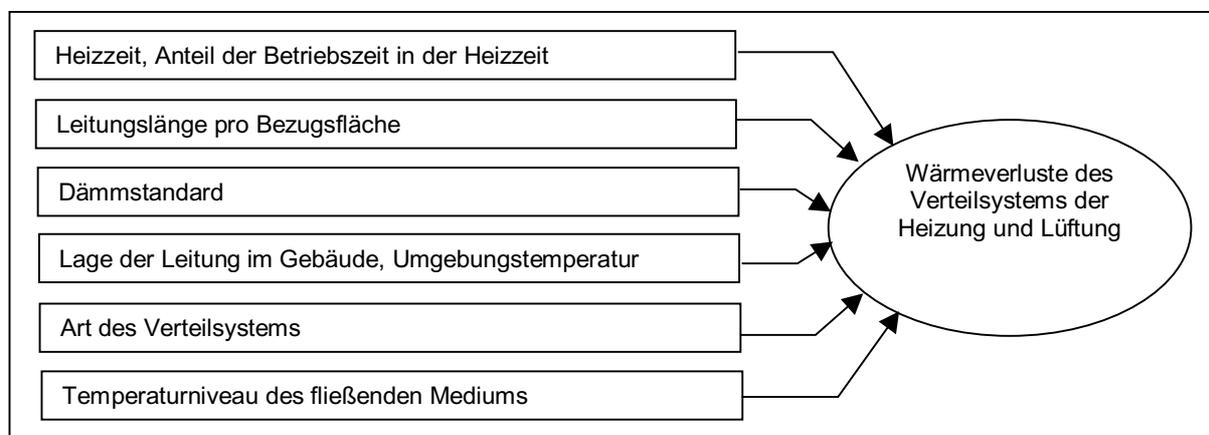


Kennwerte – Verteilnetze

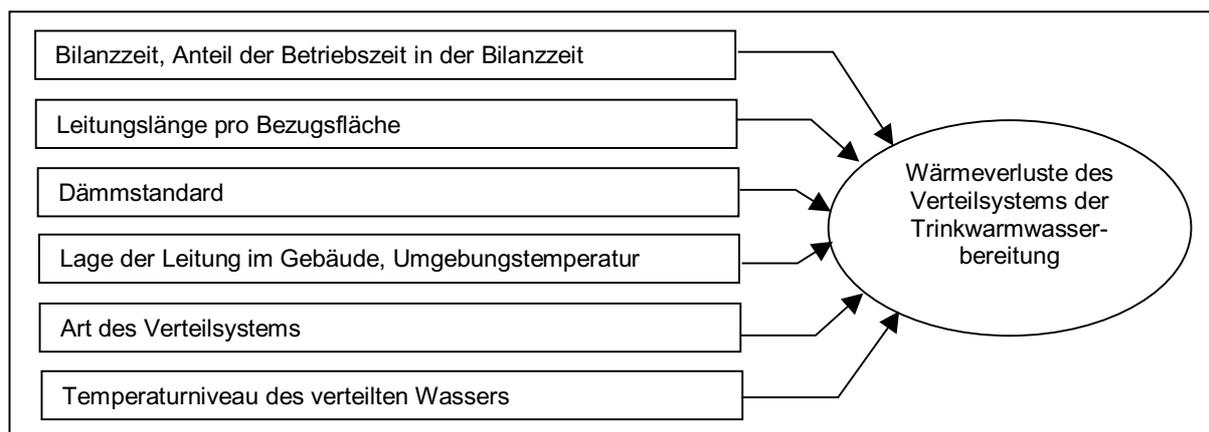
1. Kurzinfo

Einer der wichtigsten Energiekennwerte zur Beschreibung der Anlagentechnik sind die Wärmeverluste von Verteilsystemen.

Die Bilanzierung der Wärmeabgabe eines wärmedurchströmten Rohrabschnittes (bzw. des Abschnittes eines Lüftungskanals) ist für alle Bilanzverfahren zunächst gleich und nur von der Physik bestimmt: ausschlaggebend für die Verluste sind die Länge und der Umfang des Rohres, die mittlere Temperatur innerhalb und außerhalb des Rohres im Betrachtungszeitraum und der Wärmedurchgangskoeffizient zwischen Rohrrinnerem und der Umgebung. Der Ansatz ähnelt dem der Bestimmung der Transmissionswärmeverluste für das Gebäude.



Üblicherweise wird in Verteilverluste der Heizleitungen, der Lüftungsleitungen und der Trinkwarmwasserleitungen unterschieden.



Die Bilanzierung der Kenngröße "Wärmeverluste des gesamten Verteilsystems" (meist Q_d) ist in den Bilanzverfahren verschieden. Es gibt Bilanzen, die von vornherein davon ausgehen, dass ein Teil oder der gesamte Wärmeverlust von Leitungen und Kanälen zur Raumheizung genutzt werden - sofern sich die betreffenden Abschnitte im beheizten Bereich befinden. Diese Verfahren bilanzieren als Energiekennwert der "Verteilverluste" nur die echten Wärmeverluste, also nur den nicht nutzbaren Anteil der Wärmeabgabe. Die Wärmeabgabe der Verteilleitungen wird in

diesen Verfahren nicht als innere Fremdwärme angesehen und bewertet.

Andere Verfahren bilanzieren zunächst einmal alle Wärmeverluste der Verteilung als Verluste. In diesen wird der Anteil der Wärmeverluste, der zur Raumheizung beitragen kann, als Fremdwärmeanfall in Rechnung gestellt und bewertet. Da diese beiden Ansätze parallel von den verschiedenen Berechnungsverfahren verwendet werden, sind Energiekennwerte der Verteilung oft nicht unmittelbar untereinander vergleichbar.

2. Gesamtwärmeverluste von Verteilnetzen

A_N [m ²]	flächenbezogener Wärmeverlust [kWh/m ² a]							
	mit Zirkulation				ohne Zirkulation			
	Verteilung außerhalb thermischer Hülle		Verteilung innerhalb thermischer Hülle		Verteilung außerhalb thermischer Hülle		Verteilung innerhalb thermischer Hülle	
	Wärme-Verlust	Heiz-wärme-gutschrift	Wärme-Verlust	Heiz-wärme-gutschrift	Wärme-Verlust	Heiz-wärme-gutschrift	Wärme-Verlust	Heiz-wärme-gutschrift
100	14,6	1,7	12,1	5,4	6,7	1,0	5,1	2,3
150	11,6	1,7	9,8	4,4	5,4	1,0	4,2	1,9
200	10,1	1,8	8,7	3,9	4,7	1,0	3,8	1,7
300	8,7	1,8	7,7	3,5	4,0	1,0	3,3	1,5
500	7,6	1,9	6,9	3,1	3,4	1,0	3,0	1,3
750	7,1	2,0	6,6	3,0				
1.000	6,9	2,1	6,5	2,9				
1.500	6,8	2,1	6,4	2,9				
2.500	6,6	2,2	6,3	2,8				
5.000	6,6	2,3	6,3	2,8				
10.000	6,6	2,3	6,3	2,8				

flächenbezogener Wärmeverlust der Verteilung für Trinkwarmwasser- und Zirkulationsleitungen in zentralen Netzen (nur Neubau, Bezug A_N)

Quelle: DIN V 4701-10

System pro Strang (Gerät) sind angeschlossen:	flächenbezogener Wärmeverlust [kWh/m ² a]	
	Flächenbezogener Wärmeverlust	Heizwärmegutschrift
1 Raum, 1 Zapfstelle (z.B. Untertischgerät)	0,25	0,11
1 Raum, mehrere Zapfstellen (z.B. Badezimmer)	0,76	0,34
2 Räume mit gemeinsamer Installationswand	1,01	0,45
Wohnungszentrale Trinkwarmwasser-Versorgung	1,51	0,68

flächenbezogener Wärmeverlust der Verteilung für Trinkwarmwasserleitungen in dezentralen Netzen (nur Neubau, Bezug A_N)

Quelle: DIN V 4701-10

Nutz- Fläche A_N	flächenbezogener Wärmeverlust der Verteilung [kWh / m ² a]							
	horizontale Verteilung außerhalb der thermischen Hülle							
	Verteilungsstränge außenliegend				Verteilungsstränge innenliegend			
	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C
100	15,2	11,4	8,6	4,4	13,8	10,3	7,8	4,0
150	11,5	8,6	6,5	3,2	10,3	7,7	5,8	2,9
200	9,7	7,2	5,4	2,7	8,5	6,3	4,8	2,3
300	7,9	5,8	4,4	2,1	6,8	5,0	3,7	1,8
500	6,4	4,7	3,5	1,7	5,4	3,9	2,9	1,3
750	5,7	4,2	3,1	1,4	4,6	3,4	2,5	1,1
1.000	5,3	3,9	2,9	1,3	4,3	3,1	2,3	1,0
1.500	4,9	3,6	2,7	1,2	3,9	2,9	2,1	0,9
2.500	4,6	3,4	2,5	1,1	3,7	2,7	1,9	0,8
5.000	4,4	3,2	2,4	1,1	3,4	2,5	1,8	0,8
10.000	4,3	3,1	2,3	1,0	3,3	2,4	1,8	0,7

Flächenbezogener Wärmeverlust der Wärmeverteilung für Systemtemperaturen 90/70 °C, 70/55 °C, 55/45 °C, 35/28 °C, Verteilebene außerhalb der thermischen Hülle (nur Heizung, nur Neubau, nur der nicht nutzbare Anteil der Verluste, Bezug auf A_N)

Quelle: DIN V 4701-10

Nutz- Fläche A_N	flächenbezogener Wärmeverlust der Verteilung q_d [kWh / m ² a]							
	horizontale Verteilung innerhalb der thermischen Hülle							
	Verteilungsstränge außenliegend				Verteilungsstränge innenliegend			
	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C
100	4,3	3,1	2,2	0,8	4,1	2,9	2,1	0,7
150	3,8	2,7	1,9	0,7	3,6	2,5	1,8	0,6
200	3,5	2,5	1,7	0,6	3,3	2,3	1,6	0,6
300	3,2	2,2	1,6	0,6	3,0	2,1	1,5	0,5
500	2,9	2,1	1,5	0,5	2,8	2,0	1,4	0,5
750	2,8	2,0	1,4	0,5	2,7	1,9	1,3	0,5
1.000	2,8	2,0	1,4	0,5	2,6	1,8	1,3	0,5
1.500	2,7	1,9	1,3	0,5	2,5	1,8	1,3	0,4
2.500	2,7	1,9	1,3	0,5	2,5	1,8	1,2	0,4
5.000	2,6	1,9	1,3	0,5	2,5	1,7	1,2	0,4
10.000	2,6	1,8	1,3	0,5	2,4	1,7	1,2	0,4

Flächenbezogener Wärmeverlust der Wärmeverteilung für Systemtemperaturen 90/70 °C, 70/55 °C, 55/45 °C, 35/28 °C, Verteilebene innerhalb der thermischen Hülle (nur Heizung, nur Neubau, nur der nicht nutzbare Anteil der Verluste, Bezug auf A_N)

Quelle: DIN V 4701-10

Gebäudetyp	Einheit	EFH Einfamilienhäuser									
		tats. Daten, DIN V 4701-10	DIN V 4701-10	LEG	Energiepass	Hauser	Hirschberg	DIN EN ISO 12 241	Recknagel (teil-gedämmt)	Esdorn	VdZ
Heizung											
Verluste der VL	kWh/(m ² a)	10,2	6,4	8,5	6,2	-	6,9	7,8	-	20,9	-
Verluste der AL & SL	kWh/(m ² a)	2,1	1,7	0,0	0,0	-	0,3	12,8	51,2	2,9	-
Verluste der HL	kWh/(m ² a)	11,8	8,1	8,5	6,2	24,8	7,2	20,6	59,0	23,9	30,6
Warmwasserbereitung											
Verluste im beh. Bereich	kWh/(m ² a)	5,3	3,9	-	-	-	-	-	-	2,3	-
Verluste im unbeh. Bereich	kWh/(m ² a)	4,4	5,5	-	-	-	-	-	-	13,8	-
Summe Verluste	kWh/(m ² a)	11,1	11,0	6,1	10,6	-	-	10,0	-	16,1	13,0
Gebäudetyp	Einheit	RH Reihenhäuser									
		tats. Daten, DIN V 4701-10	DIN V 4701-10	LEG	Energiepass	Hauser	Hirschberg	DIN EN ISO 12 241	Recknagel (teil-gedämmt)	Esdorn	VdZ (gedämmt)
Heizung											
Verluste der VL	kWh/(m ² a)	15,1	7,8	12,4	9,8	-	7,0	11,5	-	25,2	-
Verluste der AL & SL	kWh/(m ² a)	1,7	1,5	0,0	0,0	-	0,3	8,5	28,0	3,4	-
Verluste der HL	kWh/(m ² a)	16,9	9,3	12,4	9,8	29,8	7,3	20,0	39,5	28,6	34,2
Warmwasserbereitung											
Verluste im beh. Bereich	kWh/(m ² a)	5,8	4,0	-	-	-	-	-	-	4,3	-
Verluste im unbeh. Bereich	kWh/(m ² a)	8,6	8,1	-	-	-	-	-	-	14,3	-
Summe Verluste	kWh/(m ² a)	16,5	14,6	7,3	15,6	-	-	14,8	-	18,6	12,6
Gebäudetyp	Einheit	KMH kleine Mehrfamilienhäuser									
		tats. Daten, DIN V 4701-10	DIN V 4701-10	LEG	Energiepass	Hauser	Hirschberg	DIN EN ISO 12 241	Recknagel (teil-gedämmt)	Esdorn	VdZ (gedämmt)
Heizung											
Verluste der VL	kWh/(m ² a)	7,8	3,4	8,1	6,5	-	5,8	7,5	-	10,2	-
Verluste der AL & SL	kWh/(m ² a)	2,5	2,3	0,0	0,0	-	0,4	13,7	59,8	2,3	-
Verluste der HL	kWh/(m ² a)	10,3	5,7	8,1	6,5	16,8	6,2	21,2	67,3	12,5	28,9
Warmwasserbereitung											
Verluste im beh. Bereich	kWh/(m ² a)	11,0	6,3	-	-	-	-	-	-	3,1	-
Verluste im unbeh. Bereich	kWh/(m ² a)	3,9	3,3	-	-	-	-	-	-	9,7	-
Summe Verluste	kWh/(m ² a)	17,4	10,2	10,9	19,1	-	-	19,1	-	12,8	10,3

Gebäudetyp	Einheit	GMH große Mehrfamilienhäuser										
		tats. Daten, DIN V 4701-10	DIN V 4701-10	LEG	Energiepass	Hauser	Hirschberg	DIN EN ISO 12 241	Recknagel (teil-gedämmt)	Esdorn	VdZ (gedämmt)	
Heizung												
Verluste der VL	kWh/(m²a)	6,4	3,0	7,4	5,5	-	4,0	8,1	-	5,6	-	
Verluste der AL & SL	kWh/(m²a)	3,4	2,9	0,0	0,0	-	0,5	18,5	92,6	2,4	-	
Verluste der HL	kWh/(m²a)	9,7	5,7	7,4	5,5	14,8	4,5	26,6	100,7	8,0	20,4	
Warmwasserbereitung												
Verluste im beh. Bereich	kWh/(m²a)	7,0	7,3	-	-	-	-	-	-	3,0	-	
Verluste im unbeh. Bereich	kWh/(m²a)	4,7	2,4	-	-	-	-	-	-	6,9	-	
Summe Verluste	kWh/(m²a)	13,1	10,0	13,1	15,7	-	-	13,6	-	9,8	10,7	
Gebäudetyp	Einheit	HH Hochhäuser										
		tats. Daten, DIN V 4701-10	DIN V 4701-10	LEG	Energiepass	Hauser	Hirschberg	DIN EN ISO 12 241	Recknagel (teil-gedämmt)	Esdorn	VdZ (gedämmt)	
Heizung												
Verluste der VL	kWh/(m²a)	1,3	2,5	1,4	1,1	-	1,8	1,9	-	2,6	-	
Verluste der AL & SL	kWh/(m²a)	1,2	2,4	0,0	0,0	-	0,5	6,6	30,0	2,1	-	
Verluste der HL	kWh/(m²a)	2,4	4,9	1,4	1,1	8,9	2,3	8,5	31,8	4,7	15,7	
Warmwasserbereitung												
Verluste im beh. Bereich	kWh/(m²a)	6,0	6,6	-	-	-	-	-	-	3,2	-	
Verluste im unbeh. Bereich	kWh/(m²a)	1,7	2,0	-	-	-	-	-	-	3,2	-	
Summe Verluste	kWh/(m²a)	9,0	8,7	9,5	12,5	-	-	11,2	-	6,5	8,6	

Mittelwerte der Wärmeverlustkennwerte nach verschiedenen Energiebilanzverfahren (VL Verteilungen, SL Steigleitungen, AL Anbindeleitungen)

Quelle: Schüßler

3. Einzelkennwerte Leitungslängen

verlegte Rohrleitungslängen Trinkwarmwasser L/A _{Eb} , in [m/m²]			A _{Eb} bis 300 m²	A _{Eb} ab 300 m²	
zentrale Trinkwarmwasserversorgung	Gesamtleitungen davon:			0,32...0,54	0,19...0,45
	nicht ständig durchflossene Leitungen (Stichleitungen)	außerhalb des beheizten Bereiches	0,01...0,35	0,01...0,09	
		innerhalb des beheizten Bereiches	0,05...0,54	0,08...0,28	
	ständig durchflossene Leitungen (Zirkulationsleitungen)	außerhalb des beheizten Bereiches	0,00...0,35	0,00...0,25	
innerhalb des beheizten Bereiches		0,09...0,49	0,05...0,28		
dezentrale Trinkwarmwasserversorgung	Gesamtleitungen davon:			0,02...0,06	0,02...0,06
	nicht ständig durchflossene Leitungen (Stichleitungen)	innerhalb des beheizten Bereiches	0,02...0,06	0,02...0,06	

Verlegte Rohrleitungslängen des Trinkwarmwassernetzes

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

verlegte Rohrleitungen Heizung L/A _{EB} , in [m/m ²]		A _{EB} bis 300 m ²	A _{EB} ab 300 m ²	
zentrale Versorgung	Gesamtleitungen davon:	0,27...1,27	0,03...0,92	
	nicht ständig durchflossene Leitungen (Anbindeleitungen)	außerhalb des beheizten Bereiches	0,00...0,31	0,00...0,18
		innerhalb des beheizten Bereiches	0,10...1,06	0,02...0,69
	ständig durchflossene Leitungen (Steig- und Verteilleitungen)	außerhalb des beheizten Bereiches	0,00...0,42	0,00...0,25
innerhalb des beheizten Bereiches		0,05...0,51	0,01...0,25	
wohnungszentral Versorgung	Gesamtleitungen davon:	0,34...1,06	0,34...0,79	
	nicht ständig durchflossene Leitungen (Anbindeleitungen)	innerhalb des beheizten Bereiches	0,20...0,69	0,26...0,69
	ständig durchflossene Leitungen (Verteilleitungen)	innerhalb des beheizten Bereiches	0,07...0,38	0,03...0,10
dezentrale Versorgung	Gesamtleitungen:	0,00	0,00	

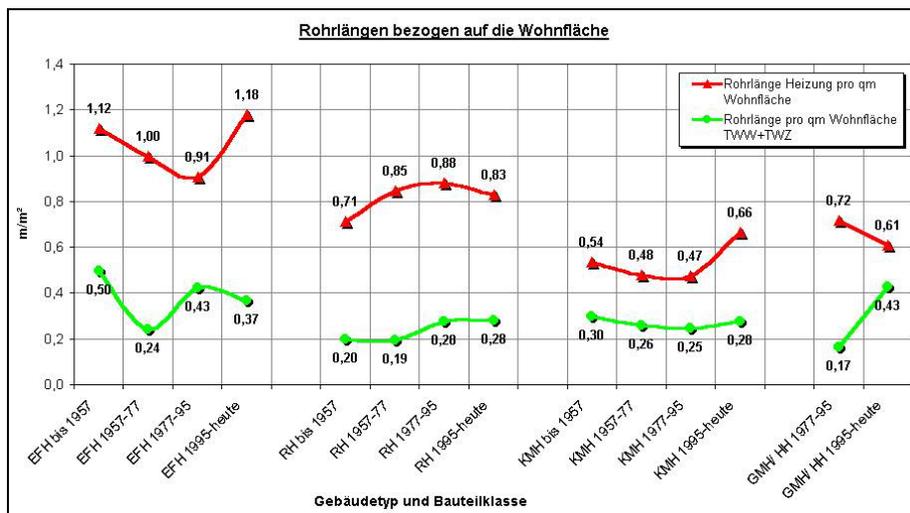
Verlegte Rohrleitungslängen des Heizwassernetzes

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

verlegte Lüftungsleitungen L/A _{EB} , in [m/m ²]		A _{EB} bis 300 m ²	A _{EB} ab 300 m ²	
zentrale Versorgung	Gesamtleitungen davon:	0,20...0,29	0,16...0,20	
	nicht ständig durchströmte Zuluftleitungen (Anbindeleitungen)	außerhalb des beheizten Bereiches	0,00	0,00
		innerhalb des beheizten Bereiches	0,14	0,14
	ständig durchströmte Zuluftleitungen (Verteilleitungen)	außerhalb des beheizten Bereiches	0,00...0,15	0,00...0,05
innerhalb des beheizten Bereiches		0,00...0,15	0,00...0,05	
dezentrale Versorgung	Gesamtleitungen:	0,00	0,00	

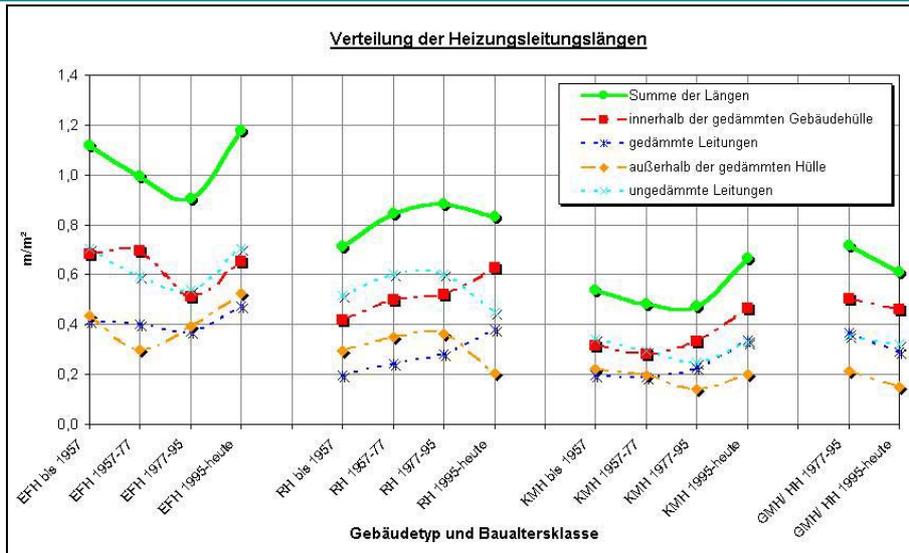
Verlegte Rohrleitungslängen in Lüftungsnetzen

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002



Länge der Heiz- und Warmwasserleitungen pro Quadratmeter Wohnfläche

Quelle: Schüßler



Unterteilung der Heizwasserleitungen in gedämmt/ungedämmt und innerhalb bzw. außerhalb der gedämmten Gebäudehülle

Quelle: Schüßler

Gebäudetyp	Einheit	Mittelwert				
		EFH	RH	KMH	GMH	HH
Länge Anschlussleitung pro m² Wohnfläche						
gemessene Daten	m/m²	0,389	0,112	0,356	0,179	0,164
VdZ	m/m²	0,075	0,093	0,060	0,056	0,048
DIN V 4701 Teil 10	m/m²	0,573	0,632	0,800	0,823	0,725
Länge Verteilung pro m² Wohnfläche						
gemessene Daten	m/m²	0,229	0,436	0,173	0,137	0,027
Hirschberg	m/m²	0,193	0,260	0,146	0,079	0,036
Esdorn	m/m²	0,456	0,655	0,230	0,117	0,050
VdZ	m/m²	0,359	0,413	0,287	0,158	0,074
DIN V 4701 Teil 10	m/m²	0,217	0,317	0,120	0,092	0,075
Länge Strangleitung pro m² Wohnfläche						
gemessene Daten	m/m²	0,119	0,300	0,214	0,412	0,057
Hirschberg	m/m²	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
Esdorn	m/m²	0,747	0,935	0,596	0,556	0,480
VdZ	m/m²	0,299	0,373	0,238	0,221	0,191
DIN V 4701 Teil 10	m/m²	0,078	0,086	0,109	0,112	0,099

Flächenspezifische Rohrleitungslängen für das Heiznetz nach verschiedenen Bilanzverfahren und realen Werten für verschiedene Beispielgebäude

Quelle: Schüßler

Haustyp	Einheit	Mittelwert				
		EFH	RH	KMH	GMH	HH
Wohnfläche	m ²	195	114	641	1.877	3.143
Daten zur Warmwasserbereitung						
Dauer der Zirkulationsunterbrechung	h	4,4	3,5	6,4	0,0	0,0
Länge Zirkulation im unbeh. Bereich	m	8,0	4,5	29,3	69,0	42,8
Länge Zirkulation im beh. Bereich	m	10,3	3,8	98,2	120,3	184,2
Länge WW-Leitung im unbeh. Bereich	m	8,0	4,5	29,3	65,4	42,8
Länge WW-Leitung im beh. Bereich	m	12,3	3,8	103,0	130,0	193,8
Länge der WW-Ltg. im beh. Bereich	m/m ²	0,108	0,082	0,291	0,139	0,120
Länge der WW-Ltg. im unbeh. Bereich	m/m ²	0,086	0,098	0,089	0,075	0,027
Summe Zirkulations- u. WW-Leitungen	m	38,6	16,5	259,7	384,7	463,7
ca. Durchmesser Zirkulationsleitung	m	0,015	0,015	0,016	0,026	0,028
ca. Durchmesser WW-Leitung	m	0,017	0,015	0,022	0,032	0,042

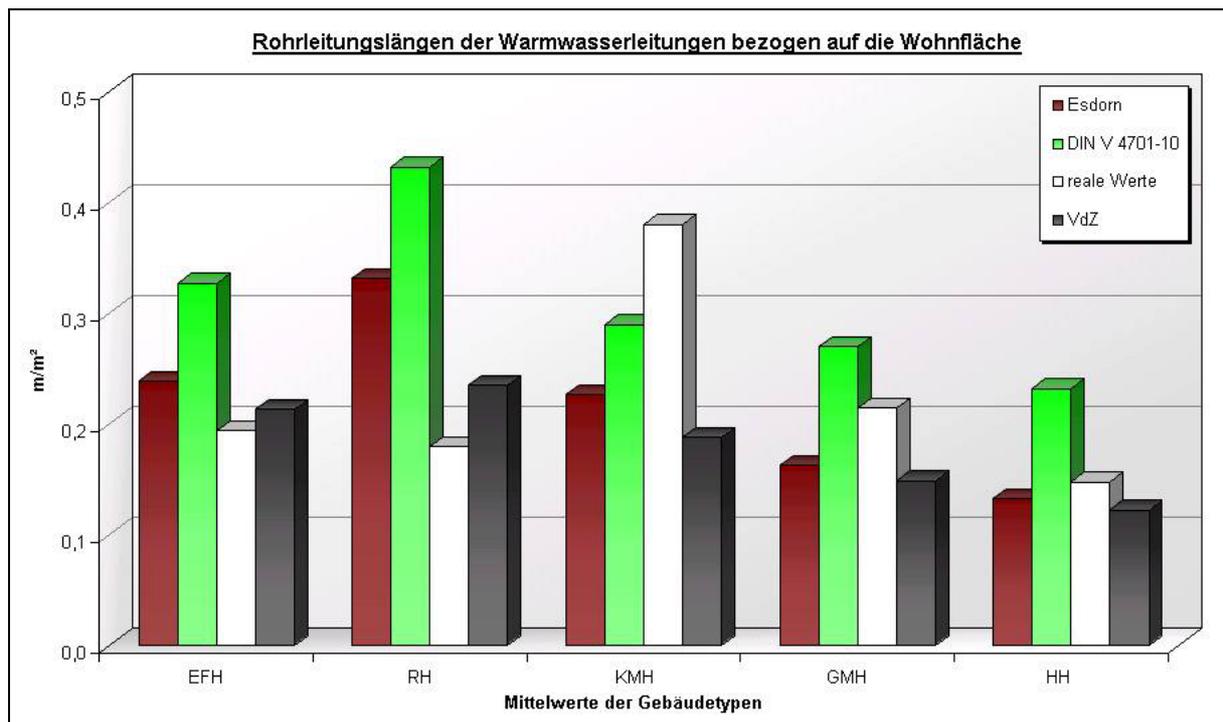
- EFH - Einfamilienhaus
- RH - Reihenhaus
- KMH - kleines Mehrfamilienhaus
- GMH - großes Mehrfamilienhaus
- HH - Hochhaus

Quelle: Schüßler

Gebäudenummerierung	Einheit	Mittelwert				
		EFH	RH	KMH	GMH	HH
Wohnfläche	m ²	195	114	641	1.877	3.143
Daten zur Heizungsanlage						
Länge gedäm. Verteilleitungen	m	47,6	49,7	115,4	250,8	83,0
Länge Steigeleitungen	m	25,2	33,9	139,6	771,9	181,0
Länge Anschlussleitungen	m	66,7	11,4	242,7	331,5	515,0
ca. Durchmesser Verteilleitung	m	0,017	0,015	0,024	0,034	0,042
ca. Durchmesser Steigeleitung	m	0,017	0,015	0,017	0,018	0,022
ca. Durchmesser Anschlussleitung	m	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015

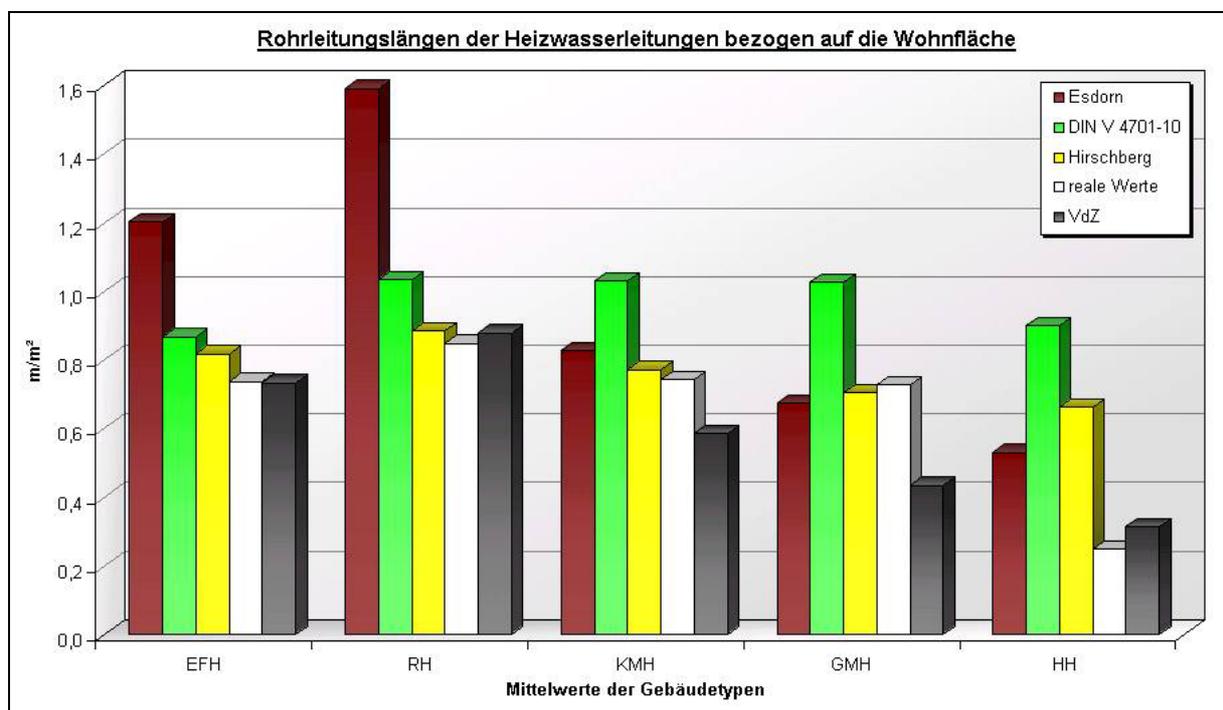
- EFH - Einfamilienhaus
- RH - Reihenhaus
- KMH - kleines Mehrfamilienhaus
- GMH - großes Mehrfamilienhaus
- HH - Hochhaus

Quelle: Schüßler



Gegenüberstellung der theoretischen und tatsächlichen Rohrleitungslängen (Warmwasser)

Quelle: Schüßler



Gegenüberstellung der theoretischen und tatsächlichen Rohrleitungslängen (Heizung)

Quelle: Schüßler

Für rechteckige Gebäudegrundrisse ist L_{char} gleich der Gebäudekante b .

Komplexere Gebäudegrundrisse mit rechtwinklig angeordneten Gebäudekanten setzen sich zusammen aus dem größten Rechteck mit den Kantenlängen a und b und weiteren Rechtecken mit den Kantenlängen c und d , e und f , g und h etc., wobei d , f , h etc. als die längere der beiden Kanten definiert ist. Die charakteristische Gebäudelänge ist dann:

$$L_{Char} = b + d + f + h + \dots \quad [\text{m}]$$

Ist die Länge der Gebäudekanten nicht bekannt, kann diese überschlägig wie folgt geschätzt werden:

$$L_{char} = \frac{A_G}{a} \quad [\text{m}]$$

$$a = 10 \text{ m}$$

Weitere Pauschalwerte sind:

$$h_R = 2,5 \text{ m}$$

$$h_G = 2,8 \text{ m}$$

Länge von Heizungsverteilungen – nur Leitungen außerhalb des beheizten Bereichs:

a) horizontale Verteilung vollständig im unbeheizten Bereich (z.B. unter der Kellerdecke oder im Erdreich):

$$L_{H,V} = 2 \cdot (2a + L_{char}) \quad [\text{m}]$$

b) horizontale Verteilung teilweise im unbeheizten Bereich:

$$L_{H,V} = 2 \cdot (a + 0,5 L_{char}) \quad [\text{m}]$$

c) horizontale Verteilung überwiegend im beheizten Bereich (z.B. oberhalb der Kellerdecke, entlang der Sockelleisten etc.) / Standort Wärmeerzeuger im unbeheizten Bereich:

$$L_{H,V} = 4 \quad [\text{m}]$$

Im Falle eines im beheizten Bereich installierten Wärmeerzeugers ist $L_{H,V} = 0 \text{ m}$.

Quelle: IWU, Energiebilanztoolbox

Heizwärmeverteilung Leitungslängen in m Werte für EPHW				
Charakteristische Gebäudelänge L_{char}	Gebäudegrundfläche	horizontale Verteilung L_V		
		außerhalb	teilweise innerhalb	innerhalb*
der thermischen Hülle				
5 m	50 m ²	50	25	4
10 m	100 m ²	60	30	4
15 m	150 m ²	70	35	4
20 m	200 m ²	80	40	4
25 m	250 m ²	90	45	4
30 m	300 m ²	100	50	4
40 m	400 m ²	120	60	4
50 m	500 m ²	140	70	4
60 m	600 m ²	160	80	4
70 m	700 m ²	180	90	4
80 m	800 m ²	200	100	4
90 m	900 m ²	220	110	4
100 m	1000 m ²	240	120	4

Zwischenwerte können linear interpoliert werden

*) Im Falle eines im beheizten Bereich installierten Wärmeerzeugers ist die Länge = 0 m

Quelle: IWU, Energiebilanztoolbox

Heizwärmeverteilung Leitungslängen in m Vergleich der Werte nach EPHW und DIN 4701-10 (EnEV-Nachweis)										
"Gebäudenutzfläche" A_N	beheizte Wohnfläche	Länge horizontale Leitungen L_V				innerhalb thermischer Hülle*	Länge Strangleitungen L_S		Länge Anbindelungen L_A	
		Anzahl Vollgeschosse					Stränge			
		1	2	4	8		außenliegend	innenliegend		
EnEV-Nachweis										
100 m ²	80 m ²	63	52			4	34	30	8	55
150 m ²	120 m ²	75	57			4	36	31	11	83
200 m ²	160 m ²	86	63	52		4	39	33	15	110
300 m ²	240 m ²	109	75	57		4	44	35	23	165
500 m ²	400 m ²		98	69	54	4	54	40	38	275
750 m ²	600 m ²		127	83	62	4	66	46	56	413
1000 m ²	800 m ²		156	98	69	4	79	53	75	550
1500 m ²	1200 m ²			127	83	4	104	65	113	825
2500 m ²	2000 m ²			185	112	4	154	90	188	1375
5000 m ²	4000 m ²			329	185	4	279	153	375	2750
10000 m ²	8000 m ²			619	329	4	529	278	750	5500

Zwischenwerte können linear interpoliert werden

EPHW: Strangleitungen und Anbindelungen innerhalb der thermischen Hülle werden vernachlässigt.
Bei teilweise innerhalb der thermischen Hülle verlegten horizontalen Leitungen halbieren sich die Werte.

*) Pauschalwert berücksichtigt Anbindeleitung Kessel <-> horiz. Vert. / Im Falle eines im beheizten Bereich installierten Wärmeerzeugers ist die Länge = 0 m

Tab. 7: Leitungslängen der Heizwärme-Verteilung in Abhängigkeit von der „Gebäudenutzfläche“ A_N bzw. beheizter Wohnfläche

Quelle: IWU, Energiebilanztoolbox

Für rechteckige Gebäudegrundrisse ist L_{char} gleich der Gebäudekante b.

Komplexere Gebäudegrundrisse mit rechtwinklig angeordneten Gebäudekanten setzen sich zusammen aus dem größten Rechteck mit den Kantenlängen a und b und weiteren Rechtecken mit den Kantenlängen c und d, e und f, g und h etc., wobei d, f, h etc. als die längere der beiden Kanten definiert ist. Die charakteristische Gebäudelänge ist dann:

$$L_{Char} = b + d + f + h + \dots \quad [\text{m}]$$

Ist die Länge der Gebäudekanten nicht bekannt, kann diese überschlägig wie folgt geschätzt werden:

$$L_{char} = \frac{A_G}{a} \quad [\text{m}]$$

$$a = 10 \text{ m}$$

Weitere Pauschalwerte sind:

$$h_R = 2,5 \text{ m}$$

$$h_G = 2,8 \text{ m}$$

Länge von Trinkwarmwassernetzen – alle Leitungen innerhalb und außerhalb des beheizten Bereichs:

TWW-Netze mit Zirkulation

Horizontale Verteilung (Bereich V nach DIN V 4701-10):

$$\text{für } L_{char} \leq 12 \text{ m: } L_{TWW,V} = 4 \quad [\text{m}]$$

$$\text{für } L_{char} > 12 \text{ m: } L_{TWW,V} = 2 \cdot (L_{char} - 10) \quad [\text{m}]$$

Strangleitungen (vertikal und ggf. auch horizontal; Bereich S nach DIN V 4701-10):

$$L_{TWW,S} = 2 \cdot (n_{WE} + 1) \cdot h_G \quad [\text{m}]$$

Stichleitungen (Anbindeleitungen; Bereich SL nach DIN V 4701-10)

$$L_{TWW,SL} = 0,5 \cdot a \cdot n_{WE} \quad [\text{m}]$$

TWW-Netze ohne Zirkulation

Horizontale Verteilung (Bereich V nach DIN V 4701-10):

$$\text{für } L_{char} \leq 12 \text{ m: } L_{TWW,V} = 2 \quad [\text{m}]$$

$$\text{für } L_{char} > 12 \text{ m: } L_{TWW,V} = L_{char} - 10 \quad [\text{m}]$$

Strangleitungen (vertikal und ggf. auch horizontal; Bereich S nach DIN V 4701-10):

$$L_{TWW,S} = (n_{WE} + 1) \cdot h_G \quad [\text{m}]$$

Stichleitungen (Anbindeleitungen; Bereich SL nach DIN V 4701-10)

$$L_{TWW,SL} = 0,5 \cdot a \cdot n_{WE} \quad [\text{m}]$$

Quelle: IWU, Energiebilanztoolbox

Warmwasser-Verteilung Leitungslängen in m Werte für EPHW									
Charakteristische Gebäudelänge L_{char}	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75 m	100 m
Grundfläche Erdgeschoss	50 m ²	100 m ²	150 m ²	200 m ²	300 m ²	400 m ²	500 m ²	750 m ²	1000 m ²
Länge horizontale Verteilung mit Zirkulation* L_V (innerhalb oder außerhalb der thermischen Hülle)	4	4	10	20	40	60	80	130	180
Anzahl Wohneinheiten	1	2	3	4	5	10	20	50	100
Länge Strangleitungen mit Zirkulation* L_S (innerhalb der thermischen Hülle)	11	17	22	28	34	62	118	286	566
Länge Stichleitungen L_{SL} (innerhalb der thermischen Hülle)	5,0	10	15	20	25	50	100	250	500

Zwischenwerte können linear interpoliert werden.
*) Länge Rohrleitung inkl. Zirkulationsrückleitung. Bei Netzen ohne Zirkulation halbiert sich die jeweilige Länge.

Quelle: IWU, Energiebilanztoolbox

Warmwasser-Verteilung Leitungslängen in m Vergleich der Werte nach EPHW und DIN 4701-10 (EnEV-Nachweis)															
	Gebäude- nutz-fläche A_N	beheizte Wohn- fläche	Länge horizontale Leitungen L_V				Länge Strang- leitungen L_S			Länge Stichleitungen L_{SL}					
			Anzahl Vollgeschosse				EnEV- Nach- weis	Wohnfläche pro Wohnung			EnEV- Nach- weis	Wohnfläche pro Wohnung			
			1	2	4	8		80 m ²	120 m ²	160 m ²		80 m ²	120 m ²	160 m ²	
mit Zirkulation	100 m ²	80 m ²	4,0	4,0			28	11,2		7,5	5,0			7,5	
	150 m ²	120 m ²	13,5	4,0			29	14,0	11,2	11	7,5	5,0		11	
	200 m ²	160 m ²	25	4,0	4,0		30	17	13,1	11,2	15	10	6,7	5,0	15
	300 m ²	240 m ²	47	13,5	4,0		32	22	17	14,0	23	15	10	7,5	23
	500 m ²	400 m ²		36	7,9	4,0	36	34	24	20	38	25	17	13	38
	750 m ²	600 m ²		64	22	4,0	41	48	34	27	56	38	25	19	56
	1.000 m ²	800 m ²		92	36	7,9	46	62	43	34	75	50	33	25	75
	1.500 m ²	1.200 m ²			64	22	56	90	62	48	113	75	50	38	113
	2.500 m ²	2.000 m ²			120	50	76	146	99	76	188	125	83	63	188
	5.000 m ²	4.000 m ²			259	120	126	286	192	146	375	250	167	125	375
10.000 m ²	8.000 m ²			538	259	226	566	379	286	750	500	333	250	750	
ohne Zirkulation	100 m ²	80 m ²	2,0	2,0			14	5,6		3,8	5,0			8	
	150 m ²	120 m ²	6,7	2,0			15	7,0	5,6	5,7	7,5	5,0		11	
	200 m ²	160 m ²	12,3	2,0	2,0		15	8,4	6,5	5,6	7,6	10	6,7	5,0	15
	300 m ²	240 m ²	23	6,7	2,0		16	11,2	8,4	7,0	11	15	10	7,5	23
	500 m ²	400 m ²		18	4,0	2,0	18	17	12,1	9,8	19	25	17	13	38

Zwischenwerte können linear interpoliert werden

Tab. 10: Leitungslängen der TWW-Verteilung in Abhängigkeit von der „Gebäudenutzfläche“ A_N bzw. beheizter Wohnfläche

Quelle: IWU, Energiebilanztoolbox

L_V	Leitungslänge zwischen Wärmeerzeuger und vertikalen Steigleitungen. Diese (horizontalen) Leitungen können im unbeheizten Bereich (Keller, Dachgeschoss) oder innerhalb der thermischen Hülle (z.B. im Estrich) liegen.	
L_S	Strangleitungen (vertikal und ggf. auch horizontal). Diese Leitungen liegen in der thermischen Hülle.	
L_{SL}	Stichleitungen (Anbindeleitungen). Verbindung zwischen Strangleitung und Zapfstelle. Keine Zirkulation.	

Kenngröße	Zeichen	Einheit	Bereich V	Bereich S	Bereich SL
Leitungslänge mit Zirkulation	L	m	$26 + 0,02 \cdot A_N$	$0,075 \cdot A_N$	---
Leitungslänge ohne Zirkulation	L	m	$13 + 0,01 \cdot A_N$	$0,038 \cdot A_N$	---
Stichleitungslänge nur bei Übergabe in angrenzenden Räumen mit gemeinsamer Installationswand	L	m	---	---	$0,05 \cdot A_N$
Stichleitungslänge Standardfall	im L	m	---	---	$0,075 \cdot A_N$

Zentrale Netze

Kenngröße	Zeichen	Einheit	Bereich SL
Leitungslänge für eine Zapfstelle in einem Raum (z.B. Untertischspeicher)	L	m	$0,0125 \cdot A_N$
Leitungslänge für mehrere Zapfstellen in einem Raum (z.B. Badezimmer)	L	m	$0,0375 \cdot A_N$
Leitungslänge für mehrere Zapfstellen in angrenzenden Räumen mit gemeinsamer Installationswand	L	m	$0,05 \cdot A_N$
Leitungslänge für wohnungszentrale Versorgung	L	m	$0,075 \cdot A_N$

Dezentrale Netze

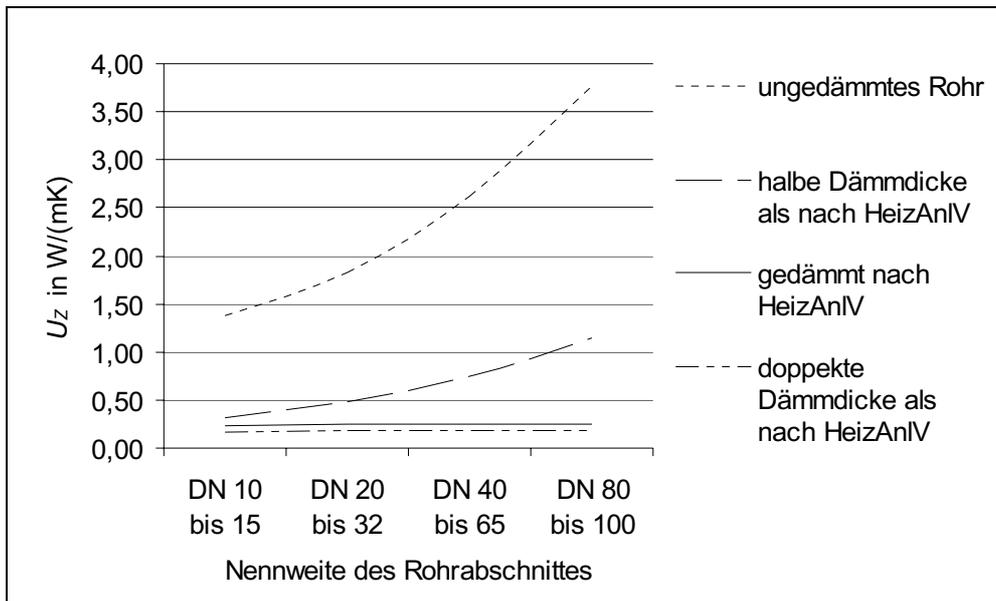
Quelle: DIN V 4701-10

L_V	Leitungslänge zwischen Wärmeerzeuger und vertikalen Steigleitungen. Diese (horizontalen) Leitungen können im unbeheizten Bereich (Keller, Dachgeschoss) oder im beheizten Bereich (im Estrich) liegen.	
L_S	Strangleitungen (vertikal und ggf. auch horizontal). Diese Leitungen liegen im beheizten Bereich, entweder an den Außenwänden (Außenverteilung) oder überwiegend im Innern des Gebäudes (Innenverteilung). Durchgängige Zirkulation des Heizmediums.	
L_A	Anbindeleitungen. Absperrbare Leitungen im beheizten Bereich. Verbindung zwischen den zirkulierenden Leitungsabschnitten und den Heizkörpern.	

Kenngröße	Zeichen	Einheit	Bereich V	Bereich S	Bereich A
Leitungslänge bei außenliegenden Strängen	L	m	$28,5 + 0,05 \cdot A_N$	$0,075 \cdot A_N$	$0,55 \cdot A_N$
Leitungslänge bei innenliegenden Strängen	L	m	$27,5 + 0,025 \cdot A_N$	$0,075 \cdot A_N$	$0,55 \cdot A_N$

Quelle: DIN V 4701-10

4. Einzelkennwerte U-Wert



Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient U_z für Warmwasser-Zirkulationsleitungen und Heizungsleitungen

Quelle: Wolff/Jagnow in Recknagel/Sprenger

Rohr DN	U-Werte in [W/(m·K)]			
	ungedämmt	50% EnEV	100% EnEV	150% EnEV
10	0,54	0,33	0,25	0,21
15	0,67	0,31	0,22	0,18
20	0,85	0,31	0,22	0,18
25	1,06	0,38	0,26	0,22
32	1,33	0,42	0,27	0,21
40	1,52	0,45	0,29	0,23
50	1,89	0,42	0,27	0,21
65	2,39	0,47	0,30	0,24
80	2,79	0,49	0,31	0,24
100	3,59	0,52	0,32	0,24

Quelle: FH Wolfenbüttel

Wärmeverlustkoeffizienten für gedämmte Rohrleitungen														
Außendurchmesser		10	12	15	18	22	28	35	42	54	64	76	89	108
Außendurchmesser x Wanddicke		10 x 0,6	12 x 1	15 x 1	18 x 1	22 x 1	28 x 1,5	35 x 1,5	42 x 1,5	54 x 2	64 x 2	76 x 2	89 x 2	108 x 2,5
Nennweite		6	8	10	15	20	25	32	40	50	60	80	100	
Zoll		1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	
d _i		6,2	8,8	12,5	16,0	21,6	27,2	35,9	41,8	53,0	68,8	80,8	105,3	
d _s		10,2	13,5	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	
Temperaturdifferenz														
Temperaturdifferenz		10 K	20 K	40 K	60 K	Wärmeverlustkoeffizient k _R in W/(mK)								
ungedämmt		0,288	0,334	0,401	0,465	0,549	0,670	0,806	0,938	1,158	1,336	1,547	1,765	2,085
Dämmstärke		Wärmeverlustkoeffizient k _R in W/(mK)												
Wärmeleitfähigkeit		0,035 W/(m K)	0,040 W/(m K)	0,050 W/(m K)	0,035 W/(m K)	0,040 W/(m K)	0,050 W/(m K)	0,035 W/(m K)	0,040 W/(m K)	0,050 W/(m K)	0,035 W/(m K)	0,040 W/(m K)	0,050 W/(m K)	0,035 W/(m K)
10 mm		0,158	0,175	0,200	0,225	0,257	0,305	0,360	0,414	0,507	0,585	0,678	0,776	0,923
20 mm		0,176	0,194	0,222	0,249	0,284	0,336	0,397	0,456	0,558	0,643	0,745	0,853	1,013
30 mm		0,207	0,229	0,261	0,292	0,333	0,393	0,463	0,532	0,649	0,747	0,864	0,989	1,174
40 mm		0,123	0,135	0,151	0,166	0,187	0,216	0,250	0,283	0,340	0,386	0,442	0,500	0,588
50 mm		0,139	0,152	0,170	0,187	0,210	0,243	0,281	0,318	0,380	0,432	0,494	0,560	0,657
60 mm		0,169	0,184	0,206	0,227	0,254	0,293	0,338	0,382	0,457	0,519	0,593	0,671	0,786
80 mm		0,106	0,115	0,127	0,139	0,155	0,177	0,202	0,226	0,267	0,300	0,341	0,383	0,445
100 mm		0,120	0,130	0,144	0,158	0,175	0,200	0,228	0,255	0,301	0,339	0,384	0,431	0,501
20 mm		0,148	0,160	0,177	0,193	0,214	0,244	0,278	0,311	0,367	0,412	0,467	0,524	0,609
30 mm		0,096	0,103	0,113	0,123	0,136	0,154	0,174	0,193	0,226	0,252	0,284	0,317	0,366
40 mm		0,109	0,117	0,129	0,140	0,154	0,174	0,197	0,219	0,256	0,285	0,321	0,359	0,414
50 mm		0,134	0,145	0,159	0,172	0,190	0,214	0,242	0,269	0,313	0,350	0,393	0,439	0,506
60 mm		0,123	0,138	0,155	0,172	0,199	0,221	0,247	0,275	0,315	0,357	0,401	0,445	0,501
80 mm		0,140	0,157	0,176	0,195	0,226	0,251	0,281	0,312	0,357	0,401	0,445	0,501	0,560
100 mm		0,173	0,194	0,218	0,241	0,278	0,311	0,367	0,412	0,467	0,524	0,581	0,640	0,700
20 mm		0,128	0,142	0,157	0,180	0,199	0,222	0,245	0,279	0,318	0,357	0,401	0,445	0,501
30 mm		0,145	0,162	0,178	0,205	0,226	0,251	0,281	0,312	0,357	0,401	0,445	0,501	0,560
40 mm		0,180	0,200	0,220	0,240	0,263	0,280	0,311	0,344	0,392	0,439	0,486	0,533	0,580
60 mm		0,125	0,136	0,155	0,170	0,188	0,207	0,234	0,266	0,309	0,345	0,383	0,439	0,496
80 mm		0,142	0,155	0,177	0,194	0,214	0,235	0,266	0,291	0,329	0,366	0,403	0,440	0,477
100 mm		0,176	0,196	0,219	0,240	0,263	0,280	0,311	0,344	0,392	0,439	0,486	0,533	0,580
20 mm		0,123	0,139	0,152	0,167	0,182	0,204	0,224	0,244	0,264	0,284	0,304	0,324	0,344
30 mm		0,140	0,158	0,173	0,190	0,207	0,233	0,250	0,276	0,293	0,319	0,336	0,353	0,370
40 mm		0,174	0,197	0,215	0,236	0,255	0,276	0,297	0,318	0,339	0,360	0,381	0,402	0,423
Anforderungen der EnEV (bzw. HeizAnV) für den jeweiligen Rohrdurchmesser														
20 mm		0,123	0,135	0,151	0,166	0,187	0,177	0,202	0,188	0,191	0,192	0,193	0,194	0,204
30 mm														
= Rohrdurchmesser														
100 mm														

Randbedingung: Wärmeübergangskoeffizient außen für gedämmte Leitungen: 8 W/(m²K)



Quelle: IWU

Baualterklasse	Besonderheiten	Bereich:	Heizwärme-Verteilnetze									Verteilnetze Trinkwarmwasser		
			zentrales Verteilsystem <u>außen</u> liegende Steigleitungen			zentrales Verteilsystem <u>innen</u> liegende Steigleitungen			wohnungsweise Verteilung			horizontale Leitungen	Strangleitungen	Stichleitungen
			horizontale Leitungen	Strangleitungen	Anbindeleitungen	horizontale Leitungen	Strangleitungen	Anbindeleitungen	Strangleitungen	Anbindeleitungen	V			
50er - 70er	Ist-Zustand	f_a [-]	1,00	0,48	0,10	1,00	0,15	0,10	0,15	0,10	1,00	0,15	0,15	
		U_R [W/(m·K)]	0,4	1,4	1,0	0,4	2,0	1,0	1,0	0,6	0,4	2,0	1,4	
	Verteilung modernisiert	f_a [-]	1,00	0,48	0,10	1,00	0,15	0,10	0,15	0,10	1,00	0,15	0,15	
		U_R [W/(m·K)]	0,2	1,4	1,0	0,2	2,0	1,0	1,0	0,6	0,2	2,0	1,4	
	Verteilung modernisiert + Außenwanddämmung	f_a [-]	1,00	0,21	0,10	1,00	0,15	0,10	0,15	0,10	1,00	0,15	0,15	
		U_R [W/(m·K)]	0,2	1,0	1,0	0,2	2,0	1,0	1,0	0,6	0,2	2,0	1,4	
80er + 90er	f_a [-]	1,00	0,35	0,32	1,00	0,15	0,10	0,35	0,32	1,00	0,15	0,15		
	U_R [W/(m·K)]	0,2	0,8	0,8	0,2	0,2	0,30	0,8	0,8	0,2	0,2	1,4		
NEU (EnEV)	f_a [-]	1,00	0,35	0,32	1,00	0,15	0,10	0,35	0,32	1,00	0,15	0,15		
	U_R [W/(m·K)]	0,2	0,26	0,26	0,2	0,26	0,26	0,26	0,26	0,2	0,2	0,2		

Wärmeverlustkoeffizienten U_R und Wärmeverlustfaktoren f_a für Heizwärme- und TWW-Verteilnetze

Quelle: IWU

Baualterklasse Verteilsystem	Dämmstandard	Verlegeart	Skizze	Beschreibung	U_R [W/(m·K)]	effektiver Wärmeverlustfaktor f_a bei Anordnung innerhalb der therm. Hülle		
						im Verlegeraum verfügbarer Anteil des Wärmeverlustes	Rohre nicht absperrbar	Rohre absperrbar
50er - 70er	ungedämmt	<i>freiliegend</i>		Stahl-/Kupferrohr; abhängig von Rohrdurchmesser Rohrdurchmesser: ≤ 18 mm >18 bis 35 mm >35 bis 64 mm >64 mm	0,6	100%	0,15	0,10
					1,0			
					2,0			
	3,0							
ungedämmt	<i>unter Putz in Außenwand ohne Außendämmung</i>		Stahl-/Kupferrohr mit Wellpappe, Filz o.ä. ummantelt oder WICU-Rohr verlegt unter Putz im massiven Mauerwerk ohne Außenwanddämmung / $U_{Wand} > 0,8$ W/(m²K)	1,4	61%	0,48	0,45	
				1,0	93%	0,21	0,16	
mäßig gedämmt	<i>freiliegend</i>		Mineral-/Glaswolle in Form von Matten, Formstücken, Dämmschnüren oder gestopft / Kieselgur, Magnesia als plastische Massen oder Formstücke usw. / mit Hart- oder Blechmantel	0,4	100%	0,15	0,10	
				0,8	76%	0,35	0,32	
80er, 90er, NEU	ungedämmt	<i>unter Putz in Außenwand ohne Außendämmung</i>		Stahl-/Kupferrohr mit Wellpappe, Filz o.ä. ummantelt oder WICU-Rohr verlegt unter Putz im massiven Mauerwerk ohne Außenwanddämmung / $U_{Wand} \leq 0,8$ W/(m²K)	1,0	93%	0,21	0,16
					0,2	100%	0,15	0,10
	HeizAnIV bzw. EnEV	<i>unter Putz in Außenwand mit Außendämmung</i>		Stahl-/Kupferrohr mit Wellpappe, Filz o.ä. ummantelt oder WICU-Rohr verlegt unter Putz im massiven Mauerwerk mit Außenwanddämmung / $U_{Wand} \leq 0,8$ W/(m²K)	0,255	100%	0,15	0,10
0,3								
		<i>Standard</i>		generell in unbeheizten Räumen	0,2			
		<i>doppelte Dämmstärke</i>		vorbildlicher Energiesparstandard	0,15			

Standardwerte für die Wärmeverlustkoeffizienten von Rohrleitungen

Quelle: IWU

5. Einzelkennwerte Verlustleistung

Betriebsweise	Gebäudeart	Komponenten	f _{BH} , in [-]
durchgehender Betrieb	alle	Speicher	1,00
		ständig durchflossene Leitungsteile	1,00
		nicht ständig durchflossene Leitungsteile	(0,50) 0,80
mit Absenkung für bis zu 8 h/d	MFH und EFH	Speicher	ca. 1,00
		ständig durchflossene Leitungsteile	ca. 1,00
		nicht ständig durchflossene Leitungsteile	ca. (0,50) 0,80
	sonstige Gebäude	genauer bestimmen mit Nutzungstagen pro Jahr und Nutzungsstunden pro Tag	
	mit Abschaltung für 6 h/d	MFH und EFH	Speicher
ständig durchflossene Leitungsteile			0,75
nicht ständig durchflossene Leitungsteile			0,38
sonstige Gebäude	genauer bestimmen mit Nutzungstagen pro Jahr und Nutzungsstunden pro Tag		
mit Abschaltung für 8 h/d	MFH und EFH	Speicher	ca. 1,00
		ständig durchflossene Leitungsteile	0,67
		nicht ständig durchflossene Leitungsteile	0,34
	sonstige Gebäude	genauer bestimmen mit Nutzungstagen pro Jahr und Nutzungsstunden pro Tag	
	Faktor zur Bewertung der Verlustleistung gemäß: $q_{d,H} = \sum \left(f_{BH} \cdot \dot{q}_L \cdot \frac{L}{A_{EB}} \right) \cdot t_{HP}$		

Einflussfaktoren für den Anlagenbetrieb f_{BH} bei Heizungs- und Lüftungsanlagen

Wärmeabgabe von Rohrleitungen und Luftleitungen \dot{q}_L , in [W/m]		außerhalb des beheizten Bereiches verlegt				innerhalb des beheizten Bereiches verlegt			
		DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
		90/70 °C (konstant)	ungedämmt	39,3	65,0	106,8	163,2	34,7	57,3
90/70 °C (konstant)	halbe Dämmdicke wie EnEV	20,1	27,7	38,8	52,4	17,8	24,4	34,2	46,2
	gedämmt nach EnEV	10,1	12,6	12,1	12,1	8,9	11,1	10,7	10,7
	doppelte Dämmdicke wie EnEV	7,6	8,1	8,1	8,1	6,7	7,1	7,1	7,1
	90/70 °C (geregelt)	ungedämmt	24,3	40,1	66,0	100,8	19,6	32,5	53,4
90/70 °C (geregelt)	halbe Dämmdicke wie EnEV	12,4	17,1	24,0	32,4	10,1	13,9	19,4	26,2
	gedämmt nach EnEV	6,2	7,8	7,5	7,5	5,0	6,3	6,0	6,0
	doppelte Dämmdicke wie EnEV	4,7	5,0	5,0	5,0	3,8	4,0	4,0	4,0
	70/55 °C (geregelt)	ungedämmt	18,5	30,6	50,3	76,8	13,9	22,9	37,7
70/55 °C (geregelt)	halbe Dämmdicke wie EnEV	9,5	13,0	18,3	24,7	7,1	9,8	13,7	18,5
	gedämmt nach EnEV	4,7	5,9	5,7	5,7	3,6	4,4	4,3	4,3
	doppelte Dämmdicke wie EnEV	3,6	3,8	3,8	3,8	2,7	2,8	2,8	2,8
	55/45 °C (geregelt)	ungedämmt	14,4	23,9	39,3	60,0	9,8	16,2	26,7
55/45 °C (geregelt)	halbe Dämmdicke wie EnEV	7,4	10,2	14,3	19,3	5,0	6,9	9,7	13,1
	gedämmt nach EnEV	3,7	4,6	4,4	4,4	2,5	3,1	3,0	3,0
	doppelte Dämmdicke wie EnEV	2,8	3,0	3,0	3,0	1,9	2,0	2,0	2,0
	35/28 °C (geregelt)	ungedämmt	8,1	13,4	22,0	33,6	3,5	5,7	9,4
35/28 °C (geregelt)	halbe Dämmdicke wie EnEV	4,1	5,7	8,0	10,8	1,8	2,4	3,4	4,6
	gedämmt nach EnEV	2,1	2,6	2,5	2,5	0,9	1,1	1,1	1,1
	doppelte Dämmdicke wie EnEV	1,6	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	Luftleitung (geregelt)	gedämmt nach EnEV	9,5				11,1		

Wärmeabgabe von Heizungs- und Lüftungsleitungen

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

Betriebsweise	Gebäudeart	Komponenten	f _{BW} , in [-]
ohne Abschaltung	alle	alle	1,00
mit Abschaltung	MFH und EFH	Stichleitungen	1,00
		Speicher	ca. 1,00
		Zirkulationsleitungen bei 6 h/d Abschaltung	0,88...0,92
		Zirkulationsleitungen bei 8 h/d Abschaltung	0,73...0,75
	sonstige Gebäude	genauer bestimmen mit Nutzungstagen pro Jahr und Nutzungsstunden pro Tag	

Faktor zur Bewertung der Verlustleistung gemäß: $q_{d,W} = \sum \left(f_{BW} \cdot \dot{q}_L \cdot \frac{L}{A_{EB}} \right) \cdot t_y$

Einflussfaktoren für den Anlagenbetrieb f_{BW} bei Trinkwarmwasseranlagen

Wärmeabgabe von Trinkwarmwasserleitungen q _L , in [W/m]									
		außerhalb des beheizten Bereiches verlegt				innerhalb des beheizten Bereiches verlegt			
		DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
nicht ständig durchflossene Leitungen (Stichleitungen)	ungedämmt	24,9	33,2	47,7	68,4	14,9	19,9	28,6	41,0
	halbe Dämmdicke wie EnEV	5,7	8,8	13,5	20,7	3,4	5,3	8,1	12,4
	gedämmt nach EnEV	4,1	4,6	4,6	4,6	2,5	2,7	2,7	2,7
	doppelte Dämmdicke wie EnEV	3,0	3,4	3,2	3,2	1,8	2,0	1,9	1,9
ständig durchflossene Leitungen (Zirkulationsleitungen)	ungedämmt	53,5	71,3	102,5	147,1	37,3	49,8	71,5	102,6
	halbe Dämmdicke wie EnEV	12,3	18,9	29,0	44,6	8,6	13,2	20,2	31,1
	gedämmt nach EnEV	8,8	9,8	9,8	9,8	6,1	6,8	6,8	6,8
	doppelte Dämmdicke wie EnEV	6,5	7,2	6,9	6,9	4,5	5,1	4,8	4,8

Wärmeabgabe von Trinkwarmwasserleitungen

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

Jährlicher Wärmeverlust Heizwärmeverteilung pro m Rohrlänge q _{HL} in kWh/(m·a)								
Netz- auslegungs- temperaturen	Durchmesser DN 10-15				Durchmesser DN 20-32			
	Art der Dämmung				Art der Dämmung			
	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV
55/45 °C	78	40	20	15	129	55	25	16
75/55 °C	99	48	24	18	163	66	30	20
90/70 °C	167	74	37	28	276	102	47	31
Netz- auslegungs- temperaturen	Durchmesser DN 40-65				Durchmesser DN 80-100			
	Art der Dämmung				Art der Dämmung			
	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV
55/45 °C	212	77	24	16	324	104	24	16
75/55 °C	269	93	29	19	410	127	29	19
90/70 °C	454	143	45	29	692	195	45	29

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Art der Dämmung:

mäßig = gegenüber HeizAnIV halbierte Dämmstärke

HeizAnIV = Dämmstärke entspricht der Mindestanforderung der HeizAnIV

"doppelte" HeizAnIV = gegenüber HeizAnIV verdoppelte Dämmstärke

Quelle: IWU

Mittlere Wärmeverlustleistung von WW-Zapfleitungen pro m Rohrlänge q_U in W/m					
Rohrdurchmesser	mm	12 - 18	22 - 28	35 - 42	54 - 64
Nennweite		< DN 10	DN 15 - 20	DN 25 - 32	DN 40 - 50
Einfamilienhaus		1,7	4,6	11	26
Mehrfamilienhaus		2,2	6,1	14	34

Quelle: IWU

Mittlere Wärmeverlustleistung von Zirkulationsleitungen pro m Rohrlänge q_Z in W/m								
Zirkulationsdauer in h/d	Durchmesser DN 10-15				Durchmesser DN 20-32			
	Art der Dämmung				Art der Dämmung			
	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV
6	12	2,8	1,9	1,5	16	4,2	2,2	1,6
12	24	5,5	3,7	2,9	32	8,4	4,6	3,2
18	36	8,3	5,6	4,4	48	13	6,6	4,9
24	48	11	7,9	5,8	64	17	8,8	6,5
Zirkulationsdauer in h/d	Durchmesser DN 40-65				Durchmesser DN 80-100			
	Art der Dämmung				Art der Dämmung			
	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV
6	23	6,6	2,2	1,5	33	10	2,2	1,6
12	46	13	4,4	3,1	66	20	4,4	3,1
18	69	20	6,6	4,6	99	30	6,6	4,7
24	92	26	8,8	6,2	132	40	8,8	6,2

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Art der Dämmung: *mäßig* = gegenüber HeizAnIV halbierte Dämmstärke

HeizAnIV = Dämmstärke entspricht der Mindestanforderung der HeizAnIV

"doppelte" HeizAnIV = gegenüber HeizAnIV verdoppelte Dämmstärke

Quelle: IWU

Heizwärme-Verteilung Mittlere Wärmeverlustleistung pro m Rohrlänge in W/m Werte für EPHW und EnEV-Nachweis											
Netz- auslegungs- temperaturen Vorlauf/Rücklauf		Leitungen außerhalb der thermischen Hülle** Qualität Rohrleitungsdämmung						EnEV-Nachweis			
		ungedämmt				mäßig	EnEV (bzw. HeizAnIV)	"doppelte EnEV"	außer- halb	innerhalb	
		Rohrdurchmesser						der thermischen Hülle			
		<18 mm	>18 bis 35 mm	>35 bis 64 mm	>64 bis 108 mm	18 bis 108 mm*		zirku- lierend	zirku- lierend	absper- bar	
35/28 °C	ohne Nacht- abschaltung	6,7	12	19	30	3,8	2,6	1,8	2,7	0,24	0,13
55/45 °C		18	31	53	85	7,0	4,8	3,4	5,0	0,70	0,37
70/55 °C		27	49	83	134	9,1	6,3	4,4	6,5	0,98	0,53
90/70 °C		44	79	137	222	12,0	8,3	5,9	8,7	1,39	0,74
35/28 °C	mit Nacht- abschaltung	4,7	8,3	14	22	2,7	1,8	1,3	1,9	0,17	0,09
55/45 °C		13	22	38	60	5,0	3,4	2,4	3,6	0,49	0,26
70/55 °C		19	34	59	95	6,4	4,4	3,1	4,6	0,70	0,37
90/70 °C		31	56	97	157	8,5	5,9	4,1	6,1	0,98	0,53

Berechnungen nach DIN V 4701 -10/ Zwischenwerte können interpoliert werden.
 *) Bei gedämmten Leitungen mit Rohr-Durchmesser < 18 mm können die Werte um 30% reduziert werden.
 **) Die Wärmeverluste von Rohrleitungen innerhalb der thermischen Hülle werden vernachlässigt.

Erläuterungen
 Art der Dämmung: mäßig = gegenüber EnEV halbierte Dämmstärke (Bestandsanlagen: bis zu 2 cm Glaswolle, mehrere Lagen Filzband und Gipsmanschette)
 EnEV = Dämmstärke entspricht der Mindestanforderung der EnEV
 "doppelte EnEV" = gegenüber EnEV verdoppelte Dämmstärke
 EnEV-Nachweis = Dämmstärke und Randbedingungen für Berechnung nach EnEV
 Randbedingungen allgemein: Kellertemperatur 13°C / Nachtabschaltung 0 bzw. 7 h/d
 für Berechnung EPHW: Raumtemperatur 20°C / Heizgrenze 12°C / Heizzeit 225 d/a / Rohrleitungsverluste innerhalb der thermischen Hülle werden vernachlässigt
 EnEV-Nachweis: Raumtemperatur 19°C / Heizgrenze 10°C / Heizzeit 185 d/a

Quelle: Energiebilanztoolbox, IWU

Warmwasser-Verteilung Mittlere Wärmeverlustleistung pro m Rohrlänge in W/m Werte für EPHW und EnEV-Nachweis										
	Qualität Rohrleitungsdämmung						"Gebäude- nutzfläche" A _N	EnEV-Nachweis		
	ungedämmt				mäßig	EnEV (bzw. HeizAnIV)		"doppelte EnEV"	außerhalb	innerhalb
	Rohrdurchmesser							der thermischen Hülle		
	≤18 mm	>18 bis 35 mm	>35 bis 64 mm	>64 bis 108 mm	18 bis 108 mm*					
ohne Zirkulation**	6	11			3,5	2,4	1,7	-	3,8	2,4
mit Zirkulation Betriebszeit: 6 h/d								100 m ²	4,6	3,5
								150 m ²	4,8	3,7
								200 m ²	4,9	3,8
								300 m ²	5,2	4,0
								500 m ²	5,5	4,4
								750 m ²	5,9	4,7
12 h/d	16	28	48	77	5,2	3,6	2,5	1000 m ²	6,1	4,9
18 h/d (Standardwert EFH)	21	37	64	103	6,9	4,8	3,4	1500 m ²	6,4	5,1
24 h/d (Standardwert MFH)	26	47	80	128	8,7	6,0	4,2	2500 m ²	6,7	5,4
								5000 m ²	7,1	5,7
								10000 m ²	7,2	5,9

Berechnungen auf der Grundlage von DIN V 4701 -10/ Zwischenwerte können interpoliert werden.
 Bei innerhalb der thermischen Hülle angeordneten Leitungen können 85% der Verluste in der Heizzeit als Heizwärmebeitrag genutzt werden ("Heizwärme-Gutschrift")
 *) bei gedämmten Leitungen mit Rohr-Durchmesser < 18 mm können die Werte um 30% reduziert werden.
 **) Versorgungsleitungen ohne Zirkulation und Stichelungen; vereinfacht berechnet für eine mittlere Leitungstemperatur von 32°C (gemäß DIN V 4701-10)

Erläuterungen
 Art der Dämmung: mäßig = gegenüber EnEV halbierte Dämmstärke (Bestandsanlagen: bis zu 2 cm Glaswolle, mehrere Lagen Filzband und Gipsmanschette)
 EnEV = Dämmstärke entspricht der Mindestanforderung der EnEV
 "doppelte EnEV" = gegenüber EnEV verdoppelte Dämmstärke
 EnEV-Nachweis = Dämmstärke und Randbedingungen für Berechnung nach EnEV
 Randbedingungen allgemein: TWW-Temperatur 50°C, während Zirkulationsunterbrechung: halbe Länge und Rohrtemperatur 32°C
 für Berechnung EPHW: Umgebungstemperatur 20°C (vereinfachend auch für Rohrleitungen außerhalb der thermischen Hülle)
 EnEV-Nachweis: Umgebungstemperatur 13°C/20°C (innerhalb/außerhalb der thermischen Hülle); t_{sig}: Betriebszeit abh. von A_N

Quelle: Energiebilanztoolbox, IWU

6. Weitere Kenwerte

Verluste bei der [Brauchwasserverteilung]		Anteil der Leitungswärmeverluste in % des Nutzwärmeaufwandes bei einem Wasserverbrauch von			
Objekt	Konzept	Litern pro Person und Tag			
		20	30	40	50
Einfamilienhaus mit Einzelennahme	gut	50	40	30	20
	mittel	150	100	70	50
	schlecht	250	200	150	100
Einfamilienhaus mit Zirkulationssystem	gut	150	100	70	50
	mittel	250	200	150	100
	schlecht	300	250	200	150
Mehrfamilienhaus, 8 bis 16 Wohnungen	gut	40	30	25	20
	mittel	60	50	40	30
	schlecht	160	120	80	50
Wohnblock, 40 bis 100 Wohnungen, 3 bis 4 Geschosse	gut	70	50	40	30
	mittel	120	100	80	60
	schlecht	250	200	150	100
Wohnblock, 40 bis 100 Wohnungen, Hochhaus	gut	45	30	25	20
	mittel	90	60	50	40
	schlecht	180	120	100	80
	gut	zweckmäßig disponiert, wirtschaftlich isoliert, mit [Zirkulationsunterbrechung] , Brauchwassertemperatur tiefer als 60 °C			
	mittel	bisher übliche Anordnung, Dimensionierung und Isolierung, keine Zirkulationsunterbrechung			
	schlecht	ungünstige Anordnung (großer Leitungsaufwand), zu groß, ungenügende Isolierung, keine Zirkulationsunterbrechung			

Quelle: Energieberatung Bayern nach Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern 1983

	optimierter Betrieb ¹⁾ (optimale Heizkurve / mit hydraul. Abgleich)			typischer Betrieb (flachere Heizkurve / ohne hydraul. Abgleich)		
	90/70	70/55	55/45	90/70	70/55	55/45
Auslegungstemperatur Netz (Vorlauf / Rücklauf in °C)	90/70	70/55	55/45	90/70	70/55	55/45
minimale Vor-/Rücklauf-temperatur	20 °C	20 °C	20 °C	41 °C	35 °C	31 °C
Faktor für Überdimensionierung	Mittlere Heizkreistemperaturen in °C					
1,0	54	44	37	66	53	43
1,2	50	41	35	63	50	41
1,5	45	38	32	59	48	40
2,0	40	34	30	56	45	38
3,0	37	32	28	53	44	37

Berechnung nach DIN V 4701-10

¹⁾ optimierter Betrieb: Randbedingungen entsprechen Ansatz DIN V 4701-10



Quelle: IWU

Einteilung	Gebäudetyp	Einheit	Mittelwert				Mittelwert			
	Baujahr	a	EFH bis 57	EFH 57-77	EFH 77-95	EFH 1995-heute	RH bis 57	RH 57-77	RH 77-95	RH 1995-heute
	WF pro Gebäude	m ²	113	138	160	160	187	200	208	228
Art der Verlegung	Zweirohrheizung	%	89	88	93	90	90	89	86	96
	davon obere Verteilung	%	18	16	14	4	5	8	10	4
	bzw. untere Verteilung	%	83	84	86	96	95	93	90	96
	Tichelmannsystem	%	3	3	1	4	1	3	5	0
	als horiz. sternförmige Vert.	%	23	20	20	10	0	0	0	0
	als horiz. ringförmige Vert.	%	78	80	80	90	100	100	100	0
	Einrohrheizung	%	9	8	6	5	9	9	9	4
	davon vertikale Verteilung	%	76	78	67	73	73	73	77	70
	bzw. horizontale Verteilung	%	24	23	33	27	27	27,0	23	30
	System Zwangsumlauf	%	71	81	100	100	85	90	87	99
System Nebenschluss	%	29	19	0	0	15	10	13	1	

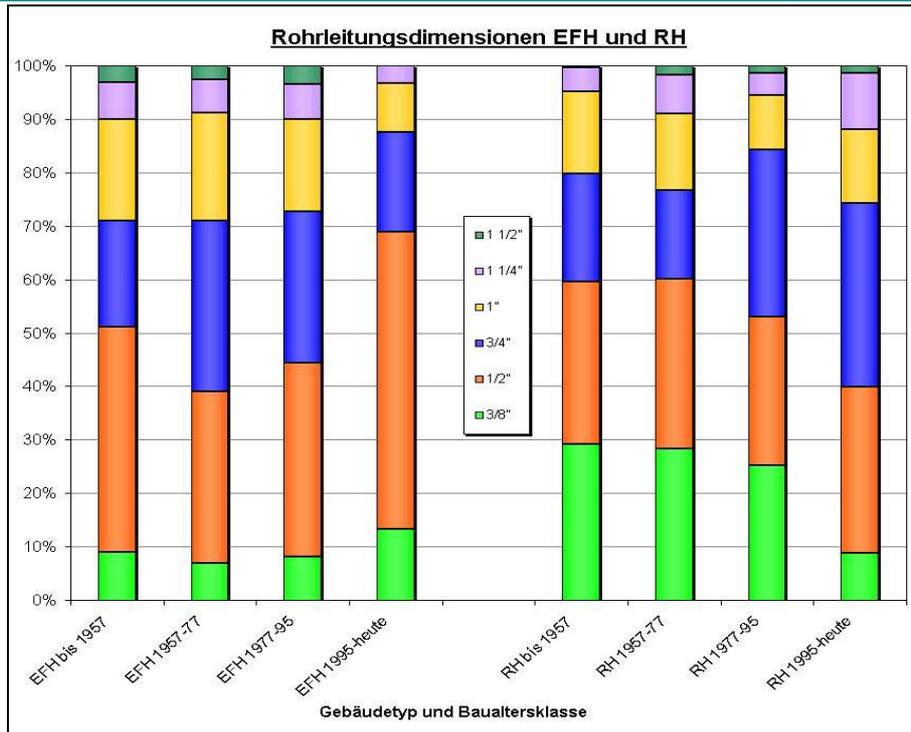
Art des Verteilsystems für Heizung in verschiedenen Gebäudetypen und Altersklassen

Quelle: Schüßler

Einteilung	Gebäudetyp	Einheit	Mittelwert				Mittelwert	
	Baujahr	a	KMH 1957	bis KMH 1957-77	KMH 1977-95	KMH 1995-heute	GMH/HH 1977-95	GMH/HH 1995-heute
	Gesamte Wohnfläche im Ge-	m ²	950	1.060	1.150	1.038	3.475	3.325
Art der Verlegung	Zweirohrheizung	%	86	89	93	95	90	91
	davon obere Verteilung	%	8	8	5	9	35	35
	bzw. untere Verteilung	%	93	93	95	86	65	65
	Tichelmannsystem	%	3	3	3	5	0	3
	als horiz. sternförmige Vert.	%	0	0	0	0	0	0
	als horiz. ringförmige Vert.	%	100	100	100	100	100	100
	Einrohrheizung	%	11	9	4	5	10	6
	davon vertikale Verteilung	%	83	83	80	45	90	90
	bzw. horizontale Verteilung	%	18	18	20	55	10	10
	System Zwangsumlauf	%	70	73	77	85	75	90
System Nebenschluss	%	31	28	23	15	25	10	

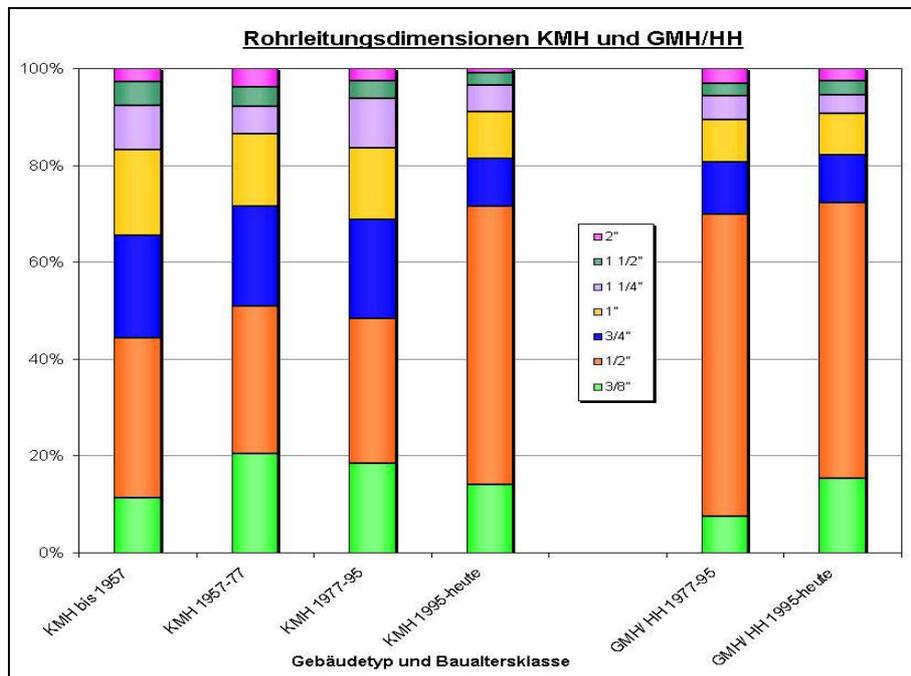
Art des Verteilsystems für Heizung in verschiedenen Gebäudetypen und Altersklassen

Quelle: Schüßler



Rohrleitungsdimensionen für Heizsysteme in Einfamilien- und Reihenhäusern

Quelle: Schüßler



Rohrleitungsdimensionen für Heizsysteme in kleinen und großen Mehrfamilienhäusern bzw. Hochhäusern

Quelle: Schüßler

Einteilung	Gebäudetyp	Einheit	Mittelwert				Mittelwert			
			EFH bis 57	EFH 57-77	EFH 77-95	EFH 1995-heute	RH bis 57	RH 57-77	RH 77-95	RH 1995-heute
	Baujahr	a								
	Wohnfläche pro Gebäude	m ²	113	138	160	160	187	200	208	228
Art der Rohrleitung	Kupferrohr	%	63	69	81	54	51	78	78	60
	Stahlrohr	%	35	30	10	2	46	17	14	4
	Kunststoffrohr	%	3	2	9	46	3	6	8	36
	3/8"	m	11,3	9,5	11,8	25,0	38,8	51,7	46,3	16,8
	1/2"	m	52,8	43,8	52,5	105,0	40,5	58,0	51,0	58,8
	3/4"	m	24,8	43,5	41,3	35,0	27,0	30,0	57,5	65,0
	1"	m	23,8	27,5	25,0	17,3	20,3	26,3	18,8	26,3
	1 1/4"	m	8,8	8,5	9,5	6,3	6,0	13,3	7,5	20,0
	1 1/2"	m	3,8	3,5	5,0	0,0	0,5	3,0	2,5	2,5
	Rohrlänge Heizung pro m ²	m/m ²	1,1	1,0	0,9	1,2	0,7	0,8	0,9	0,8
	Rohrleitungslänge pro HK	m/HK	11,5	9,8	9,7	13,5	7,4	9,4	9,2	9,5

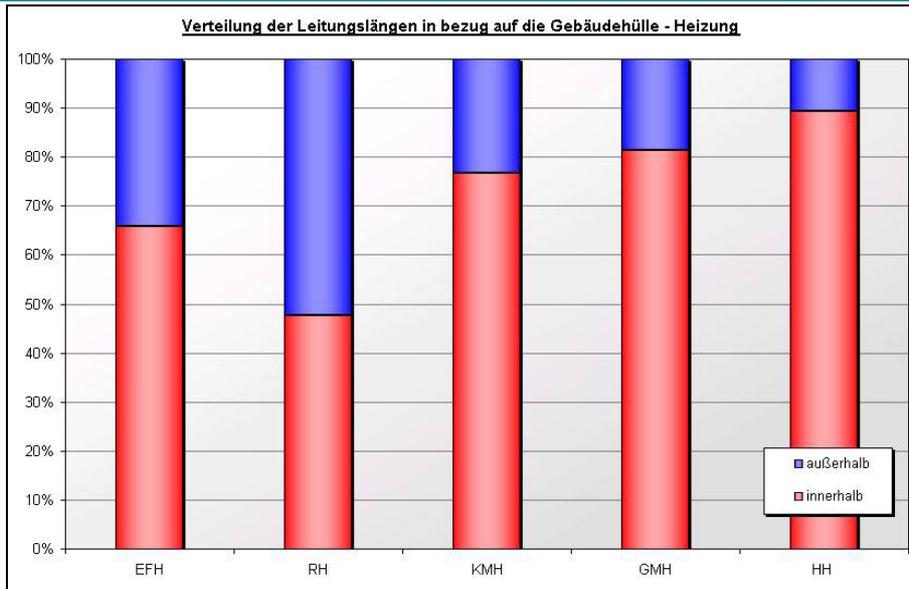
Rohrleitungsdimensionen für Heizsysteme in Einfamilien- und Reihenhäusern

Quelle: Schüßler

Einteilung	Gebäudetyp	Einheit	Mittelwert				Mittelwert	
			KMH bis 1957	KMH 1957-77	KMH 1977-95	KMH 1995-heute	GMH/HH 1977-95	GMH/HH 1995-heute
	Baujahr	a						
	Wohnfläche im Gebäude	m ²	950	1.060	1.150	1.038	3.475	3.325
Art der Rohrleitung	Kupferrohr	%	49	69	71	68	48	65
	Stahlrohr	%	50	29	25	9	48	15
	Kunststoffrohr	%	1	3	4	23	5	20
	3/8"	m	57,5	102,5	100,0	97,5	182,5	307,5
	1/2"	m	167,5	152,5	161,3	396,3	1.537,5	1.137,5
	3/4"	m	107,0	102,5	110,5	67,5	267,5	195,0
	1"	m	90,0	75,0	80,0	67,0	212,5	172,5
	1 1/4"	m	46,3	28,8	55,0	37,5	125,0	75,0
	1 1/2"	m	25,0	20,0	20,0	17,5	62,5	57,5
	2"	m	13,8	18,8	13,8	6,8	75,0	52,5
	2 1/2"	m	3,0	5,0	3,0	0,0	17,5	27,5
3"	m	0,0	5,0	1,5	0,0	15,0	5,0	
Rohrlänge Heizung pro m ²	m/m ²	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	
Rohrleitungslänge pro HK	m/HK	7,3	7,0	6,6	8,4	8,1	1,8	

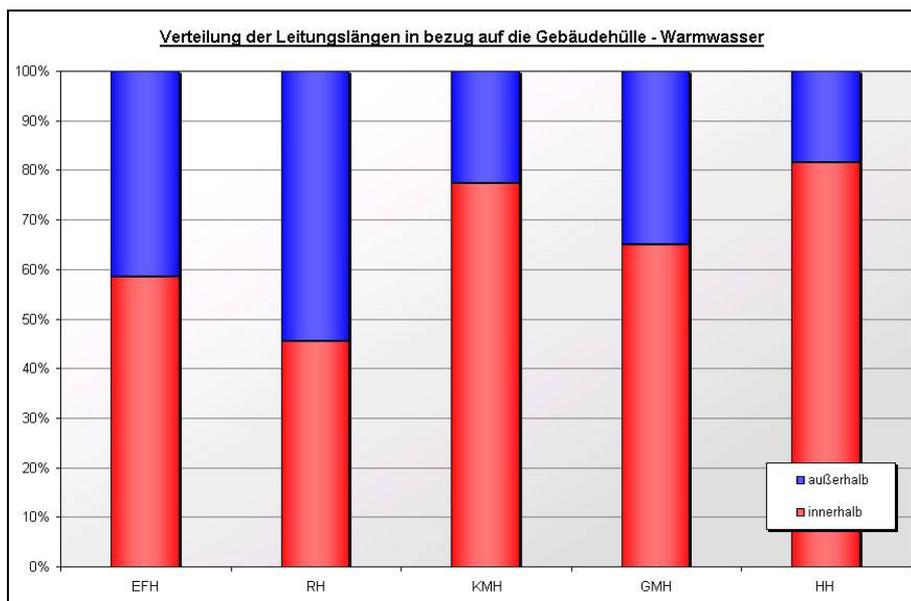
Rohrleitungsdimensionen für Heizsysteme in kleinen und großen Mehrfamilienhäusern bzw. Hochhäusern

Quelle: Schüßler



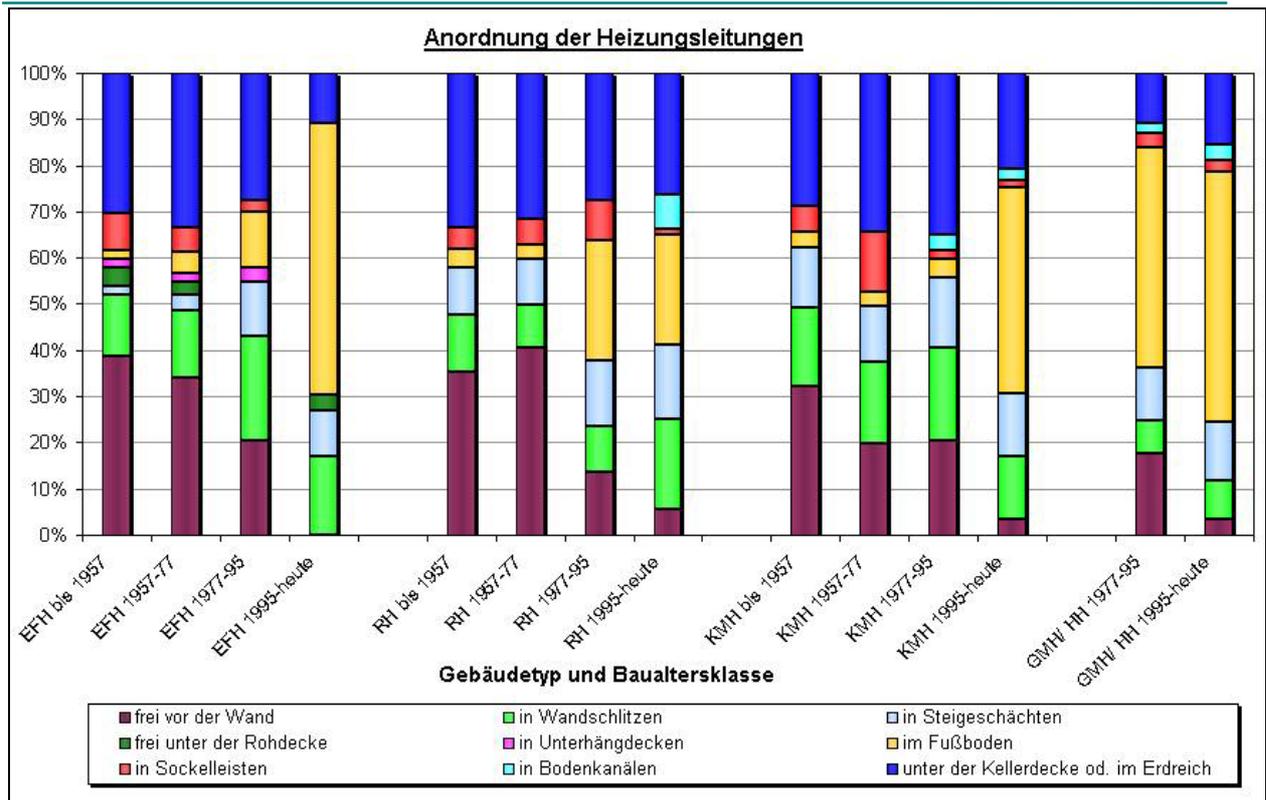
Prozentuale Verteilung der Leitungslängen – Heizung nach Lage im Gebäude

Quelle: Schüßler



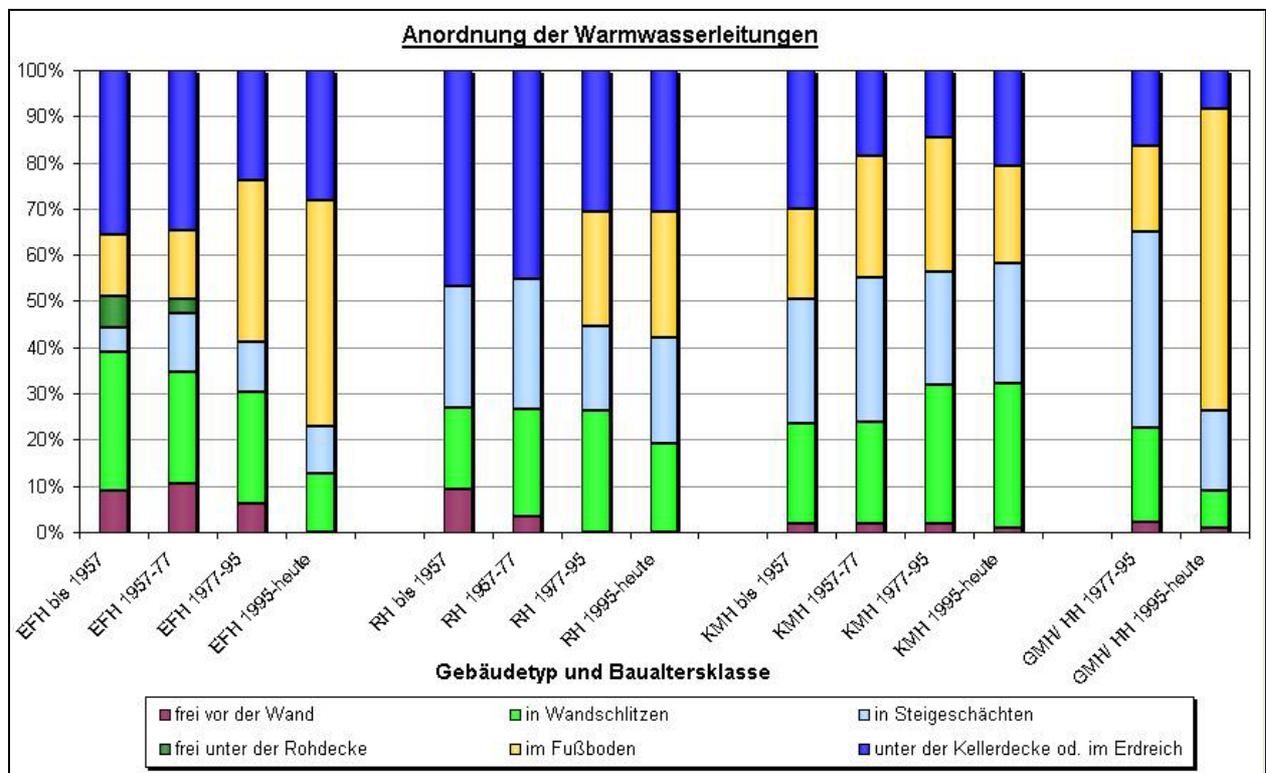
Prozentuale Verteilung der Leitungslängen – Warmwasser nach Lage im Gebäude

Quelle: Schüßler



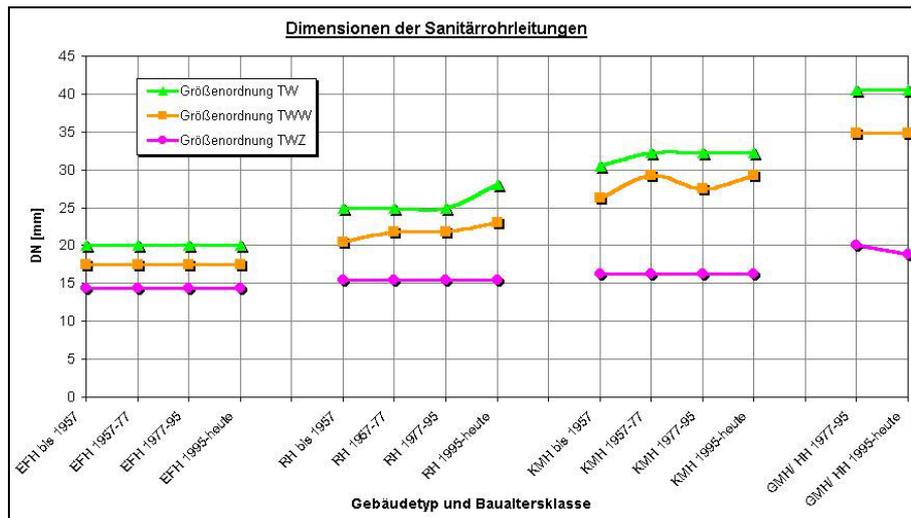
Anordnung der Heizwasserleitungen

Quelle: Schüßler



Anordnung der Warmwasserleitungen

Quelle: Schüßler



Dimensionen der Zirkulations- (TWZ)-, Kaltwasser (TW)- und Warmwasserleitungen (TWW)

Quelle: Schüßler