

Tabellarische Zusammenstellung der Rohrweiten für verschiedene Zirkulationshöhen und horizontale Entfernungen bei Warmwasserheizungen mit unterer Wasserverteilung

Bearbeitet nach den Recknagelschen Hilfstabellen

von

Ernst Haase, Ingenieur



München und Berlin

Druck und Verlag von R. Oldenbourg

1911

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit entsprang der Absicht, die viel Zeit in Anspruch nehmende Berechnung der Rohrweiten bei Warmwasserheizungs-Anlagen zu erleichtern.

Durch die Arbeiten des um die Heizungstechnik hochverdienten Herrn Diplom-Ingenieur H. Recknagel war dem in der Praxis stehenden Heizungsingenieur ein gangbarer Weg zur Berechnung der Schwerkraft-Warmwasserheizungen gewiesen. Die auf streng wissenschaftlicher Grundlage sich aufbauende Berechnungsmethode Recknagels schloß von vornherein jedes Tasten bei Bestimmung der Rohrweiten aus und fand daher bald eine große Verbreitung. Es war damit ein bedeutender Fortschritt in der Heizungstechnik getan.

Immerhin nahm auch diese Berechnungsmethode noch viel Zeit in Anspruch, und so kam mir der Gedanke, ob sich nicht — wenigstens für die erste Projektbearbeitung — auf dem Grundgedanken Recknagels Tabellen aufbauen ließen, welche die Rechnung ersetzten oder wenigstens einschränkten.

Nach vielfachen Versuchen kam ich auf die Form der im folgenden Büchlein zusammengestellten Tabellen für die heutigentags meist in der Praxis angewandte Form der Warm-

wasserheizung — die Schwerkraft-Warmwasserheizung mit unterer Verteilungsleitung.

An Hand der Montagezeichnungen bereits ausgeführter und völlig gleichmäßig arbeitender Warmwasserheizungen prüfte ich zunächst die Tabellen und ging sodann dazu über, auch bei Projekten die Dimensionierung der Rohre nach ihnen vorzunehmen. Für die Ausführung ließ ich die Projekte indessen stets nochmals genau durchrechnen. Hierbei stellte es sich sehr bald heraus, daß sich kaum einmal Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Berechnung ergaben, und daß dort, wo diese ab und zu doch zutage traten, sie nur geringfügig waren.

So faßte ich den Entschluß, diese meine Arbeit nicht nur dem kleinen Kreise der mit mir arbeitenden Herren der Firma Gebrüder Demmer, Aktiengesellschaft, zugänglich zu machen, sondern sie vielmehr auch der Allgemeinheit zu übergeben, in der Hoffnung, hiermit der Heizungstechnik einen kleinen Dienst zu erweisen, denn die grundlegenden Ideen sind nicht — wie schon eingangs erwähnt — von mir, sondern von Herrn Diplom-Ingenieur Recknagel.

Auch der Pflicht der Dankbarkeit gegen die Firma Gebr. Demmer, A.-G. in Eisenach, will ich an dieser Stelle gern gedenken. In hochherzigster Weise wurde meine Arbeit durch dieselbe gefördert und mir auch bereitwilligst die Gelegenheit geboten, die Tabellen praktisch zu erproben.

Noch eines möchte ich indessen jedem, der diese Tabellen in Gebrauch nimmt, ans Herz legen: Tabellen sind und bleiben stets nur für einen bestimmten Fall zugeschnitten. Sie werden

also in diesem oder jenem Falle stets unzulänglich sein und müssen dann durch Rechnung ergänzt werden. Daher sollte jeder, der nach Tabellen arbeitet, stets vorher sich in die wissenschaftlichen Grundlagen solcher Tabellen vertiefen und erst, wenn diese ihm — wie man sagt — in Fleisch und Blut übergegangen sind, die Tabellen zur Hand nehmen. Nur dann wird er die Tabellen richtig gebrauchen und vor Nackenschlägen, die eine falsche Anwendung derselben mit sich bringt, bewahrt bleiben.

Eisenach, im März 1911.

Der Verfasser.

Einleitung und Anweisung zum Gebrauch der Tabellen.

Um einen verständnisvollen Gebrauch der Tabellen zu ermöglichen, gebe ich im folgenden die Berechnungsweise derselben kurz an.

Es wurden zunächst die Widerstandshöhen in Millimeter Wassersäule für eine große Anzahl von Kesseln verschiedenster Konstruktion und Gliederzahl bei normaler Beanspruchung berechnet. Ebenso wurden die Widerstandshöhen für eine Anzahl von Radiatoren verschiedenster Bauhöhe und Gliederzahl bestimmt. Als Vorlauftemperatur des Heizwassers wurden $+ 90^{\circ} \text{C}$, als Rücklauftemperatur $+ 60^{\circ} \text{C}$ angenommen.¹⁾

Diese Temperaturdifferenz wurde von mir deshalb gewählt, weil sie in allen mir vorgekommenen Fällen sich stets in der Praxis gut bewährt hat, und ich daher keinen Grund dafür einseh, mit einer geringeren Temperaturdifferenz zu rechnen, die — selbst bei nur etwas umfangreicheren Anlagen — bedeutend größere Rohrweiten und damit höhere Anlagekosten ergibt, die ohne Nachteil für die Funktion der Anlage vermieden werden können. Die sich ergebende mittlere Oberflächentemperatur der Heizkörper von ca. $+ 75^{\circ} \text{C}$ dürfte als keine zu hohe angesehen werden, namentlich da sie ja nur vorübergehend bei scharfer Kälte erreicht wird.

¹⁾ Siehe Bemerkung am Schluß der Tabellen.

Durch die Bestimmung der Widerstandshöhen verschiedener Kessel und Radiatoren kam ich empirisch zu dem Resultat, daß man, ohne einen bedeutenden Fehler zu machen, den Summen der Widerstandshöhen für Kessel und Radiatoren je nach dem Umfange der Anlage die Werte von 2,5 bis 10,0 beilegen kann unter der Voraussetzung, daß die Gliederzahl der Radiatoren etwa 20 Glieder beträgt und der Anschluß der Kessel sowohl wie der Radiatoren einseitig erfolgt.

Wie die Tabellen erkennen lassen, wurde als kleinste Anlage diejenige behandelt, deren entferntester Strang in einer horizontalen Entfernung vom Kessel von 5,0 m liegt, als größte Anlage diejenige, deren entferntester Strang in einer horizontalen Entfernung von 60,0 m vom Kessel liegt. Die Berechnung erfolgte nun unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung des Druckverlustes auf den Stromkreis, welcher durch den am ungünstigsten gelegenen Heizkörper geht, d. h. durch den Heizkörper, der sich im Erdgeschoß am entferntesten Strang befindet. In Abständen von 5 zu 5 m wurde die Abzweigung eines Stranges von dieser horizontalen Verteilungsleitung angenommen und die bis zu diesen Abzweigungspunkten verbrauchten Druckhöhen berechnet. Durch Abrechnung dieser und der für Kessel und Radiatoren angenommenen Widerstandshöhe von

der erreichbaren Druckhöhe der einzelnen Heizkörper des Erdgeschosses wurde die noch zur Verfügung stehende Druckhöhe für die letztere ermittelt. Die in der Praxis meist zutreffende Annahme, daß die vertikale Zu- und Rückleitung der Heizkörper des Erdgeschosses eine Länge von 2,0 m, die horizontale eine Länge von 3,0 m besitzt, gestattete alsdann die Bestimmung der pro laufenden Meter zur Verfügung stehenden Druckhöhe.

Die Berechnung der Leitungen nach und von den Heizkörpern des I. Obergeschosses erfolgte analog der im Vorhergehenden angegebenen Berechnungen für die Heizkörper des Erdgeschosses, immer naturgemäß unter Abzug der bereits verbrauchten Druckhöhen.

Als Geschoßhöhe wurden hierbei 3,5 m angenommen. Ist dieselbe größer, so wird doch eine bedeutendere Differenz der pro lfd. Meter zur Verfügung stehenden Druckhöhe sich deshalb nicht ergeben, weil alsdann bei Bestimmung derselben nicht allein die verfügbare Druckhöhe, welche als Zähler auftritt, anwächst, sondern auch die Länge der Strecke, die den Nenner des Bruches bei Vornahme der Rechnung bildet.

Die Leitungen zu und von den Heizkörpern der höher gelegenen Geschosse wurden genau in derselben Weise wie diejenigen ermittelt, welche zu den Heizkörpern des I. Obergeschosses führten. Die Annahme einer Geschoßhöhe von 3,5 m und der Länge von 3,0 m für die Heizkörperanschlüsse wurde auch hierbei beibehalten.

Auf die soeben beschriebene Weise entstand der Kopf (»I. Horizontale Leitung«) und die linke Hälfte der unter »II. Vertikale Stränge« aufgeführten Tabellen, bei welcher — wie die Überschrift angibt — die Voraussetzung gemacht wurde, daß

sich Heizkörper im Erdgeschoß und in den Obergeschossen befinden.

Für den Fall, daß ein Strang — wie dieses bei Häusern, die im Erdgeschoß Geschäftsräume und in den Obergeschossen Wohnräume enthalten, häufig vorkommt — nur in den Obergeschossen Heizkörper besitzt, ist die rechte Hälfte der Tabellen errechnet worden, da sich alsdann die Rohrdimensionen teilweise verschieben.

Der im Vorstehenden angegebene Entstehungsgang der Tabellen dürfte im allgemeinen zur sachgemäßen Anwendung derselben genügen. Wenn im folgenden dennoch einige erläuternde Worte hierüber hinzugesetzt werden, so geschieht dieses, um irrtümliche Anwendungen nach Möglichkeit von vornherein auszuschließen, auch sollen noch einige Hinweise darüber angegeben werden, wie in einzelnen »Grenzfällen« zu verfahren ist.

Zunächst ist die Entfernung zwischen der Mitte des untersten Heizkörpers im Erdgeschoß und der Mitte des Kessels sowie die horizontale Entfernung des letzten Stranges vom Kessel zu bestimmen. Hiernach erfolgt die Auswahl der Tabelle.

Nachdem an allen Teilstrecken die durch dieselben gehenden Wärmeinheiten vermerkt sind, erfolgt zunächst die Dimensionierung der horizontalen Verteilungsleitung nach dem hierfür errechneten Kopf jeder Tabelle (I. Horizontale Leitung). Teilt sich die Leitung am Kessel oder in nicht allzu weiter Entfernung von demselben in zwei oder mehrere ungleich lange Äste, so sind für die Bestimmung der Rohrweiten jedes dieser Äste verschiedene Tabellen zu wählen. Die gemeinsame Anschlußleitung am Kessel ist hierbei naturgemäß nach der Tabelle für den längsten Ast zu bestimmen. Kurze horizontale Verbindungen — bis zu höchstens etwa 5,0 m Länge — zwischen Strang und Verteilungs-

leitung können wie die Dimensionen des Stranges ausgeführt werden.

Zur Ermittlung der Rohrweiten der einzelnen Stränge ist es erforderlich, die horizontale Entfernung derselben vom Kessel zu bestimmen. Es empfiehlt sich, diese in der Strangzeichnung unter der Nummer jeden Stranges zu vermerken. Befindet sich auch im Erdgeschoß ein Heizkörper am Strang, so erfolgt die Dimensionierung des ganzen Stranges nach der linken Hälfte der Tabelle für vertikale Stränge, andernfalls nach der rechten Hälfte. Am besten bestimmt man die Rohrweiten und die Heizkörperanschlüsse hintereinander von oben herab für jeden Strang. Hierbei kann es — namentlich in den oberen Geschossen — vorkommen, daß nach der Tabelle z. B. die Anschlüsse für zwei kleine Heizkörper im obersten Geschoß eine lichte Weite von 13 mm erhalten, und daß der Steigestrang zu ihnen auch nur 13 mm stark zu werden braucht. Dieses hat darin seinen Grund, daß die Tabelle nicht die Werte für Anschlüsse von 10 mm lichter Weite enthält. In solchem Falle ist dann, wenn der Steigestrang nur noch gerade mit 13 mm genügen würde, die Zuleitung desselben 20 mm, die Rückleitung 13 mm weit zu machen. Die oberen Anschlüsse der Heizkörper sind 13 mm, ihre unteren Anschlüsse 10 mm weit anzulegen.

Ähnlich ist zu verfahren, wenn einer oder beide Anschlüsse etwa eine lichte Weite von 20 mm nach der Tabelle erhalten müßten und der Strang gleichfalls noch mit 20 mm l. Durchm. genügte. Eine Verstärkung des Stranges ist in diesem Falle nicht immer nötig, vielfach genügt es, wenn die unteren Heizkörperanschlüsse dann 13 mm werden, oder auch wenn man den oberen Anschlüssen und den Ventilen eine lichte Weite von nur 13 mm gibt und dafür die unteren Anschlüsse der Heizkörper 20 mm

weit macht. Letzteres empfiehlt sich dann, wenn die Heizkörper nur wenig mehr Wärmeeinheiten leisten sollen, als sie bei einem Anschluß von 13 mm unten und oben leisten könnten.

Alle Arten solcher Fälle anzuführen, ist hier naturgemäß nicht möglich, diese Hinweise dürften indessen für einen einigermaßen umsichtigen Projektanten genügen, um ihn auf den richtigen Weg bei ähnlichen Vorkommnissen zu weisen. Im allgemeinen empfiehlt sich folgende Regel: Man mache dann, wenn von der tabellenmäßig sich ergebenden Anschlußdimension etwa doppelt so viel Wärmeeinheiten geleistet werden können, als tatsächlich zu leisten sind, einen der Anschlüsse — ob den oberen oder den unteren ist ziemlich indifferent — eine Dimension schwächer, als es die Tabelle angibt.

Selbstverständlich ist es, daß man sehr langen Heizkörperverbindungen nicht die Dimension 13 mm, namentlich in den unteren Geschossen, geben wird.

Schließlich sind noch die Kellerheizkörper zu erwähnen, welche jetzt häufiger — besonders bei Villen — an die Verteilungsleitung anzuschließen sind. Bei der Dimensionierung derselben spricht meist weniger die Druckhöhe mit als die Rohrabkühlung. Macht es keine besonders hohen Kosten, so ist es angebracht, die Kellerheizkörper mit besonderer Zu- und Rückleitung zu versehen. Diese Leitungen sind dann nach Recknagel zu berechnen wie die Heizkörper einer Etagenheizung. Ist eine besondere Leitung hingegen aus Gründen zu hohen Kostenaufwandes nicht möglich, so können die Kellerheizkörper auch von der gemeinsamen Verteilungsleitung abgenommen werden. Ihre Anschlüsse sind alsdann so weit zu bemessen, als die besondere Leitung zu ihnen weit sein müßte. Außerdem ist hierbei zu beachten, daß die horizontalen Zu- und Rückleitungen, von

welchen sie abzweigen, naturgemäß nie schwächer, sondern stets mindestens um zwei Dimensionen stärker als der für den Kellerheizkörper erforderliche Anschluß sein müssen. Nähert sich die Zahl der Kellerheizkörper der Anzahl von Heizkörpern einer ganzen Etage, so muß an die Stelle der Tabellen die Berechnung treten.

An Hand des folgenden Beispiels mögen die vorhergehenden Erörterungen näher erläutert werden.

Die Anlage habe die Stränge I bis V. Unter der Bezeichnung der Stränge sind die horizontalen Entfernungen derselben vom Kessel in Metern verzeichnet. Die Mitte des am ungünstigsten gelegenen Heizkörpers im Erdgeschoß liege 2,8 m über der Mitte des Kessels. Da nur je eine Serie Tabellen für 2,5 und 3,0 m Entfernung zwischen den Mitten des Kessels und des ungünstigsten Heizkörpers vorhanden ist, so wird der Sicherheit halber die erstere gewählt.

Strang I liegt 8,0 m vom Kessel entfernt, also ist für die linke Hälfte mit 10,0 m horizontaler Ausdehnung zu rechnen, während für die rechte Hälfte und den Kesselanschluß mit einer solchen von 20,0 m zu rechnen ist, da Strang V in einer Entfernung von 18,0 m vom Kessel liegt. Die Horizontalleitung nach Strang IV, die von der horizontalen Leitung nach Strang V abzweigt, ist, da Strang IV nur 12,0 m vom Kessel abliegt, nach der Tabelle für 15,0 m Horizontalausdehnung zu bestimmen.

Bei der Bestimmung der Leitung nach Strang I ist noch zu beachten, daß die Zuleitung genau den Angaben der Tabelle entspricht, dagegen die Rückleitung eine Dimension schwächer gewählt ist, weil für 15900 WE die Rohrweite 33 mm und für 24 900 WE die Rohrweite 40 mm fast noch genügen würde.

Über die Bestimmung der Heizkörperanschlüsse der einzelnen Stränge ist kurz noch folgendes zu sagen.

Strang I und II werden für 10 m, Strang III und V für 20 m, Strang IV für 15 m horizontale Ausdehnung bestimmt.

Die obersten Heizkörper an Strang I erhalten tabellenmäßig Ventile von 13 mm l. Durchm., ihre Rückleitungen hingegen können, da für die von ihnen zusammen geleisteten Wärmeinheiten noch immer ein Strang von 13 mm l. Durchm. genügt, ohne Bedenken eine Lichtweite von 10 mm erhalten. Aus ganz ähnlichem Grunde erhalten die oberen Anschlüsse der Erdgeschoß-Heizkörper an Strang I die Dimensionen 26 bzw. 20, die unteren dagegen nur 20 bzw. 13 mm.

Strang II hat keinen Erdgeschoß-Heizkörper, für diesen Strang erfolgt also die Bestimmung der Rohrweiten nach der rechten Hälfte der Tabelle und zwar wird hierbei die Unterubrik für 5,0 m Entfernung der Dimensionierung zugrunde gelegt.

Ganz analog erfolgt die Dimensionierung der Stränge III und V nach der Tabelle für 20,0 m und des Stranges IV nach derjenigen für 15,0 m.

Bei Strang IV werden die Zuleitungen zum I. und II. Obergeschoß hierbei genau nach der Tabelle gewählt, indessen erscheinen sie immerhin so reichlich, daß die entsprechenden Rückleitungen eine Dimension geringer sein können.

Strang V hat im Erdgeschoß keinen Heizkörper. Daher ist für die Bestimmung seiner Rohrweiten wie bei Strang II die rechte Hälfte der zugehörigen Tabelle gewählt. Hierbei tritt der Fall ein, daß beim Übergang von der horizontalen zur vertikalen Leitung eine Reduzierung der Rohrweiten eintritt.

Schließlich sei noch der Kellerheizkörper erwähnt. Sein Anschluß ergab sich rechnermäßig als 26 mm. Er kann also ohne Bedenken an die 50 mm starke horizontale Leitung angehängt werden.

Tabellen.

Die Mitte des untersten Heizkörpers der Anlage liegt 2,0 m über Mitte Kessel.

I. Horizontale

Lichter Rohrdurchmesser . .	18	20	26	33	40	50	65	78
Geförderte WE.	1560	3960	7100	15830	22490	40730	84210	139230

II. Vertikale

Horizontale Entfernung des Stranges vom Kessel		Heizkörper befinden sich im Erdgeschoß und den Obergeschossen											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Leitung zum Erd- geschoß und Heiz- körperanschlüsse dortselbst	18	1560											
	20	3960											
	26	7100											
	33	15830											
	40	22490											
	50	40730											
Leitung zum I. Obergeschoß und Heizkörper- anschlüsse dortselbst	18	3210											
	20	8180											
	26	14620											
	33	32470											
	40	46390											
	50	83670											
desgleichen für II. Obergeschoß	18	3550											
	20	9040											
	26	16160											
	33	35940											
desgleichen für III. Obergeschoß	18	3650											
	20	9310											
	26	16620											
	33	37020											
desgleichen für IV. Obergeschoß	18	3670											
	20	9360											
	26	16710											
	33	37230											

Der letzte Strang liegt in einer horizontalen Entfernung von 5,0 m vom Kessel.

Leitung.

57	70	82	94	106	119	131	143	156	169	Lichter Rohrdurchmesser
										Geförderte WE

Stränge.

Heizkörper befinden sich nur in den Obergeschossen											Horizontale Entfernung des Stranges vom Kessel		
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
												18	Leitung zum Erdgeschoß und Heizkörperanschlüsse dortselbst
												20	
												26	
												33	
												40	
												50	
3020												18	Leitung zum I. Obergeschoß und Heizkörperanschlüsse dortselbst
7690												20	
14730												26	
30590												33	
43690												40	
78620												50	
3490												18	desgleichen für II. Obergeschoß
8880												20	
15890												26	
35300												33	
50230												40	
												18	desgleichen für III. Obergeschoß
												20	
												26	
												33	
												18	desgleichen für IV. Obergeschoß
												20	
												26	
												33	

Die Mitte des untersten Heizkörpers der Anlage liegt 2,0 m über Mitte Kessel.

I. Horizontale

Lichter Rohrdurchmesser .	13	20	26	33	40	50	65	78
Geförderte WE.	1290	3130	5640	12450	17760	32080	66650	109580

II. Vertikale

Horizontale Entfernung des Stranges vom Kessel		Heizkörper befinden sich im Erdgeschoß und den Obergeschossen											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Leitung zum Erd- geschoß und Heiz- körperanschlüsse dortselbst	13	2210	1290										
	20	5600	3130										
	26	10020	5640										
	33	22260	12450										
	40	31770	17760										
	50	57390	32080										
Leitung zum I. Obergeschoß und Heizkörper- anschlüsse dortselbst	13	3300	3180										
	20	8420	8120										
	26	15050	14510										
	33	33420	32240										
	40	47700	46060										
	50	86110	83040										
desgleichen für II. Obergeschoß	13	3570	3530										
	20	9090	8980										
	26	16250	16070										
	33	36160	35730										
desgleichen für III. Obergeschoß	13	3650											
	20	9310											
	26	16620											
	33	37020											
desgleichen für IV. Obergeschoß	13	3670											
	20	9360											
	26	16710											
	33	37230											

Der letzte Strang liegt in einer horizontalen Entfernung von 10,0 m vom Kessel.

Leitung.

57	70	82	94	106	119	131	143	156	169	Lichter Rohrdurchmesser
										Geförderte WE

Stränge.

Heizkörper befinden sich nur in den Obergeschossen											Horizontale Entfernung des Stranges vom Kessel		
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
												18	Leitung zum Erdgeschoß und Heizkörperanschlüsse dortselbst
												20	
												26	
												33	
												40	
												50	
3140	2940											18	Leitung zum I. Obergeschoß und Heizkörperanschlüsse dortselbst
8000	7490											20	
14290	13380											26	
31770	29770											33	
45380	42560											40	
81780	76600											50	
3550	3490											18	desgleichen für II. Obergeschoß
9040	8880											20	
16160	15890											26	
35940	35300											33	
51150	50230											40	
												18	desgleichen für III. Obergeschoß
												20	
												26	
												33	
												18	desgleichen für IV. Obergeschoß
												20	
												26	
												33	

Die Mitte des untersten Heizkörpers der Anlage liegt 2,0 m über Mitte Kessel.

I. Horizontale

Lichter Rohrdurchmesser . .	13	20	26	33	40	50	65	78
Geförderte WE.	1140	2720	4850	10860	15340	27810	57690	95290

II. Vertikale

Horizontale Entfernung des Stranges vom Kessel		Heizkörper befinden sich im Erdgeschoß und den Obergeschossen											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Leitung zum Erd- geschoß und Heiz- körperanschlüsse dortselbst	13												
	20	2410	1860	1140									
	26	6100	4740	2720									
	33	10940	8470	4850									
	40	24260	18880	10860									
	50	34690	26940	15340									
Leitung zum I. Obergeschoß und Heizkörper- anschlüsse dortselbst	65	62520	48590	57690									
	13	3350	3230	3140									
	20	8530	8240	8000									
	26	15260	14730	14290									
	33	33890	32710	31770									
	40	48330	46730	45380									
desgleichen für II. Obergeschoß	50	87290	84300	81780									
	13	3590	3570	3530									
	20	9150	9090	8980									
	26	16350	16250	16070									
desgleichen für III. Obergeschoß	33	36370	36160	35730									
	40	51760	51450	50840									
	13		3650										
	20		9310										
desgleichen für IV. Obergeschoß	26		16620										
	33		37020										
	13		3670										
	20		9360										
	26		16710										
	33		37230										