



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	Waldbronn
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	5	Entwässerungsanlagen	80
1.5	Volumenberechnung	18	5.1	Gefälle von Rohrleitungen	80
1.6	Masse und Dichte	19	5.2	Bemessen von Abwasser- und Lüftungsleitungen	82
1.7	Kraft und Gewichtskraft	20	5.3	Bemessen von Abwasserhebeanlagen	91
1.8	Hebel und Drehmoment	20	5.4	Bemessen von Abscheide- und Neutralisationsanlagen	92
1.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung	21	5.5	Längenänderung durch Temperatur- änderung	94
1.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	22	5.6	Projekt	94
1.11	Aufgaben	22			
2	Rohrberechnungen	24	6	Ableitung von Niederschlagswasser	97
2.1	Rohrabbmessungen	24	6.1	Zuschnitte	97
2.2	Freier Querschnitt	24	6.2	Blechbedarf, Blechgewicht	97
2.3	Querschnittsverminderung	24	6.3	Bemessen von Dachrinnen und Regenwasserleitungen	99
2.4	Rohroberflächen	25	6.3.1	Entwässerung bei Teilfüllung	99
2.5	Rohrmasse	26	6.3.2	Dachentwässerung mit Druckströmung	100
2.6	Rohrinhalt	27	6.4	Bemessen von Anlagen zur Regen- wassernutzung	104
2.7	Längen- und Volumenänderung	29	6.5	Längenänderung durch Temperaturänderung	106
2.7.1	Längenänderung	29	6.6	Projekt	107
2.7.2	Dehnungsausgleich	29			
2.7.3	Volumenausdehnung	31	7	Gasanlagen	110
3	Rohrleitungsanlagen	33	7.1	Gasgesetze	110
3.1	Druck in Flüssigkeiten	33	7.2	Gasverbrauch beim Schweißen	111
3.1.1	Druckeinheiten	33	7.3	Gasverbrauch zur Stofferwärmung	112
3.1.2	Hydrostatischer Druck	33	7.4	Geräteleistung und Wirkungsgrad	112
3.1.3	Auftrieb in Flüssigkeiten	35	7.5	Anschluss- und Einstellwerte	114
3.2	Strömung in Rohrleitungen	35	7.6	Kostenermittlung für Gasverbrauch	115
3.2.1	Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite	35	7.7	Raum- und Verbrennungsluft-Verbund	116
3.2.2	Druckarten in Rohrleitungen	–	7.8	Dimensionierung von Niederdruckgasleitungen	116
3.2.3	Druckverluste in Rohrleitungen	37	7.8.1	Diagrammverfahren	116
3.3	Pumpenberechnungen	38	7.8.2	Tabellenverfahren	117
3.3.1	Förderstrom und Förderdruck	–	7.8.3	Berechnungen von Flüssiggasleitungen	122
3.3.2	Pumpenleistung	–	7.9	Projekte	124
3.3.3	Pumpenauswahl	–			
3.3.4	Druckerhöhungsanlagen DEA	40	8	Heizungsanlagen	130
3.4	Rohrdimensionierung	40	8.1	Wärmeübertragung	130
4	Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	53	8.2	Berechnung der Normheizlast	132
4.1	Temperatur	53	8.2.1	Norm-Außentemperatur	–
4.2	Wärmemenge	53	8.2.2	Norm-Innentemperatur	–
4.2.1	Wärmemenge bei Temperaturänderung	53			
4.2.2	Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes	55			

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-Transmissionswärmebedarf	–	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 Ventilatorauswahl	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	–	10.5.3	Luftkühlung und Entfeuchtung	199
	vereinfachtes Verfahren	–	10.5.4	Luftbefeuchtung	200
8.2.13	Norm-Gebäudewärmebedarf	–	10.5.5	Luftmischung	200
8.3	Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen	144	10.6	Wärmeleistung, Kühlleistung von Klimageräten	201
8.4	Rohrnetzberechnung und Pumpenauswahl	147	10.6.1	Äußere Wärmequellen	–
8.4.1	Massenstrom	–	10.6.2	Innere Wärmequellen	–
8.4.2	Druckverluste bei Zweirohrheizungen	–	10.6.3	Kühllast im Sommer	202
8.4.3	Einzelwiderstände	–	10.6.4	Heizlast im Winterbetrieb	203
8.4.4	Druckverluste in Teilstrecken	–	10.7	Kontrollierte Wohnraumlüftung	203
8.4.5	Druckverluste in Thermostatventilen und Mischern	–	10.8	Projekt	204
8.4.6	Rohrnetzauslegung und Pumpendruck	147			
8.4.7	Pumpenauswahl und Rohrnetz Kennlinien	148	11	Elektroanschlüsse bei SHK-Anlagen	207
8.5	Einrohrheizungen	153	11.1	Ohmsches Gesetz	207
8.5.1	Massenstrom im Heizkreis	–	11.2	Leiterwiderstand	207
8.5.2	Gleiche Temperaturdifferenzen	–	11.3	Elektrische Leistung	209
8.5.3	Gleiche Massenströme	–	11.3.1	Elektrische Leistung bei Wechselspannung	209
8.5.4	Bestimmung der Heizflächen	153	11.3.2	Elektrische Leistung bei Dreiphasenwechselspannung	210
8.5.5	Druckverluste und Pumpenauslegung	155	11.3.3	Phasenverschiebung	213
8.6	Fußbodenheizung	158	11.4	Anschlussleistung und Absicherung	215
8.6.1	Wärmeleistung	–	11.5	Elektrische Energie	216
8.6.2	Wärmestromdichte	–	11.6	Energiekosten	218
8.6.3	Fußboden-Oberflächentemperatur	158	11.7	Erwärmzeit und Massenstrom elektrischer Wassererwärmer	220
8.6.4	Rohrabstand und Heizwassertemperatur	–	11.7.1	Erwärmzeit	220
8.6.5	Druckverlust und Pumpenauslegung	158	11.7.2	Massenstrom	221
8.7	Membran-Druckausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil	161	11.8	Projekt	223
8.8	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen	163			
8.9	Brennstoffbedarf und Brennstoffkosten	163	12	Kostenrechnung	228
8.10	Energiekostenvergleich	164	12.1	Kostenarten	228
8.11	Projekte	165	12.2	Zuschlagskalkulation	228
			12.3	Angebotsbearbeitung	231
			12.4	Gerätekosten als Sonderkosten	238
			12.4.1	Maschinenkosten	238
			12.4.2	Kraftfahrzeugkosten	239
			12.4.3	Schweißkosten	241
9	Abgasanlagen	183	13	Projekte und Aufgaben	242
9.1	Luftbedarf bei der Verbrennung	–	13.1	Projekte und Aufgaben im Handlungsfeld Wassertechnik	242
9.2	Abgasverluste und Wirkungsgrade	183	13.1.1	Projekt 1: Einfamilienhaus	242
9.3	Abgasvolumen und Verbindungsstücke	186	13.1.2	Projekt 2: Mehrfamilienhaus	245
9.4	Schornsteine, Abgasleitungen	186	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
10	Raumlufttechnische Anlagen	188			
10.1	Behaglichkeitskriterien	188			
10.2	Grundlagen zur Berechnung von raumlufttechnischen Anlagen	188			
10.2.1	Einteilung nach DIN 1946	–			
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			