2.1 Günstige Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten für Kühlgüter

Kühlgut	Temperatur °C	Relative Feuchtigkeit %	Lagerdauer
Brauereien:			
Bier-Lagerkeller	+1/+1,5	90	–
Bier-Gärkeller	+3,5/+6	–	–
Bier in Transportgebinden	+6/+8	–	–
Bier im Ausschank, Pilsner	bis +6	–	–
Bier im Ausschank, Münchener	bis +7	–	–
Bier obergärig, im Keller	+5/+8	–	–
Flaschenbier	+7,5	–	3 Mon.
Heferäume	+12/+16	–	–
Hopfenlagerräume	−2/0	75	6 Mon.
Malztennen	+9/+10	85	–
Fleisch:			
Rindfleisch, fett	−0,5/+0,5	85−90	2−4 Wochen
Rindfleisch, mager	0/+0,5	85−90	2−4 Wochen
Schweinefleisch	−2/−1	85−90	1−2 Wochen
Hammel- und Kalbfleisch	−1/+1	85−90	1−3 Wochen
Innereien	0/+1	75−80	3 Tage
Gefrierfleisch	−15/−18	85−90	10 Mon.
Rauchfleisch	+1/+5	75−80	6 Mon.
geräucherte Wurst und Zunge	+1/+5	80−85	6 Mon.
Fische:			
gekühlt in Eis	0/+1	100	5−10 Tage
gefroren, fette Fische	−23/−28	90−95	8 Mon.
gefroren, magere Fische	−20	90−95	12 Mon.
gefroren, Filets	−23/−28	90	6−9 Mon.
gesalzene Fische	−2	85−95	10 Mon.
Heringe in Salzlake	−2/−4	90−95	12 Mon.
Fischkonserven	0/+1	75−80	12 Mon.
Eier:			
Eier im Kühlraum	−0,5/+0,5	75−85 je n. Packg.	8−10 Mon.
Eier im Ausbringeraum	+6/+8	–	–
Wild und Geflügel:			
Wild, gefroren	−8/−10	85−90	bis 9 Mon.
Geflügel, frisch	−1/+0,5	85−90	bis 8 Tage
Geflügel, gefroren	−12	85−90	3 Mon.
	−18	85−90	6−8 Mon.
Butter, Milch, Käse:			
Milch	0/+2	–	–
Butter, kurzfristige Lagerung	−1/+4	75−80	bis 6 Wo.
Butter, Dauerlagerung	−10	80−85	3 Mon.
	−15	80−85	5−8 Mon.
	−20	80−85	10−12 Mon.

Fortsetzung von S. 111

Kühlgut	Temperatur °C	Relative Feuchtigkeit %	Lagerdauer
Margarine	−10	75−80	3−4 Mon.
Quark	+1	75−80	2 Tage
Käse, weich	0/+2	80−85	2−6 Mon.
Käse-Reifungsraum, Schweizer-	+15	80−85	-
Käse-Lagerraum, Schweizer-	+1,5/+4	70	4−12 Mon.
Gemüse:			
Blumenkohl	−1/0	90	4 Wo.
Kartoffeln	+3/+6	85−90	6−9 Mon.
Salat	0	90−95	5 Wo.
Tomaten, reif	0/+1	80−90	10−14 Tage
Zwiebeln	−3/0	75−80	6−8 Mon.
Gemüse in Dosen	+2/+4	70−75	1−2 Jahre
Gefriergemüse	−23/−18	–	6−12 Mon.
Früchte:			
Äpfel	−1/+3	90−95	3−10 Mon.
Apfelsinen	0/+2	85	1−2 Mon.
Bananen	+11,5	85	3 Wo.
Birnen	−1/+2	90−95	1−8 Mon.
Zitronen	+2/+5	80−85	1−2 Mon.
Gefrierobst und -fruchtsaft	−23/−18	–	6−12 Mon.
Trockenobst	−1/+4	70−75	9−12 Mon.
Brot, Mehl und anderes:			
Brot	+8/+10	–	–
Mehl	+2/+4	–	–
Teigwaren	+8/+10	–	–
Fertige Backwaren	+6/+8	–	–
Schokoladen-Lagerraum	+4/+6	–	–
Wein:			
Rhein- und Moselwein	+6/+10	–	–
Bordeaux und Burgunder	+10/+14	–	–
schwere Weine	+10/+18	–	–
Allgemeines:			
Restaurations-Kühlräume	+2/+4	80−85	–
Eiskrem-Lagerraum	−18/−22	–	–
Kunsteis-Lagerraum	−4/−6	–	–
Leichen-Schauzellen	0/−5	–	–
Leichen-Gefrierzellen	−20	–	–

* Breidenbach, Der Kälteanlagenbauer, Bd. 2, 6. Aufl. 2014, VDE VERLAG GmbH, Berlin, Offenbach

2.2 Stoffwerte für Kühlgüter

Spezifische Wärmekapazitäten von Nahrungsmitteln und ihren Bestandteilen

	Wasser %	Feste Bestand-teile %	Spez. Wärmekapazität vor dem Erstarren in kJ/kg K	Spez. Wärmekapazität nach dem Erstarren in kJ/kg K	Erstarrungs- oder Schmelz-enthalpie in kJ/kg
Aale	62	38	2,93	1,63	210
Äpfel	83	17	3,85	1,76	281
Austern	80	20	3,52	1,84	264
Bananen	75	25	3,35	–	251
Beeren	84 – 88	16 – 12	3,81	1,68 – 2,09	281 – 293
Bier	89 – 91	–	3,77	–	302
Birnen	83	17	3,85	1,76	281
Bohnen, grün	89	11	3,85	1,97	298
Brot, Weizen-	34	66	–	–	–
Roggen-	40	60	–	–	–
Butter	14 – 15	86 – 85	2,51 – 2,68	1,255	146 + 50
Eier	70	30	3,18	1,68	235
Eis (Wasser)	100	–	4,19	2,09	335
Eiskrem	60 – 65	40 – 35	3,26	1,88	218
Erbsen, grün	75	25	3,35	1,76	251
Erdbeeren	90	10	3,85	1,97	300
Fische:					
frisch, mager	73	27	3,43	1,80	256
frisch, fett	60	40	2,85	1,59	210
geräuchert	–	–	3,18	–	–
getrocknet	–	–	2,26	1,42	151
Fleisch:					
Rind, mager	72	28	3,25	1,76	235
Rind, fett	51	49	2,545	1,49	172
Kalb-	63	37	2,95	1,68	210
Hammel, mager	67	33	3,06	1,72	222
Hammel, fett	50	50	2,51	1,47	168
Schweine-, fett	39 – 46	61 – 54	2,14	1,34	130 – 153
Geflügel	74	26	2,93 – 3,18	1,68	247
Honig	19	81	1,465	1,09	59
Hummer, Krebse	77	23	3,39	1,80	260
Käse: mager	53	47	2,85	1,68	176
vollfett	35 – 50	65 – 50	1,88 – 2,51	1,26	109 – 155
Kakaopulver	0,5	99,5	2,09	–	–
Kartoffeln	74	26	3,35	1,76	243
Karotten	83	17	3,65	1,88	276
Kaviar	50 – 60	50 – 40	2,93	1,30	168 – 210
Kirschen	82	18	3,65	1,84	277
Kohl	91	9	3,89	2,01	306
Margarine	17 – 18	83 – 82	2,72 – 2,93	1,47	63 + 63

Fortsetzung von S. 113

	Wasser %	Feste Bestand-teile %	Spez. Wärmekapazität vor dem Erstarren in kJ/kg K	Spez. Wärmekapazität nach dem Erstarren in kJ/kg K	Erstarrungs- oder Schmelz-enthalpie in kJ/kg
Mehl	12 – 13,5	88 – 86,5	1,8 – 1,88	–	–
Melonen	89	11	3,85	1,93	298
Milch	88	12	3,94	2,51	293
Öl	–	–	1,675	1,47	–
Orangen	84	16	3,85	1,84	285
Pfirsiche	87	13	3,85	1,72	293
Pflanzenfett	–	–	1,97 – 2,09	1,47	–
Quark	80	20	2,93	1,88	268
Rahm	59	41	3,56	1,51	197
Schokolade	1,6	98,4	3,18	–	84 – 126
Schmalz	0,7	99,3	2,51	1,68	121 – 147
Sellerie	88 – 95	12 – 5	3,94	1,97	293 – 318
Spargel	94	6	3,89	1,97	314
Speck (Bacon)	–	–	2,30	1,30	71
Stachelbeeren	90	10	3,85	1,93	302
Teig	–	–	1,88	–	–
Tomaten	94	6	3,89	2,05	314
Walnüsse	7,2	94,8	1,05	0,92	38
Wein	–	–	3,77	–	–
Weintrauben	81	19	3,68	1,88	264
Wild	74	26	3,35	1,68	247
Zitronen	83 – 89	17 – 11	3,85	1,93	276 – 297
Zucker	0,1	99,9	–	1,26	–
Zwiebeln, Blumen-	91	9	3,89	2,01	306
Zwiebeln, Speise-	80 – 89	20 – 11	3,81	1,93	268 – 297

Differenz der spezifischen Enthalpie von Lebensmitteln (in kJ/kg)

	+10/0 °C	0 °C/–5 °C	–5/–10 °C	–10/–20 °C
Butter	33,5	56,5	14,6	23,0
Fisch, mager	35,5	200	31,5	33,5
Fisch, fett	33,5	190	29,0	33,5
Geflügel	31,5	170	25,0	29,0
Rindfleisch	31,5	175	27,0	29,0
Schweinefleisch	29,0	160	25,0	29,0
Beerenobst	38,0	190	44,0	40,0
Steinobst	35,5	120	67,0	50,0
Weißbrot	25,0	46	46,0	29,0

Dichte von Lager- und Kühlgütern

Lager- bzw. Kühlgut	Dichte kg/dm³
Bier	1,02 – 1,04
Butter	0,95
Eier (frisch gelegt)	1,085 – 1,09
Eis	0,88 – 0,92
Fische, frisch	1,00
Fische, gefroren	0,90
Fische, schnell gefroren	1,00
Fleisch, frisch	1,00
Gemüse, Früchte	0,3 – 0,8
Milch, Voll- bei +15 °C	1,028
Milch, halbfett bei +15 °C	1,030
Milch, Mager- bei +15 °C	1,032
Rahm bei 13 % Fett	1,02
Rahm bei 25 % Fett	1,008
Rahm bei 32 % Fett	1,002
Schmalz, Talg	0,90 – 0,97
Wasser bei +4 °C	1,00
Wein (Rheinwein)	1,00
Wein (Malaga)	1,02
Zuckerlösung, 43 %ig	1,2
Dichte geschichteter Körper	**kg/m³**
Äpfel	300
Birnen und Pflaumen	350
Bohnen, Erbsen, Linsen	710 – 850
Kartoffeln	650 – 700
Mehl	500 – 600

* Breidenbach, Der Kälteanlagenbauer, Bd. 2, 6. Aufl. 2014, VDE VERLAG GmbH, Berlin, Offenbach

2.3 Bestimmung des Kältebedarfs

1 Wärmeeintrag durch Wände, Decken und Fußböden

s. Abschn. 1.4

2 Wärmestrom zur Abkühlung des Kühlgutes

$$\dot{Q} = \dot{m}\left[c_1 \cdot \Delta T_1 + r + c_2 \cdot \Delta T_2\right] \quad \text{in W}$$

$\dot{m}$ = Kühlgutmassenstrom in kg/s

c_1 = spez. Wärmekapazität vor dem Erstarren in J/kg K (s. S. 143)

ΔT_1 = Temperaturdifferenz zwischen Beschickungs- und Erstarrungstemperatur in K

r = Erstarrungsenthalpie in J/kg

c_2 = spez. Wärmekapazität nach dem Erstarren in J/kg K

ΔT_2 = Temperaturdifferenz zwischen Erstarrungs- und Lagertemperatur in K

Bei Obst und Gemüse tritt durch Atmung noch ein Wärmestrom auf.

3 Bestimmung des Wärmestroms durch Lufterneuerung

Berechnung mittels Verwendung des h,x-Diagramms (s. S. 70)

$$\dot{Q}_V = \dot{V} \cdot \rho \cdot \Delta h \quad \text{in W}$$

$\dot{V}$ = Volumenstrom in m^3/s

ρ = Dichte der Luft in kg/m^3

Δh = Enthalpiedifferenz in J/kg

4 Beleuchtungswärmestrom

$$\dot{Q}_V = \frac{P \cdot \tau}{24} \text{ in W}$$

P = Leistung des Beleuchtungskörpers in W

τ = Einschaltdauer in h pro 24 h

5 Personenwärmestrom

$$\dot{Q}_V = \frac{n \cdot \tau \cdot \dot{q}}{24} \text{ in W}$$

n = Personenzahl

τ = Aufenthaltsdauer in h pro 24 h

$\dot{q}$ = Energiestrom pro Person in W

6 Abtauwärmestrom

$$\dot{Q}_H = \frac{P \cdot \tau}{24} \text{ in W}$$

P = Heizleistung der Abtaueinrichtung in W

τ = Abtaudauer in h pro 24 h (ca. 1,5 h)