

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Einleitung	13
1.1 Geschichte	13
1.2 Kälteanwendung in der Lebensmittelproduktion	14
1.3 Verderben von Lebensmitteln	15
1.4 Wirkung von Kälte auf die Haltbarkeit von Lebensmitteln	17
1.5 Wirtschaftliche Bedeutung	20
2 Kühlen von Lebensmitteln	29
2.1 Ziel des Kühlens	29
2.1.1 Besonderheiten einzelner Produktgruppen	29
2.1.2 Durch Mikroorganismen hervorgerufene Veränderungen von gekühlten Lebensmitteln	31
2.1.3 Nicht durch Mikroorganismen hervorgerufene Veränderungen von gekühlten Lebensmitteln	36
2.1.4 Temperaturabhängigkeit chemischer, enzymatischer und mikrobiologischer Veränderungen	39
2.2. Kühlen von flüssigen Lebensmitteln	42
2.2.1 Produktverhalten	42
2.2.2 Berechnung der abzuführenden Wärmemenge	43
2.2.3 Kühlarten	48
2.2.4 Kühlerbauarten für flüssige Lebensmittel	49
2.2.4.1 Tank- oder Behälterkühlung	49
2.2.4.2 Durchlaufkühlung	60
2.3. Kühlen von festen oder verpackten Lebensmitteln	75
2.3.1 Abkühlen von festen oder verpackten Lebensmitteln	77
2.3.2 Ermittlung der Abkühldauer von festen oder verpackten Lebensmitteln	80
2.3.3 Berechnung des Kältebedarfs von Kühlräumen zum Kühlen fester und verpackter Lebensmittel	91
2.3.3.1 Abkühlen des Kühlgutes	92
2.3.3.2 Atmungswärme von Obst und Gemüse	92
2.3.3.3 Abkühlen der Verpackung	93
2.3.3.4 Abkühlen und Trocknen der Erneuerungsluft	95
2.3.3.5 Wärmeeinleitung durch Wände, Decke und Fußboden	96

2.3.3.6	Wärmeeinfall durch Türöffnen.	96
2.3.3.7	Wärmeäquivalent von Personen, Maschinen und Beleuchtung.	97
2.3.3.8	Kondensation von Wasserdampf, der von außen in den Kühlraum gelangt.	97
2.3.3.9	Reifbildung auf den Verdampferflächen der Luftkühler.	97
2.3.3.10	Ermittlung der Gesamtkälteleistung.	98
2.3.4	Luftzustand in Kühlräumen.	101
2.3.4.1	Lufttemperatur.	101
2.3.4.2	Luftzusammensetzung.	101
2.3.4.3	Luftfeuchte.	103
2.3.4.4	Luftführung und -geschwindigkeit.	104
2.3.4.5	Lagerdauer.	105
2.3.5	Apparate und Anlagen zu Kühlung fester und verpackten Lebensmittel.	107
2.3.5.1	Apparate und Anlagen mit Kühlung durch Luft.	107
2.3.5.2	Vakuumm Kühlung.	110
2.3.5.2.1	Arbeitsprinzip.	110
2.3.5.2.2	Anwendungen.	110
2.3.5.2.3	Durchführung.	111
2.3.6	Kühlen mit pumpfähigen Kälteträgern.	112
2.3.6.1	Arbeitsprinzip.	112
2.3.6.2	Kälteträger.	112
2.3.6.3	Durchführung.	113
2.3.7	Kühlen mit festen Kälteträgern.	114
2.3.7.1	Arbeitsprinzip.	114
2.3.7.2	Anwendungen.	114
3	Tiefgefrieren von Lebensmitteln.	117
3.1	Ziel des Tiefgefrierens.	117
3.2	Vorgänge beim Tiefgefrieren.	118
3.3	Vorgänge bei der Tiefgefrierlagerung.	124
3.4	Berechnung von Tiefgefrieranlagen.	131
3.4.1	Berechnung der Gefrierzeit.	131
3.4.2	Berechnung des Kältebedarfs beim Tiefgefrieren.	153
3.5	Tiefgefrierverfahren und -anlagen.	158
3.5.1	Allgemeines.	158
3.5.2	Tiefgefrierverfahren.	161
3.5.2.1	Tiefgefrieren in strömender Kaltluft.	161
3.5.2.2	Tiefgefrieren mit kalten Flüssigkeiten.	171

3.5.2.3	Tiefgefrieren durch Kontakt mit kalten Flächen	175
3.5.2.4	Tiefgefrieren durch Vakuumkühlung	177
3.5.3	Tiefgefrierlagerung	178
4	Kühl- und Gefriertransport	185
4.1	Seetransport von Kühlgütern	185
4.1.1	Kühlschiffe	186
4.1.2	Container- und Kühlcontainerschiffe	187
4.1.3	Vergleich Kühlschiff-Kühlcontainerschiff	189
4.1.4	Schiff-Kühltransporte mit kontrollierter Atmosphäre (CA)	189
4.2	Eisenbahntransport von Kühlgütern	190
4.3	Lufttransport von Kühlgütern	192
4.3.1	Besonderheiten des Lufttransportes	192
4.3.2	Transportbehälter	193
4.3.3	Transportkühlung	194
4.4	Straßentransport von Kühlgütern	195
4.4.1	Kühlgüter für den Straßentransport	195
4.4.2	Straßenfahrzeuge	196
4.4.3	Kälteerzeugung und -regelung	197
5	Übungsaufgaben	201
5.1	Aufgaben	201
5.2	Lösungen	212
6	Literatur	215
7	Stichwortregister	219