



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Lösungsheft

Technische Mathematik Installations- und Heizungstechnik

7. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 18219

Autoren der „Technischen Mathematik Installations- und Heizungstechnik“

Anderer, Ralf	Studienrat	Waldbonn
Blickle, Siegfried	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Freudenstadt
Flegel, Robert	Wissenschaftlicher Lehrer	Stuttgart
Grevenstein, Hans	Wissenschaftlicher Lehrer	Wurster Nordseeküste
Härterich, Manfred	M. A., Oberstudiendirektor	Ditzingen
Uhr, Ulrich	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Rheinfelden

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Manfred Härterich, M. A., Oberstudiendirektor, Ditzingen

Bildbearbeitung:

rktypo, 51379 Leverkusen
Verlag Europa-Lehrmittel, Abt. Bildbearbeitung, Ostfildern

7. Auflage 2020

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-7585-1062-5

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 51379 Leverkusen, www.rktypo.com
Umschlaggestaltung: G. Kuhl, mediacreativ, 40724 Hilden
Druck: Totem, 88-100 Inowrocław, Polen

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	5	4.3	Wassermischung	56
1.1	Lösungsweg technischer Berechnungen	5	4.4	Energie und Leistung	60
1.1.1	Größen, Zahlenwert und Einheit	5	4.4.1	Wärmeleistung und Erwärmzeit	60
1.1.2	Gleichungen	5	4.4.2	Wirkungsgrad	60
1.1.3	Rechnen mit dem Taschenrechner	6	4.4.3	Energiekosten	61
1.1.4	Schaubilder, Diagramme und Tabellen	7	4.5	Volumenänderung bei Wasser	65
1.2	Dreisatz- und Prozentrechnen	9	4.6	Zirkulationsanlagen	67
1.3	Längen	10	4.6.1	Kurzverfahren	67
1.3.1	Längeneinheiten, Maßstäbe	10	4.6.2	Vereinfachtes Verfahren	68
1.3.2	Teilungen	11	4.7	Speichergrößen	76
1.3.3	Gebogene und gestreckte Längen	12	4.7.1	Speicher für Einzel- und Gruppenversorgung	76
1.3.4	Pythagoras	12	4.7.2	Speicher für Nachtaufheizung	76
1.4	Flächen	13	4.7.3	Speicherauswahl nach der Bedarfskennzahl	77
1.4.1	Flächeneinheiten	13	4.8	Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung	78
1.4.2	Flächen mit geraden Linien	13	4.9	Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung	79
1.4.3	Flächen mit gebogenen Linien	15			
1.4.4	Zusammengesetzte Flächen	16			
1.5	Volumenberechnung	18			
1.6	Masse und Dichte	19	5	Entwässerungsanlagen	80
1.7	Kraft und Gewichtskraft	20	5.1	Gefälle von Rohrleitungen	80
1.8	Hebel und Drehmoment	20	5.2	Bemessen von Abwasser- und Lüftungsleitungen	82
1.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung	21	5.3	Bemessen von Abwasserhebeanlagen	91
1.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	22	5.4	Bemessen von Abscheide- und Neutralisationsanlagen	92
1.11	Aufgaben	22	5.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	94
			5.6	Projekt	94
2	Rohrberechnungen	24			
2.1	Rohrabbau	24	6	Ableitung von Niederschlagswasser	97
2.2	Freier Querschnitt	24	6.1	Zuschritte	97
2.3	Querschnittsverminderung	24	6.2	Blechbedarf, Blechgewicht	97
2.4	Rohroberflächen	25	6.3	Bemessen von Dachrinnen und Regenwasserleitungen	99
2.5	Rohrmasse	26	6.3.1	Entwässerung bei Teilfüllung	99
2.6	Rohrinhalt	27	6.3.2	Dachentwässerung mit Druckströmung	100
2.7	Längen- und Volumenänderung	29	6.4	Bemessen von Anlagen zur Regenwassernutzung	104
2.7.1	Längenänderung	29	6.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	106
2.7.2	Dehnungsausgleich	29	6.6	Projekt	107
2.7.3	Volumenausdehnung	31			
3	Rohrleitungsanlagen	33			
3.1	Druck in Flüssigkeiten	33	7	Gasanlagen	110
3.1.1	Druckeinheiten	33	7.1	Gasgesetze	110
3.1.2	Hydrostatischer Druck	33	7.2	Gasverbrauch beim Schweißen	111
3.1.3	Auftrieb in Flüssigkeiten	35	7.3	Gasverbrauch zur Stofferwärmung	112
3.2	Strömung in Rohrleitungen	35	7.4	Geräteleistung und Wirkungsgrad	112
3.2.1	Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite	35	7.5	Anschluss- und Einstellwerte	114
3.2.2	Druckverluste in Rohrleitungen	—	7.6	Kostenermittlung für Gasverbrauch	115
3.2.3	Druckverluste in Rohrleitungen	37	7.7	Raum- und Verbrennungsluft-Verbund	116
3.3	Pumpenberechnungen	38	7.8	Dimensionierung von Niederdruckgasleitungen	116
3.3.1	Förderstrom und Förderdruck	—	7.8.1	Diagrammverfahren	116
3.3.2	Pumpenleistung	—	7.8.2	Tabellenverfahren	117
3.3.3	Pumpenauswahl	—	7.8.3	Berechnungen von Flüssiggasleitungen	122
3.3.4	Druckerhöhungsanlagen DEA	40	7.9	Projekte	124
3.4	Rohrdimensionierung	40			
4	Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	53			
4.1	Temperatur	53	8	Heizungsanlagen	130
4.2	Wärmemenge	53	8.1	Wärmeübertragung	130
4.2.1	Wärmemenge bei Temperaturänderung	53	8.2	Berechnung der Normheizlast	132
4.2.2	Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	55	8.2.1	Norm-Außentemperatur	—
			8.2.2	Norm-Innentemperatur	—

8.2.3	Norm-Wärmedurchgangskoeffizient	-	10.3	Berechnungen an Luftkanälen	190
8.2.4	Gesamt-Norm-Wärmeverlust	-	10.3.1	Volumenstrom	190
	ausführliches Verfahren	-	10.3.2	Kontinuitätsgesetz	191
8.2.5	Norm-Transmissionswärmeverlust	-	10.3.3	Gleichung von Bernoulli	192
8.2.6	Norm-Lüftungswärmeverluste	-	10.3.4	Hydraulischer Durchmesser	194
8.2.7	Lüftungswärmeverluste bei freier Lüftung	-	10.3.5	Druckverlustberechnung in Luftkanälen	194
8.2.8	Lüftungswärmeverluste bei maschineller Lüftung	-	10.4	Ventilatorleistung und Ventilator- auswahl	196
8.2.9	Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb	-	10.5	Zustandsänderungen der Luft	196
8.2.10	Netto- und Norm-Heizlast eines Raumes	132	10.5.1	Mollier-Diagramm für feuchte Luft	198
8.2.11	Norm-Heizlast eines Gebäudes	-	10.5.2	Lufterwärmung	198
8.2.12	Norm-Heizlastberechnung vereinfachtes Verfahren	-	10.5.3	Luftkühlung und Entfeuchtung	199
8.2.13	Norm-Gebäudewärmeverlust	-	10.5.4	Luftbefeuchtung	200
8.3	Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen	144	10.5.5	Luftmischung	200
8.4	Rohrnetzberechnung und Pumpenauswahl	147	10.6	Wärmeleistung, Kühlleistung von Klimageräten	201
8.4.1	Massenstrom	-	10.6.1	Äußere Wärmequellen	-
8.4.2	Druckverluste bei Zweirohrheizungen	-	10.6.2	Innere Wärmequellen	-
8.4.3	Einzelwiderstände	-	10.6.3	Kühllast im Sommer	202
8.4.4	Druckverluste in Teilstrecken	-	10.6.4	Heizlast im Winterbetrieb	203
8.4.5	Druckverluste in Thermostatventilen und Mischern	-	10.7	Kontrollierte Wohnraumlüftung	203
8.4.6	Rohrnetzauslegung und Pumpendruck	147	10.8	Projekt	204
8.4.7	Pumpenauswahl und Rohrnetzkennlinien	148			
8.5	Einrohrheizungen	153			
8.5.1	Massenstrom im Heizkreis	-	11	Elektroanschlüsse bei SHK-Anlagen	207
8.5.2	Gleiche Temperaturdifferenzen	-	11.1	Ohmsches Gesetz	207
8.5.3	Gleiche Massenströme	-	11.2	Leiterwiderstand	207
8.5.4	Bestimmung der Heizflächen	153	11.3	Elektrische Leistung	209
8.5.5	Druckverluste und Pumpenauslegung	155	11.3.1	Elektrische Leistung bei Wechselspannung	209
8.6	Fußbodenheizung	158	11.3.2	Elektrische Leistung bei Dreiphasenwechselspannung	210
8.6.1	Wärmeleistung	-	11.3.3	Phasenverschiebung	213
8.6.2	Wärmestromdichte	-	11.4	Anschlussleistung und Absicherung	215
8.6.3	Fußboden-Oberflächentemperatur	158	11.5	Elektrische Energie	216
8.6.4	Rohrabstand und Heizwassertemperatur	-	11.6	Energiekosten	218
8.6.5	Druckverlust und Pumpenauslegung	158	11.7	Erwärmzeit und Massenstrom elektrischer Wassererwärmer	220
8.7	Membran-Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil	161	11.7.1	Erwärmzeit	220
8.8	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen	163	11.7.2	Massenstrom	221
8.9	Brennstoffbedarf und Brennstoffkosten	163	11.8	Projekt	223
8.10	Energiekostenvergleich	164			
8.11	Projekte	165			
9	Abgasanlagen	183			
9.1	Luftbedarf bei der Verbrennung	-	12	Kostenrechnung	228
9.2	Abgasverluste und Wirkungsgrade	183	12.1	Kostenarten	228
9.3	Abgasvolumen und Verbindungsstücke	186	12.2	Zuschlagskalkulation	228
9.4	Schornsteine, Abgasleitungen	186	12.3	Angebotsbearbeitung	231
10	Raumluftechnische Anlagen	188	12.4	Gerätekosten als Sonderkosten	238
10.1	Behaglichkeitskriterien	188	12.4.1	Maschinenkosten	238
10.2	Grundlagen zur Berechnung von raumluftechnischen Anlagen	188	12.4.2	Kraftfahrzeugkosten	239
10.2.1	Einteilung nach DIN 1946	-	12.4.3	Schweißkosten	241
10.2.2	Außenluft	-			
10.2.3	Außenluft nach dem Mindestaußenluftstrom	-			
10.2.4	Außenluftbedarf nach der maximalen Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)	189			
10.2.5	Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl	189			
10.2.6	Luftumwälzung	190			
13	Projekte und Aufgaben	242			
13.1	Projekte und Aufgaben im Handlungsfeld Wasser-technik	242			
13.1.1	Projekt 1: Einfamilienhaus	242			
13.1.2	Projekt 2: Mehrfamilienhaus	245			
13.1.3	Aufgaben	246			
13.2	Projekte und Aufgaben für die Handlungsfelder Wärme- und Lufttechnik	250			
13.2.1	Projekt 1: Marbacher Weg	250			
13.2.2	Projekt 2: Etagenwohnung – Ulm	253			
13.2.3	Projekt 3: Tennishalle	256			
13.2.4	Aufgaben	258			