Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 98 (1980)

Heft: 27-28

Artikel: Abbau der Energieverschwendung: Anpassen der Kesselleistung mit der Bemessungsscheibe

Autor: Weiersmüller, René

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-74154

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: 06.01.2026

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

Abbau der Energieverschwendung: Anpassen der Kesselleistung mit der Bemessungsscheibe

Von René Weiersmüller, Schlieren

Durch die im Mittel dreimal zu gross bemessenen Heizanlagen wird in der Schweiz unnötig viel Energie verschwendet. Immerhin könnte diese zunehmend unhaltbar werdende Situation langfristig geändert werden – ohne dass Kosten entstehen. Dazu müsste beispielsweise bei notwendigen Anlageerneuerungen eine genaue Nachbemessung vorgenommen werden. Die hier beschriebene Bemessungsscheibe wurde dafür entwickelt. Der Nutzen dieses einfachen und billigen Hilfsmittels könnte, falls verbreitet angewendet, gross sein.

Die vernachlässigte Heizleistung

In der *Energiespardiskussion* gewinnt auch die *Raumwärmeerzeugung* zunehmend an Aktualität. So hat der Bund zwei Reglemente zur Begrenzung der Abgas- und Bereitschaftsverluste für öl- bzw. gasbefeuerte Heizkessel vorbereitet. Der allein massgebende Jahreswirkungsgrad η_j ist nach [1]

$$\eta_j = \eta_k \frac{\alpha - q_B}{\alpha (1 - q_B)}$$

oder näherungsweise

$$\eta_j = \eta_k \frac{\alpha - q_B}{\alpha}$$

Die üblicherweise benutzte Formel

$$\eta_j = \eta_k \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha} - 1\right) q_B + 1}$$

ist nicht richtig! Sie ergibt selbst in Fällen ohne Nutzenergieabgabe einen Jahreswirkungsgrad $\geqslant 0\%$.

Der *Kesselwirkungsgrad* η_k – in erster Näherung mit dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad identisch – beeinflusst den Jahreswirkungsgrad linear. Bei kleineren Auslastungen α dagegen nehmen die *Bereitschaftsverluste* q_B überproportional zu. Von grösster Wichtigkeit sind somit nicht nur die Bereitschaftsverluste, sondern ebenso die *mittleren, jährlichen Auslastungen*. Ein dreifach bemessener Kessel mit zwei Prozent Bereitschaftsverlust kommt beispielsweise auf einen noch etwas schlechteren Wirkungsgrad als ein richtig ausgelegter Kessel mit einem Bereitschaftsverlust von sechs Prozent!

Relativ niedrige Bereitschaftsverluste werden also in Zukunft bei Neuanlagen zum Standard gehören; sie verändern sich bei konstanten Kesselbetriebstemperaturen nur unwesentlich. Der feuerungstechnische Wirkungsgrad wird vermehrt auch durch Feuerungskontrolleure gemessen – *ausser der Auslastung bzw. der Dimensionierung* wird somit alles genau überprüft.

Auslegung im Neubau

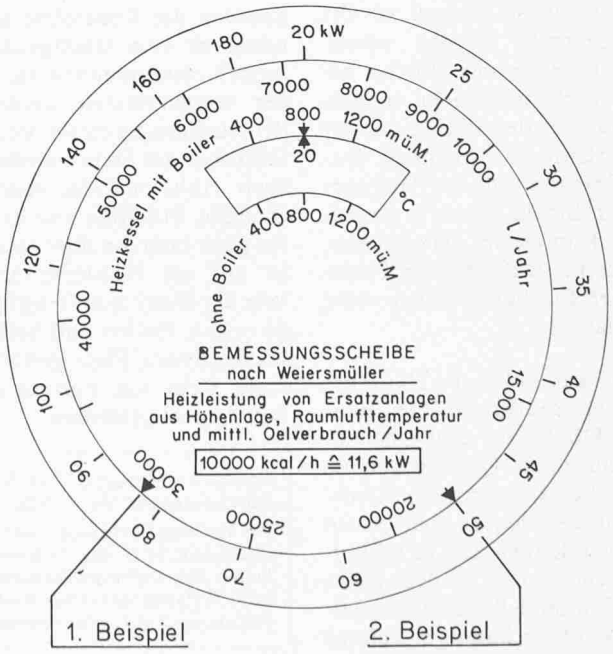
Bei Neubauten wird die Heizleistung nach den einschlägigen Richtlinien berechnet. Je nach Gebäudeausführung wird so meistens eine recht beachtliche Überbemessung erhalten. Diese Unstimmigkeiten werden sich langfristig nicht mehr halten können, wie auch die noch heute üblichen Aufrundungen der Branche. Ebenso werden die Wünsche der Bauherren nach der nächstgrösseren Anlage eines Tages ausbleiben.

Auslegung im Altbau

Ist ein *Kesselersatz* nötig geworden, wird in der Praxis meistens die gleiche bzw. aus bekannten Gründen oft eine noch etwas grössere Leistung installiert. Die Gelegenheit, langfristig im grossen Stil eine unnötige und nichts einbringende Energieverschwendung im Heizraum abzubauen, verstreicht so ungenutzt. Neben der teilweise mangelhaften Ausbildung der Feuerungsfachleute und der möglichen Aussicht auf etwas mehr Gewinn (durch einen grösseren Kessel) ist vor allem das *Fehlen eines einfachen Bemessungsinstrumentes* der Grund für die Misere. Die üblichen Methoden (Messen von Auslastung und Aussentemperatur, rechnen der jährlichen Vollbetriebsstunden aus dem Ölverbrauch bzw. das Ablesen vom Stundenzähler) scheinen immer noch sehr anspruchsvoll zu sein, vor allem auch, was die Interpretation der Daten betrifft.

Die Bemessungsscheibe – eine mögliche Lösung

Ausgangspunkt für eine Bemessung ist die *Auslegungstemperatur*. Im ungünstigsten Fall (keine innere Abwärme, keine Sonneneinstrahlung) läuft dann der Kessel praktisch auf Vollast. Bei halb so grossem Temperaturunterschied Innen/Aussen muss der richtig dimensionierte Kessel nur etwa die halbe Heizleistung erbringen – *unabhängig*



Welche Heizleistung wird für den Ersatzkessel benötigt?

1. Beispiel: 10-Familien-Haus, 800 m ü. M., Raumlufttemperatur 20 °C, bisheriger Ölverbrauch 30000 l/Jahr (Gebäude schlecht wärmegedämmt), mit Trinkwasserwärmer.
Ablesung (auf Scheibe): effektiv notwendige Heizleistung etwa 85 kW.

2. Beispiel: 10-Familien-Haus, 800 m ü. M., Raumlufttemperatur 20 °C, bisheriger Ölverbrauch 18000 l/Jahr (Gebäude gut wärmegedämmt), mit Trinkwasserwärmer.
Ablesung (auf Scheibe): effektiv notwendige Heizleistung etwa 50 kW.

von der Art des Gebäudes bzw. dessen Heizleistungsbedarfs. Ein richtig ausgelegter Kessel in einem Einfamilienhaus ist also jeden Tag nahezu gleichlang in Betrieb wie der im 40-Familien-Haus. Da auch die jährlichen Vollbetriebsstunden bei entsprechenden Bereitschaftsverlusten gleich gross sind, ist also auch der auf *die Kesselleistung bezogene spezifische Ölverbrauch* ähnlich gross. Die Abgasverluste spielen eine untergeordnete Rolle. Es muss somit möglich sein, aus dem bekannten jährlichen Ölverbrauch die effektiv notwendige Heizleistung nachträglich recht genau zu bestimmen [2, 3]:

Von offenkundigen Extremfällen abgesehen, sind die jahreszeitlichen Temperaturverläufe und somit auch die Auslegungstemperaturen auf der Alpennordseite als Funktion der Höhe über Meer bekannt [4]. Der Betrag der inneren Abwärme ist im Mittel ebenfalls geläufig,

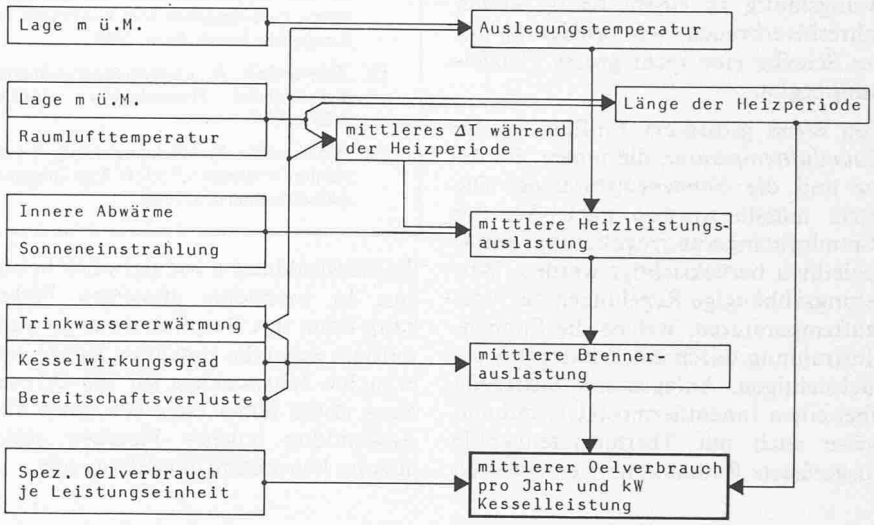
Für die Bemessungsscheibe müssen gewisse Vereinfachungen getroffen werden, die allerdings nicht zu grösseren Abstrichen an die Genauigkeit der Scheibenresultate führen dürfen. Ausser der mittleren Raumlufttemperatur und den Bereitschaftsverlusten muss bei Kombiheizungen auch noch der *Energieanteil für die Trinkwassererwärmung* bekannt sein. Eine Untersuchung hat gezeigt: Bei kleinen Anlagen sind die Bereitschaftsverluste durchschnittlich grösser als der Aufwand für die Trinkwassererwärmung, bei grösseren Anlagen ist es umgekehrt. Wenn nun unabhängig von der Kesselleistung ein gleichbleibender Energieanteil zur Dekkung der Bereitschaftsverluste *und* der Trinkwassererwärmung angenommen wird, können diese Einflüsse berücksichtigt werden (vgl. Tabelle im Anhang).

der Anteil der tatsächlich nutzbaren Sonneneinstrahlung abschätzbar [5]. Mit einem Computer und dem entsprechenden Programm kann dies alles im Mittel berücksichtigt werden, zusammen mit den durchschnittlich grösseren Bereitschaftsverlusten der Kombi- und Mehrstoffkessel [6]. Ja selbst mittlere Bereitschaftsverluste als Funktion der Kesselleistung können so eingebaut werden.

Mit Heizkesseln ohne Trinkwassererwärmung ist eine Leistungsabstufung der Bereitschaftsverluste über den Anteil für die Trinkwassererwärmung unmöglich. Bei einem von der Kesselleistung unabhängigen, mittleren Bereitschaftsverlust von drei Prozent werden leistungsstarke Kessel unwesentlich zu klein bzw. Kleinkessel unwesentlich zu gross; die Fehler sind aber in Anbetracht der sowieso nicht exakt erfassbaren mittleren Raumlufttemperatur vernachlässigbar.

Anhang

Spezifischer Ölverbrauch einer richtig bemessenen Heizanlage (Ablaufschema)



Berechnungen

Auslegungstemperatur ϑ_a für die Heizanlage

$$\vartheta_a = -(h \cdot 0{,}0055°/m + 8° + T) \quad [°C]$$

h: Höhenlage Meter ü. M.
T: zusätzliche Reserve für Trinkwasserwärmer (entsprechend 4,6°)

Länge *d* der Heizperiode (Heizgrenze: $\vartheta_i - 6$ °C)

$$d = h \cdot 0{,}082\,d/m + (\vartheta_i - 20)\,14{,}5\,d/° + 205\,d \quad [Tage]$$

ϑ_i: Raumlufttemperatur

Massgebender mittlerer Temperaturunterschied ΔT_H für die Heizanlage

(Sonneneinstrahlung und innere Abwärme – Tag und Nacht – im Mittel entsprechend 4 °C)

$$\Delta T_H = \frac{h \cdot 2{,}22°\,d/m + (\vartheta_i - 20)\,350\,d + 2980°\,d}{h \cdot 0{,}082\,d/m + (\vartheta_i - 20)\,14{,}5\,d/° + 205\,d} - 6° \quad [°C]$$

Heizanlagenverluste

Verluste	Heizung ohne Trinkwassererwärmung	Heizung mit Trinkwassererwärmung
Rauchgasverluste	13 %	13 %
Bereitschaftsverluste	3 %	11 %
Energieanteil für Trinkwassererwärmung		

Genauigkeit

Es ist erstaunlich, wie zuverlässige Resultate bis jetzt mit der Scheibe erhalten worden sind, obschon zu ihrer Berechnung mehrere Annahmen zugrunde gelegt wurden. Die mit der Scheibe bestimmten Leistungen lagen mehrheitlich um 10 bis 20 Prozent über dem tatsächlich notwendigen Leistungsbedarf. Eine solche Überbemessung ist immerhin um rund einen Faktor 10 tiefer, als wenn der Heizleistungsbedarf nach den üblichen Methoden ausgerechnet würde. Diese vernachlässigbare Überdimensionierung wird aber nicht durch «das liebe Kind der Branche» – den Aufrundungen sicherheitshalber – verursacht. Vielmehr ist der Wirkungsgrad von den im heutigen Zeitpunkt noch installierten Anlagen vielfach deutlich schlechter als in der Scheibenberechnung angenommen; der grössere Ölverbrauch ergibt dann mit der Scheibe auch eine etwas höhere Heizleistung. Eine Genauigkeitsverbesserung wäre natürlich möglich, wenn nämlich der Ölverbrauch von Heizkesseln mit besonders schlechtem Wirkungsgrad (grosse Überdimensionierung, hohe Bereitschaftsverluste, schlechter feuerungstechnischer Wirkungsgrad) bei Anwendung der Scheibe fiktiv etwas erniedrigt würde. Das oben erwähnte Sicherheitsstreben kann selbstverständlich auch beibehalten bzw. durch einfachste Skalenverschiebung bei der Herstellung der Scheibe um jeden beliebigen Prozentsatz noch weiter ausgebaut werden!

Entgegen allen Erwartungen ist das *Klima* für die *Genauigkeit* weitgehend *unerheblich:* Ein rauhes Klima führt zwangsläufig zu einem relativ hohen Jahresölverbrauch, was wiederum mit der Scheibe eine recht grosse Heizleistung ergibt.

Von etwas grösserem Einfluss ist die *Raumlufttemperatur,* die *innere Abwärme* und die *Sonneneinstrahlung.* Die letzte müsste sowieso nach Art der Raumlufttemperaturregulierung unterschiedlich berücksichtigt werden. Witterungsabhängige Regelungen der Vorlauftemperaturen, welche die Sonneneinstrahlung durch ein Zusatzgerät berücksichtigen, Anlagen mit Steuerung über einen Innenthermostaten und teilweise auch mit Thermostatenventile ausgerüstete Radiatorensysteme nützen die Einstrahlung normalerweise besser aus. In besonders günstigen Fällen kann dann das Resultat etwas genauer werden, wenn die vom alten Kessel verbrauchte Jahresmenge für die Berechnung etwas höher angesetzt wird. Die Anwendung solcher Finessen sollte aber im Normalfall überflüssig sein.

Literaturhinweise

[1] «Planung und Projektierung, Handbuch für die wärmetechnische Gebäudesanierung», herausgegeben vom Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1980

[2] *Weiersmüller, R.:* «Vergeudung in überdimensionierten Heizanlagen». «NZZ», 2. Okt. 1979

[3] *Weiersmüller, R.:* «Heizung richtig dimensioniert = minus 1,5 AKW Typ Gösgen». Aktuelles Bauen, 6, 1979

[4] *Allemann, R.:* «Neue Werte für die Grad- und Heiztage in der Schweiz». Schweiz. Blätter für Heizung und Lüftung, 2, 1971

[5] *Weiersmüller, R.:* «Dimensionierungsprobleme bei Heizanlagen in der Stadt Zürich». Schweiz. Bauzeitung, 26, 1978

[6] René Weiersmüller gibt Auskunft. Energiesparaktion des «Tages-Anzeigers», Zürich, Sept. 1979

Die Scheibe kann zum Aktionspreis von Fr. 2.– in Briefmarken beim SSIV, Auf der Mauer 11, 8001 Zürich, bezogen werden (adressierten und frankierten C5-Briefumschlag beilegen).

Adresse des Verfassers: *R. Weiersmüller,* dipl. Chemiker, Industriestr. 11, 8952 Schlieren.

Die Entstehung des Jupiterrings

Zwei Überraschungen brachten die Vorbeiflüge der amerikanischen «Voyager»-Raumsonden am *grössten Planeten unseres Sonnensystems,* dem Jupiter: Zum ersten Mal wurden *ausserhalb der Erde aktive Vulkane* beobachtet – auf dem *Jupiter-Mond Io.* Und: Um den Riesenplaneten selbst existiert ein *dünner, brillant leuchtender Ring,* der von der Erde aus auch mit den stärksten Fernrohren nicht gesehen werden kann. Die dritte Überraschung lieferten jetzt zwei Wissenschaftler der *Abteilung Kosmochemie* des *Max-Planck-Instituts für Kernphysik* in *Heidelberg: Eberhard Grün* und *Gregor Morfill* wiesen in Zusammenarbeit mit *Torrence V. Johnson* vom *Jet Propulsion Laboratory,* Pasadena/Kalifornien, anhand umfangreicher Rechnungen nach, dass zwischen dem Vulkanismus auf Io und dem Ring um Jupiter eine enge Beziehung besteht. Winzige Ascheteilchen aus den Io-Vulkanen, so die Theorie der beiden Heidelberger Spezialisten für *interplanetaren Staub,* verursachen – auf Umwegen – den Ring. Diese Zusammenhänge bestätigt nach Ansicht der beiden Forscher auch der kürzlich entdeckte *14. Jupiter-Mond.* Bei der Tagung der International Astronomical Union (IAU) in Kona (Hawaii) haben Dr. Grün und Dr. Morfill am 13. Mai erstmals öffentlich über dieses ungewöhnliche Ergebnis berichtet.

Entdeckung

Linda A. Morabito, eine Ingenieurin am amerikanischen Jet Propulsion Laboratory, fand zuerst einen aktiven Vulkan ausserhalb der Erde – auf einem Photo, das *Voyager 1* aus grosser Entfernung vom Jupiter-Mond Io machte. Über seinem Horizont wölbte sich wie ein riesiger Regenschirm eine zunächst «Rauchwolke 1» genannte Erscheinung. Insgesamt acht Vulkane entdeckte Voyager 1. Als die Schwestersonde *Voyager 2* vier Monate später Io erreichte, waren sechs der sieben bei dieser Mission beobachtbaren Vulkane noch immer aktiv, der grösste Vulkan («Rauchwolke 1») allerdings inzwischen erloschen. Io ist etwa so gross wie der Erd-Mond.

Die genaue Auswertung der Voyager-Photoserien zeigte: Die Rauchwolken der Vulkane auf Io sind durchschnittlich etwa 100 Kilometer hoch, die höchste beobachtete Ausdehnung war 300 Kilometer («Rauchwolke 1»). Stark schwefelhaltiges Material wird mit ungeheurer Wucht und etwa 1 Kilometer je Sekunde Geschwindigkeit, also wesentlich ungestümer als zum Beispiel beim Ätna, aus den Vulkanen herausgeschleudert. Dann sinkt der Auswurf schliesslich, von der Schwerkraft Ios angezogen, wieder auf die Oberfläche des Mondes zurück – der überwiegende Teil der Vulkanasche jedenfalls.

Bombardement energiereicher Teilchen

Winzige Teilchen mit Radien kleiner als ein Zehntel Mikrometer (1 Mikrometer = 1 Zehntausendstel Zentimeter) in der Vulkanasche haben jedoch, so berechneten Grün und Morfill, durchaus eine Chance, den Anziehungsbereich Ios zu verlassen. Sobald die Staubpartikel nämlich über die dünne, bis in ungefähr 100 Kilometer Höhe reichende Atmosphäre Ios hinausgeschleudert werden, laden sie sich innerhalb von Sekunden elektrisch auf. Das geschieht entweder durch das Ultraviolett-Licht der Sonne (Photoeffekt) oder – dieser Prozess dürfte vorherrschen – durch das Bombardement energiereicher Plasmateilchen, die in den starken Strahlungsgürteln des Magnetfeldes um Jupiter eingeschlossen sind. Wie die Erde, weist nämlich auch der Jupiter eine weit in den Weltraum hinausreichende Magnethülle auf,

Der wohl aktivste Himmelskörper unseres Sonnensystems ist der Jupiter-Mond Io – hier von der amerikanischen Raumsonde Voyager 2 aus ungefähr 12 Millionen Kilometer Entfernung vor der turbulenten Gashülle der südlichen Hemisphäre Jupiters fotografiert. Bei heftigen Vulkanausbrüchen auf Io, er ist etwa so gross wie der Erd-Mond, werden winzige Ascheteilchen ausgeworfen, die auf Umwegen den Ring um Jupiter verursachen