

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 20

Artikel: Neue Regeln der Wärmebedarfsberechnung
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-54052>

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: 17.01.2026

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

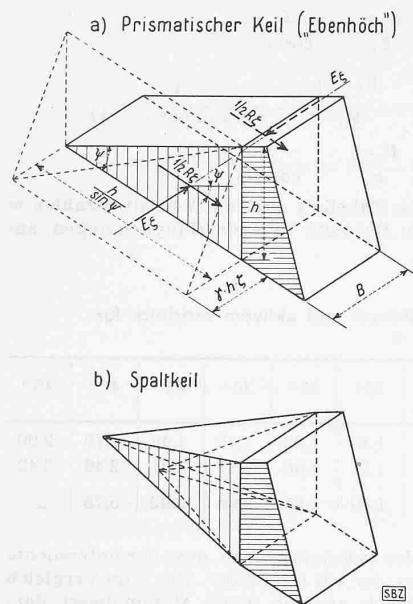


Abb. 9. Erdkeilbildung hinter Einzellementen (Schema)

$$E_p = E_g B + 2 \frac{R_z}{2} \cos \psi \quad (\text{für } \delta = 0) \quad (14)$$

Daraus ergibt sich für den Wirkungsgrad des Einzelpfeilers:

$$\eta_p = \frac{E_p}{E_g B} = 1 + \frac{R_z}{E_g} \frac{\cos \psi}{B} \quad \dots \quad (15)$$

Geht man z. B. von den in Abb. 9 dargestellten Verhältnissen aus und bezeichnet die Ruhedruckziffer mit ζ , so berechnet sich die resultierende Reibung R_z auf die beiden Seitenflächen des Erdkeils zu:

$$\psi = \varphi: R_z = 2 \gamma \zeta h \frac{h}{\sin \psi} \frac{h \cos \psi}{3} \frac{h^3}{3} \quad (16)$$

Setzt man in Gleichung (15) R_z nach Gleichung (16) und E_g nach Gleichung (12, c) ein, wobei $\psi = \varphi$ vorausgesetzt wird, so erhält man folgenden Ausdruck für den Wirkungsgrad des Pfeilers:

$$\eta_p = 1 + \frac{4}{3} \frac{\zeta}{b} \cos \psi (1 - \tan^2 \psi) = 1 + \frac{f(\psi)}{b} \quad (17)$$

$$f(\psi) = \frac{4}{3} \zeta \cos \psi (1 - \tan^2 \psi)$$

ζ = Ruhedruckziffer bezogen auf die Seitenflächen des Erdkeils

$$b = \text{relative Elementbreite} = \frac{B}{h}$$

Für $\zeta = \frac{3}{4}$ und verschiedene Werte ψ als Parameter ergibt

sich die in Abb. 10 dargestellte Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der relativen Elementbreite b . Allgemein ist eine Zunahme von η_p mit abnehmender Elementbreite festzustellen. Die theoretischen Grenzfälle $\eta_p = \infty$ für $b = 0$ und $\eta_p = 1$ für $b = \infty$ entsprechen den Asymptoten der gleichseitigen Hyperbeln. Diese analytischen Betrachtungen gelten jedoch nur sehr angenähert für einen kleinen Bereich der relativen Breite b und liefern deshalb nicht mehr als einen ersten schematischen Einblick in die in Wirklichkeit viel komplizierteren Verhältnisse. So ist vor allem die Parallelität der seitlichen Begrenzungsfächen des Erdkeils (Abb. 9a), die den Gleichungen (15) und (16) zu Grunde liegt, nicht immer erfüllt, indem namentlich bei schmalen Pfeilern die Tendenz zur Bildung eines Spaltkeils besteht (Abb. 9b). Wenn z. B. die abgleitenden Schneemassen einer Schneebrettawine seitlich ausweichen können, so wird man in der Regel beobachten, dass sich hinter dem festen Pfeiler ein eigentlicher Spaltkeil aus Schnee bildet (Abb. 9b und 11).

Handelt es sich an Stelle eines unten festgegründeten Einzelpfeilers um einen von oben festgehaltenen Baukörper nach Abb. 3a, so bleibt obiger Berechnungsgang zur Ermittlung des Wirkungsgrades grundsätzlich ähnlich, jedoch mit dem Unterschied, dass an Stelle des Kriechdruckes meistens der passive Erddruck in Rechnung zu setzen ist. In diesem Falle können auch die einschlägigen experimentellen und theoretischen Untersuchungen über Ankerplatten herangezogen werden [6].

Pfeiler dadurch vollziehen, dass man sich nach Abb. 9 einen Erdkeil von der Form eines sogenannten «Ebenhöch» (Lawinenbrecher) vorstellt, der oben und auf den Seiten durch drei ebene Gleitflächen gegen die kriechende Masse abgegrenzt ist. Den totalen Kriechdruck E_p auf den Pfeiler erhält man demnach, indem man zum Gleitdruck $E_g B$ auf eine Wand von der Breite B noch die Horizontalkomponenten der durch die Seitendrücke E_z erzeugten Reibungskräfte $\frac{1}{2} R_z$ in den beiden Seitenflächen hinzufügt. Ist R_z parallel zur Böschung gerichtet, so folgt:

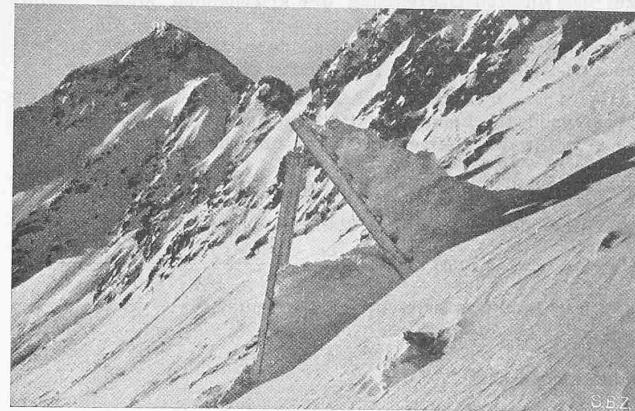


Abb. 11. Spaltkeilbildung am grossen Schneedruckapparat auf dem Weissfluhjoch infolge Niedergang einer Schneebrettawine

Bezüglich der Lage des Kriech- bzw. Gleitdruckes, über die bisher nichts gesagt wurde, herrscht noch grosse Unsicherheit. Zweifellos hängt sie in erster Linie von der Art der Relativ-Bewegung zwischen Bauwerk und Erdkörper und damit von der Lage des Momentanzentrums dieser Bewegung ab. Außerdem spielen die Eigenschaften des Bodens eine ausschlaggebende Rolle. Vergleichshalber sei erwähnt, dass z. B. der Kriechdruck der Schneedecke theoretisch nicht im unteren Drittel der Stützwand, sondern in der Mitte angreift. Durch Messungen an Schneedruckapparaten wurde die hohe Lage des Kriechdruckes bestätigt [4].

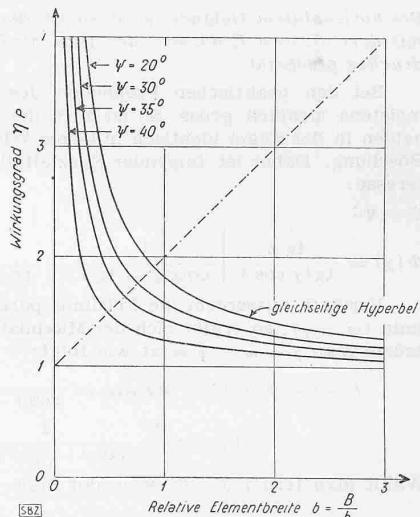


Abb. 10. Theoretischer Wirkungsgrad von Einzellelementen

Neue Regeln der Wärmebedarfsberechnung

Die auch für die schweizerische Heizungstechnik stets massgebend gewesenen deutschen Regeln der Wärmebedarfsberechnung von Gebäuden DIN 4701 sind nach 15 Jahren Anwendung einer Neufassung unterzogen worden, über die Prof. Dr. Gröber in «Heizung und Lüftung», Bd. 18 (1944), Nr. 718, ausführlich berichtet. Ihr Hauptmangel war allgemein ein etwas zu hoher Gesamtwärmebedarf, festzustellen an der Tatsache, dass stets mit wesentlich unter der Berechnung liegenden Heizwasser-temperaturen auszukommen war. Ein weiterer Mangel war, dass stark eingebaute Räume mit wenig oder keiner Außenfläche zu wenig (oder gar keine) Heizfläche erhielten im Vergleich zu solchen mit mehreren Außenflächen. Die Ueberbemessung der Anlagen, die wohl zu milden Heizflächentemperaturen, aber auch zu heute unzulässiger Materialverschwendungen und Unwirtschaftlichkeit im Kesselbetrieb führte, musste beseitigt werden. Ferner verlangte der grosse Zeitaufwand für die meist noch von jedem Bewerber eigens durchzuführende Wärmebedarfsberechnung eine Vereinfachung ohne Einbuße an Genauigkeit. Da bei einem Heizkörper von zehn Gliedern die Wegnahme oder das Anfügen eines Gliedes in der Raumtemperatur gerade noch wahrnehmbar ist, genügt eine Genauigkeit von $\pm 10\%$.

Die deutschen Regeln (DIN 4701) sind Bestandteil der Submissionsordnung im Bauwesen. Sie enthalten auch die wichtigsten Forderungen an die Wärmefidichtheit der Gebäude, wofür der Heizungsfirma eine gewisse Verantwortung zugeschrieben ist, wenn seitens des Architekten allzu grobe Verstöße vorkommen sollten. Um die grosse Mehrzahl der Normalfälle nicht mit einem komplizierten Verfahren zu belasten, sind die Sonderfälle, die grös-

sere Genauigkeit und Würdigung weiterer Einflussfaktoren erfordern, getrennt behandelt. Des weiteren werden die Zuschläge für Betriebsunterbruch nicht mehr auf die einzelnen Flächen, sondern auf den zuschlagfreien Wärmebedarf des Raumes gemacht. Neu aufgenommen wurde hiefür der von Krischer (vgl. Buchbesprechung in SBZ, Bd. 121, S. 71, 1943) eingeführte Begriff der mittleren Wärmedurchlässigkeit der Raumumgrenzung $D = k_m (F_a : F_g)$; gewissermassen eine Masszahl für die Unvollkommenheit des Wärmeschutzes eines Raumes. Die Betriebsunterbrechung wird schärfer als die Unterbrechung in der Vollerwärmung der Räume definiert und die Unterbrechung in der Wärmeleitung wird an ihre Stelle ausserhalb der Wärmebedarfsberechnung gestellt. Ein Windzuschlag erfolgt, wenn der Windschutz den Raum um weniger als $\frac{1}{3}$ seiner Entfernung übertragt, sodass jetzt auch in engen Strassen die obere Stockwerke damit belastet werden können. Die Zuschläge für Himmelsrichtung sind niedriger als früher, bei Süd- und Südost-Richtung sogar negativ, weil keine Veranlassung vorliegt, damit den ganzen Wärmebedarf zu erhöhen, sondern nur die Heizflächenverteilung besser den Verhältnissen anzupassen.

Die früher normierten Innentemperaturen auch für Bauten besonderer Zweckbestimmung wurden fallen gelassen, da diese praktisch nur in einer Beratung mit der Betriebsleitung festgesetzt werden können. Die Tabelle mit den Temperaturen für angrenzende Räume und für Erdreich wurde besser gegliedert und nach der Aussentemperatur abgestuft. Leider sind die umfangreichen Zahlentafeln über die Wärmedurchgangszahlen der gebräuchlichen Baustoffe und Baukonstruktionen wegen des damit verbundenen Zeitaufwandes noch nicht überarbeitet und ergänzt worden. Einzig die k -Zahlen der Türen und Fenster wurden auf den reinen Wärmedurchgang reduziert und die Fugenundichtheiten beim Windzuschlag berücksichtigt. Für die Sonderfälle (aussergewöhnlich schwere oder leichte Bauweise, lange Betriebsunterbrechung, besondere Grösse und Höhe der Räume, freie Lage) sind Richtlinien als Anhang beigegeben, die später noch wesentlich gründlicher und umfangreicher erscheinen sollen.

Die neuen Regeln, von einem Ausschuss führender Fachleute durchberaten und von einer Anzahl bedeutender Berliner Heizungsfirmen praktisch erprobt, wurden vor kurzem von der Geschäftsstelle des Deutschen Normenausschusses herausgegeben.

Druckluftschalter und Netzschatz

Bericht über Vorführungen bei Brown Boveri in Baden

Auf den 24. und 25. Oktober 1944 hatte die Firma Brown Boveri Werkleiter und weitere Interessenten zu einer Vorführung über eine neu entwickelte Reihe von Druckluftschaltern¹⁾ und damit zusammenhängende Fragen des Netzschatzes nach Baden eingeladen, um zu zeigen, was seit den letzten Vorführungen gelegentlich der Einweihung des Hochspannungs-Laboratoriums²⁾ entwickelt und gearbeitet worden ist. In einer kurzen Begrüssungsansprache wies der Delegierte des Verwaltungsrates, Dr. M. Schiesser, hin auf die durch den Abschluss unseres Landes vom Weltmarkt bedingten Schwierigkeiten einerseits, auf das gütige Geschick anderseits, das uns ermöglicht, am Ausbau und Aufbau zu arbeiten. Dieses Geschick verpflichtet uns zum festen Willen, alle sicher noch kommenden Schwierigkeiten zu überwinden und das Letzte zu geben, um unserem Land zum Gedeihen zu helfen.

Im Kurzschlusslhaus wurde dargelegt, wie durch eingehende Versuche und Forschungsarbeit aus der seit Jahren von der Firma hergestellten und verkauften Reihe von Druckluftschaltern eine neue Reihe entwickelt wurde, die sich vor allem durch kleinere Gewichte, kleinere bewegte Massen und damit verbundene Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit, kleinern Luftverbrauch pro Schaltung, sowie durch Vereinfachung des mechanischen Antriebs kennzeichnet. Die Fortschritte wurden grundsätzlich möglich durch Verbesserung der Strömungsverhältnisse und durch allgemeine Anwendung eines Schalterwiderstandes. Dieser Widerstand macht den sonst stark frequenzempfindlichen Druckluftschalter von der Höhe der Eigenfrequenz des Kurzschlussstromkreises weitgehend unabhängig, indem er den Anstieg der wiederkehrenden Spannung zu verlangsamen erlaubt. Der Schalterlichtbogen erhält dadurch Zeit, wieder elektrische Festigkeit zu gewinnen.

Anhand einiger Modelle wurde die Wirkung dieses Schalterwiderstandes zur Verminderung von Ueberspannungen beim Leerschalten von Transformatoren, der Vergleich der Wasserströmung in zwei verschiedenen geformten Rohrkrümmern für

Druckluft, sowie die mechanische Dämpfung der bewegten Massen mittels Luftpolstern vorgeführt. Diese bewegten Massen konnten gegenüber der früheren Schalterreihe auf rund $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ herabgesetzt werden. Der konstruktiven Vereinfachung dient ein neuer Steuerblock und die Verlegung des Antriebkolbens in den Druckbehälter.

Weitere Versuche zeigten auf dem Leuchtschirm eines kleinen Kathodenstrahl-Oszilllographen den Verlauf der wiederkehrenden Spannung an verschiedenen Stellen eines Netzmodells mit Transformatoren und Leitungen, wie auch den Einfluss von Belastungen und Strombegrenzungsdrosselpulen. Mit dem mit Schalterwiderstand versehenen neuen Schalter der Reihe 20 kV wurden zwei Abschaltungen einer Kurzschlussleistung von 200 MVA vorgeführt. Ueber der Dämpferkammer war nur eine leichte Feuererscheinung sichtbar.

Die Druckluftschalter sind besonders geeignet für rasches Wiedereinschalten. Sie erhalten zu diesem Zweck einen zweiten Druckluftbehälter für den üblichen Betriebsdruck von rd. 14 atü. Die Wirkung des raschen Wiedereinschaltens der Betriebsspannung nach diesem vorübergehenden Kurzschluss («Kurzschluss-Fortschaltung») wurde sehr anschaulich demonstriert an einer 20 kV-Uebertragung mit Transformator und belastetem 135 kW-Motorgenerator, dessen Schlupf und Rotorwinkel im asynchronen und synchronen Betrieb mittels eines Stroboskops dem grossen Zuschauerkreis deutlich sichtbar war. Bei einer spannungslosen Dauer von 0,2 bis 0,3 s rutscht der belastete Rotor einige Polteilungen bezw. Perioden zurück, synchronisiert sich aber beim Wiedererscheinen der Spannung sofort wieder ohne Schwierigkeit.

Als Ergänzung wurde die Wirkung eines Leistungstrennschalters (Lastschalters) im Vergleich zu einem üblichen Trennschalter vorgeführt. Während dieser bei einem Strom von wenigen A bereits einen kräftigen Oeffnungslichtbogen entstehen lässt, können mit dem Leistungstrennschalter, der sich seine Druckluft mittels einer gespannten Feder und eines kleinen Druckzylinders selber erzeugt, merklich grössere Ströme ohne wesentliche Lichtbogenbildung abgeschaltet werden. — Um schliesslich den Vorteil der Vermeidung aller brennbaren Flüssigkeiten beim Druckluftschalter zu illustrieren, zeigte man die Wirkung eines Kurzschlusslichtbogens auf 1 Liter Schalteröl im Freien vor dem Kurzschlusslhaus. Es entstand ein beträchtlicher Rauchwirbel, der in Innenraumanlagen ohne Zweifel ausserordentlich unangehme Folgewirkungen haben würde.

Diese Vorführungen im Kurzschlusslhaus fanden ihre Ergänzung durch eine Schaustellung der möglichen Einbauarten von Druckluftschaltern und ihrer Druckluftanlagen. Der Wegfall des Oels ermöglicht grundsätzlich den Wegfall der Zellenbauweise. Um trotzdem für Revisionszwecke einzelne Schaltfelder abtrennen zu können, schlagen Brown Boveri eine Bauweise vor, bei der Eternitplatten vorübergehend in die Eisenkonstruktion eingeschoben werden können. BBC baut normale Kompressoranlagen mit 3,5, 7,5 und 18 m³/h Förderleistung bei 25 atü Kesseldruck, ausserdem einen kleinen Kompressor für einzelne Schalter.

Im neuen Hochspannungslaboratorium wurde die Abstufung der Isolation des Druckluftschalters gegen Erde und über die offene Trennstrecke gezeigt. Ueberschläge traten stets gegen Erde auf, nicht aber über die offene Trennstrecke. Durch Ableiter können die Ueberschläge gegen Erde in der Regel verhindert werden. Ferner konnten hier Drähte verschiedenen Durchmessers unter Wechselspannung und Gleichspannung von rd. 800 kV Höhe verglichen werden. Starke Büschelentladungen traten nur bei dicken Leitern auf, dagegen nicht bei dünnen Drähten, die anderseits bei kleiner Spannung stark glimmen.

Zu den Schaltern gehören die verschiedenen modernen Relais. Für Stichleitungen mit Zeitstaffelung kommt die Wiedereinschaltung beim Speisepunkt in Frage, wobei alle andern Schalter bei einem vorübergehenden Kurzschluss gar nicht auszuschalten brauchen. Für Ringnetze baut Brown Boveri seit Jahren ein besonderes Drehfeld-Distanzrelais für Mittelspannungsnetze, deren Leitungen auf Holzstangen montiert sind, und sodann den komplizierteren Höchstspannungsnetzschutz, der allen Störungsformen gerecht wird. Die Präzision der Druckluftschalter mit ihren modernen Relais erlaubt, Staffelzeiten von 0,2 bis 0,3 s zu erreichen. Eine Neuerung stellen die BBC Signalschaltern dar, die die Art der Relaisfunktion anzeigen; sie werden in einen besonderen Block eingebaut, der auch ausserhalb des Relais montiert werden kann.

Zwei Rundgänge durch die Werkstätten schlossen sich an die ausserordentlich gut organisierten und interessanten Vorführungen an. Als besondere Objekte stachen unter vielen andern hervor z. B. der mächtige Stator eines Rupperswiler Generators, zwei grosse Mutator-Transformatoren, andere mit radial ge-

¹⁾ SBZ Bd. 107, S. 180* (1936). — ²⁾ SBZ Bd. 123, S. 183 u. 194* (1944).