

Maas · Steinbrecher

Trainingshandbuch für Energieberater

Lernhilfe, Prüfungsfragen und
Aktualisierung des Fachwissens

4. Auflage



Trainingshandbuch für Energieberater

Trainingshandbuch für Energieberater

**Lernhilfen, Prüfungsfragen und
Aktualisierung des Fachwissens**

von

Prof. Dr.-Ing. Anton Maas, Kassel

Dipl.-Ing. Jutta Steinbrecher, Architektin, Kassel

4., aktualisierte Auflage
auf der Grundlage des GEG 2023

 **Reguvis**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Reguvis Fachmedien GmbH
Amsterdamer Straße 192
50735 Köln
Tel.: +49 (0) 221 97668-306
Fax: +49 (0) 221 97668-236
bau-immobilien@reguvis.de
www.reguvis.de

ISBN (Print): 978-3-8462-1448-0

ISBN (E-Book): 978-3-8462-1449-7

© 2023 Reguvis Fachmedien GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Dies gilt auch für die fotomechanische Vervielfältigung (Fotokopie/Mikrokopie) und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Hinsichtlich der in diesem Werk ggf. enthaltenen Texte von Normen weisen wir darauf hin, dass rechtsverbindlich allein die amtlich verkündeten Texte sind.

Herstellung: Günter Fabritius

Lektorat: Elke Ehring

Satz: Cicero Computer GmbH, Bonn

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Appel & Klinger Druck und Medien GmbH, Schneckenlohe

Titelabbildung: © Andrey Popov/adobestock.com

Printed in Germany

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

das Trainingshandbuch für Energieberater wurde als Lernhilfe für eine anstehende Prüfung zum Gebäude-Energieberater erstellt. Es dient auch der Überprüfung und Aktualisierung des Fachwissens für Energieberater, deren Prüfung bereits einige Zeit zurückliegt.

In der vierten Auflage werden die Neuerungen im Gebäudeenergiegesetz berücksichtigt. Das Gesetz aus dem Jahr 2020 (GEG 2020) wurde im Juli 2022 in einzelnen Paragrafen geändert. In diesem Trainingshandbuch wird für das Gebäudeenergiegesetz, das auf der Fassung von 2020 basiert und dessen Änderungen am 1. Januar 2023 in Kraft treten, die Bezeichnung GEG 2023 verwendet.

Als Grundlage für die Themenauswahl haben wir unter anderem Klausurfragen des Weiterbildenden Studienprogramms „Energieeffizienz-Experte Wohngebäude mit Zertifikat“ der Universität Kassel verwendet. Die Klausur zum Erwerb des Zertifikats „Gebäude-Energieberater / Energieeffizienz-Experte Wohngebäude“ enthält Fragen, die geeignet sind, die Kompetenz der Kandidaten zur Energieberatung und zur Anwendung und Vermittlung physikalischer und technischer Zusammenhänge festzustellen. Bei der Prüfung dürfen Unterlagen wie das Gebäudeenergiegesetz sowie eine Formelsammlung verwendet werden. Es geht also nicht darum, Gesetzestexte und Formeln auswendig zu lernen, sondern die Studierenden sollen zeigen, dass sie in der Lage sind, in einem begrenzten Zeitraum Antworten auf die gestellten Fragen zu geben. Sie können und sollen also auch die hier vorliegenden Fragen nutzen, um zu trainieren, sich rasch in den genannten Unterlagen zurecht zu finden.

Sie finden auch einige Rechenaufgaben, die in der Abschlussklausur zum Gebäude-Energieberater / Energieeffizienz-Experten Wohngebäude etwa 40 % der Fragen umfassen. Dieser Aufgabentyp kann nicht in Form von Multiple-Choice-Fragen bearbeitet werden, sondern es ist erforderlich, die Aufgaben mit Taschenrechner und Stift zu lösen. Es geht dabei häufig darum, mit einfachen Ansätzen überschlägige Ergebnisse zu erhalten. Uns ist es in der Ausbildung der Gebäude-Energieberater / Energieeffizienz-Experten wichtig, dass die Absolventen in der Lage sind, sowohl im Kundengespräch vereinfacht ermittelte Zahlen für z. B. Energieeinsparpotentiale zu nennen als auch eine Plausibilitätsprüfung für die Ergebnisse der Berechnungen mit Hilfe von Software durchzuführen. Immer wieder zeigt sich, dass kleine Eingabeungenauigkeiten zu völlig abwegigen Ergebnissen führen, welche der Energieberater erkennen muss.

Die praktische Umsetzung des erlernten Wissens erfolgt an der Universität Kassel anhand einer Hausarbeit, in der ein konkretes Gebäude in seinem Energiebedarf zu erfassen und der rechtlich vorgeschriebene Handlungsbedarf zu analysieren ist. Für das Projekt werden darauf aufbauend Sanierungsvorschläge erarbeitet und ein individueller Sanierungsfahrplan erstellt. Dieser Prüfungsteil ist nur im Hinblick auf die Grundlagenkenntnisse Gegenstand des vorliegenden Prüfungstrainers.

Wir danken allen Dozenten des Weiterbildenden Studienprogramms Gebäude-Energieberater / Energieeffizienz-Experte Wohngebäude, die uns mit Aufgabenstellungen aus ihren jeweiligen Fachgebieten bei der Zusammenstellung der Prüfungsfragensammlung unterstützt haben. Unser Dank gilt auch den Mitarbeitern des Verlags, insbesondere Frau Ehring, die mit großem Engagement die Entstehung dieses Buches begleitet haben.

Wir möchten anmerken, dass zur besseren Lesbarkeit in diesem Werk auf eine Genderisierung verzichtet wurde; sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für Personen aller Geschlechtszugehörigkeiten.

Anton Maas, Jutta Steinbrecher

Kassel, Januar 2023

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Inhaltsverzeichnis	7
 1 Bauphysik	17
Fragen und Aufgaben	17
Grundlagen	17
1.1 Zuordnung von Begriffen und Einheiten I	17
1.2 Zuordnung von Begriffen und Einheiten II	18
1.3 Wärmeleistung	18
Wärmeübertragung	19
1.4 Konvektion	19
1.5 Wärmeleitung	20
1.6 Wärmedurchgangskoeffizient – U-Wert	20
1.7 Wärmedurchgangswiderstände	21
1.8 Wärmedurchlasswiderstände von Dachräumen	22
1.9 Wärmestrahlung	22
1.10 Wärmestrahlung – Größenordnungen schätzen	22
Feuchteschutz	23
1.11 Diffusion	23
1.12 Feuchteschutz – atmende Wände	24
1.13 Feuchteschutz – Wärmedurchgangskoeffizient	24
1.14 Feuchteschutz – Wärmedurchgangswiderstand	24
1.15 Feuchteschutz – μ -Werte I	25
1.16 Feuchteschutz – μ -Werte II	25
1.17 Feuchteschutz – relative Luftfeuchtigkeit	26
1.18 Feuchteschutz – Lüftungsverhalten	26
Wärmebrücken	27
1.19 Wärmebrücke – Zuordnung von Begriffen und Einheiten	27
1.20 Wärmebrücke – Ursache	27
1.21 Wärmebrücken – f_{Rsi} -Wert	28
1.22 Wärmebrücke einordnen	28
Schallschutz	29
1.23 Schallschutz I	29
1.24 Schallschutz II	29
1.25 Schallschutz III	29
1.26 Schallschutz – Materialauswahl	29

Brandschutz	30
1.27 Brandschutz – Klassifizierung I	30
1.28 Brandschutz – Klassifizierung II	30
1.29 Brandschutz – Konstruktionen I	30
1.30 Brandschutz – Konstruktionen II	31
Rechenaufgaben	31
1.31 U-Wert – erforderliche Dämmschichtdicke/Temperatur zwischen Bauteilschichten	31
1.32 Wärmebrücke	32
1.33 Feuchteschutz I	33
1.34 Feuchteschutz II	34
Antworten und Lösungen (1.1–1.34):	35
 2 Energetische Bilanzierung	45
Fragen und Aufgaben	45
Energetische Bilanzierung nach Gebäudeenergiegesetz (GEG)	45
2.1 GEG 2023 – Vergleich von Anforderungen und Nachweismethodik gegenüber GEG 2020	45
2.2 GEG – Anforderungen I	46
2.3 GEG – Anforderungen II	46
2.4 GEG – Referenzwerte I	47
2.5 GEG – Referenzwerte II	47
2.6 GEG – Gebäudenutzfläche	48
2.7 GEG – Lüftungswärmeverlust	48
2.8 GEG – Standort	48
2.9 GEG – Bewohner	49
Bilanzierung Anlagentechnik	49
2.10 Bilanzierung Anlagentechnik nach DIN V 4701-10 (Formelzeichen)	49
2.11 Bilanzabschnitte Anlagentechnik	50
2.12 Bilanzgrenzen Energie	51
2.13 Primärenergiefaktor	52
2.14 Primärenergiefaktor – Ermittlung	52
2.15 Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger	53
Energiebedarf Neubau/Bestand	53
2.16 Gebäudestandard – Endenergiebedarf	53
2.17 Bilanzanteile Altbau – vor und nach Sanierung	54
Einflussgrößen auf den Heizenergieverbrauch	55
2.18 Gebäudeform	55

Unterscheidung Wohngebäude/Nichtwohngebäude	55
2.19 Gebäudeart	55
2.20 Gemischt genutzte Gebäude I	56
2.21 Gemischt genutzte Gebäude II	56
Heizperiode	57
2.22 Gradtagszahl, Heizgradtage, Heiztage I	57
2.23 Gradtagszahl, Heizgradtage, Heiztage II	57
Nutzungsverhalten	58
2.24 Nutzungsverhalten – Behaglichkeit Einflussgrößen	58
2.25 Nutzungsverhalten – Empfundene Raumtemperatur	58
2.26 Nutzungsverhalten – Raumtemperaturabsenkung	58
2.27 Nutzungsverhalten – Feuchtigkeitshaushalt	59
Vereinfachte Quantifizierung von Einsparpotentialen	59
2.28 Vereinfachte Quantifizierung von Einsparpotentialen – Gradtagszahlfaktoren ..	59
2.29 Vereinfachte Quantifizierung von Einsparpotentialen – Endenergieeinsparung .	60
2.30 Vereinfachte Quantifizierung von Einsparpotentialen – Fenster	60
Rechenaufgaben	61
2.31 Vereinfachte Quantifizierung von Einsparpotentialen – Außenwanddämmung .	61
2.32 Vereinfachte Quantifizierung von Einsparpotentialen – Heizungstausch	61
2.33 Vereinfachte Quantifizierung von Einsparpotentialen – Fenstertausch	62
Antworten und Lösungen (2.1–2.33):	63
 3 GEG und Vorschriften	 75
Fragen und Aufgaben	75
Berechnungsansätze	75
3.1 Bauteilaufnahme	75
3.2 Beheiztes Luftvolumen	75
3.3 Wärmebrückenzuschlag	76
3.4 Anwendung Berechnungsverfahren	76
3.5 Vergleich Berechnungsverfahren	77
3.6 Gegenüberstellung von Berechnungsverfahren	77
3.7 Berechnung im Fall gemeinsamer Heizungsanlagen für mehrere Gebäude	78
Ausbau oder Erweiterung	78
3.8 Ausbau oder Erweiterung I	78
3.9 Ausbau oder Erweiterung II	79
3.10 Ausbau oder Erweiterung III	80
Nachrüstverpflichtungen	81
3.11 Nachrüstverpflichtungen I	81
3.12 Nachrüstverpflichtungen II	82

Bestandserneuerung	82
3.13 Austausch von Verglasungen	82
3.14 Außenputzerneuerung	83
3.15 Dachziegelerneuerung	83
3.16 Fußbodenerneuerung	84
3.17 U-Werte von Fenstern	84
3.18 Offensichtliche Undichtheiten	84
Speicherheizungen	85
3.19 Primärenergiefaktor Strom	85
3.20 Speicherheizungen	85
Energieausweise	85
3.21 Energieausweise I	85
3.22 Energieausweise II	86
3.23 Energieausweise III	86
3.24 Energieausweise IV (Gebäudedaten)	87
3.25 Energieausweise V	87
3.26 Energieausweise VI	88
3.27 Energieausweise VII	88
3.28 Energieausweise VIII	89
3.29 Nutzung von erneuerbaren Energien	89
Weitere Normen und Vorschriften	90
3.30 1. BImSchV – Anforderungen	90
3.31 1. BImSchV – zulässige Abgasverluste	90
3.32 Mindestwärmeschutz	91
Rechenaufgaben	92
3.33 GEG-Nachweis eines neuen Wohngebäudes	95
3.34 Anteil der Wärmebrückenverluste (Bezug: Gebäude aus Aufgabe 3.33)	95
3.35 Anteil der Lüftungswärmeverluste (Bezug: Gebäude aus Aufgabe 3.33)	95
Antworten und Lösungen (3.1–3.35):	96
 4 Baustoffkunde, Dämmstoffe und -systeme, Bauteile, Baukonstruktion	 107
Fragen und Aufgaben	107
Baustoffkunde	107
4.1 Baustoffkunde – Kerndämmung	107
4.2 Baustoffkunde – Wärmeleitfähigkeit verschiedener Baustoffe	108
4.3 Baustoffkunde – Wasserdampf-Diffusionswiderstand verschiedener Baustoffe .	108
4.4 Baustoffkunde – Folien	109
4.5 Baustoffkunde – Wärmespeicherfähigkeit	109
4.6 Baustoffkunde – Vergleich von Dämmstoffen	109
4.7 Baustoffkunde – Vakuum-Isolationspaneel	110

4.8	Baustoffkunde – Feuchteadaptive Dampfbremse	110
4.9	Baustoffkunde – Perimeterdämmung I	110
4.10	Baustoffkunde – Perimeterdämmung II	111
Baukonstruktionen		111
4.11	Baukonstruktion – Temperaturprofil	111
4.12	Baukonstruktion – Temperaturprofil	112
4.13	Baukonstruktion – Ausbildung von Wärmebrücken	112
4.14	Baukonstruktion – Sanierung	113
4.15	Bauteil Fenster – Einbauebene	114
4.16	Bauteil Fenster – Gesamtenergiedurchlassgrad	114
U-Werte nach Baualtersklassen		115
4.17	Bauteil Geschossdecke	115
4.18	Bauteil Außenwand	116
4.19	Bauteil Dach	116
4.20	Bauteil Fenster	117
Antworten und Lösungen (4.1–4.20):		118
5 Anlagentechnik		125
Fragen und Aufgaben		125
Heizungstechnik		125
5.1	Heizungstechnik – Heizwert/Brennwert – Definition	125
5.2	Heizungstechnik – Heizwert/Brennwert – Größenordnung	125
5.3	Heizungstechnik – Kesseltypen und Verluste	126
5.4	Heizungstechnik – Kesseltypen unterscheiden; Regelung	127
5.5	Heizungstechnik – Brennwertkessel	128
5.6	Heizungstechnik – Brenner	128
5.7	Heizungstechnik – Verlustarten	129
5.8	Heizungstechnik – 30 % Teillastwirkungsgrad	130
5.9	Heizungstechnik – Kesselwirkungsgrad nach Gebäudesanierung	130
5.10	Heizungstechnik – Jahresnutzungsgrad nach Gebäudesanierung	131
Lüftungstechnik		131
5.11	Lüftungsanlagen – Prinzip	131
5.12	Lüftungstechnik – Arbeiten mit einem Mollierdiagramm – relative Feuchte	132
5.13	Lüftungstechnik – Arbeiten mit einem Mollierdiagramm – Enthalpie	133
5.14	Lüftungstechnik – Heizleistung	134
5.15	Lüftungstechnik – Beurteilung der Effizienz I	134
5.16	Lüftungstechnik – Beurteilung der Effizienz II	134
5.17	Lüftungstechnik – Prinzip der Wärmeübertragung	135
5.18	Lüftungstechnik – Beurteilung der Güte von Wärmetauschersystemen	135
5.19	Lüftungstechnik – Qualität des Ventilators	136

Heizungssanierung	137
5.20 Heizungssanierung – Brennwertkessel	137
5.21 Anlagenaufwandszahl I	137
5.22 Anlagenaufwandszahl II	138
5.23 Anlagenaufwandszahl III	138
5.24 Heizungssanierung – Kesseltausch	138
5.25 Heizungssanierung – Kesselbeurteilung I	139
5.26 Heizungssanierung – Kesselbeurteilung II	140
5.27 Typenschild alter Kessel	141
5.28 Heizungssanierung – Verteilungsleitungen GEG	141
Hydraulik	142
5.29 Hydraulik – hydraulischer Abgleich	142
5.30 Hydraulik – Ventilautorität	142
5.31 Hydraulik – Zusammenhang zwischen Systemdruck und Volumenstrom	143
5.32 Hydraulik – Proportionalbereich	143
5.33 Hydraulik – Ventilenngroße	143
5.34 Hydraulik – Thermostatventil	144
Pumpen	145
5.35 Pumpenauswahl	145
5.36 Hydraulische Pumpenleistung	145
Heizlastberechnung	146
5.37 Heizlastberechnung	146
Rechenaufgaben	146
5.38 Heizungssanierung – Kesseldimensionierung	146
5.39 Warmwasserbereitung	147
5.40 Bemessung des Außenluftvolumenstroms einer Lüftungsanlage	147
5.41 Wirkungsgrad einer Pumpe	148
5.42 Heizlastberechnung	148
Antworten und Lösungen (5.1–5.42):	149
 6 Regenerative Energien	 163
Fragen und Aufgaben	163
Solarstrahlung	163
6.1 Solarstrahlung I	163
6.2 Solarstrahlung II	164
Solarthermie	165
6.3 Solarkollektoren – Kennlinien	165
6.4 Solarkollektoren – Anwendungsbereich	166
6.5 Solarkollektoren – Dimensionierung Trinkwarmwasser-Bereitung	167
6.6 Solarkollektoren – Dimensionierung Heizungsunterstützung	168

Feste Biobrennstoffe	169
6.7 Holzheizung – Kamin- und Kachelöfen	169
6.8 Heizung mit Biomassebrennstoffen	169
Wärmepumpen	170
6.9 Wärmepumpen – Leistungszahl	170
6.10 Wärmepumpen – Komponenten	171
6.11 Wärmepumpen – Temperaturdifferenz	171
BHKW	172
6.12 Energiebilanz BHKW	172
6.13 Aufbau BHKW	173
6.14 Auslegung BHKW	174
Brennstoffzellen	174
6.15 Brennstoffzellen – Funktionsprinzip	174
Heizung mit erneuerbaren Energien	174
6.16 Heizung mit erneuerbaren Energien – Primärenergiebedarf	174
6.17 Heizung mit erneuerbaren Energien – Betriebsweise	175
6.18 Heizung mit erneuerbaren Energien – Endenergiebedarf	175
Photovoltaik	175
6.19 Photovoltaik I	175
6.20 Photovoltaik II	176
6.21 Photovoltaik III	176
6.22 Photovoltaik IV	176
Rechenaufgabe	177
6.23 BHKW – Laufzeit und Anteil Jahresarbeit	177
Antworten und Lösungen (6.1–6.23):	178
 7 Messtechnische Erfassung von Energiekennwerten	189
Fragen und Aufgaben	189
7.1 Messung der Abgasverluste von Heizungsanlagen	189
7.2 Messung des Betriebsbereitschaftsverlusts von Heizungsanlagen	189
7.3 Physikalische Grundlagen der Thermografie	190
7.4 Thermografie – Messungen	191
7.5 Luftdichtheitsmessungen	192
7.6 Luftdichtheitsmessungen – Anforderungen	192
7.7 Luftwechselrate – Dichtheitsprüfung bei der GEG-Bilanzierung von Neubauten I	193
7.8 Luftwechselrate – Dichtheitsprüfung bei der GEG-Bilanzierung von Neubauten II	193
7.9 Diagnose von fehlerhaften Bauteilen	194
7.10 Messtechnische Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit einer Wand im Bestand ..	195
Antworten (7.1–7.10):	196

8 Wirtschaftlichkeit	201
Fragen und Aufgaben	201
8.1 Wirtschaftlichkeitsbeurteilung – Bezugswert	201
8.2 Begriffe	201
8.3 Einflussgrößen I	202
8.4 Einflussgrößen II	202
8.5 Einflussgrößen III	202
8.6 Informationsziel der Methoden	203
8.7 Anforderungen an Vor-Ort-Beratungsberichte – Wirtschaftlichkeit I	204
8.8 Vor-Ort-Beratungsberichte – Wirtschaftlichkeit II	205
Antworten und Lösungen (8.1–8.8):	206
9 Vor-Ort-Energieberatung	209
Fragen und Aufgaben	209
9.1 Anforderungen an Vor-Ort-Beratungsberichte – Zusammenfassung	209
9.2 Anforderungen an Vor-Ort-Beratungsberichte – Energetisches Sanierungskonzept	210
9.3 Anforderungen an Vor-Ort-Beratungsberichte – Bestandsaufnahme	211
9.4 Anforderungen an den individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP)	212
9.5 Anforderungen an das Gebäude	212
9.6 Anforderungen an den Beratungsempfänger	213
9.7 Anforderungen an den Beratungsumfang I	213
9.8 Anforderungen an den Berater	213
9.9 Verbrauchsdatenbereinigung bei der Vor-Ort-Energieberatung	214
Rechenaufgabe	214
9.10 Bereinigung von Verbrauchsdaten	214
Antworten und Lösungen (9.1–9.10):	215
10 Ökologische Bewertung	221
Fragen und Aufgaben	221
10.1 Verbrennungsprozesse – CO ₂	221
10.2 Verbrennungsprozesse – Stickoxide	221
10.3 Verbrennungsprozesse – Brennstoffe	221
10.4 Anforderungen an Emissionsgrenzwerte	222
10.5 Verbrennungsprozesse – Abgasverlust	222
10.6 Kleinfeuerungsanlagenverordnung	222
10.7 Luftschadstoffe – Brennstoffe	223
10.8 Luftschadstoffe – Problembereiche	223
10.9 Emissionsfaktoren	223
10.10 Feinstaubemissionen	224
10.11 Schimmel – Wachstumsbedingungen	224
10.12 Schimmel – Erkennen	224

10.13	Schimmel – Gesundheit	225
10.14	Schimmel – Beseitigung	225
10.15	Schimmelvermeidung	225
10.16	Allgemeine Maßnahmen zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung	226
Antworten (10.1–10.16):		227
Die Autoren		233

1 Bauphysik

Grundlagen, Wärmeübertragung, Feuchteschutz, Wärmebrücken, luftdichtes Bauen, Schallschutz, Brandschutz

Fragen und Aufgaben

→ Die Antworten und Lösungen finden Sie ab Seite 35.

Grundlagen

1.1 Zuordnung von Begriffen und Einheiten I

Frage:

Welche Einheit und welches Formelzeichen kennzeichnen den Begriff?

Formelzeichen:	• R_{se} • U • R_{si} • R_x • λ	Einheit:	• $W/(m^2K)$ • m^2K/W • $W/(mK)$ • W/K • W/m^2
----------------	--	----------	---

	Begriff	Formelzeichen	Einheit
1	Wärmeübergangswiderstand		
2	Wärmedurchgangskoeffizient		
3	Wärmeleitfähigkeit		
4	Wärmedurchlasswiderstand		

1.2 Zuordnung von Begriffen und Einheiten II

Frage:

Welche Einheit und welches Formelzeichen kennzeichnen den Begriff? Mehrfachnennungen sind möglich.

Formelzeichen: • Q
• Φ
• q

Einheit: • Wh
• J/s
• J
• W
• W/m^2

	Begriff	Formel	Einheit
1	Wärmeleistung		
2	Wärmemenge		
3	Wärmestromdichte		
4	Wärmestrom		
5	Wärmeenergie		

1.3 Wärmeleistung

Frage:

Bei einem Duschvorgang werden in einem Durchlauferhitzer ca. 10 l Wasser pro Minute von 10 °C auf 40 °C erwärmt. Welche Leistung muss der Durchlauferhitzer dazu bereitstellen?

1	210 W
2	210 Wh
3	21 kW
4	21 kWh
5	210 kW
6	210 kWh

Wärmeübertragung

1.4 Konvektion

Frage:

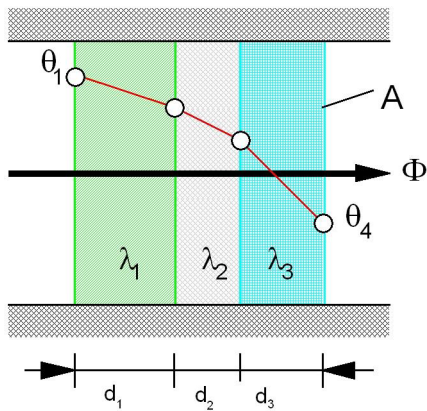
Welche Aussage zum konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten ist zutreffend?

Mögliche Antworten:

1	Der konvektive Wärmeübergangskoeffizient ist keine Stoffkonstante. Er hängt wesentlich von der Strömungsgeschwindigkeit, Turbulenz und den physikalischen Eigenschaften des strömenden Mediums ab. Er ist temperaturabhängig.
2	Der konvektive Wärmeübergangskoeffizient ist keine Stoffkonstante. Er hängt wesentlich von den physikalischen Eigenschaften der Wand ab. Er ist temperaturabhängig.
3	Der konvektive Wärmeübergangskoeffizient ist eine Stoffkonstante. Er hängt wesentlich von der Strömungsgeschwindigkeit, Turbulenz und den physikalischen Eigenschaften des strömenden Mediums ab. Er ist nicht temperaturabhängig.
4	Der konvektive Wärmeübergangskoeffizient ist eine Stoffkonstante. Er hängt wesentlich von den physikalischen Eigenschaften der Wand ab. Er ist nicht temperaturabhängig.

1.5 Wärmeleitung

Aufgabe:



Quelle: eigene Darstellung

Ordnen Sie die Wärmeleitfähigkeiten dem abgebildeten Temperaturprofil zu:

1	$\lambda_1 = 0,7 \text{ W/(mK)}$; $\lambda_2 = 0,3 \text{ W/(mK)}$; $\lambda_3 = 0,1 \text{ W/(mK)}$
2	$\lambda_1 = 0,1 \text{ W/(mK)}$; $\lambda_2 = 0,3 \text{ W/(mK)}$; $\lambda_3 = 0,7 \text{ W/(mK)}$
3	$\lambda_1 = 0,1 \text{ W/(mK)}$; $\lambda_2 = 0,3 \text{ W/(mK)}$; $\lambda_3 = 0,1 \text{ W/(mK)}$

1.6 Wärmedurchgangskoeffizient – U-Wert

Frage:

Welche Aussage trifft zu? Mehrere Antworten sind möglich.

1	Der Wärmedurchgangskoeffizient ergibt sich bei homogenen Bauteilen aus der Summe der Wärmedurchlasswiderstände der Bauteilschichten, der Wärmeübergangswiderstände innen und außen sowie der Wärmedurchlasswiderstände von Luftschichten und unbeheizten Räumen.
2	Der Wärmedurchgangskoeffizient bei homogenen Bauteilen ist der Kehrwert der Summe der Wärmedurchlasswiderstände der Bauteilschichten, der Wärmeübergangswiderstände innen und außen sowie der Wärmedurchlasswiderstände von Luftschichten und unbeheizten Räumen.
3	Je größer der Wärmedurchgangskoeffizient, desto besser ist das Wärmeschutzniveau eines Bauteils.
4	Je kleiner der Wärmedurchgangskoeffizient, desto besser ist das Wärmeschutzniveau eines Bauteils.

1.7 Wärmedurchgangswiderstände

Aufgabe:

Bei bautechnischen Berechnungen werden Wärmedurchgangswiderstände aus den Wärmedurchlasswiderständen der Bauteilschichten, den Wärmeübergangswiderständen von Konvektionsschichten sowie Wärmedurchlasswiderständen von Luftschichten und unbeheizten Räumen zusammengesetzt. In DIN EN ISO 6946 sind die entsprechenden Werte gelistet.

Ordnen Sie zu:

Formelzeichen:	• R_{se}	Wert:	• $0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$
	• R_u		• $0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
	• R_{si}		• $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$
			• $0,06 \text{ m}^2\text{K/W}$
			• $0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$

	Begriff	Formelzeichen	Wert
1	Wärmeübergangswiderstand innen bei horizontalem Wärmestrom		
2	Wärmeübergangswiderstand außen bei abwärts gerichtetem Wärmestrom		
3	Wärmeübergangswiderstand innen bei aufwärts gerichtetem Wärmestrom		
4	Wärmedurchlasswiderstand für eine wärmedämmte oberste Geschossdecke unter einem unbeheizten Ziegeldach ohne Schalung oder Pappe		
5	Wärmedurchlasswiderstand für eine wärmedämmte oberste Geschossdecke unter einem unbeheizten Dach mit Schalung und Pappe		

1.8 Wärmedurchlasswiderstände von Dachräumen

Frage:

Welche Aussage trifft zu? Mehrere Antworten sind möglich.

1	Mit dem Ansatz des Wärmedurchlasswiderstands eines unbeheizten Dachraums wird dieser wie eine zusätzliche homogene Bauteilschicht behandelt.
2	Mit dem Ansatz des Wärmedurchlasswiderstands eines unbeheizten Dachraums wird dieser wie eine schwach windangeströmte, außen liegende Konvektionsschicht behandelt.
3	Der Wärmedurchlasswiderstand eines unbeheizten Dachraums enthält bereits den äußeren Wärmeübergangswiderstand; dieser darf also nicht zusätzlich berücksichtigt werden.
4	Der Wärmedurchlasswiderstand eines unbeheizten Dachraums enthält noch nicht den äußeren Wärmeübergangswiderstand; dieser muss also zusätzlich berücksichtigt werden.

1.9 Wärmestrahlung

Frage:

Auf eine Fensterscheibe trifft Sonnenstrahlung mit der Energiedichte 300 W/m^2 auf. In den Innenraum gelangen noch 200 W/m^2 . Der Absorptionskoeffizient α der Scheibe beträgt 0,2.

Wie viel reflektiert die Scheibe?

1	160 W/m^2
2	40 W/m^2
3	100 W/m^2
4	Das kann man nicht errechnen.

1.10 Wärmestrahlung – Größenordnungen schätzen

Frage:

Ordnen Sie die Emissionsfaktoren einem Material zu.

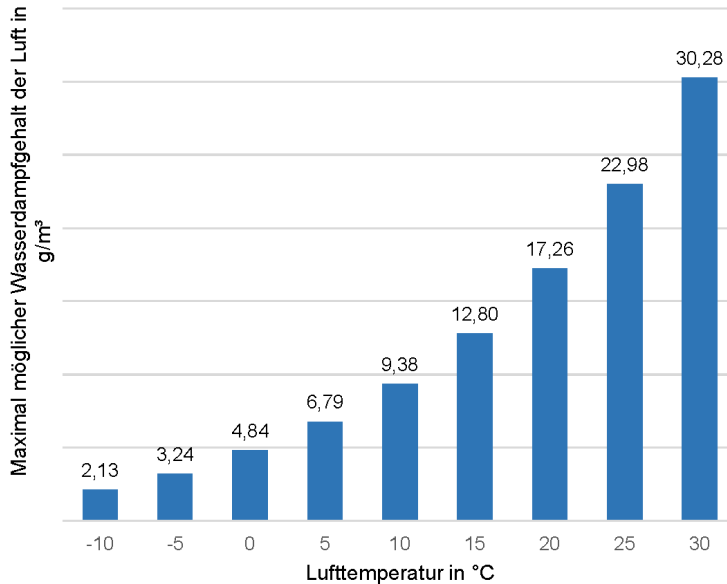
Material:

- Holz
- Aluminium
- Rost

	Emissionsfaktor	Material
1	$\varepsilon = 0,9$	
2	$\varepsilon = 0,05$	
3	$\varepsilon = 0,6$	

Feuchteschutz

1.11 Diffusion



Maximal möglicher Wasserdampfgehalt der Luft in g/m³

Quelle: eigene Darstellung

An einem Wintertag liegt folgende Situation vor:

Außen: Temperatur: -10 °C rel. Luftfeuchte: 80 %

Innen: Temperatur: 20 °C rel. Luftfeuchte: 40 %

Frage:

In welche Richtung erfolgt die Wasserdampfdiffusion durch eine Außenwand?

1	Von außen nach innen
2	Von innen nach außen
3	Gar nicht, das Mauerwerk verhindert die Diffusion