Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

Herausgeber: Bauen + Wohnen

Band: 7 (1953)

Heft: 2

Artikel: Technisches an Schulbauten

Autor: W.K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-328493

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: 20.02.2026

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

der Wandoberfläche bei 20° Raumtemperatur keine Schwitzwasserbildung möglich ist. Die Kenntnis der Oberflächentemperatur ist neben der Schwitzwasserfrage auch wichtig für die Beurteilung der Behaglichkeit und des Wärmespeichervermögens. Die Behaglichkeit eines Raumes ist um so besser, je höher die Wandtemperatur der Umschließungswände liegt. Tiefe Wandtemperaturen haben eine erhöhte Wärmeabstrahlung des menschlichen Körpers zur Folge, und bekanntlich fühlt sich der Mensch nur bei einer ganz bestimmten Wärmeabgabe wohl. Diese Wärmeabgabe beträgt im Durchschnitt ca. 100 Kalorien in der Stunde. Die tiefsten Oberflächentemperaturen besitzen naturgemäß die Fenster. In diesem Zusammenhang muß auf das sogenannte Lukàcs-Fenster hingewiesen werden, das eine Wärmedurchgangszahl von nur k = 1,25 aufweist, gegenüber den üblichen k-Werten von 2,5 und 4,0 kcal/m²h°.

Die innere Oberflächentemperatur der Wand gibt uns darüber Aufschluß, ob eine ausreichende Behaglichkeit im Raum gewährleistet ist, und was noch besonders wichtig ist, ob an der Wand Schwitzwasserbildung zu erwarten ist, sofern der Taupunkt der Raumluft bzw. die relative Feuchtigkeit ermittelt wird. Die innere Oberflächentemperatur bestimmt sich aus der Beziehung (siehe Tabelle 2):

$$t_w = t_i - \frac{k}{\alpha_i} \cdot (t_i - t_a), \quad {}^0C$$

wobei bezeichnet

t_i = Raumtemperatur
t_a = Außentemperatur

Die Wärmespeicherung der Wand, bezogen auf die Außentemperatur ta ist

$$Q = (t_m - t_a) \cdot (c \cdot \gamma + 10f)\, \delta \quad kcal/m^2$$

hierin ist

t_m = mittlere Wandtemperatur
c = spez. Wärme der Wand
γ = Raumgewicht der Wand
f = Feuchtigkeitsgehalt der Wand in Vol. %

Siehe B+W Nr. 2/1952

Tabelle 2

Die bei den in Zahlentafel 1 angegebenen Mauerverhältnissen und +20° C Innen-, sowie bei Außenmauern —15° C, bei Innenwänden +5° C Außentemperatur sich einstellenden innern Maueroberflächentemperaturen; ferner die höchstzulässigen relativen Feuchtgrade der Raumluft, sofern Schwitzwasserbildung an der Mauerfläche vermieden werden soll.[1]

Mauerart	Wassergehalt der Mauer	Innere Oberflächentemperatur der Mauer °C	Höchster zur Vermeidung von Schwitzwasserbildung bei 20° C Raumtemperatur zulässiger Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft %
	Außenwände		
Vollziegelstein 38 cm dick, 1800 kg/m³	völlig trocken	15,0	72
	sehr günstig	14,0	68
	durchschnittlich	13,1	64
	ungünstig	12,6	62
	extrem ungünstig	12,5	61
Normal gelochte Backsteine, 38 cm dick, 1600 kg/m³	völlig trocken	15,9	77
	sehr günstig	14,8	71
	durchschnittlich	14,0	68
	ungünstig	13,4	65
	extrem ungünstig	13,3	65
Kiesbeton, 50 cm dick, 2200 kg/m³	völlig trocken	14,4	69
	sehr günstig	11,9	59
	durchschnittlich	11,2	56
	ungünstig	10,1	52
	extrem ungünstig	9,4	50
Leichtbeton aus Hochofenschlacke, 50 cm dick, 1000 kg/m³	völlig trocken	18,7	92
	sehr günstig	17,9	87
	durchschnittlich	17,6	85
	ungünstig	17,2	83
	extrem ungünstig	16,9	82
Block-Holzwand, 15 cm dick, 600 kg/m³	völlig trocken	16,7	81
	laboratoriumstrocken	16,4	79
	günstig	16,3	78
	durchschnittlich	16,2	78
	ungünstig	16,1	78
	Innenwände		
Gipsplatten, 6 cm dick, 1000 kg/m³	völlig trocken	16,1	78
	sehr günstig	15,2	73
	durchschnittlich	15,0	72
	ungünstig	14,7	70
Leichtbauplatten aus mineralisierter Holzwolle, 6 cm dick, 400 kg/m³	laboratoriumstrocken	18,2	89
	günstig	18,1	88
	durchschnittlich	18,0	88
	ungünstig	17,9	87
Korkplatten 6 cm dick, 200 kg/m³	laboratoriumstrocken	18,8	93
	günstig	18,8	93
	durchschnittlich	18,75	92
	ungünstig	18,7	92

[1] Nach Hottinger

c. Brennstoffverbrauch

Der Hausbesitzer, der planende Architekt wie auch der Heizungsfachmann wünschen in der Regel, den Brennstoffverbrauch einer Heizungsanlage im voraus möglichst genau zu bestimmen. Der Hausbesitzer will über die zukünftigen Heizkosten orientiert sein, während der Architekt vor allem bei der Bemessung der Kohlenräume am Brennstoffverbrauch interessiert ist.

Noch vor etwa 15 Jahren wurde die Menge für den Brennstoffverbrauch von den Heizungsfachleuten nach Erfahrungswerten und Faustregeln bestimmt. Ab 1934 wurde die sogenannte Heizgradtagtheorie entwickelt, die gestattete, den mutmaßlichen Brennstoffverbrauch mit recht guter Genauigkeit im voraus zu berechnen. Die Heizgradtagtheorie fußt auf Statistiken der Meteorologischen Stationen über die Außentemperaturen. Die sogenannten «Heizgradtage» eines Ortes sind das Produkt aus der Anzahl Heiztagen und der mittleren Temperaturdifferenz zwischen der Innen- und Außentemperatur eines Gebäudes. Der durchschnittliche jährliche Brennstoffverbrauch berechnet sich auf Grund der Gradtagtheorie und der folgenden Beziehung:

$$B = \frac{Q \cdot Gt \cdot Stv.}{\Delta t \cdot Hu \cdot \eta} \text{ kg},$$

hierin bedeutet:

Q = maximale Wärmemenge kcal/h
Gt = Heizgradtage
Stv = tägliche Vollbetriebsstunden
Hu = unterer Heizwert des Brennstoffes kcal/kg
η = Wirkungsgrad der Feuerung
Δt = Temperaturgefälle zwischen Innen und Außen °C

Der spezifische Brennstoffverbrauch je m² Abkühlungsfläche ist analog, wenn k die Wärmedurchgangszahl bezeichnet:

$$B = \frac{k\ (ti - ta) \cdot Gt \cdot Stv}{(ti - ta) \cdot Hu \cdot \eta} = \frac{k\ Gt\ Stv}{Hu \cdot \eta} \text{ kg/m}^2$$

Für normale Wohnhäuser rechnet man mit 14 Vollbetriebsstunden. Bei Koksfeuerung ist für Anlagen mittlerer Größe mit einem Jahreswirkungsgrad von etwa η = 0,6 zu rechnen (Ölfeuerung $\eta \sim$ 0,75). Diese konstanten Werte: Stv, Hu und η zusammengefaßt ergeben:

$$\text{const} = \frac{14}{7000 \cdot 0{,}6} = 0{,}00333$$

Für Orte des schweizerischen Tieflandes, z. B. Zürich, betragen für Heizgradtage nach Hottinger:

bei 18° Raumtemperatur Gt = 2940
bei 20° Raumtemperatur Gt = 3570

Rechnet man im Mittel mit Gt = 3000, dann kann man schreiben für den spezifischen Brennstoffverbrauch:

B = 0,00333.3000.k, kg/m²

$$\boxed{B = 10\,k}$$

Der jährliche Brennstoffverbrauch je m² Außenwandfläche ist also 10.k wobei k die Wärmedurchgangszahl der betreffenden Wand bedeutet. Das heißt, daß eine Wand mit:

k = 1,0 = Brennstoffverbrauch B = 10 kg/m² Koks
k = 1,5 = Brennstoffverbrauch B = 15 kg/m² Koks
k = 2,0 = Brennstoffverbrauch B = 20 kg/m² Koks
k = 4,0 = Brennstoffverbrauch B = 40 kg/m² Koks

Für ein Gebäude mit verschiedenen Außenflächen kann man mit der mittleren Wärmedurchgangszahl rechnen:

$$km = \frac{F_1 k_1 + F_2 \cdot K_2 + \ldots\ldots}{F_1 + F_2 + \ldots.}$$

Neben den Außenflächen entstehen noch Wärmeverluste an nichtbeheizten Räumen wie Keller, Winden usw.; diese zusätzlichen Verluste können bei der Brennstoffbestimmung durch den konstanten Wert 1,2 berücksichtigt werden. Somit lautet die neue Brennstofformel für das schweizerische Tiefland:

$$B = 1{,}2 \cdot 10 \cdot k_m$$

Zahlenbeispiel:

Wohnhaus mittlerer Wärmedurchgangszahl
k_m = 2,0 kcal/m² h grd
F = 350 m²
folgt B = 1,2.10.2.350 = 8400 kg Koks pro Jahr.

Abb. 1: Nomogramm zur Bestimmung der Wärmedurchgangszahl k (kann in Normalformat A4 beim Verfasser bezogen werden (Asylstraße 80, Zürich).

Die untenstehende Tabelle liefert nach Hottinger den spezifischen Koksverbrauch für verschiedene Orte und Höhenlagen der Schweiz

Tabelle 3. Bestimmung des durchschnittlichen jährlichen Koksverbrauchs pro m² Mauer- bzw. Fensterfläche an vier klimatisch sehr ungleichen Orten der Schweiz bei Gebäudeinnentemperaturen von 20 bis 5° C

Ort und Höhe in m ü. M.	Mittlere Tiefsttemperatur	Tiefste mittlere Tagestemperatur	Durchschnittliche Innentemperatur	Gradtagzahl[1]	Erforderliche Mauerdicke	Wärmedurchgangszahl k bezogen auf die Mauer	Wärmedurchgangszahl k bezogen auf das Fenster mit Einfachverglasung	Wärmedurchgangszahl k bezogen auf das Fenster mit Doppelverglasung	Durchschnittlicher jährlicher Koksverbrauch pro m² [2] Mauerfläche	Durchschnittlicher jährlicher Koksverbrauch pro m² [2] Fensterfläche bei Einfachverglasung	Durchschnittlicher jährlicher Koksverbrauch pro m² [2] Fensterfläche bei Doppelverglasung
	°C	°C	°C	Gt	cm	kcal/m²h°C	kcal/m²h°C	kcal/m²h°C	kg	kg	kg
Lugano 276 m	— 7	—10	20	2760	28,0	1,76	6,0	3,0	16,2	55,1	27,6
			18	2200	25,5	1,88	6,0	3,0	13,8	44,0	22,0
			12	1130	18,5	2,28	6,0	3,0	7,6	22,6	11,3
			5	180	10,0	3,06	6,0	3,0	1,8	3,6	1,8
Zürich 493 m	—15	—20	20	3570	41,0	1,34	6,0	3,0	15,9	71,3	35,7
			18	2940	40,0	1,38	6,0	3,0	13,5	58,7	29,4
			12	1670	33,5	1,56	6,0	3,0	8,7	33,4	16,7
			5	480	26,0	1,86	6,0	3,0	3,0	9,6	4,8
Engelberg 1018 m	—20	—25	20	4820	49,0	1,18	6,0	3,0	18,9	96,3	48,1
			18	3990	47,0	1,22	6,0	3,0	16,2	79,7	39,9
			12	2440	40,5	1,37	6,0	3,0	11,1	48,7	24,4
			5	940	34,0	1,55	6,0	3,0	4,8	18,8	9,4
Bevers 1712 m	—25	—30	20	6820	56,0	1,06	6,0	3,0	24,1	136,3	68,1
			18	5610	54,0	1,09	6,0	3,0	20,4	112,1	56,0
			12	3720	48,0	1,20	6,0	3,0	14,9	74,3	37,2
			5	1940	42,0	1,34	6,0	3,0	8,7	38,8	19,4

[1] Berechnet nach den mittleren Monatstemperaturen (1864/1940).
[2] Bei angenommenen vierzehntäglichen Vollbetriebsstunden, einem untern Heizwert des Kokses von 7000 kcal/kg und einem Wirkungsgrad der Heizeinrichtung von η = 60 %.
NB. Der Ölverbrauch beträgt gewichtsmäßig zirka 60 % des Koksverbrauches (Ölfeuerung).

Technisches an Schulbauten

Ygnis-Heizkessel

Wenn wir das Gellert-Schulhaus in Basel, die neuen Schulhäuser in Ebikon, Kriens und Horw, eine neue städtische Fernheizanlage in La Chaux-de-Fonds, die Wohnsiedlungen «Donnerbaum» bei Basel usw. als Begegnungsorte mit dem automatischen Ygnis-Heizkessel bezeichnen, so greifen wir diese Beispiele heraus, um zu zeigen, daß der Ygnis-Kessel dank seiner außerordentlichen Eignung – und nicht zuletzt infolge seiner nachweisbaren Wirtschaftlichkeit – für Schulhäuser und Siedlungsbauten eine besondere Bevorzugung genießt.

Was ist ein Ygnis-Kessel? Um es vorweg zu nehmen, es gibt heute grundsätzlich zwei Kesseltypen, die je nach den Bedürfnissen gewählt werden können: den automatischen Ygnis-Heizkessel für feste Brennstoffe und Heizöl, sowie den speziellen Ygnis-Ölkessel (der bei Bedarf ebenfalls mit festen Brennstoffen – namentlich Inlandkohlen beschickt werden kann, in diesem Falle aber nur halbautomatisch funktioniert). Beide Heizkessel arbeiten nach demselben Prinzip: Verbrennung unter Überdruck im Feuerraum bei absoluter Dichtigkeit und freier Dehnbarkeit aller Kesselteile. Aber beginnen wir einmal unsere «Begegnung» mit dem Äußeren.

Das «Gesicht des Ygnis-Kessels» hat (namentlich beim Modell für feste Brennstoffe) sehr charakteristische Züge. Vier schwere Türen, welche der Kontrolle und der Reinigung dienen, ein stählernes Gewand und zwei symmetrisch angebrachte, nach unten abgeschrägte Kohlenbunker kennzeichnen den Kessel. Beim Spezial-Ölkessel fallen die Kohlenbunker gänzlich weg. Der Innenraum, der dank der großen Öffnungen sehr gut zu übersehen ist, weist ein System nahtloser Röhren und den patentierten Ygnis-Injektorenrost auf. Dieser Rost trägt das Kohlenbett, welches aus den seitlichen Bunkern automatisch – und dem Wärmebedarf angepaßt – gespeist wird. Die ganze Verbrennung ist thermostatisch gesteuert, so daß die Wärmeproduktion ständig dem

Die modernen Gartenanlagen ermöglichen öfters Wechseln der Ruheplätze, je nach Jahreszeit und Wetter. Diesem Umstand Rechnung tragend, haben wir einige leicht versetzbare, elegante Modelle entwickelt, die jeder Anlage zur Zierde gereichen. Wir führen sehr schöne, zweckmäßige Modelle am Lager.

Baumann, Koelliker

A.G. FÜR ELEKTROTECHNISCHE INDUSTRIE ZÜRICH

SIHLSTRASSE 37 TELEFON (051) 23 37 33

wirklichen Bedürfnis entspricht. Werfen wir noch einen Blick auf die Rückseite des Kessels. Hier befindet sich das Elektrogebläse, durch welches die Verbrennungsluft erzeugt wird.

Überraschend ist das für das Ygnis-System charakteristische Flammenbild. Man denke sich eine aus der Kohlenglut intensiv aufsteigende Gasflamme von anfänglich bläulicher, ins hellste Orange übergehender Färbung, die durch sekundäre Luftzufuhr gepackt, in zwei walzenförmigen Spiralwirbeln über dem Kohlenbett rotiert. In dieser Ygnis-Flamme findet durch den von primärer und sekundärer Luftzufuhr erzeugten Druck von 100 mm WS eine reine CO-Verbrennung statt, das bedeutet eine maximale Auswertung der Heizkraft. Diese, dem Ygnis-System eigene, intensive Verbrennung erlaubt auch die Verwendung von billigen Brennstoffen wie Koksgries usw.

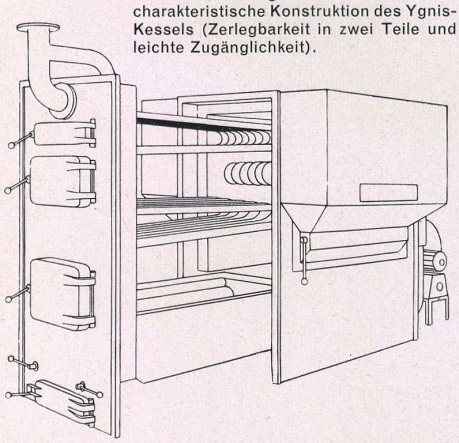
Im Ygnis-Ölkessel arbeitet die Ölfeuerung mit Überdruck im Feuerraum. Durch diese Neuerung und die absolute Dichtigkeit ist eine größere Auswertung der Heizkraft möglich. Außerdem ist dieser Kessel besonders für die Verbrennung von Schweröl konstruiert. In Zeiten von Versorgungsschwierigkeiten – und das wird dem Ygnis-Ölkessel als besonderer Vorteil angerechnet – eignet er sich auch vorzüglich für feste Inlandbrennstoffe. Freilich ist hier Handbeschickung notwendig, wogegen aber die thermostatische Steuerung der Heizleistung nach wie vor funktioniert.

Die durch das Ygnis-System hervorgebrachten Leistungen sind derart hoch, daß bereits die kleinste herstellbare Kesseleinheit 100 000 WE/h produziert. Die größten bisher gebauten Ygnis-Kessel liefern 1 300 000 WE/h. Daraus ergibt sich, daß die überraschend wirtschaftlichen Ygnis-Heizkessel besonders für Anlagen von größerer Bedeutung, wie eben z. B. Schulhäuser und Siedlungen in Betracht kommen.

Bei allen Ygnis-Anlagen, die wir zu Gesicht bekamen, erschien es uns besonders bemerkenswert, daß diese Heizzentralen im Verhältnis zu den Gebäudekomplexen, welchen sie dienen, einen erstaunlich kleinen Platz beanspruchen. Mit diesem, namentlich für den Baufachmann nicht uninteressierten Hinweis möchten wir unseren Bericht beschließen.

W. K.

Diese Abbildung veranschaulicht die charakteristische Konstruktion des Ygnis-Kessels (Zerlegbarkeit in zwei Teile und leichte Zugänglichkeit).



Die elektrische Accum-Niedertemperatur-Strahlungsheizung im Sekundarschulhaus Dübendorf

Im Jahr 1952 erstellte die Gemeinde Dübendorf (zirka 8000 Einwohner) einen Erweiterungsbau am bestehenden Sekundarschulhaus. Dabei ergab die Prüfung der Heizungsfrage, daß der Anschluß des neuen Traktes an die Zentralheizung des bestehenden Gebäudes nicht möglich war, da sie nicht erweitert werden konnte. Es hätte also eine neue Zentralheizung erstellt werden müssen. Wegen ungünstiger Gebäudeverhältnisse wäre der Heizungsraum unter den Grundwasserspiegel zu liegen gekommen. Dies hätte zu einer wesentlichen Verteuerung der Baukosten geführt.

Die zahlreichen guten Erfahrungen mit der elektrischen Niedertemperatur-Strahlungsheizung in anderen Anlagen veranlaßten die fortschrittliche Behörde, ein entsprechendes Projekt ausarbeiten zu lassen.

Der Neubau besteht aus Untergeschoß, Erdgeschoß und Obergeschoß mit zirka 6100 m³ umbautem Raum. Alle Wände sind in Cement- und Backsteinmauerwerk ausgeführt, die Außenwände 40 cm stark. Das Gebäude hat große, doppelverglaste Holzfenster. Die Raumhöhe im Untergeschoß beträgt 3,07 m, in den beiden andern Geschossen 3,20 m.

Zu beheizen waren:

4 Klassenzimmer von je 180 m³	=	720 m³
1 Mädchen-Handarbeitszimmer	=	240 m³
1 Mädchen-Handarbeitszimmer	=	180 m³
1 Lokal für Metallbearbeitung	=	180 m³
1 Lokal für Holzbearbeitung	=	220 m³
1 Lokal Reserve	=	180 m³
Gänge, Lehrerzimmer, Bibliothek, Materialzimmer, Reserveraum, Aborte	=	2280 m³
		4000 m³

Die Verhandlungen mit dem Elektrizitätswerk ergaben, daß ein größerer Anschluß ohne Schwierigkeiten bewilligt werden konnte. Das Werk stellte folgende Bedingungen:

Tarif		Tagesstrom von 06.00 bis 21.00 Uhr	Nachtstrom von 21.00 bis 06.00 Uhr
Die ersten	3500 kWh zu	7,0 Rp.	4,5 Rp.
Weitere	6500 kWh zu	6,5 Rp.	4,0 Rp.
Darüber	zu	6,0 Rp.	3,5 Rp.

Sperrzeiten: Von 07.30 bis 08.30 Uhr
Von 11.30 bis 12.30 Uhr
Von 16.30 bis 18.00 Uhr

Außerdem je nach Notwendigkeit Sperrung mittels der NF-gesteuerten Netzkommando-Anlage des Elektrizitätswerks.

Für den Schulbetrieb gelten folgende Benützungszeiten:

Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag: von 8.00 bis 12.00 Uhr und von 13.30 bis 16.30 Uhr

Mittwoch, Samstag: von 8.00 bis 12.00 Uhr

Einzelne Räume auch abends: von 19.00 bis 21.00 Uhr

Morgens und vor Mittag fällt somit je eine halbe Stunde Stromsperre in die Unterrichtszeit.

Es wurde ein Projekt ausgearbeitet für Niedertemperatur-Strahlungsheizung, wobei folgende Überlegungen berücksichtigt wurden:

1. Dieses System erfordert geringere Anschlußwerte als eine Konvektionsheizung. Die Strahlungsheizung wirkt unmittelbar, so daß die Anheizzuschläge, welche für Konvektionsheizungen bis 30 % ausmachen, wegfallen.
2. Die Sperrzeiten erforderten eine mit wenig Trägheit wirkende Heizung. Wände und Gegenstände sollten zum Ausgleich kurzer Heizungsunterbrüche gut durchwärmt sein.
3. Die Betriebskosten der Niedertemperatur-Strahlungsheizung sind geringer, da niedrigere Raumtemperaturen genügen.
4. Hygienisch und physiologisch entspricht diese Heizung den hohen Ansprüchen für den Schulbetrieb.

Für die Berechnung der Niedertemperatur-Strahlungsheizung wurden folgende Annahmen getroffen:

Tiefste Außentemperatur	—15° C
Raumklima, entsprechend Raumtemperaturen bei Konvektionsheizung von:	
Klassenzimmer	+18° C
Handarbeitsräume und Lehrerzimmer	+20° C
Bibliothek	+15° C
Lokale für Metall- und Holzbearbeitung	+14° C
Gänge	+10° C