



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

8.2.3	Norm-Wärmedurchgangskoeffizient	–	10.3	Berechnungen an Luftkanälen	190
8.2.4	Gesamt-Norm-Wärmeverlust ausführliches Verfahren	–	10.3.1	Volumenstrom	190
8.2.5	Norm-Transmissionswärmebedarf	–	10.3.2	Kontinuitätsgesetz	191
8.2.6	Norm-Lüftungswärmeverluste	–	10.3.3	Gleichung von Bernoulli	192
8.2.7	Lüftungswärmeverluste bei freier Lüftung	–	10.3.4	Hydraulischer Durchmesser	194
8.2.8	Lüftungswärmeverluste bei maschineller Lüftung	–	10.3.5	Druckverlustberechnung in Luftkanälen	194
8.2.9	Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb	–	10.4	Ventilatorleistung und Ventilator- auswahl	196
8.2.10	Netto- und Norm-Heizlast eines Raumes	132	10.5	Zustandsänderungen der Luft	196
8.2.11	Norm-Heizlast eines Gebäudes	–	10.5.1	Mollier-Diagramm für feuchte Luft	198
8.2.12	Norm-Heizlastberechnung vereinfachtes Verfahren	–	10.5.2	Lufterwärmung	198
8.2.13	Norm-Gebäudewärmebedarf	–	10.5.3	Luftkühlung und Entfeuchtung	199
8.3	Heizflächen und Kesselgrößen bei Zweirohrheizungen	144	10.5.4	Luftbefeuchtung	200
8.4	Rohrnetzberechnung und Pumpenauswahl	147	10.5.5	Luftmischung	200
8.4.1	Massenstrom	–	10.6	Wärmeleistung, Kühlleistung von Klimageräten	201
8.4.2	Druckverluste bei Zweirohrheizungen	–	10.6.1	Äußere Wärmequellen	–
8.4.3	Einzelwiderstände	–	10.6.2	Innere Wärmequellen	–
8.4.4	Druckverluste in Teilstrecken	–	10.6.3	Kühllast im Sommer	202
8.4.5	Druckverluste in Thermostatventilen und Mischern	–	10.6.4	Heizlast im Winterbetrieb	203
8.4.6	Rohrnetzauslegung und Pumpendruck	147	10.7	Kontrollierte Wohnraumlüftung	203
8.4.7	Pumpenauswahl und Rohrnetz kennlinien	148	10.8	Projekt	204
8.5	Einrohrheizungen	153	<hr/>	<hr/>	<hr/>
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	<hr/>	<hr/>	<hr/>
8.11	Projekte	165	12	Kostenrechnung	228
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
9	Abgasanlagen	183	12.1	Kostenarten	228
9.1	Luftbedarf bei der Verbrennung	–	12.2	Zuschlagskalkulation	228
9.2	Abgasverluste und Wirkungsgrade	183	12.3	Angebotsbearbeitung	231
9.3	Abgasvolumen und Verbindungsstücke	186	12.4	Gerätekosten als Sonderkosten	238
9.4	Schornsteine, Abgasleitungen	186	12.4.1	Maschinenkosten	238
<hr/>	<hr/>	<hr/>	12.4.2	Kraftfahrzeugkosten	239
<hr/>	<hr/>	<hr/>	12.4.3	Schweißkosten	241
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
10	Raumlufttechnische Anlagen	188	<hr/>	<hr/>	<hr/>
10.1	Behaglichkeitskriterien	188	13	Projekte und Aufgaben	242
10.2	Grundlagen zur Berechnung von raumlufttechnischen Anlagen	188	13.1	Projekte und Aufgaben im Handlungsfeld Wassertechnik	242
10.2.1	Einteilung nach DIN 1946	–	13.1.1	Projekt 1: Einfamilienhaus	242
10.2.2	Außenluft	–	13.1.2	Projekt 2: Mehrfamilienhaus	245
10.2.3	Außenluft nach dem Mindestaußenluftstrom	–	13.1.3	Aufgaben	246
10.2.4	Außenluftbedarf nach der maximalen Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)	189	13.2	Projekte und Aufgaben für die Handlungs- felder Wärme- und Lufttechnik	250
10.2.5	Außenluftbedarf nach der Luftwechselzahl	189	13.2.1	Projekt 1: Marbacher Weg	250
10.2.6	Luftumwälzung	190	13.2.2	Projekt 2: Etagenwohnung – Ulm	253
<hr/>	<hr/>	<hr/>	13.2.3	Projekt 3: Tennishalle	256
<hr/>	<hr/>	<hr/>	13.2.4	Aufgaben	258