmisches unbewanderter Richter, werden das aber nicht verstehen. Oder: Ein Konstrukteur, der es fertig bringt, den Schalldruck einer Schreibmaschine auf 1/3 zu reduzieren, wird bei einer unwissenden Geschäftsleitung wenig Anerkennung finden, da der Phonwert ja lediglich von beispielsweise 70 auf 56 abgenommen hat. Deshalb nennt K. W. Wagner den heutigen Lautstärkebegriff «fortschrittsfeindlich und absatzhindernd».

Ein Vergleich: Man fülle den Rucksack einer Versuchsperson sukzessive mit Gewichten und vergleiche ihre Angaben über die jeweils «empfundene» mit der jeweils wirklich eingefüllten Last. Die Kluft zwischen Schätzung und Wirklichkeit wird umso grösser sein, je weniger geübt die Versuchsperson in der Zuordnung zwischen der Lastempfindung und dem entsprechenden Wert der konventionellen kg-Skala ist. Ebenso wird eine Versuchsperson,

¹) Vgl. F. M. Osswald: Decibel, Phon—Dauerton und Stärkstimpulse, «SBZ», Bd. 111, Nr. 9, S. 99*. Die dort wiedergegebenen «Kurven gleicher Hörlautheit» von Fletcher und Munson gestatten, aus der Höhe und dem Schalldruck eines reinen Dauertons den Schalldruck p des gleichlauten Normalschalls zu ermitteln.