



2

L.
192.

Technische Universität
Chemnitz
Universitätsbibliothek

WA

L 19.2

Ergänzungsheft

für den

Unterricht in Heizung und Lüftung

an den Technischen Staatslehranstalten zu Chemnitz

bearbeitet von

B. Wagner.

1898.

(Als Manuskript gedruckt.)

§ 1. **Heizung** ist die Entwicklung und Benutzung von Wärme zu praktischen Zwecken; im besonderen: die künstliche Erwärmung von Räumen unter Anwendung von Brennstoffen.

Heizung geschieht in der Regel durch Verbrennung von natürlichen oder künstlichen Brennstoffen (feste, flüssige, gasförmige).

Chemische Hauptbestandtheile der Brennstoffe sind Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O).

§ 2. Die Verbrennung ist ein chemischer Prozeß, durch welchen Wärme frei wird. Hierzu ist vor allem der Sauerstoff der Luft nötig.

Eine vollkommene Verbrennung wird praktisch nicht erreicht. Mehr wie $\frac{2}{3}$ des theoretischen Heizwerthes der festen Brennstoffe kann nicht nutzbar gemacht werden.

§ 3. Den Wärmeeffekt einer Heiz- oder Feuerungsanlage bemißt man nach Wärmeeinheiten (WE = Cal. = Calorie), d. i. die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 kg Wasser um 1° C zu erhöhen.





Vorgangsbuch

1881

Unterricht in Heizung und Lüftung

an den technischen Lehranstalten in Chemnitz

verfasst von

Dr. Wagner

1881

(Verlagshaus Chemnitz)

§ 1. Heizung ist die Erzeugung und Abfuhr von Wärme in bestimmten Grenzen; im besonderen: die künstliche Erzeugung von Wärme zur Abfuhr von Stoffen.

Heizung geschieht in der Regel durch Verbrennung von festen oder flüssigen Brennstoffen (wie: Kohle, Gas, Öl).

Die Hauptbestandteile der Brennstoffe sind Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O).

§ 2. Die Verbrennung ist ein chemischer Prozess, durch welchen Wärme frei wird. Sie ist von allen der Wärme der Luft nötig.

Die vollständige Verbrennung durch Luft mit Sauerstoff liefert die besten Brennstoffe, die nicht ungenutzt gehen.

§ 3. Ein Brennstoff ist ein Körper, der bei der Verbrennung Wärme abgibt. Man muss unterscheiden (VH = Calorif. d. d. Brennstoffmenge, welche erforderlich ist, um 1 kg Wasser um 1° C zu erhitzen).

Specifische Wärme, Wärmecapazität, = diejenige Anzahl WE, welche nöthig sind, um 1 kg eines Körpers um 1° C zu erwärmen. Es erfordern demnach m kg eines Körpers von der specifischen Wärme s , zu einer Temperaturerhöhung von $t^{\circ} = m \cdot s \cdot t$ WE.

Stoff	1 cbm wiegt bei 0° C in kg (bei 760 mm Druck)	Wärmeeinheiten, welche für 1° Temperatur- erhöhung erforderlich sind	
		pro kg	pro cbm
Wasser	1000	1	1000
Eisen	7500—7800	0,11—0,13	825—1000
Kupfer	8800—8950	0,09	800
Kalkstein	2500—2800	0,2	500—560
Bockstein	1400—2300	0,19—0,24	270—550
Glas	2500—2900	0,18	450—520
Holz (trocken)	450—660	0,5—0,6	225—400
atmosph. Luft	1,2932	0,2374	0,3068

§ 4. Unter Feuerungsanlage im allgemeinen versteht man diejenige Vorrichtung, welche in größerem Maßstabe durch Verbrennung Wärme erzeugt, um diese an irgend einen Körper zu übertragen.

Bei jeder Feuerungsanlage unterscheidet man: Verbrennungs- oder Feuerraum, Heizraum oder Feuerzüge und Schornsteine oder Essen.

Für Planrost und gewöhnlichen Schornstein kann angenommen werden:

Brennstoff	Kg pro qm totale Rostfläche u. pro Stunde	Verhältnis der freien zur totalen Rostfläche
Steinkohle	50—100	$\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$
Braunkohle	100—180	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$
Kof	70—120	$\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$
Holz	70—100	$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$
Torf	80—100	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$

Für freistehende Schornsteine gibt es allgemein gültige Formeln nicht. In erster Linie befolge man die praktische Regel, daß die Höhe nicht unter 18 bis 20 m betragen und im übrigen stets ihre

Spezielle Eigenschaften des ...
welche ...
...
...

Stoff	bei 700 mm Quecksilber		Stoff
	pro %	pro cm	
Eisen	0,12	1000	
Aluminium	0,12	825-1000	
Stahl	0,12	800	
...

...
...
...

...
...
...

...
...
...

Stoff	pro %	
	pro cm	pro %
...
...
...
...
...

...
...
...

nächste Umgebung überragen soll, sowie daß der Schornsteinquerschnitt etwa = der zugehörigen freien Kostfläche sei.

§ 5. Normale Raumtemperaturen (in Kopfhöhe) sind:

Wohnräume, überhaupt Räume für sitzende Lebensweise . 18--20° C
ebenso: Theater, Konzertsäle, Geschäftsräume u. s. w.

Schulzimmer, Versammlungs- und Hörsäle 16--18° C

Werkstätten, Turnsäle u. s. w. 12--15° C
überhaupt Räume für starke Körperbewegung.

Kirchen, Vestibüle, Treppenhäuser, Aborte u. s. w. . . . 10--15° C
überhaupt Räume für vorübergehende Benutzung.

Schlafräume 12--16° C

Krankenzimmer 15--22° C

Badezimmer 20--23° C

§ 6. Die Uebertragung der Wärme geschieht durch Strahlung, Leitung oder Strömung.

Jeder Raum mit Wärmequelle (Heizkörper) zeigt eine **Zirkulation** der Luft, welche zu befördern ist (Ummantelung).

Beharrungszustand eines Raumes ist eingetreten, wenn alle Gegenstände und Wände so durchwärmt sind, daß sie nicht mehr begierig Wärme absorbieren.

§ 7. Unter **Heizfläche** versteht man die Wandungen irgend eines Heizapparates, welche einerseits Wärme aufnehmen und an der anderen Seite (Transmission) wieder abgeben (Emission).

Die Wärmeabgabe wird ausgedrückt durch diejenigen Wärmeeinheiten, welche in 1 Stunde bei 1° Temperaturdifferenz der Flüssigkeiten (Luft, Wasser, Dampf) durch 1 qm Heizfläche hindurchgehen. Es beträgt für 1 m Strömungsgeschwindigkeit der wärmeaufnehmenden Flüssigkeit der Wärmedurchgangscoeffizient für glatte Flächen: (nach Rietschel)

Die Wärmeleitfähigkeit des Körpers ist durch die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Bestandteile bestimmt.

§ 7. Wärmeleitfähigkeit der Körper

18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Eis
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Kupfers
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Zinks
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Bleis
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Silbers
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Goldes
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Platin
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Nickel
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Eisen
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Stahl
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Aluminium
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Magnesium
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Zinn
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Cadmium
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Antimon
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Arsen
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Tellur
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Bismut
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Wismut
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Zinkoxyd
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Kupferoxyd
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Eisenoxyd
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Nickeloxyd
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Silberoxyd
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Goldoxyd
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Platin
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Nickel
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Eisen
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Stahl
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Aluminium
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Magnesium
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Zinn
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Cadmium
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Antimon
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Arsen
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Tellur
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Bismut
18-20° C	Wärmeleitfähigkeit des Wismut

§ 8. Die Wärmeleitfähigkeit der Körper ist durch die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Bestandteile bestimmt.

Die Wärmeleitfähigkeit des Körpers ist durch die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Bestandteile bestimmt.

Die Wärmeleitfähigkeit des Körpers ist durch die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Bestandteile bestimmt.

Die Wärmeleitfähigkeit des Körpers ist durch die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Bestandteile bestimmt.

Die Wärmeleitfähigkeit des Körpers ist durch die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Bestandteile bestimmt.

k =	5	aus Luft oder Rauch durch 1 cm dicke Thonplatte in Luft
=	7—10	" " " " " Metall " "
=	11—18	" Dampf durch Metall in Luft
=	13—20	" Wasser " " " "
=	13—20	" Luft " " " Wasser
=	800—1000	" Dampf " " " "

Für gußeiserne Heizflächen beträgt (nach Pécelet) für 1 qm, 1° C und stündlich je nach deren Lage:

für eine untere horizontale Fläche	k =	16
" " obere " "	=	4
" " vertikale Ebene	=	14
" " untere Cylinderfläche	=	16
" " obere "	=	8
" " ungefähr unter 60° geneigte ebene Fläche	=	11
" " vertikale Cylinderfläche bis 20 cm Höhe .	=	17

§ 8. Die Größe der Raumheizfläche wird bestimmt durch den Wärmeverlust eines Raumes.

Derselbe beträgt auf auf 1 qm Wandfläche und stündlich bei 1° Temperaturdifferenz für die einen Raum einschließenden Mauern (Transmissionscoefficient):

a. bei Ziegelmauerwerk von	1/2	Stein-Stärke	=	2,40	WE
" " " "	1	" " "	=	1,70	"
" " " "	1 1/2	" " "	=	1,30	"
" " " "	2	" " "	=	1,10	"
" " " "	2 1/2	" " "	=	0,90	"
" " " "	3	" " "	=	0,80	"
" " " "	3 1/2	" " "	=	0,65	"
" " " "	4	" " "	=	0,60	"
" " " "	4 1/2	" " "	=	0,55	"

NB. Bei Quaderverblendung ist für gleiche Gesamtstärke der Wand den vorstehenden Werten ein Zuschlag von 15% zuzurechnen.

aus Luft oder Wasser durch 1 cm dicke Zylinder in Luft	=	2
" " " " " " " "	=	7-10
" " " " " " " "	=	11-12
" " " " " " " "	=	13-20
" " " " " " " "	=	13-20
" " " " " " " "	=	200-1000

Für angestrichene Flächen (nach Schmidt) für 1 cm
 1° C und hinreichend je nach deren Lage:

für eine untere horizontale Fläche	=	10
" " " " " " " "	=	4
" " " " " " " "	=	14
" " " " " " " "	=	16
" " " " " " " "	=	8
" " " " " " " "	=	11
" " " " " " " "	=	15

§ 2. Die Größe der Wärmeabfuhr wird bestimmt durch den
 Wärmeverlust eines Raumes.

Derselbe beträgt auf 1 qm Wandfläche und hinreichend bei
 1° Temperaturdifferenz für die einen Raum einschließenden Wände
 (Transmissionskoeffizient):

bei Blechmauerwerk von 1/2 Stein-Stärke = 240 W	"	"	"	"	"
" " " " " " " "	=	1.70	"	"	"
" " " " " " " "	=	1.80	"	"	"
" " " " " " " "	=	1.10	"	"	"
" " " " " " " "	=	0.90	"	"	"
" " " " " " " "	=	0.80	"	"	"
" " " " " " " "	=	0.65	"	"	"
" " " " " " " "	=	0.60	"	"	"
" " " " " " " "	=	0.55	"	"	"

NB. Bei Durchdringung ist für gleiche Transmission die
 Wand den verbleibenden Flächen ein Zusatz von 15% zuzurechnen.

b. bei vollem Sandsteinmauerwerk von 0,30 m Stärke = 2,20 WE
" " " " 0,40 " " = 1,90 "
" " " " 0,50 " " = 1,70 "
" " " " 0,60 " " = 1,55 "
" " " " 0,70 " " = 1,40 "
" " " " 0,80 " " = 1,30 "
" " " " 0,90 " " = 1,20 "
" " " " 1,00 " " = 1,10 "
" " " " 1,10 " " = 1,00 "
" " " " 1,20 " " = 0,95 "

NB. Vorstehende Werte können auch für Bruchsteinmauerwerk im allgemeinen genommen werden, obwohl sie zumeist weniger Wärmeverlust ergeben.

Bei Kalksteinmauerwerk sind vorstehende Werte um 10 % zu erhöhen.

c. Wärmeverluste auf 1 qm der übrigen Baukonstruktionen in der Raumumschließung:

bei hölzerner Balkenlage mit halbem Bindelboden als Fußboden = 0,35
" " " " " " Decke . . . = 0,50
" Gewölbe mit Dielung darüber als Fußboden = 0,45
" " " " " " Decke = 0,70
" " " massivem Fußboden = 1,00
" hölzernem über dem Erdreich hohl verlegten Fußboden . = 1,00
" massivem Fußboden über dem Erdreich = 1,40
" einfachen Fenstern = 5,00
" Kastenfenstern (Doppelfenster) = 2,30
" einfachem Oberlicht = 5,30
" doppeltem " = 2,40
" Türen = 2,00
" einfacher 2 $\frac{1}{2}$ cm starker Holzwand = 1,90
" desgl. 5 " stark und außerdem beiderseitig Putz . = 1,20
" Drahtputzwänden (Rabit) 4—6 cm stark = 3,00
" " " 6—8 " " = 2,40

§ 9. Alle vorstehenden Werte (Transmissionscoefficienten) haben in der Hauptsache nur Geltung für den Beharrungszustand, so daß

b. bei vollen Einheitswerten von 0,50 an Stelle = 2,20 Wk

"	"	"	"	0,40	"	"	"	1,00
"	"	"	"	0,50	"	"	"	1,50
"	"	"	"	0,60	"	"	"	2,00
"	"	"	"	0,70	"	"	"	2,50
"	"	"	"	0,80	"	"	"	3,00
"	"	"	"	0,90	"	"	"	3,50
"	"	"	"	1,00	"	"	"	4,00
"	"	"	"	1,10	"	"	"	4,50
"	"	"	"	1,20	"	"	"	5,00

N.B. Vorstehende Werte können auch für Bruchteilswerte im allgemeinen genommen werden, obwohl sie zum Teil in anderer Weise verhält sind.

Bei Bruchteilswerten sind vorstehende Werte um 10 % zu erhöhen.

Die Bruchteilswerte sind in der obigen Tabelle angegeben in der Berechnung:

"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,25
"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,30
"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,45
"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,70
"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	2,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	2,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	3,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	3,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	4,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	5,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	6,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	6,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	7,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	7,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	8,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	8,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	9,00
"	"	"	"	"	"	"	"	"	9,50
"	"	"	"	"	"	"	"	"	10,00

§ 2. Die vorstehenden Werte (Kannstischensätze) haben in der Tabelle nur Geltung für den Bestandszustand, so daß

bei besonders kalt gelegenen oder nicht stets geheizten oder sehr hohen Räumen und dergl., diese Werte durch Zuschläge zu erhöhen sind und zwar soll man:

1. Sobald ein Raum nach Norden (auch NO oder NW) gelegen ist, den Wärmeverlust um 10 % erhöhen.
2. Sobald ein Raum über 4 m hoch ist, für jedes m über 4 m den Wärmeverlust um 5 % erhöhen.
3. Wenn der Betrieb der Heizung nur am Tage stattfindet und das Gebäude liegt geschützt um 10 % erhöhen.
4. Wenn der Betrieb der Heizung nur am Tage stattfindet und das Gebäude liegt exponiert um 30 % erhöhen.

NB. Wenn der Betrieb der Heizung nicht alle Tage stattfindet, kann man, wenn in kurzer Zeit die gewünschte Raumtemperatur erreicht werden soll, den Wärmeverlust einfach verdoppeln.

Ist es jedoch möglich, bei einer Heizungsanlage längere Zeit zum Anheizen zu nehmen, so sind solche große Zuschläge nicht nötig.

§ 10. Die äußere Minimal-Temperatur kann für unsere Gegend mit -20°C (höchstens -25) angenommen werden.

Normale Innentemperatur siehe S. 3.

Außerdem ist zur Bestimmung der Temperaturdifferenz anzunehmen:

- a. für ungeheizte oder nicht täglich geheizte, abgeschlossene Räume im Keller und den übrigen Geschossen = 0°C .
- b. für ungeheizte, öfters von der Außenluft bestrichene Räume, wie Durchfahrten, Vorhallen und Flure = -5°C .

bei besonders fall gelegenen ober nicht sehr niedrigen oder sehr hohen
Wärmern und dergl. diese Werte durch Zuzugabe zu erhöhen sind und
zwar soll man:

1. Sobald ein Mann nach Wachen (nach 2/3 oder 2/4) gelassen
ist, den Wärmernwert um 10% erhöhen.

2. Sobald ein Mann über 4 in hoch ist, für jedes in höher
4 in den Wärmernwert um 5% erhöhen.

3. Wenn der Betrieb der Heizung nur am Tage stattfindet und
das Gebäude nicht geheizt ist, um 10% erhöhen.

4. Wenn der Betrieb der Heizung nur am Tage stattfindet und
das Gebäude nicht geheizt ist, um 30% erhöhen.

5. Wenn der Betrieb der Heizung nicht alle Tage stattfindet,
kann man, wenn in kurzer Zeit die gewünschte Wärmernwert er-
reicht werden soll, den Wärmernwert einfach verdoppeln.

Es ist jedoch möglich, bei einer Heizungsanlage längere Zeit zum
Wärmen zu nehmen, so sind solche große Zuzugabe nicht nötig.

§ 10. Die äußere Minimal-Temperatur kann für unsere Werke
mit - 20° C (höchstens - 25) angenommen werden.

Wärmere Zonen-Temperatur siehe § 8.

Wärmen ist zur Bestimmung der Temperaturdifferenz anzunehmen:

a. für ungeheizte oder nicht völlig geheizte, abgeschlossene Räume
im Keller und den unteren Geschossen = 0° C.

b. für ungeheizte, öfters von der Luftluft bestrichene Räume
wie Durchgänge, Korridore und Treue = 5° C.

c. für unmittelbar unter der Dachfläche liegende Räume bei Metall- und Schieferdächern = -10° C.

d. bei dichteren Bedachungsarten, wie Ziegel, Holzcement u. s. w. = -5° C.

§ 11. NB. Hat man für Räume, welche neben noch höher erwärmten Räumen liegen, den Wärmeverlust zu bestimmen, so kann der durch die Wärmeabgabe der Trennungswände entstehende **Wärmegewinn** von dem Wärmeverlust in Abzug gebracht werden.

Nicht rathsam ist es die durch Menschen oder durch die Beleuchtung entstehende Wärmemenge in Abzug zu bringen, sondern lieber Sorge zu tragen, dieselbe auf dem kürzesten Wege aus dem Raume zu entfernen. Denn es beträgt die Wärmeentwicklung:

Knabe	=	52 WE stündlich
Jüngling	=	90 " "
Mann in Ruhe	=	130 " "
" " Arbeit	=	245 " "
Kerze	=	106 " "
Petroleumlampe	=	430—580 " "
Gas, Flachbrenner	=	600—875 " "
" Argandbrenner	=	800—900 " "

§ 12. Es bedeute F = die in Rechnung zu stellende Abkühlungsfläche,
 T = die gewünschte Raumtemperatur,
 t = die aufzunehmende Außentemperatur,
 k = der Transmissionscoefficient,
 W = der Wärmeverlust des Raumes,

so ist:

$$W = F \cdot (T - t) \cdot k$$

Zur Berechnung dieses Wärmeverlustes benutzt man folgende Tabelle:

2. für unvollständiger unter der Endfläche liegende Räume bei
 Gleich- und Uebereinander...

3. bei mehreren Beobachtungszeiten, wie Spiegel, Götze, etc.
 ...

§ 11. Man kann für Räume, welche weder noch höher er
 hochere Räume liegen, den Wärmewert zu bestimmen, so dass
 der durch die Abstrahlung der Trennungswand entstehende Wärme-
 gewinn von dem Wärmewert in Abzug gebracht werden.

Man kann in es die durch Wärmewert über die Abstrahlung
 entstehende Wärmewert in Abzug zu bringen, jedoch ist die Sorge
 zu haben, welche auf dem richtigen Wege aus dem Räume zu ent-
 fernt. Man so durch die Wärmewert...

Stunde
Zugung
Wärmewert in Stunde	130	...
Wärmewert	240	...
Wärmewert	100	...
Wärmewert	480-580	...
Wärmewert	600-870	...
Wärmewert	800-900	...

§ 12. Es bedeute P = die in Abstrahlung zu fliessende Wärmewert, T = die gesuchte Wärmewert, t = die Wärmewert, k = der Wärmewert, W = der Wärmewert des Raumes.

$$W = k(T - t)$$

Bei Berechnung dieses Wärmewertes benutzt man folgende
 Tabelle:

Laufende-Nr.	Raum				Abkühlungsflächen							Temperatur			Wärmeeinheiten			Bemerkung				
	Bezeichnung	m	m	m	ebm	Bezeichnung	Himmelsrichtung	m	m	qm	Anzahl	qm	F. qm	t	T	T-t	cm		k	WE	%	WE
		Länge	Breite	Höhe	Inhalt			Länge	Breite, Höhe	Fläche	Zugab	abzugziehen	in Rechnung zu stellen	außen	innen	Differenz	Mauerstärke	Coëfficient	ohne Zuschlag	Zuschlag	Insgesammt	



§ 13. Hat ein Raum Ventilationseinrichtung und kennt man die stündlich abzuführende Luftmenge = L , so entsteht dadurch ein neuer Wärmeverlust W_1 ; derselbe beträgt, wenn T = die Temperatur der Abluft (20°) und t = die Temperatur der Zuluft (0°) bedeutet:

$$\begin{aligned} W_1 &= 0,24 L (T-t) \text{ [für } L \text{ in kg]} \\ &= 0,31 L (T-t) \text{ [für } L \text{ in cbm].} \end{aligned}$$

In gewöhnlichen Räumen braucht man etwa 10—20 cbm Luftwechsel pro Kopf und Stunde oder 1—2 maligen Rauminhalt stündlich (s. Lüftung).

NB. Für gewöhnliche Ofenheizung, wobei man dem Ofen (beziehentlich in seine Ummantelung) frische Luft zuführt = gußeiserner Ventilationsofen, muß neben der zu berechnenden Ofenheizfläche aus W (s. nächster §) auch noch Ofenheizfläche zur Erwärmung dieser Ventilationsluft gerechnet werden und zwar erfordern:

100 cbm Frischluftzuführung = $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ qm Ofenheizfläche mehr.

§ 14. Die Wärmeabgabe = a beträgt stündlich und für 1 qm in WE:

	für unterbr. Betrieb	für ununterbr. Betrieb
Rachelofen . . .	= 600	— 750
gußeiserner Ofen .	= 1500	— 2000
Ofen v. Eisenblech	= 1000	— 1500

Demnach Ofenheizfläche $H = \frac{W}{a}$ beziehentlich $\frac{W + W_1}{a}$ (Ventilationsofen).

§ 15. Ferner beträgt a pro qm, stündlich in WE bezüglich der Raumheizungsflächen:

	glatte Heizfläche	Rippenheizfläche
Niederdruck-Dampf	700—800	400—500
Hochdruck- "	750—1000	500—600
Niederdruckwarmwasser	300—500	300
Mitteldruck "	350—600	350

§ 13. Zur einstufigen Ventilationsleistung und kann man die mittlere abzuführende Luftmenge W in Kubikmeter pro Stunde bei der Temperatur T und der Luftdichte ρ (bei $T = 10^\circ$) berechnen:

$$W = 0,24 \cdot V \cdot (T - T_0) \quad (\text{für } V \text{ in } \text{m}^3)$$

$$= 0,81 \cdot V \cdot (T - T_0) \quad (\text{für } V \text{ in } \text{cbm})$$

Die gewöhnlichen Räume brauchen nur etwa 10–20 cbm Luft pro Stunde und je nach Art der Tätigkeit (Arbeitsleistung) ...

NR für gewöhnliche Überwachung, wobei man dem Raum ... (Beschreibung in einer Klammern) ...

100 cbm ...

§ 14. Die ...

1000	1000
1500	1500
2000	2000
2500	2500

$$W = \frac{W}{a} \cdot \frac{W + W_1}{a} \quad (\text{Ventilationsleistung})$$

§ 15. Ferner ...

Stärke	Fläche	Stärke
100–200	700–800	Stärke
200–300	700–1000	Stärke
300	800–900	Stärke
400	900–1000	Stärke

Heißwasser: 10—m Rohr von 33 mm äußeren und 23 mm inneren Durchmesser = 1,037 qm Heizfläche giebt etwa = 1000 WE.

NB. Verkleidete Heizkörper haben 25 % geringere Wärmeabgabe. Ueberhaupt ist das Vorbeistreichen der Luft an der Heizfläche zu begünstigen, weil sich dadurch die Wärmeabgabe steigert.

Die Wärmeabgabe nimmt auch zu, je kühler die der Heizfläche zugeführte Luft (frische Zuluft) ist. Ist also mit der Heizung eine Ventilation verbunden, so haben obige (niedrige) Zahlen für a nur Geltung, wenn die Zuluft schon vorgewärmt ist.

§ 16. Verschiedene Heizflächen- und Heizkörperformen sind: (mit und ohne Verkleidungen)

glattes Rohr, stehend	} für Wasser- und Dampfheizungen
" " liegend	
wagrechtes Rippenrohr	
Rohrspiralen	
Register liegend und stehend	
gußeiserne Rippenregister	
desgl. mit schrägen Rippen	
" für Fensterbrüstungen	

einfaches Rohrregister, 1-, 2-, 3 reihig	} für Wasserheizungen.
Doppelrohrregister 1-, 2-, 3 "	
Cylinderöfen (doppelwandig)	
desgl. mit engem inneren Rohr	
Röhrenöfen	
Säulenöfen	

Radiatoren	} für Dampfheizungen
Gliederheizkörper	
Heizelemente	
Rippenelemente	
u. f. w.	

Dampfwasseröfen.

Luftmischer für Luftheizungen.



Die Bestimmung des Nutzes aus dem Betriebe der Zugschraube
 ist eine Aufgabe, die sich nicht ohne weiteres lösen lässt.
 In der Praxis wird man sich mit der Bestimmung des Nutzes
 für den Betrieb der Zugschraube befassen müssen.
 Die Bestimmung des Nutzes aus dem Betriebe der Zugschraube
 ist eine Aufgabe, die sich nicht ohne weiteres lösen lässt.
 In der Praxis wird man sich mit der Bestimmung des Nutzes
 für den Betrieb der Zugschraube befassen müssen.



Die Bestimmung des Nutzes aus dem Betriebe der Zugschraube
 ist eine Aufgabe, die sich nicht ohne weiteres lösen lässt.
 In der Praxis wird man sich mit der Bestimmung des Nutzes
 für den Betrieb der Zugschraube befassen müssen.

Die Bestimmung des Nutzes aus dem Betriebe der Zugschraube
 ist eine Aufgabe, die sich nicht ohne weiteres lösen lässt.
 In der Praxis wird man sich mit der Bestimmung des Nutzes
 für den Betrieb der Zugschraube befassen müssen.

Die Bestimmung des Nutzes aus dem Betriebe der Zugschraube
 ist eine Aufgabe, die sich nicht ohne weiteres lösen lässt.
 In der Praxis wird man sich mit der Bestimmung des Nutzes
 für den Betrieb der Zugschraube befassen müssen.

Die Bestimmung des Nutzes aus dem Betriebe der Zugschraube
 ist eine Aufgabe, die sich nicht ohne weiteres lösen lässt.
 In der Praxis wird man sich mit der Bestimmung des Nutzes
 für den Betrieb der Zugschraube befassen müssen.

§ 17. Heizungsarten:

Einzel- (Lokal-) heizung.		Sammel- (Central-) heizung.
Kamin, Kaminöfen.		Luftheizung (Feuerluftheizung) mit und ohne Circulation (Umlauf). Wasserheizungen: Warmwasser-, Heißwasser-, Mitteldruckwasser= Warmwasserniederdr.= Niederdr.= " mitteldruck= } Mitteldr.= Heißwasser " } " hochdruck= Hochdr.= Dampfheizungen: Hochdruckdampf= Abdampf= Niederdruckdampf= Combinirte Systeme: Wasserluft= Dampfluft= Dampfwasserheizungen Dampfwasser-, Dampfwasser= Dampfwarmwasser= Dampfwarmwasserluft= u. a.
Ofenheizung.		
periodisch;	continuirlich:	
Kanonenöfen	Massenöfen (Kachel=)	
Hund "	Regulir "	
	Füll "	
	Ventilationsöfen	
	Mantel "	
	Schütt "	
	Schacht "	
	Dauerbrand "	
	u. f. w.	
Kochöfen.		
Koch- und Heizöfen.		
Leuchtgasheizung.		

Einzel- (Solub.) Lösung

Einzel- (Solub.) Lösung	Misch- (Solub.) Lösung	
<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Misch- (Solub.) Lösung</p> <p>Misch- (Solub.) Lösung</p>	
<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>
<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>
<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>
<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>
<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>
<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>	<p>Einzel- (Solub.) Lösung</p> <p>Einzel- (Solub.) Lösung</p>

§ 1. Lüftung, Luftwechsel, Lufterneuerung, Ventilation. Hierbei handelt es sich um in Bewegung gesetzte Luft in Räumen.

100 Theile reine Luft bestehen aus	dem Gewichte nach kg	dem Volumen nach cbm
N	76	79
O	24	21

außerdem sind 0,3 bis 0,5 pro mille (‰) CO_2 und etwas H_2O vorhanden. (Ozon, Argon); — Staub. —

§ 2. In Meeresspiegelhöhe beträgt der mittlere Druck der atmosphärischen Luft = 760 mm Quecksilbersäule = 1 Atmosphäre = 10,333 m (rund 10 m) Wassersäule = 10,333 kg/qm = 1 kg/qcm.

§ 5. Die Fähigkeit der Luft Wasser aufzunehmen wächst mit der Temperatur und mit ihrer Bewegung, nimmt aber ab mit wachsender Luftdichtigkeit. Die Temperatur, bei welcher Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, nennt man Taupunkt.

1 cbm Luft nimmt an Feuchtigkeit im Maximum auf:

bei —	20° C	= 0,00106 kg (1,06 g
" —	10° "	= 0,00230 "	2,3 "
" +	0° "	= 0,00488 "	4,9 "
" +	5° "	= 0,00680 "	6,8 "
" +	10° "	= 0,00937 "	9,4 "
" +	15° "	= 0,01279 "	12,8 "
" +	20° "	= 0,01718 "	17,2 "
" +	25° "	= 0,02287 "	22,9 "
" +	30° "	= 0,03013 "	30,2 "
" +	50° "	= 0,08241 "	82,4 "
" +	100° "	= 0,58959 "	590,0 ")

§ 1. Prüfung, Zersetzung, Entzersetzung, Geruch, Geschmack, Löslichkeit, Verhalten bei Erwärmen.

100 Teile: reine Luft	bei 100°C	bei 100°C
7	70	70
6	61	61

außerdem sind 0,3 bis 0,5 pro mille (V₁₀₀₀) des Körpers H₂O vorhanden. (Oxon, Alkon); — stark.

§ 2. Zu Wasserlöslichkeit: bei 100°C im Wasser = 1,25 g, bei 10°C = 0,8 g, bei 0°C = 0,5 g. In Alkohol = 1,25 g, in Äther = 1,25 g.

§ 3. Die Löslichkeit der Luft in Wasser untersuchen lässt sich mit der Temperatur und mit ihrer Bewegung, nimmt aber ab mit wachsender Zersetzlichkeit. Die Temperatur der wässrigen Luft mit Wasser gemischt ist, nennt man Sättigung.

1. Chemische Zusammensetzung im Vakuum:

100%	= 0,5850	200,0
50%	= 0,0241	82,1
30%	= 0,02018	30,2
20%	= 0,02387	32,0
30%	= 0,01718	17,2
15%	= 0,01270	12,3
10%	= 0,00937	9,4
5%	= 0,00680	6,8
0%	= 0,00458	1,7
10%	= 0,00330	2,8
30%	= 0,00108	1,08

Das Verhältnis der bei einer bestimmten Temperatur in der Luft möglichen Dampfmenge zur wirklich vorhandenen — relative Feuchtigkeit — pflegt man in % auszudrücken. 40—60 % ist für den Aufenthalt von Menschen am günstigsten.

1 ~~cbm~~ Wasser zu verdampfen erfordert etwa 600 WE.

§ 3.

	1 cbm Luft wiegt bei 0° C u. 760 mm Barometerstand in kg	WE für 1° Temperaturerhöhung	
		für 1 kg	für 1 cbm
atmosphärische Luft	1,2932	0,2374 (0,24)	0,31

Ausdehnungscoefficient der Luft $a = 0,003665$
 $= \text{rund } \frac{1}{273}$ ihres Volumens.

$$1 \text{ cbm von } T^{\circ} \text{ wiegt} = \frac{1,2932}{1+aT} \text{ (kg).}$$

Der Wärmeverlust W bewegter Luft beträgt (in WE), wenn bezeichnet

$T =$ die Temperatur der Abluft
 $t =$ " " " Zuluft
 $L =$ " abzuführende Luftmenge (in kg bez. cbm)

$$\begin{aligned} W &= 0,24 L \text{ (kg) } (T-t) \\ &= 0,31 L \text{ (cbm) } (T-t). \end{aligned}$$

§ 4. Beim ruhigen Athmen (ein Verbrennungsprozeß bei dem CO_2 entsteht) braucht der Mensch in 24 Stunden etwa 8—9 cbm Luft und entwickelt dabei durchschnittlich 2400 WE. Die CO_2 Entwicklung beträgt durchschnittlich 0,02 cbm pro Kopf und Stunde.

Das Verhältnis der bei einer bestimmten Temperatur in der Luft enthaltenen Wasserdampfmenge zur wirklich vorhandenen — relative Feuchtigkeit — steigt man in ° ausgedrückt, 40—50 % für die den Zustand der Luft am günstigsten.

1 Liter Wasser zu verdampfen erfordert etwa 600 W.M.

§ 3.

W.M. für 1 ° C Temperaturerhöhung	für 1 kg	für 1 cbm	atmosphärische Luft
1 cbm Luft steigt bei 0° C			
in 700 mm Barometerhöhe			
in kg	1.2932		
für 1 kg	0.2374		
für 1 cbm		0.31	

Wärmeausdehnungskoeffizient der Luft $\alpha = 0.00367$

= und 273 ihres Volumens.

$$1 \text{ cbm von } T^{\circ} \text{ wiegt } = \frac{1.2932}{1 + \alpha T} \text{ (kg)}$$

Der Wärmerückhalt W bedingt Luft beträgt (in W.M.) wenn

T = die Temperatur der Wärme
 t = " " Luft
 L = abgegebene Luftmenge (in kg bei 0° C)

$$W = 0.24 L (T - t)$$

$$= 0.31 L (cbm) (T - t)$$

2.4. Beim kalten Winter (ein Wärmehaushalt) bei dem CO₂ entzieht braucht der Mensch in 24 Stunden etwa 8—9 cbm Luft und wandelt dabei durchschnittlich 2400 W.M. für CO₂ Entziehung beträgt durchschnittlich 0.02 cbm pro Kopf und Stunde.

	stündliche CO ₂ Entwicklung in l	stdl. Wärme- entwicklung in WE	stdl. Entwickel. Wasserdampf in g	stündlicher Material- verbrauch	Lichtstärke in Normal- kerzen
Knabe	10	52	20		
Jüngling, Frau .	17	90	40		
Mann in Ruhe	20—23	130	60		
„ „ Arbeit	36	255	120		
Kerze	15	106	10—12,5	7,75—11 g	1
Petroleum	56—61	430—580	35—40	42—68 g	6
1 cbm Leuchtgas		6000			
1 Flachbrenner .	90	600—875	130	105—130 l	10
1 Argandbrenner	109	800—900	157	140	14
elektr. Bogenlicht	—	57—158	—	—	100
„ Glühlicht .	—	290—536	—	—	100

Eine gute Luft soll nach Pettenkofer nicht mehr wie 0,7 bis höchstens 1,0 pro mille (0,0007—0,001) CO₂-Gehalt haben.

In Schulen ist es schon als günstig anzusehen, wenn der CO₂-Gehalt nicht über 2 ‰ steigt.

§ 5. Es bedeute:

k = die in der Stunde ausgeathmete Kohlensäure in cbm.

p = den Grenzwert, welchen die Kohlensäure in der durch Athmung verschlechterten Luft erreichen darf

(1,0 pro mille bis 2,0 pro mille).

q = der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft
0,3—0,6 pro mille, rund 0,0005; = 0,5 l.

Dann ist der stündliche Luftbedarf M

$$M = \frac{k}{p-q}.$$

Das ist stündlich in cbm für die beiden Fälle $p = 1 ‰$ und $p = 2 ‰$:

Substanz	Luftgewicht	Luftgewicht	Luftgewicht	Luftgewicht
in g	in g	in g	in g	in g
1	10	10	10	10
2	10	10	10	10
3	10	10	10	10
4	10	10	10	10
5	10	10	10	10
6	10	10	10	10
7	10	10	10	10
8	10	10	10	10
9	10	10	10	10
10	10	10	10	10
11	10	10	10	10
12	10	10	10	10
13	10	10	10	10
14	10	10	10	10
15	10	10	10	10
16	10	10	10	10
17	10	10	10	10
18	10	10	10	10
19	10	10	10	10
20	10	10	10	10

Die gute Luft soll nach Perlenlocher nicht mehr als 0,7 bis höchstens 1,0 pro mille (0,007-0,001) CO₂-Gehalt haben.

Zu Schalen in es schon als günstig angesehen, wenn der CO₂-Gehalt nicht über 2^o steigt.

§ 5. Die Perlen:

Die in der Stange ausgeatmete Kohlendioxidmenge in einem bestimmten Zeitintervalle, welche die Kohlendioxidmenge in der durch Verbindung

(1,0 pro mille bis 2,0 pro mille)

der Kohlendioxidmenge der atmosphärischen Luft

0,8-0,9 pro mille (rund 0,008; = 0,8 p.

Dann ist der stündliche Luftbedarf M

$$M = \frac{h}{p-q}$$

Das ist stündlich in einem für die beiden Fälle $p = 1 \text{‰}$ und $q = 2 \text{‰}$

	p = 1 ‰	p = 2 ‰		p = 1 ‰	p = 2 ‰
Knabe	20	6,6	Kerze	30	10
Jüngling	34	11,3	Petroleumlampe	112—122	37,3—40,6
Mann in Ruhe .	40—46	13,3—15,3	Gas-Flachbrenner	180	60
„ „ Arbeit	72	24	„ Argandbrenn.	218	72,6

§ 6. Soll der Luftwechsel unter Rücksichtnahme einer nicht zu überschreitenden Temperatur im Raume bestimmt werden, so beträgt derselbe stündlich in cbm

$$M = \frac{W (1 + a T)}{0,31 (T - t)} \left(\text{rund } \frac{W}{6} \right)$$

worin bezeichnet T = Grenzwert der Temperatur = zulässige T.
im Raum (20 ° C)

t = die kühlere Zuluft (0 °)

W = die zu beseitigende Wärmemenge.

Letztere entsteht durch die stündliche Wärmeentwicklung von Menschen = W_1 , der Beleuchtung = W_2 , sowie durch die Wärmemenge, welche die Wärmeverlustberechnung des Raumes ergibt = W_3 (s. § 8—12 d. Heizung). Dieses W_3 wird im Winter negativ sein und nur im Sommer kann man eventuell auf einen schwer festzustellenden lästigen Ueberschuß von Wärme durch sonnenbestrahlte Wände rechnen; demnach wird

$$W = W_1 + W_2 \mp W_3.$$

§ 7. Allgemein gilt: Je kleiner der Luftcubus, desto größer der Ventilationsbedarf; letzterer muß jedoch in günstigem Verhältnis zum Rauminhalt bleiben.

Erfahrungsgemäß beträgt der Luftbedarf (Ventilationsbedarf, Ventilationsquantum) für den Kopf und in der Stunde in cbm:

Krankenhäuser	80
Werkstätten	30—60
Concertsäle, Theater	25—30

$p = 10^6$	$p = 2 \cdot 10^6$		$p = 10^6$	$p = 2 \cdot 10^6$	
10	30	Erde	0,8	20	Kunde
112-125-137,8-149,8	112-125-137,8-149,8	Erdeatmosphäre	11,8	81	Zugluft
100	180	Erde-Atmosphäre	18,8-19,8	80-81	Wärmehaube
12,8	218	Wärmehaube	21	72	Wärme

§ 6. Soll der Luftwechsel unter Berücksichtigung der Luft nicht zu überhöhten Temperaturen im Raum bestimmt werden, so beträgt derselbe nämlich in etwa

$$M = \frac{W(D+a)(T-a)}{0,31(T-a)} \left(\text{und } \frac{W}{a} \right)$$

worin bezeichnet T = Grenztemp. der Temperatur = zulässige Temp. im Raum (20° C)
 t = die kältere Luft (0°)
 W = die zu beheizende Raummenge

Besteht es durch die stündliche Wärmenachlieferung von Außen = W_1 der Beheizung = W_2 , sowie durch die Wärme, welche die Lüftungseinrichtung des Raumes ergibt = W_3 (s. § 5-12 a. Zeigang). Dagegen W_4 wird im Winter negativ sein und nur im Sommer kann man eventuell auf einen Verlust feststellen; letzteren Hebezug von Wärme durch fensterlose Räume rechnen; gemacht wird

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

§ 7. Allgemein gilt: Je kleiner der Luftwechsel, desto größer der Ventilationsbedarf; letzterer muß jedoch in günstigem Verhältnis zum Rauminhalt bleiben.

Größenverhältnis beträgt der Luftbedarf (Ventilationsbedarf) (Ventilationspunkte) für den Kopf und in der Stunde in etwa:

80	Stundendauer
30-60	Zerströmen
25-30	Gewerbliche Räume

Versammlungssäle, Auditorien	17—30
Schulen für Kinder	15—20
" " Erwachsene	30—35
Abendschulen	35—40

NB. In Schulen sollte man wenigstens auf einen Luftwechsel = dem 3 bis 4 maligen Rauminhalt Rücksicht nehmen. (Gesetzlich muß pro Kind 1 bis 1,2 qm bei 4 m l. Höhe vorhanden sein).

Schulzimmer sollten stets bauliche Vorrichtungen erhalten, um eine zeitweilige Zuglüftung schaffen zu können.

Für gewöhnliche Wohnräume = 10 bis 20 cbm; da die Personenzahl jedoch zumeist nicht bekannt ist, so genügt hier der 1 bis 2 mal. Rauminhalt. Für Küchen und Aborte = bis 5 mal. Rauminhalt.

Für eine gewöhnliche Gasflamme im Raume kann man etwa 100 cbm stündlich annehmen.

§ 8. Die Bewegung der Luft (Luftgeschwindigkeit = c) muß in Räumen in gewissen Grenzen bleiben. Im Allgemeinen nimmt man an, daß c nicht größer wie 1—1,5 m/Sek. wird. Besondere Räume (namentlich hohe), sowie besondere Einrichtungen u. s. w. lassen größere Geschwindigkeiten zu.

Luftbewegung entsteht durch natürliche oder künstliche Temperaturdifferenz oder durch mechanische Bewegung, oder auch durch Windeinfluß.

Bezeichnet c_0 = die Geschwindigkeit für 1 Sekunde in m,
 g = die Beschleunigung der Schwere (Acceleration) als constanter Faktor für Metersystem 9,81
 h = die Höhe des Gefäßes oder des Kanales in m
 t = die Temperatur der kalten Luft
 T = " " " warmen Luft

so ist die theoretische Geschwindigkeit (ohne Berücksichtigung der Widerstände)

Bestimmungssätze, Literatur 17-30
 Sätze für Körper . . . 15-30
 Vorgehen . . . 30-35
 Abrechnen . . . 35-40

Die zu erhaltenen Werte sind man benötigt auf einen Zeitwechsel
 = dem 3 bis 4 maligen Stromabfall hinüber nehmen (höchstens
 nach dem 1 bis 1,5 mal 1 in 1. Höhe vorhanden sein)

Stromabfall sollten hier besondere Vorrichtungen erhalten, um
 eine genügende Qualität zu schaffen zu können.

Für gewöhnliche Elektrolyse = 10 bis 20 Liter, da die
 Stromabgabe nicht zu gering sein soll, so genügt hier der
 1 bis 2 mal Stromabfall. Für kleinen und kleinen = bis 5 mal.
 Stromabfall.

Für eine gewöhnliche Elektrolyse im kleinen kann man etwa
 100 Liter hinreichend machen.

§ 8. Die Bewegung der Luft (Luftgeschwindigkeit = c) mag
 in kleinen in großen Mengen bleiben. Im Allgemeinen nimmt
 man an, daß c nicht größer als 1-1,5 m/Sec. wird. Besonders
 kleine (nennlich hohe) sowie besondere Einrichtungen u. d. lassen
 größere Geschwindigkeiten zu.

Zufuhrleistung entsteht durch natürliche oder künstliche Temperatur
 Differenz oder durch mechanische Bewegung, oder auch durch Wärmeabfuhr.

- ρ = die Dichtungsleistung für 1 Stunde in m.
- γ = die Beschleunigung der Schwere (Reaktion) als
- konstanter Faktor für die Dichtungsleistung § 81
- h = die Höhe des Gefäßes oder des Kanals in m
- t = die Temperatur der kalten Luft
- T = " " " " " warmen Luft

so ist die theoretische Geschwindigkeit (ohne Berücksichtigung der
 Widerstände)

$$c_0 = \sqrt{\frac{2 g h (T-t)}{273 + t}} \text{ für den Ausfluß von warm nach kalt } \left. \vphantom{c_0} \right\} \text{ (Wolpert)}$$

$$= \sqrt{\frac{2 g h (T-t)}{273 + T}} \text{ " " " " kalt nach warm } \left. \vphantom{c_0} \right\}$$

§ 9. Die Widerstände, welche in der Praxis Berücksichtigung finden müssen, sind in erster Linie Reibung und dann Contraction, welche letztere durch geschickte bauliche Ausführung auf ein Minimum beschränkt werden kann.

Werden Schutz- und Drahtgitter so groß gemacht, daß der lichte Querschnitt bei weitem den Kanalquerschnitt übersteigt, so vermindert sich der Widerstand bedeutend. 1,5—2,0.

Rechtwinkliges scharfes Knie = 1,5; (kann zumeist vermieden werden).

Je kleiner der Kanal, desto größer die Reibung. Für in Frage kommende Ventilationsquerschnitte kann man den Reibungscoefficienten $k = 0,006$ bis $0,008$ für in Ziegel ausgeführte Kanäle annehmen. Bezeichnet $D =$ Durchmesser oder Seite des Kanalquerschnittes, $L =$ Leitungs- oder Kanallänge (zumeist h), so ist die Reibung

$$= \sqrt{\frac{(D + 4 k) L}{D}}$$

Unter Einsetzung der am häufigsten vorkommenden Abmessungen und um für noch im Projekt befindliche Anlagen ein für die Praxis genügend sicheres, approximatives Verfahren zu haben, kann man annehmen, daß in der Regel höchstens die Hälfte (0,3 bis 0,5) der theoretischen Geschwindigkeit gerechnet, also die **wirkliche** Geschwindigkeit, beruhend auf Temperaturdifferenz, gesetzt werden kann.

$$c = 0,5 \sqrt{\frac{2 g h (T-t)}{273 + t}} \text{ (Abluft); bez. } = 0,5 \sqrt{\frac{2 g h (T-t)}{273 + T}} \text{ (Zuluft).}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{für den Wert } \dots \\ \text{für den Wert } \dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot (T-t)}{273 + T}} \\ \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot (T-t)}{273 + T}} \end{array}$$

Die Temperatur ... in der ...
 haben müssen ...
 welche ...

...
 ...
 ...

...
 ...

...
 ...
 ...

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot (T-t)}{273 + T}}$$

Unter ...
 ...
 ...

$$\sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot (T-t)}{273 + T}}$$

§ 10. Setzt man $T-t = 1$ ($T = 20$, $t = 19$), so ergibt sich für beide Formeln $c = 0,125 \sqrt{h}$ und mit Berücksichtigung von

$$T-t = d$$

wird, da die Geschwindigkeit im Verhältnis der Quadratwurzel der Temperaturdifferenz wächst, einfach

$$c = 0,125 \sqrt{h \cdot d}$$

Eine Temperaturdifferenz unter 5° kann man praktisch als wirkungslos bezeichnen.

Für $c = 0,125 \sqrt{h \cdot d}$ ergeben sich bei $h = 5$ m die Luftgeschwindigkeiten in Kanälen für die Temperaturdifferenzen von

6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	30°	40°	50°
0,684	0,790	0,884	0,968	1,046	1,118	1,186	1,250	1,531	1,767	1,976

Nach Rietschel betragen die angenäherten Werte der Luftgeschwindigkeiten in senkrechten Kanälen bei einer Temperaturdifferenz von

	2°C	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	50
5 m Höhe	0,349	0,492	0,600	0,691	0,769	0,839	0,902	0,961	1,015	1,066	1,279	1,445	1,579
10 " "	0,494	0,697	0,850	0,978	1,089	1,189	1,297	1,372	1,439	1,510	1,811	2,046	2,237
15 " "	0,606	0,854	1,042	1,199	1,335	1,457	1,567	1,669	1,763	1,851	2,220	2,508	2,741
20 " "	0,699	0,985	1,202	1,384	1,540	1,681	1,808	1,926	2,034	2,136	2,562	2,894	3,163

§ 10. Ein mit $T = 1$ ($T = 20, 4 = 19$) in einem ...
für beide Formeln $a = 0,125 \sqrt{h}$ und mit Berücksichtigung von

$$T = 1 = a$$

wird die Geschwindigkeit in Verhältnis der Durchflusszeit
Temperaturdifferenz in der Formel

$$a = 0,125 \sqrt{h}$$

Die Temperaturdifferenz unter h kann man parallel als
konstantes betrachten.

Für $a = 0,125 \sqrt{h}$ erhalten sich bei $h = 5$ in der Zeit
geschwindigkeit in Stunden für die Temperaturdifferenzen von

$h = 5$	10°	12°	14°	16°	18°	20°	30°	40°	50°
0,25	0,31	0,39	0,47	0,56	0,65	0,75	1,06	1,37	1,68

Nach Mittelwert betragen die angegebenen Werte der Zeit
geschwindigkeit in Stunden für eine Temperaturdifferenz
von

20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
0,25	0,31	0,39	0,47	0,56	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15

§ 11. Die durch einen Kanal in der Sekunde fließende Luft in cbm (M) beträgt, wenn die Geschwindigkeit der Luft in der Sekunde = c und der Kanalquerschnitt in qm = q ist

$$M = q \cdot c$$

mithin

$$q = \frac{M}{c}$$

§ 12. Der Einfluß der äußeren Luftbewegung (Wind) auf ein Ventilationsystem kann groß sein und zwar positiv oder drückend und negativ oder saugend. Dieser Einfluß muß möglichst abgewendet werden und es soll daher jeder Abluftkanal, welcher in das Freie mündet, durch einen **Deflektor** (Windablenker) geschützt sein, welcher so konstruiert sein muß, daß seine schrägen, jalousteartig angeordneten Windflächen ein Eindringen des Windes in den Schlot unmöglich machen.

Ein Kanal von m . n Querschnitt wird bei starkem Wind, der den Austritt der Abluft an den windanstehenden Seiten verhindert, mit der Summe der beiden Seiten, also m + n abziehend wirken. Es muß daher die freie Abzugshöhe des Deflektors h betragen

$$h = \frac{m \cdot n}{m + n}$$

§ 13. Außer durch Temperaturdifferenz (natürliche oder künstlich geschaffene), kann ventilirt werden durch maschinelle Anlagen (mechanische Lüftung mittels Sauger und Bläser u. s. w.)

Nachstehende Tabellen geben die volle Leistung bei möglichst wenig Widerständen:

Schraubenventilator von Blackmann.

Durchmesser in m	0,35	0,45	0,60	0,76	0,91	1,21	1,52	1,82
bewegte Luft in cbm per Min.	42—70	56—113	67—181	141—254	218—396	368—849	594—1217	819—1642
Umdrehungen per Min.	1000—1500	700—1200	500—900	450—750	400—650	300—600	240—450	200—350
Ausströmungsfläche in qm	0,09	0,16	0,29	0,45	0,65	1,16	1,82	2,61

§ 11. Die durch einen Kanal in der Schwerkraft fließende Luft in einem (M) beträgt, wenn die Querschnittsfläche der Luft in der Schwerkraft v und der Kanalschnitt q ist $v = p \cdot q$

$$M = v \cdot q$$

mit

$$\frac{M}{q} = v$$

§ 12. Der Einfluss der äußeren Luftverdrängung (Wind) auf ein Ventilationsgitter kann groß sein und zwar positiv oder negativ und negativ oder langsam. Dieser Einfluss muss möglichst abgemindert werden und es soll daher jeder Ventilationsgitter in das Gitter ein oder zwei Ventilationsgitter (Windgitter) gesetzt sein, welche zu verhindern, dass das Gitter durch die Luftverdrängung angeordnet zu werden ein Hindernis für die Luftverdrängung in den Schichten macht.

Ein Kanal von m m Querschnitt wird bei einem Wind der den Querschnitt der Luft an den Ventilationsgittern vermindert mit der Summe der beiden Seiten, also $m + n$ abgemindert werden. Es muss daher die freie Höhe des Ventilationsgitters h betragen

$$h = \frac{m \cdot n}{m + n}$$

§ 13. Wasser durch Temperaturdifferenz (natürliche oder künstliche) kann erwärmt werden durch verschiedene Anlagen (mechanische Heizung mittels Dampf und Wasser u. s. w.)

Wichtigste Tabellen geben die volle Leistung der möglichst wenig Heizkörper:

Charakteristiken von Blöcken

Temperatur in m	0,37	0,45	0,50	0,70	0,81	1,21	1,52	1,82
100 - 150	100 - 150	100 - 150	100 - 150	100 - 150	100 - 150	100 - 150	100 - 150	100 - 150
150 - 200	150 - 200	150 - 200	150 - 200	150 - 200	150 - 200	150 - 200	150 - 200	150 - 200
200 - 250	200 - 250	200 - 250	200 - 250	200 - 250	200 - 250	200 - 250	200 - 250	200 - 250
250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300
300 - 350	300 - 350	300 - 350	300 - 350	300 - 350	300 - 350	300 - 350	300 - 350	300 - 350
350 - 400	350 - 400	350 - 400	350 - 400	350 - 400	350 - 400	350 - 400	350 - 400	350 - 400
400 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450
450 - 500	450 - 500	450 - 500	450 - 500	450 - 500	450 - 500	450 - 500	450 - 500	450 - 500
500 - 550	500 - 550	500 - 550	500 - 550	500 - 550	500 - 550	500 - 550	500 - 550	500 - 550
550 - 600	550 - 600	550 - 600	550 - 600	550 - 600	550 - 600	550 - 600	550 - 600	550 - 600
600 - 650	600 - 650	600 - 650	600 - 650	600 - 650	600 - 650	600 - 650	600 - 650	600 - 650
650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700	650 - 700
700 - 750	700 - 750	700 - 750	700 - 750	700 - 750	700 - 750	700 - 750	700 - 750	700 - 750
750 - 800	750 - 800	750 - 800	750 - 800	750 - 800	750 - 800	750 - 800	750 - 800	750 - 800
800 - 850	800 - 850	800 - 850	800 - 850	800 - 850	800 - 850	800 - 850	800 - 850	800 - 850
850 - 900	850 - 900	850 - 900	850 - 900	850 - 900	850 - 900	850 - 900	850 - 900	850 - 900
900 - 950	900 - 950	900 - 950	900 - 950	900 - 950	900 - 950	900 - 950	900 - 950	900 - 950
950 - 1000	950 - 1000	950 - 1000	950 - 1000	950 - 1000	950 - 1000	950 - 1000	950 - 1000	950 - 1000

Schraubenventilator von Schiele & Co.

Durchmesser in m	0,3	0,4	0,5	0,65	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
cbm Luft per Min. . .	40	65	105	190	280	450	650	1000	1800
Umdrehungen per Min.	2000	1500	1200	900	800	600	500	400	300

 10

Strahlenspektrometer von Schiele & Co.

0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Durchmesser in mm
1800	1600	1400	1200	1000	800	600	400	200	Linienlänge per mm
300	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	Linienlänge per mm

Erhältlich bei Schiele & Co.



Blank white label on the spine.