

Fachausschuss Haushaltstechnik (Hrsg.)
- Arbeitskreis Gewerbliche Küchen -
Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft

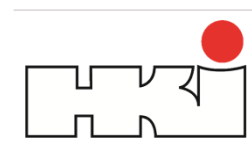


Küche und Technik

Handbuch für gewerbliche Küchen - Teil III (1.0/2022)



Mit freundlicher Unterstützung durch den
HKI Industrieverband
Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V.
Frankfurt am Main



Küche und Technik - Handbuch für gewerbliche Küchen. Teil III (1.0/2022)

Autorenteam

- Astrid Klingshirn* Professorin für Lebensmitteltechnologie, Hochschule Albstadt-Sigmaringen
- Thomas Näger* Geschäftsführer des Verbands der Hersteller von gewerblichen Geschirrspülmaschinen e. V. (VGG), Offenburg
- Christiane Pakula* Technik und Verfahren der Außer-Haus-Verpflegung, Hochschule Niederrhein
- Rainer Stamminger* Senior-Professor für Haushaltstechnik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Koordination und Redaktion

- Michael Greiner* Professor für Haushaltstechnik, Catering & Systemgastronomie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Koordination des Arbeitskreises „Gewerbliche Küchen“ im Fachausschuss Haushaltstechnik, Text- und Bildredaktion des vorliegenden Handbuchs sowie Lizenzverhandlungen
- Elmar Schlich* Professor i. R. für Prozesstechnik in Dienstleistungs- und Lebensmittelbetrieben, Justus-Liebig-Universität Gießen
Endredaktion und Online-Layout

Urheberrechtliche Hinweise und Bildnachweise

Die Urheberrechte aller Texte und Abbildungen liegen bei den jeweils angegebenen Autoren/innen der Kapitel sowie beim Fachausschuss Haushaltstechnik in der Deutschen Gesellschaft für Hauswirtschaft e. V. (dgh) als Herausgeber.

Deckblattfoto: © pexels auf <<https://pixabay.com>>

Weitere Abbildungen mit freundlicher Genehmigung der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (© BLE Bonn), sofern unter der Abbildung selbst nichts anderes angegeben ist.

Der Herausgeber sowie das Team aus Autorenschaft, Koordination und Endredaktion danken allen genannten Quellen für die freundliche und unentgeltliche Unterstützung durch die zur Verfügung gestellten Abbildungen.

Impressum

Fachausschuss Haushaltstechnik

Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V.

Hafenstraße 9

48432 Rheine

Tel.: +49 (0) 59718007398

Mail: dgh@dghev.de

Küche und Technik - Handbuch für gewerbliche Küchen. Teil III (1.0/2022)

Inhalt

3	Technik in den Arbeitsbereichen I		Seite
3.1	Kühlen und Gefrieren	<i>Astrid Klingshirn</i>	7
3.2	Mechanische Vor- und Zubereitung	<i>Christiane Pakula</i>	41
3.3	Spülen	<i>Thomas Näger und Rainer Stamminger</i>	53

Redaktioneller Hinweis: Die gesamte Datei ist für den beidseitigen Druck auf Vor- und Rückseite formatiert. Daher beginnen die Kapitel jeweils auf einer ungeraden Seite.

Zitation

Klingshirn A, Näger T, Pakula C & Stamminger R (2022): Küche und Technik - Handbuch für gewerbliche Küchen. Teil III (1.0/2022). Fachausschuss Haushaltstechnik in der Deutschen Gesellschaft für Hauswirtschaft (dgh) e.V. (Hrsg.) In: Hauswirtschaft und Wissenschaft 70, ISSN online 2626-0913.

<https://haushalt-wissenschaft.de> doi: 10.23782/HUW_14_2022

3.1 Kühlen und Gefrieren

Astrid Klingshirn

Warenannahme und Einlagerung

Der Lebensmittelverarbeitung im Zuge der Speisenproduktion vorgelagert ist die Lagerung von Grundstoffen, Frischprodukten, Convenience-Produkten und Tiefkühlware. Vor der Einlagerung erfolgt der Wareneingang und die Rohstoffvereinbarung: Alle in der Küche benötigten Produkte unterliegen vor der fachgerechten Einlagerung zunächst einer Wareneingangskontrolle, die im Zuge des HACCP¹-Konzepts definierte Lenkungspunkte (Control Points - CP) und Kritische Lenkungspunkte (Critical Control Points – CCP)² beinhaltet (Riehn 2020).

Der Rohstoffvereinnahmungsprozess umfasst dabei die Grobkontrolle, die Warenart, Mengen und äußerliche Unversehrtheit einschließt, sowie die Feinkontrolle, die produktspezifisch insbesondere die Temperaturkontrolle, sensorische (Geruch, Verfärbungen) und visuelle Prüfung (Vakuumverlust von Verpackungen, Bombagen bei Konserven) umfasst.

Die Temperaturkontrolle erfolgt über Infrarot-Thermometer, Einstech-Thermometer oder kombinierte Umsetzungen, die zudem auch die Transportüberwachung umfassen kann.

Die Einlagerung der Lebensmittel im Weiteren erfolgt gemäß der produktspezifisch vorgegebenen Temperaturbereiche:

- Raumtemperatur: Über 15 °C bis circa 25 °C
- Kühl: Über 4 °C bis zu 15 °C, Toleranz bis 18 °C
- Gekühlt: Über 0 °C bis 4 °C, Toleranz bis 6 °C
- Tiefgekühlt: -18 °C oder kälter, Toleranz bis -15 °C

Die Temperaturkontrolle der Kühl- und Tiefkühleinrichtungen sowie die Kontrollen der Lagertemperaturen sind täglich durchzuführen und aufzuzeichnen – dies kann über den Transfer der abgelesenen Daten erfolgen oder über eine automatisierte Online-Temperaturüberwachung, die es ermöglicht, die Temperaturdaten ortsunabhängig auf unterschiedlichen Endgeräten abzurufen, auszuwerten und zu speichern.

¹ HACCP - Hazard Analysis Critical Control Points: Gefahrenanalyse mit kritischen Lenkungspunkten.

² Control (aus dem Englischen): Lenkung, Beherrschung. Im HACCP-Konzept ist damit die **proaktive** Beherrschung des Prozesses zur Lenkung der gewünschten Produktqualität gemeint. Das deutsche Wort „Kontrolle“ würde eher dem englischen „check“ entsprechen und meint die **nachgelagerte** Feststellung von Fehlern.

Haltbarkeit durch Temperaturerniedrigung

Die Kühl- und Gefrierlagerung zählt zu den physikalischen Verfahren zur Verlängerung der Haltbarkeit von Lebensmitteln. Durch Wärmeentzug werden nahezu alle Verderbsprozesse deutlich verlangsamt oder zum Erliegen gebracht. Der Qualitätserhalt der Lebensmittel ist so nahezu ohne Änderung der ursprünglichen Eigenschaften möglich, was ein wesentlicher Vorteil im Vergleich zu anderen Verfahren der Haltbarmachung wie Erhitzen, Zuckern oder Salzen ist.

Die Kühlung sichert dabei die kurz- bis mittelfristige Haltbarkeit, die Gefrierlagerung die langfristige Haltbarkeit:

- Die Kühlung beschreibt eine Lagerung von Lebensmitteln im Bereich von 0 – 15 °C, wobei der beste Qualitätserhalt für den überwiegenden Teil der Lebensmittel um den Gefrierpunkt, d. h. zwischen -1 bis 2 °C liegt. Für die Gemeinschaftsgastronomie gilt, dass leicht verderbliche Lebensmittel tierischer und pflanzlicher Herkunft bei maximal 7 °C zu lagern sind (DIN 10508: 2012-03).
- Bei der Gefrierlagerung sind für tiefgefrorene Lebensmittel Temperaturen von ≤ -18 °C vorzusehen, für gefrorene Lebensmittel Temperaturen von ≤ -12 °C (DIN 10508: 2012-03); der kurzfristige Temperaturanstieg bei Ein- und Umlagerung sollte dabei -15 °C nicht überschreiten. In Kühlhäusern sind Temperaturen zwischen -30 °C und -18 °C vorzusehen, um eine ausreichende Kältereserve für den Transport vorzuhalten.

Verderb und Verderbsgeschwindigkeit während der Lagerung werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Die Haupteinflussfaktoren sind durch das Lebensmittel selbst (intrinsisch), durch äußere Faktoren (extrinsisch) sowie durch die Art der Verarbeitung (Prozessfaktoren) definiert (Tab. 1).

Tab. 1: Einflussfaktoren auf den Lebensmittelverderb bei der Lebensmittellagerung (Krämer 2002)

Intrinsisch	Extrinsisch	Prozessfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> – Wasseraktivität a_w – pH-Wert – Redoxpotential – Nährstoffgehalt – Zusammensetzung der Lebensmittel – Natürliche Mikroflora 	<ul style="list-style-type: none"> – Temperatur – Relative Feuchte – Licht – Gasatmosphäre – Verpackung 	<ul style="list-style-type: none"> – Betriebs- und Personalhygiene – Herstellungsverfahren – Zerkleinerung – Thermische Belastung

Qualitätsveränderungen bei der Kühlung

Die maßgeblichen extrinsischen Lagerklimaparameter für die Lebensmittelfrischhaltung sind die Temperatur und die Luftfeuchte.

Die Temperatur stellt den wichtigsten Einflussfaktor auf den Qualitätserhalt dar. Je tiefer die Lagertemperatur, desto langsamer laufen mikrobielle sowie chemische und biochemische Verderbsvorgänge ab bzw. kommen ab bestimmten Temperaturen vollkommen zum Stillstand. Lebensmittelspezifische Temperaturanforderungen sind dabei zu berücksichtigen.

Eine optimale Luftfeuchtigkeit ist bei der Kühlung v. a. für die Lagerung von pflanzlichen Produkten entscheidend. Die relative Luftfeuchtigkeit beschreibt das Verhältnis zwischen der aktuell enthaltenen Wassermenge in der Luft zur maximal aufnehmbaren Wassermenge. Der Wasserhaushalt der gelagerten Frischwaren befindet sich dabei im kontinuierlichen Austausch mit der Umgebung. Da der Wasserdampfdruck direkt an der Produktoberfläche bei allen Frischprodukten höher liegt als in der Umgebung, kommt es während der Lagerung aufgrund des vorliegenden Dampfdruckdefizits zu einer fortlaufenden Entfeuchtung der Produkte und zu einem damit verbundenen Gewichtsverlust, sofern das Feuchteniveau nicht durch eine entsprechende Umverpackung oder Abdichtung des Lagerbereichs auf hohem Niveau gehalten wird. Die Bildung von Kondensat ist zu vermeiden. Durch Wassertropfenbildung auf der Lebensmitteloberfläche wird mikrobieller Verderb gefördert. Auch kann durch das Aufquellen von Lebensmitteln die sensorische Qualität deutlich gemindert werden.

Mikrobieller Verderb

Der mikrobielle Verderb wird durch das Wachstum, die Stoffwechselfvorgänge sowie die daraus resultierenden Metaboliten von Mikroorganismen in und auf Lebensmitteln verursacht (Krämer 2002). Mit sinkender Temperatur nimmt das Wachstum von Mikroorganismen kontinuierlich ab, bis es unterhalb der minimalen Wachstumstemperatur völlig zum Stillstand kommt (Sinell 2004). Eine zu hohe Lagertemperatur sowie Temperaturschwankungen während des Transports und der Lagerung führen zum vorzeitigen Verderb und der Einschränkung der Haltbarkeit. Entsprechend der Wachstumstemperaturansprüche werden Mikroorganismen in vier Gruppen eingeteilt. Beim Verderb von kühlgelagerten Produkten spielen die psychrotrophen Mikroorganismen die wichtigste Rolle. Ihr Wachstumsoptimum liegt mit 25 - 30 °C im mesophilen Bereich, sie können sich jedoch auch noch unter der mikrobiologisch günstigen Kühltemperatur von +5 °C vermehren (Tab. 2).

Tab. 2: Temperaturansprüche von Mikroorganismen (Krämer 2002)

Temperatur Gruppe	Minimum [°C]	Optimum [°C]	Maximum [°C]
Psychrophil	-5 - +5	12 - 15	15 - 20
Psychotroph	-5 - +5	25 - 30	30 - 35
Mesophil	5 - 15	30 - 40	35 - 47
Thermophil	40 - 45	55 - 75	60 - 90

Aus Aspekten der Lebensmittelsicherheit ist zwischen Verderbniserregern und pathogenen Mikroorganismen zu unterscheiden:

- Verderbniserreger bilden während des Wachstums Stoffwechselprodukte, die ein Lebensmittel sensorisch abstoßend erscheinen lassen. Diese Veränderungen betreffen unangenehme Gerüche, Farb- sowie Texturveränderungen (Sperber und Doyle 2009).
- Pathogene Mikroorganismen produzieren Metabolite, die Lebensmittelinfektionen und -intoxikationen verursachen (Kreyenschmidt 2003). Diese sind nicht oder nur bedingt wahrnehmbar und können in schweren Fällen für den Menschen tödlich sein.

Unter den pathogenen Mikroorganismen finden sich nur wenige psychrotrophe Stämme, die unter +5 °C wachsen können. V. a. relevant sind *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogens*, *Aeromonas hydrophila* und bestimmte Stämme von *Bacillus cereus*. Bei einer Lagerungstemperatur von 5 - 10 °C können sich jedoch bereits Salmonellen, *E. coli* und *Staph. aureus* in den Lebensmitteln vermehren (Walker und Betts 2000). Hefen und Schimmelpilze sind extrem psychrotroph und können deshalb ebenfalls bei Kühltemperaturen wachsen.

Biochemischer Verderb

Der biochemische Verderb ist eng mit dem mikrobiellen Verderb verbunden, da Enzyme während des Wachstums von Mikroorganismen synthetisiert werden und als Katalysatoren des biochemischen Verderbs wirken. Die Aktivität von Enzymen ist neben der Substratverfügbarkeit auch vom Wassergehalt, dem pH-Wert und der Temperatur abhängig (Kurzhaus 2007). Enzymatische Bräunung, Glykolyse, Proteolyse oder Lipolyse führen zu Veränderungen im Geschmack, Textur und Geruch von Lebensmitteln.

Chemischer Verderb

Die chemischen Veränderungen umfassen v. a. Oxidationsprozesse. Dabei handelt es sich um Autoxidationen, die durch die Anwesenheit von Sauerstoff ermöglicht werden. Der Abbau von ungesättigten Fettsäuren sowie der Vitamine A, C und E kann zu unerwünschten Geschmacksfehlern führen, die die Lebensmittelqualität negativ verändern, auch im Bereich der Gefrierlagerung (Kurzhaus 2007).

Bei Fleischwaren ist zudem die Fleischumrötung relevant, die während der Lagerung von frischem, rotem Fleisch bei Anwesenheit von Sauerstoff auftritt: Das hellrote Oxymyoglobin wird zu Metmyoglobin umgesetzt, welches das Fleisch unangenehm braun erscheinen lässt (Belitz et al. 2006: 593ff, Bognár & Schlich 2021: 28ff).

Physikalischer und physikochemischer Verderb

Unter dem physikochemischen Verderb sind alle direkten physikalischen Veränderungen sowie diejenigen chemischen oder biochemischen Veränderungen zu verstehen, die als Folge von physikalischen Veränderungen auftreten. Neben Austrocknungsschäden bei der Kühlung betrifft dies im Bereich der Gefrierlagerung v. a. den Gefrierbrand in Folge von Sublimationsprozessen. Physikalischer Verderb kann zudem durch das partielle Gefrieren von Lebensmitteln auftreten, was bei einzelnen Lebensmittelgruppen zu sensorischen Beeinträchtigungen oder auch zum vollständigen Produktverlust führen kann. Bei kälteempfindlichem Obst und Gemüse (z. B. Südfrüchten, Tomaten, Paprika) treten bei zu kalter Lagerung auch über dem Gefrierpunkt Kälteschäden auf, die zu irreversiblen Texturverlusten, Auswässern und Aromaabbau führen; das Anfrieren von Milchprodukten wie Quark kann sich negativ auf die Textur auswirken.

Nährwertveränderungen

Bei Fleisch, Fleischprodukten sowie gegarten Lebensmitteln verändert sich der Protein-, Fett- oder Kohlenhydratgehalt allein durch die Kühlung nicht; in Folge von Wasserverlusten kann sich nur der prozentuale Anteil verändern. In Obst und Gemüse kann der Gehalt an Mineralstoffen während der Lagerung als konstant angesehen werden, zudem kommt es zu geringfügigen Veränderungen der Makronährstoffe durch Abbau von Zucker und Proteinen infolge von Stoffwechselprozessen (Belitz et. al 2006: 265, Bognár & Schlich 2021: 28 ff).

Vitamine unterscheiden sich in ihrer Sensitivität gegenüber den Umgebungsbedingungen. B-Vitamine sind relativ lagerstabil. Vitamin C gilt als besonders labil gegenüber erhöhten Temperaturen. Auch Carotin zeigt eine temperaturabhängige Stabilität. Die Kühl- und Gefrierlagerung kann den Vitaminabbau nur verzögern, nicht stoppen (Heldmann und Hartel 1997).

Lagertemperaturen und Lagerzeiten für kühlbedürftige Lebensmittel

Um eine bestmögliche Produktqualität zu gewährleisten, sind bei der Lagerung die optimalen Lagertemperaturen je Lebensmittelgruppe zu berücksichtigen. Beim Herstellen, Behandeln, bei Transport und Lagerung bis zur Abgabe sowie beim Inverkehrbringen ist Einhaltung bestimmter Höchsttemperaturen entscheidend, um die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten (DIN 10508 Lebensmittelhygiene – Temperaturen für Lebensmittel, Tab. 3).

Tab. 3: Optimale Kühllagertemperaturen und Höchsttemperaturen für kühlbedürftige Lebensmittel nach DIN 10508

Lebensmittel	zulässige Höchsttemperatur	optimale Lager-temperatur	maximale Lager-dauer (Tage)
Schweinefleisch	7 °C	-1,5 - 0 °C	bis 5
Rindfleisch	7 °C	-1,5 - 0 °C	5-7
Geflügel	4 °C	-1,5 - 0 °C	3-5
Hackfleisch	2 °C	-1,5 - 0 °C	1
Wurstwaren	4 °C	0 °C	5-7
zubereitete Speisen	7 °C	0 °C	3
Fisch	-2 - 0 °C	-2 - 0 °C	2-3
Meerestiere	-2 - 0 °C	-2 - 0 °C	2
Hühnereier (roh)	5 bis 8 °C	0 °C	30-100
Butter	10 °C	0 °C	bis 90
Sauermilchprodukte	10 °C	0 °C	30
pasteurisierte Milch	8 °C	0 °C	5 - 7
Hartkäse (geschnittten)	10 °C	0 °C	30
Weichkäse	10 °C	0 °C	21
Frischkäse	10 °C	0 °C	21
Blumenkohl	-	0 °C	30
Broccoli	-	0 °C	14
Karotten	-	0 °C	80 - 120
Kräuter	-	0 °C	bis 28
Pilze	-	0 °C	7
Salat (Blattsalate)	-	0 °C	bis 20
Äpfel	-	0 °C	bis 180
Aprikose	-	0 °C	14-21
Birnen	-	0 °C	bis 90
Beerenobst	-	0 °C	5-7
Nektarine	-	0 °C	bis 28
Weintrauben	-	0 °C	bis 40
Südfrüchte	-	7-12 °C	bis 14

Gefrierprozess und Gefrierlagerung: Qualitätsbestimmende Faktoren

Die Verlängerung der Haltbarkeit während der Gefrierlagerung beruht auf zwei Grundprinzipien (Reid 1997, Goff 1992). Zum einen werden Stoffwechselfvorgänge von Mikroorganismen sowie chemische Veränderungen stark verlangsamt bzw. vollständig gestoppt. Zum anderen wird durch die Bildung reiner Wassereiskristalle, die weitestgehend ohne Einschlüsse von Salzen, Säuren, Proteinen, Zucker und Fett entstehen, der Feststoffanteil im Lebensmittel aufkonzentriert und die Wasseraktivität stark herabgesetzt. Mikrobiologische sowie chemische und biochemische Verderbsprozesse werden stark verlangsamt bzw. vollständig gestoppt.

Die Grenze für die Vermehrung von Mikroorganismen bei der Gefrierlagerung liegt bei -10 °C . Chemische und biochemische Verderbsprozesse laufen auch bei Gefriertemperaturen bis -30 °C ab, obgleich die Verderbsgeschwindigkeit mit sinkenden Temperaturen immer weiter abnimmt. Enzymatische Abbauprozesse sowie die Fettoxidation beeinträchtigen die Sensorik (Ausbildung von Fehlgerüchen, Farb- und Texturveränderungen) sowie den ernährungsphysiologischen Wert des Lebensmittels. Dabei sind Lipasen und Phospholipasen auch bei -20 °C noch aktiv und können einen ranzigen Fehlgeschmack vor allem bei fettreichen Produkten erzeugen, der die Haltbarkeit im Gegensatz zu fettarmen Produkten wie Obst und Gemüse stark verringert (Heiss und Eichner 2002, Kurzhals 2007, Krämer 2002).

Während des Gefrierens entstehen im Lebensmittel durch die Eiskristallbildung Konzentrationsgradienten, wodurch Veränderungen in der Feststoff- und Feuchteverteilung induziert werden (Gormley 2002). Diese treten während der Gefrierlagerung von Lebensmitteln in verschiedenen Formen auf, wie beispielsweise als Feuchteverlust durch Sublimation, Feuchteabsorption und -umverteilung im Lebensmittel, als Rekristallisation von Eiskristallen sowie als Tropfverlust während des Auftauens. Diese temperaturabhängigen physikalischen Veränderungen verursachen Masseverluste, Gefrierbrand, Austrocknung von Lebensmitteln, Eisbildung auf Lebensmitteln sowie Textur- und Farbveränderungen und können somit die Qualität der gefriergelagerten Produkte erheblich beeinträchtigen (Pham und Mawson 1997).

Viele gefriergelagerte Lebensmittel, vor allem Convenience-Produkte, sind aus unterschiedlichen Bestandteilen mit verschiedenen a_w -Werten zusammengesetzt. Während der Lagerung kann es zu Feuchteumverteilungen kommen, die durch die Diffusion von feuchten zu trockeneren Lebensmitteln und Lebensmittelbestandteilen verursacht werden (Pham und Mawson 1997). Dabei wird ungebundenes Wasser bzw. Eis in die Poren des trockeneren Lebensmittels absorbiert. Um das Feuchtwerden von trockeneren, knusprigen Teigen von vorgebackenen belegten Baguettes o. ä. zu vermeiden, sind Temperaturfluktuationen hier im Besonderen bei längeren Lagerzeiten zu vermeiden (Fennema 1993).

Die Qualität von gefrorenen Lebensmitteln definiert sich sowohl aus den dem Einfriervorgang vorgelagerten Prozessen, dem Einfriervorgang selbst und damit im Wesentlichen durch die Einfriergeschwindigkeit und die anschließende Gefrierlagerung. Qualitätsbeeinflussende Parameter sind dabei zudem die Art der Verpackung, die Lagertemperatur und die Lagerdauer. Im Nachgang ist zudem die Art des Auftauens entscheidend.

Der Prozess des Tiefgefrierens (auch Frostern) bezeichnet den Vorgang, bei dem ein Lebensmittel auf Temperaturen weit unter den Gefrierpunkt heruntergekühlt wird. Der Prozess erfolgt dabei in drei Phasen: Im Vorgefrierstadium erfolgt das Abkühlen des Lebensmittels von der Einbringtemperatur bis auf den Gefrierpunkt, der je Lebensmittel im Bereich zwischen $-0,5$ bis -5 °C liegt. Im Gefrierstadium wird der Hauptteil des im Lebensmittel enthaltenen Wassers ausgefrozen. Danach erfolgt die Absenkung der Produkttemperatur bis auf die vorgesehene Endtemperatur (≤ -18 °C, Abb. 1).

Beim Einfrieren von Lebensmitteln gefriert zunächst die Flüssigkeit zwischen den einzelnen Zellen. Durch die Eisbildung steigt hier die Konzentration der nicht gefrorenen Lösung, so dass ein Konzentrationsgefälle zum Zellinneren entsteht und Wasser aus den Zellen in die Zwischenräume diffundiert. Entscheidend ist, dass die „Zone maximaler Kristallbildung“ zwischen $-0,5$ und -10 °C möglichst rasch durchschritten wird. Je langsamer der Gefrierprozess erfolgt, desto mehr Flüssigkeit diffundiert aus der Zelle in den Zwischenraum. Es bilden sich große Eiskristalle in den Zellzwischenräumen (Abb. 1). Die Folgen sind ein Schrumpfen der Zellen, mechanische Zerstörung der Zellwände oder ein Platzen der Zellen. Beim Auftauvorgang langsam eingefrorener Produkte weisen die Lebensmittel hohe Tropfsaftverluste auf, was Nährwert und Sensorik mindert. Geht der Gefriervorgang schnell vonstatten, herrschen in den Zellzwischenräumen rasch Temperaturen unterhalb von 0 °C: die Flüssigkeit zwischen den Zellen gefriert aus und es findet nur eine geringe Diffusion statt. Es kommt zur Bildung vieler kleiner Eiskristalle (Abb. 1). Dies ist besonders für den Strukturertahl von Vorteil.

Die Gefriergeschwindigkeit beschreibt dabei den Bereich vom Eindringen des Gefrierguts in den Gefrierprozess bis zum Erreichen der vorgesehenen Endtemperatur und errechnet sich wie folgt:

$$w_n = \frac{l}{t}$$

mit w_n = nominale Gefriergeschwindigkeit in cm/h

l = kürzester Abstand zwischen Oberfläche und Produktkern in cm

t = nominelle Gefrierzeit in h, die erforderlich ist, um das Produkt von der gleichförmigen Anfangstemperatur von 0 °C auf eine Kerntemperatur abzukühlen, die 10 K unter der Gefrieranfangstemperatur liegt.

Die Einteilung der Gefriereschwindigkeiten erfolgt in vier Kategorien (Kurzthals 2007):

- sehr langsames Gefrieren $w_n < 0,1 \text{ cm/h}$
- langsames Gefrieren $0,1 \text{ cm/h} < w_n < 0,5 \text{ cm/h}$
- schnelles Gefrieren $0,5 \text{ cm/h} < w_n < 5,0 \text{ cm/h}$
- sehr schnelles Gefrieren $w_n > 5,0 \text{ cm/h}$

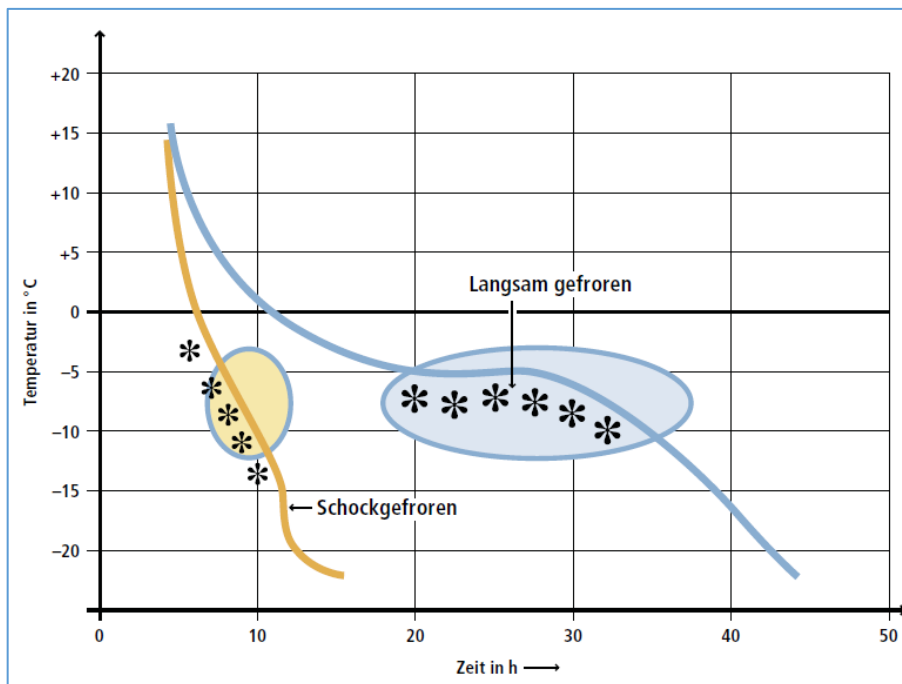


Abb. 1: Einfrierprozess in Abhängigkeit der Gefriereschwindigkeit (© BLE, Bonn)

Die empfohlenen Werte für die Gefriereschwindigkeit, die eine hohe Produktqualität gewährleisten, liegen bei 1 - 4 cm/h für Fleisch, 1,6 - 5 cm/h für Fisch und 2 - 15 cm/h für Gemüse. Übergreifend über alle Produktkategorien gilt als Richtwert 2 cm/h.

Die Einfriereschwindigkeit hängt von verschiedenen Faktoren ab, die sich aus dem Gefrierverfahren selbst, aber auch aus den Eigenschaften des Gefriererguts ergeben (Persson & Löhndal 1993) ab.

Die wichtigsten Faktoren sind dabei:

- Maße und Form des Gefriererguts, insbesondere die Dicke;
- Anfangs- und Endtemperatur;
- Temperatur des Gefriermediums;
- Wärmeleitfähigkeit des Gefriererguts;
- Wärmeübergangskoeffizient an der Produktoberfläche;
- Enthalpieänderung.

Die Richtwerte der maximalen Lagerdauer verschiedener Lebensmittel bei -18 °C zeigt Tab. 4.

Tab. 4: Richtwerte der maximalen Lagerdauer verschiedener Lebensmittel bei -18 °C

Lebensmittel	maximale Lagerdauer bei -18 °C in Monaten
Rindfleisch	12
Geflügelfleisch	6 - 9
Schweinefleisch	4 - 8
Innereien	4 -10
Fisch (fett)	< 8
Fisch (mager)	4 - 9
Meeresfrüchte	6
Gemüse	12
Obst	12 - 18
zubereitete Speisen	bis 3
Aufläufe / Schmorgerichte	1
Brot / Brötchen	3 - 6
Kuchen	15

Gewerbliche Kältegeräte

Gewerbliche Kältegeräte sind zumeist Kompressionskälteanlagen, in denen Wärme von einem tiefen Temperaturniveau zu einem hohen Temperaturniveau gefördert wird, umgesetzt über einen linksläufigen Kreisprozess. Die dafür nötige Energie wird in Form von mechanischer Energie zugeführt, die von einem Verdichter bereitgestellt wird. Das für den Energietransport erforderliche Kältemittel durchläuft in der Kälteanlage einen reversiblen Kreisprozess, in dem es Wärme aus einem Lagerbereich aufnimmt, und unter Änderung des Aggregatzustandes an anderer Stelle wieder abgibt. Die kältetechnischen Grundlagen sind in Teil II des Fachbuchs „Küche und Technik – Handbuch für gewerbliche Küchen“ hinterlegt (Schlich & Klingshirn 2020).

Einteilung und Differenzierung

Gewerbliche Kältetechnik umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Gerätetypen, die in ganz verschiedenen Bereichen, von Küchen in Restaurants oder der Gemeinschaftsgastronomie bis hin zu Supermärkten oder dem Automatenverkauf zum Einsatz kommen. Die nachfolgende Tab. 5 teilt die Gewerbekältegeräte nach Einsatz- und Verwendungszweck ein.

Tab. 5: Einteilung der Gewerbekälte nach Einsatz- und Verwendungszweck

Gewerbekälte	Professionelle Kältetechnik	Kommerzielle Kältetechnik „Display & Merchandise“
Verwendungszweck	Lagerung von gekühlten / gefrorenen Lebensmitteln im gewerblichen Bereich, ohne Zugänglichkeit für den Endkunden (kein Display, kein Verkauf, d. h. kein direkter Kundenkontakt) sowie Zubereitung und Verarbeitung von Lebensmitteln	Lagerung von Lebensmitteln zum direkten Abverkauf an bzw. zur Entnahme durch den Endkunden
Aufstellort	Großküche, Restaurant, Bar, Metzgereien	Supermarkt, Tankstelle, Betriebskantinen,
Gerätetypen (Beispiele)	z. B.: Kältegeräte (Normalkühlung, Tiefkühlung), Kühl- und Tiefkühlzellen, Schnellkühler/Schockfroster, Rückkühlkessel	z. B.: Supermarktdisplays, Getränkekühler, Kühlautomaten, Eiscremegefriertruhen
	Grenzbereiche: Weinklimaschränke, Eiswürfelbereiter, Eiscrememaschinen	

Die weitere Einteilung der gewerblichen Kältegeräte ergibt sich aus der zugrundeliegenden Ausführung der Kältetechnik und Zugänglichkeit.

Aufbau der kältetechnischen Komponenten:

- Zentralkühlung („Remote-Anlagen“): Mehrere Kühlgeräte (Kühlstellen), die ohne eingebautes Aggregat aufgestellt werden, werden an eine zentrale Kälteanlage angeschlossen. Diese Anlagen werden als Verbundanlage oder Einzelaggregat ausgeführt. Der Verflüssiger (Kondensator) kann dabei auch separat z. B. im Außenbereich aufgestellt werden.
- Eigengekühlte Geräte: Der gesamte Kältekreislauf ist im Kühlgerät integriert. Eine Modifikation bzw. Anpassung an spezifische Nutzungsfälle ist nicht möglich. Insbesondere verbleiben die Abwärme und die Geräuschemissionen im Raum der Aufstellung.
- Temperaturbereich:
 - Normalkühlung (= „NK-Bereich“), Temperaturniveau ≥ 0 °C,
 - Tiefkühlung (= „TK-Bereich“).

- Vertikale / horizontale oder kombinierte Anlagen:
 - Vertikale Ausführung: Zugriff über eine seitlich zu öffnende Tür.
 - Horizontale Ausführung: Bedientheken oder Truhen, mit nach oben zu öffnender Tür (Deckel) oder Schiebeelementen.
- Zugriffssysteme
 - Offenes System, keine Türen: die gelagerten Waren sind ohne weitere Barriere zugänglich.
 - Geschlossenes System mit Tür- oder Schließsystem aus Glas (Lagergut ist sichtbar) oder geschäumter Tür- oder Schließsystem.

Technischer Aufbau von Kühl- und Gefriergeräten

Gewerbekühl- und Gefriergeräte

Gewerbekühl- und Gefriergeräte arbeiten überwiegend mit „dynamischer“ Kühlung. Dabei befindet sich der Verdampfer mit einem vorgesetzten Gebläse außerhalb des Kühlraums, meist oben auf dem Gerät montiert, oder aber im oberen Teil des Kühlraums. Das Gebläse saugt die Kühlraumluft an, führt sie zur Temperaturabsenkung über den kalten Verdampfer und dann wieder zum Kühlgut zurück (Abb. 2 und 3).

Da der Verdampfer der kälteste Punkt des Systems ist, kommt es nur dort zum Ausfrieren von Luftfeuchtigkeit – es gibt keinen Reifansatz am Lebensmittel. Zum Abtauen wird der Verdampfer für kurze Zeit elektrisch beheizt und das Tauwasser abgeführt. Alternativ ist auch eine Heißgasabtauung möglich. Damit das Kühlgut nicht antaut, wird dabei die Luftzufuhr zum Lagerraum unterbunden.

Bei gewerblichen Kühlgeräten werden Nutzinhalt bis zu 1.000 Liter und darüber angeboten. Die Geräte sind auch als Einfahrgeräte verfügbar. Als Gehäusematerial findet vorwiegend Edelstahl Verwendung. Das Kühlaggregat ist außerhalb des Nutzraums meist oben auf dem Gerät montiert (Abb. 2 und 3).

Bei Gefriergeräten wird neben den Verdampfungstemperaturen insbesondere die Wärmedämmung des Gerätes angepasst. Gefriergeräte sind mit bis zu 10 cm Isolationsstärke etwa doppelt so gut gedämmt wie Kühlgeräte und erreichen bis zu – 35 °C. Auf diese Weise ergibt sich ein etwa halb so großer Wärmedurchgangskoeffizient, der den Wärmestrom bestimmt. Damit bleibt trotz doppelter Temperaturdifferenz gegen die Umgebung die unerwünschte Wärmezufuhr zum Lageraum auf dem gleichen Wert.



Abb. 2: Gewerbekühlgerät GN 2/1 (links) und Einfahrkühlgerät (rechts) (© Nordcap GmbH & Co.KG)

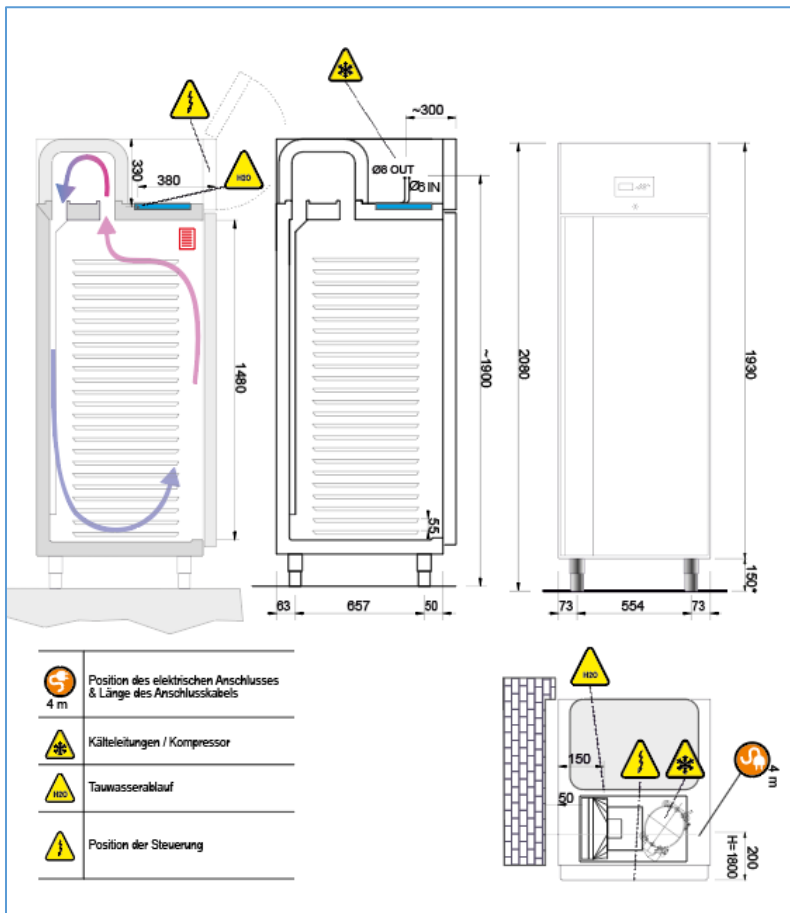


Abb. 3: Technischer Aufbau eines Gewerbekühlgeräts (Schnittbild Seite, oberliegender Maschinenraum (unten)) (© Nordcap GmbH & Co. KG)

Kühltische, Tiefkühltische, Saladetten, Belegstationen

Die Kategorie umfasst Arbeitstische unterschiedlicher Ausgestaltung mit integrierter Kühlung. Die Bedienung erfolgt von der Frontseite her, wahlweise durch Türen oder Schubladen und eignet sich zur direkten Bevorratung von gekühlten Lebensmitteln am Arbeitsplatz. Gekühlte Arbeitstische sind mit einem eingebauten Kälteaggregat oder zum Anschluss an eine externe Kälteanlage verfügbar. Diese Kühlgeräte sind mit eingeschäumtem Verflüssiger (Kondensator) oder Mittelverflüssiger verfügbar. Die Fachbreite ist entweder auf Gastro- oder Euronorm-Behälter ausgelegt. Abb. 4 gibt einen Überblick über unterschiedliche konstruktive Umsetzungen.



Abb. 4: Kühltisch, Saladette, Auftischkühlung (© Nordcap GmbH & Co. KG)

Kühltheken

Verkaufskühltheken werden zum Lagern und Präsentieren von frischen und meist unverpackten Produkten eingesetzt. Eine Umluftkältetechnik sorgt für die entsprechenden Temperaturen. Zu beachten ist immer die im Gerät angezeichnete Stapelgrenze, bis zu der die eingestellten Temperaturen auch eingehalten werden können.

Kühlregale und Kühlvitrinen

Steckerfertige KühlDisplays und Verkaufskühlmöbel verfügen über einen Maschinenraum meist unterhalb des Ausgabebereichs. Verdichter, Verdampfer und Verflüssigerlufteinheit befinden sich direkt unterhalb des Lagerbereichs. Die Luftführung erfolgt über einen Luftkanal an der Rückwand des Displays. Der Verflüssiger (Kondensator) befindet sich in der Ebene unterhalb des Verdichters, räumlich getrennt durch geschäumte Paneele. Die Wärmeabgabe erfolgt über Lüftungsgitter direkt in den Raum.



Abb. 5: Wandkühlregal, Kühlvitrine (© Nordcap GmbH & Co. KG)

Wandkühlregale und Displays mit Zentralkühlung bestehen aus einem thermisch isolierten Lagerbereich, in den die Kaltluft über eine gezielte Luftführung und Lüfereinheiten aus dem Verdampferbereich am Boden des Displays geführt wird. Abb. 5 zeigt exemplarische Modellausführungen eines Wandkühlregals sowie einer Kühlvitrine. Die Kaltluft wird dabei im oberen Bereich des Displays laminar ausgeblasen und über Rückluftkanäle im unteren Bereich gezielt zum Verdampfer rückgeführt. Der so entstehende Kaltluftvorhang sorgt für eine Trennung des Lagerbereichs von der wärmeren Umgebungsluft. Nachtrillos sind entweder vormontiert oder können nachgerüstet werden. Das Kältemittel durchläuft dabei ein oder mehrere Kühlmöbelverdampfer und wird dann zu einer außerhalb liegenden Verflüssigereinheit rückgeführt. Die Abtauung erfolgt elektrisch.

Kontaktkühlplatten und Kühlwannen

Bei Kontaktkühlplatten wird der Verdampfer als Plattenverdampfer ausgeführt. Er kühlt eine Lagerfläche, die von einer erhöhten Berandung umschlossen ist. Die Speisen werden sowohl unmittelbar durch den Wärmekontakt mit dem auf der kalten Fläche stehenden Geschirr als auch durch den Kaltluftschirm innerhalb der Berandung auf niedriger Temperatur gehalten, da die kalte Luft schwerer ist als die warme Umgebungsluft.

Bei Kühlwannen kann die Wärme über eine statische Kältetechnik oder eine Umluftkältetechnik entzogen werden. Bei Lebensmitteln werden eher Umluftsysteme eingesetzt, bei Getränken statische. Abb. 6 verdeutlicht den möglichen technischen Aufbau einer Umluftkühlwanne.

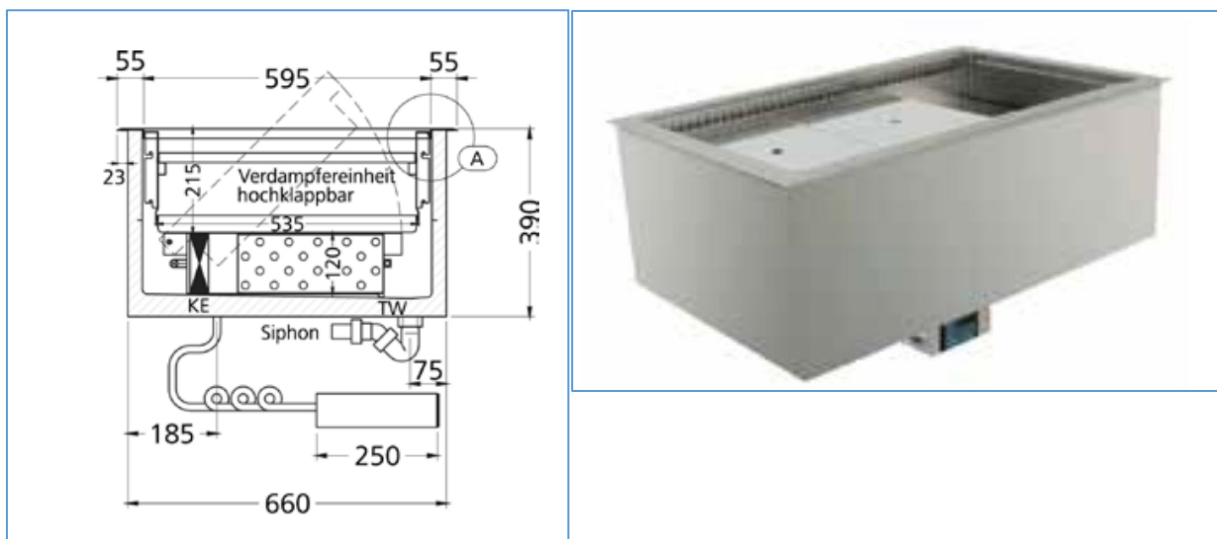


Abb. 6: Technischer Aufbau einer Umluftkühlwanne (© Nordcap GmbH & Co. KG)

Kühl- und Tiefkühlzellen

Bei größerem Bedarf an Kühlraum empfiehlt sich der Einbau von begehbaren Kühl- oder Tiefkühlzellen in der Nähe der Küchenräume. Solche Zellen bestehen im Wesentlichen aus einer wärmedämmten Boden-, Wand- und Deckenkonstruktion. Kühlzellen werden in unterschiedlichen Größen angeboten (Abb. 7).

Bei einfacheren Systemen erfolgt die Kühlung über Kompaktaggregate, d. h. die Kühlung erfolgt nach dem Umluftverfahren durch frei an der Wand aufgehängte Kompressoraggregate. Darin sind alle Komponenten des Kältekreislaufs enthalten. Die Kälteleistung wird entsprechend Wandfläche und Volumen der Zelle gewählt. Der Verdampfer mit einem Ventilator zur Luftumwälzung befindet sich innerhalb der Kühlzelle (Abb. 7). Der Verflüssiger (Kondensator) ist als kompaktes Rohrbündel (ebenfalls zwangsbelüftet) außerhalb angebracht. Ein Fühler im Kühlraum regelt die Temperatur durch Ein- und Ausschalten des Verdichters. Häufiger sind jedoch Kühlzellen mit Deckenverdampfer zum Anschluss an eine externe Kälteanlage zu finden.

Die Wärmedämmung der Kühlzelle besteht aus Polyurethanschaum, der mit Edelstahl oder Aluminium plattiert ist. Wand-, Decken-, Boden- und Türelemente müssen fugenlos miteinander verbunden sein. Beträgt das Kühlvolumen deutlich über 100 m^3 , sollte bauseits ein entsprechender Raum vorgesehen werden, der insgesamt (Wände, Boden, Decke und Tür) ausreichend wärmegeklämt werden muss. Innerhalb des Kühlraums wird der Verdampfer mit Ventilator angeordnet. Der Kompressor wird außerhalb separat aufgestellt und der Kondensator meist an einer Gebäudeaußenwand angebracht.

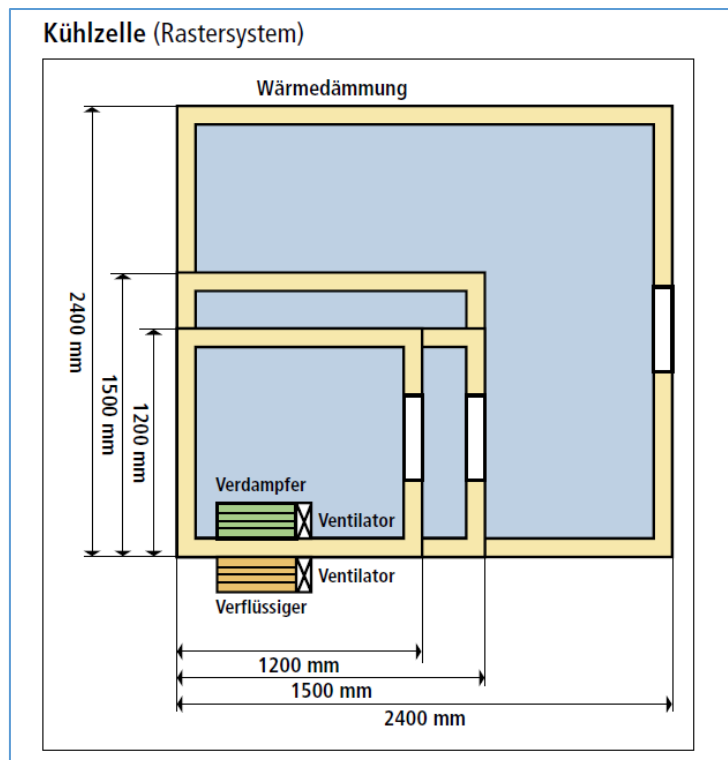


Abb. 7: Rastermaßsystem zur Auslegung von Kühlzellen und technischer Aufbau einer Kühlzelle mit Kompakttaggregat (© BLE, Bonn)

Konfiskatkühler

In gewerblichen Küchen anfallende Lebensmittelabfälle sind aus hygienischen Gründen gekühlt zu lagern. Die Entsorgungsbehälter mit Lebensmittelabfällen werden in Kühlhäusern oder speziellen Kühlmöbeln bis zur Abholung gelagert. Konfiskatkühler haben auf der Oberseite Klappen, durch die die Abfälle direkt in den darunter stehenden Entsorgungsbehälter geworfen werden können. Durch Türen in der Front können diese Behälter einfach eingebracht und entnommen werden.

Ein seitlich montiertes Kühlaggregat kühlt den gesamten Innenraum und sorgt damit für eine hygienische Lagerung der Abfälle. Die Systeme sind auch zum Anschluss an externe Kältetechnik verfügbar. Abb. 8 zeigt ein Umsetzungskonzept eines Konfiskatkühlers in verschiedenen Ansichten.



Abb. 8: Konfiskatkühler: Unterschiedliche Ausführungen und Detailansichten (© Nordcap GmbH & Co. KG)

Schockkühl- / Schockgefriergeräte und Rückkühlkessel

Verpflegungssysteme Cook & Chill und Cook & Freeze

Beim herkömmlichen Verpflegungssystem Cook & Serve (Kochen und Servieren), bei dem die Speisen vor Ort frisch zubereitet und unmittelbar ausgegeben werden, kommt es vor allem in der Hauptservicezeit einer gewerblichen Küche zu kritischen Arbeitsspitzen, da eine Vielzahl an Komponenten zeitgenau zubereitet werden muss. Das bringt je nach Organisation und Ausstattung der Küche eine Reihe von Nachteilen mit sich, wie den Zeitdruck während der gesamten Produktion und Kernausgabezeit, Extremwerte im elektrischen Leistungsbedarf oder eine geringe Flexibilität.

Das Verpflegungssystem Cook and Hold (Kochen und Heißhalten), bei dem die zubereiteten Speisen bis zur Ausgabe bis zu 3 Stunden warmgehalten werden und damit eine gewisse zeitliche Entkopplung von Produktion und Verzehr gegeben ist, bringt ebenso Nachteile mit sich, v. a. durch Qualitätsverluste infolge des Warmhaltens sowie eine reduzierte Angebotsvielfalt.

Die Verpflegungssysteme Cook & Chill (Kochen und Schnellkühlen) sowie Cook & Freeze (Kochen und Schockfrostern) setzen auf eine zeitliche und thermische Entkopplung von Produktion und Ausgabe. Die Produkte werden unter Anpassung der Rezeptur wie gewohnt vor- und zubereitet. Zur Vermeidung des Nachgarens wird der Garprozess abgebrochen, indem die Speisen unmittelbar nach der Vorproduktion der Schnellkühlung zugeführt werden. Neben der Heißportionierung ist zudem im Verfahrensablauf auch eine Kaltportionierung nach dem Abkühlprozess möglich. Im klassischen Cook & Chill-System können die Speisen dann bei 0 bis 3 °C für bis zu drei Tage, bei Anwendung von Cook & Freeze für mehrere Monate gelagert werden, um dann unmittelbar vor dem Verzehr regeneriert zu werden.

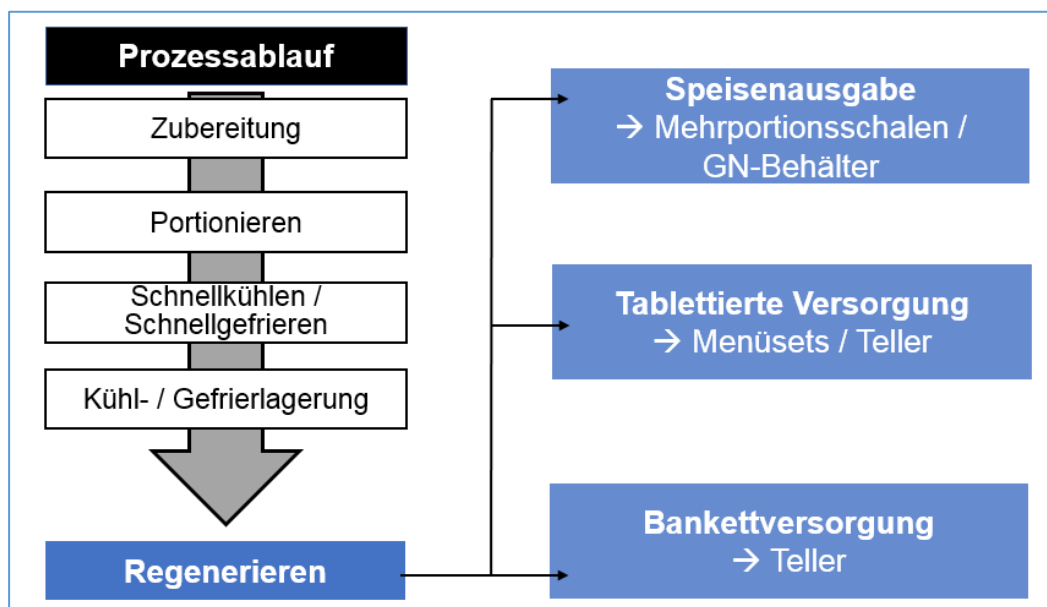


Abb. 9: Verfahrensablauf Cook & Chill / Cook & Freeze (© A. Klingshirn)

Das Regenerieren erfolgt meist im Heißluftdämpfer, im Regenerationsofen, in der Mikrowelle, im Wasserbad oder in speziellen Regenerationswagen; bei einzelportionierten Speisen z. B. im Care-Catering zudem über Kontaktwärme-, Umluft- oder Induktionsverfahren (Abb. 9).

Varianten des Cook & Chill-Systems erlauben eine weitere Verlängerung der Lagerdauer von bis zu mehreren Wochen (Abb. 10).

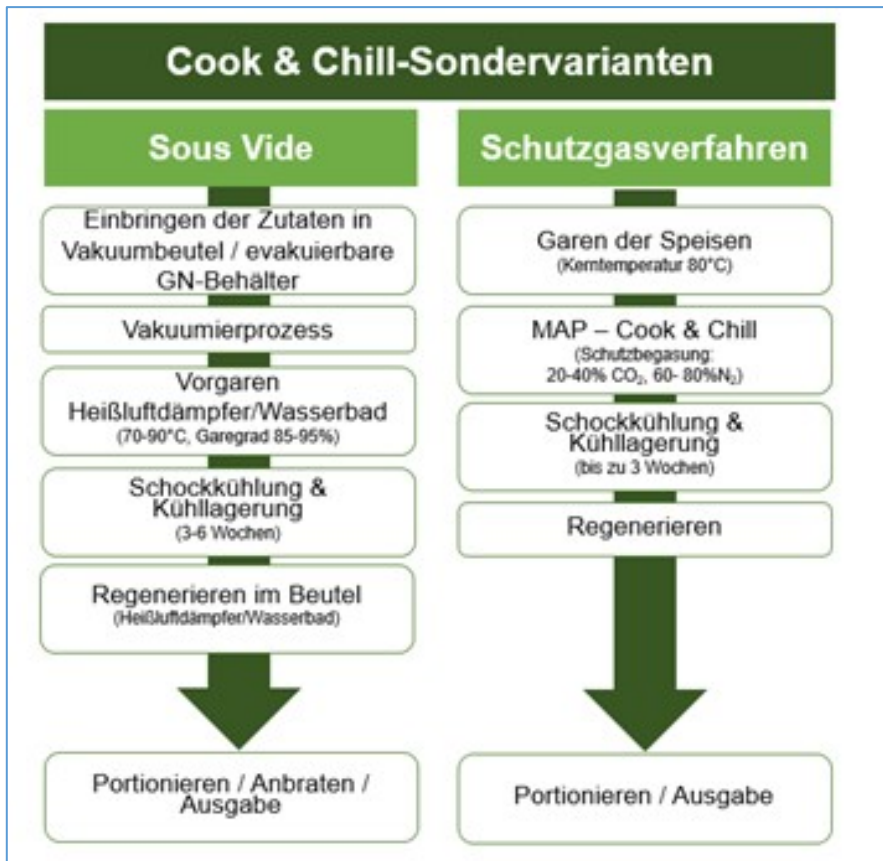


Abb. 10: Sondervarianten des Cook & Chill-Systems (© A. Klingshirn)

Beim Sous-Vide-Verfahren (Abb. 11) werden geeignete rohe Produkte unter Vakuum in Folienverpackung eingeschweißt oder in sous-vide-fähigen GN-Behältern gegart und anschließend schnellgekühlt. Je nach Produkt sind wegen der Lagerung unter Sauerstoffausschluss meist längere Lagerzeiten (bis zu 21 Tage) möglich. Das Regenerieren kann beim Sous-Vide-Verfahren im Regenerationsofen, Kombidämpfer, im Wasserbad oder im Mikrowellengerät erfolgen.

Das Sous-Vide-System eignet sich sowohl zur Vorbereitung im eigenen Betrieb als auch zur industriellen Vorproduktion bei Fertigenherstellern. Wie bei anderen Garverfahren auch, bei denen das Lebensmittel im eigenen Saft gart, wird weniger bis kein Fett gebraucht. Die Salzzugabe kann eingeschränkt werden, da die zugegebenen Gewürze intensiver wirken und das Eigenaroma sich nicht verflüchtigt. Unter dem Strich steht ein sensorisch besseres Ergebnis – ein wesentlicher Grund dafür, dass Sous-Vide-Gerichte vor allem in der Gastronomie und Hotellerie eingesetzt werden.

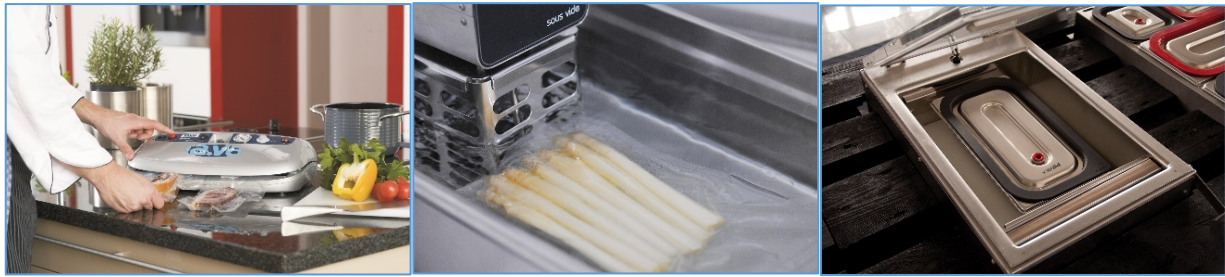


Abb. 11: Cook & Chill Sous Vide Systeme: Beutel-Vakuumiereinheit; Sous Vide-Thermostat (© Landig + Lava GmbH & Co. KG); vakuumierbarer GN-Behälter in Vakuummachine (© Rieber GmbH & Co. KG)

Im Cook & Chill- Schutzgasverfahren (auch MAP = Modified Atmosphere Packaging genannt) werden die zubereiteten Speisen vor der Abkühlung in Einzelportionstrays abgefüllt, versiegelt und schutzbegast. Die Lagerung in der modifizierten Atmosphäre erlaubt eine Lagerdauer von bis zu 6 Tagen.

Schnellkühl- / Schockgefrierprozess und Gerätetechnik

Das Cook & Chill-Verfahren erfordert normierte Verfahrensabläufe und eine gute Hygienepaxis, um eine hohe Verzehrsqualität und mikrobiologische Sicherheit zu gewährleisten. Die DIN 10536 „Lebensmittelhygiene – Cook & Chill-Verfahren – Hygieneanforderungen“ gibt hierbei die wesentlichen Empfehlungen für die Implementierung des Verfahrens und die Verfahrensparameter vor.

Zentrales Element der zeitlichen und thermischen Entkoppelung von Produktion und Ausgabe der Speisen ist der Verfahrensschritt des Schnellkühlens bzw. des Schockgefrierens: Die zubereiteten Speisenkomponenten sind zur Vermeidung des Nachgarens unmittelbar dem Schnellkühl- bzw. dem Schockgefriergerät zuzuführen. Das rasche Abkühlen gewährleistet zudem die Lebensmittelsicherheit durch Hemmung des mikrobiellen Wachstums.

Im Schnellkühlgerät sollten die Speisen innerhalb von 90 min von 65 °C (untere Pasteurisationstemperatur) auf 3 °C abgekühlt werden. Um ein Anfrieren zu vermeiden, kann es in Abhängigkeit von der Produktbeschaffenheit notwendig sein, dass dabei der Temperaturbereich zwischen 10 °C und 3 °C langsamer durchschritten wird, was eine zeitliche Verlängerung der Gesamtrückkühlzeit auf maximal 120 min bedeuten kann. Der kritische Temperaturbereich zwischen 65 °C und 10 °C sollte immer innerhalb von maximal 90 min durchschritten werden.

Zum Erhalt der Produktqualität ist es beim Schockgefrieren wichtig, den Gefrierprozess so schnell wie möglich zu durchlaufen, um die Bildung großer Eiskristalle zu vermeiden. Die Temperaturspanne von 65 °C auf 0 °C ist beim Schockgefrieren binnen 90 min zu durchlaufen, die Spanne auf -18 °C binnen weiterer max. 180 min (DIN 10506).

Oberhalb einer Produktionsmenge von etwa 100 Portionen ist es zweckmäßig, Rückstellproben aufzubewahren (DIN 10526). Damit können die sachgerechte Vorgehensweise bei Bedarf nachgewiesen und produktsicherheitsrelevante Aspekte des HACCP-Konzeptes erfüllt werden.

Schnellkühl- und Schockgefriergeräte können klassifiziert werden in steckerfertige Handeinschub-Geräte mit Quer- oder Längseinschub (3 bis 100 kg Schnellkühlleistung) sowie in Einfahr- und Durchfahrversionen für Hordengestellwagen (100 bis 780 kg Schnellkühlleistung). Die Geräte sind genau wie Kombidämpfer auf Gastro-Norm-Behälter zugeschnitten.

Meist handelt es sich um Geräte im Kombinationsmodus, die sowohl die Option des Schnellkühlens als auch Schockgefrierens bieten. Kleinere Einheiten verfügen über eine Eigenkühlung, d. h. über eine integrierte, betriebsfertige Kälteanlage, bei größeren Einheiten sind v. a. Geräte mit Zentralkühlung zum Anschluss an eine externe Kälteanlage dominierend (90 % Marktanteil).

Die Standardausstattung umfasst eine Temperaturanzeige für die Kühlraum- sowie die Kerntemperatur, die von außen ablesbar ist. Eine Schnittstelle zur Temperatureaufzeichnung zum Nachweis der Produktsicherheit im Rahmen des HACCP-Konzeptes ist integriert. Geräte, die für einen kontinuierlichen Einsatz von mehreren Zyklen pro Tag vorgesehen sind, verfügen über eine manuell zuschaltbare Abtauvorrichtung.

Der Abkühlprozess ist beim Schnellkühlen sowohl über die Kerntemperatur - unter Vermeidung des Anfrierens der Produkte - sowie durch manuelle Zeitvorwahl beim Schnellkühlen und Schockfrostern zu steuern. Nach Beendigung der Abkühlung erfolgt ein automatisches Umschalten auf die Lagertemperatur.

Schnellkühl- und Schockgefriergeräte sind mit leistungsfähigen Kühlaggregaten ausgestattet, die in Verbindung mit starken Ventilatoren und großen Verdampfern kurze Abkühlzeiten erreichen. Die Wärmeabfuhr erfolgt durch Konvektion mit hoher Kaltluftgeschwindigkeit (Abb. 12). Je nach Produkt werden die GN-Behälter offen abgekühlt oder abgedeckt, falls eine Austrocknung der Oberfläche zu befürchten ist. Durch die Abdeckung wird jedoch die Wärmeabgabe reduziert, so dass eine verlängerte Abkühlphase einkalkuliert werden muss.

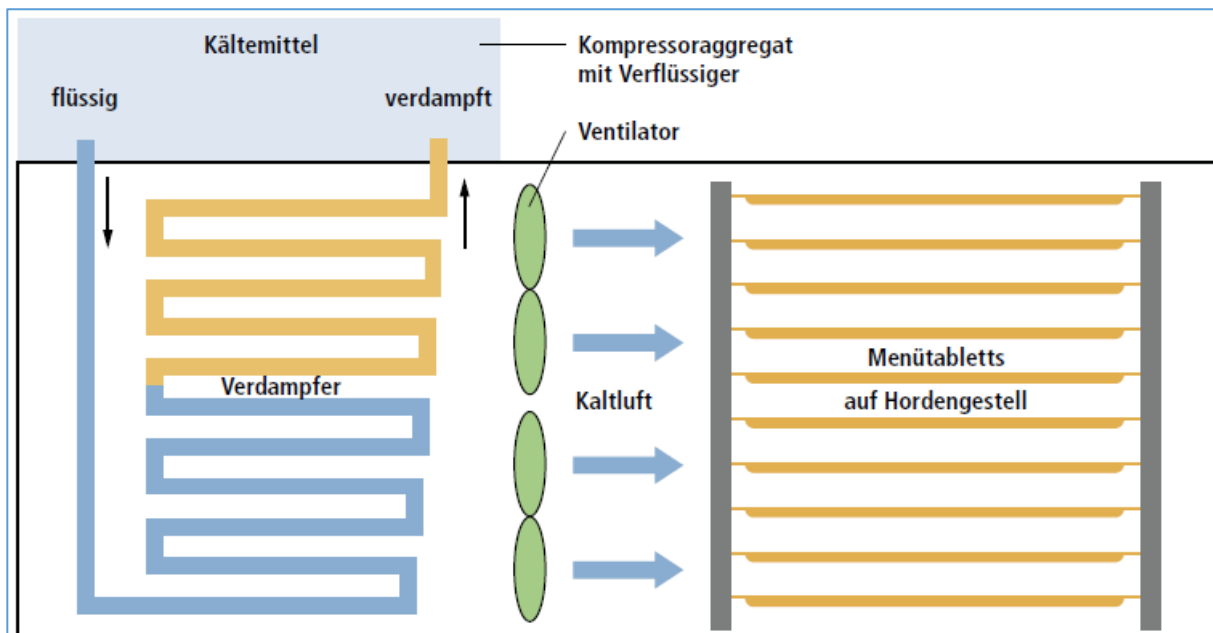


Abb. 12: Aufbau eines Schnellkühlgerätes (© BLE, Bonn)

Ob die Abkühlgeschwindigkeit erreicht wird, hängt von mehreren Einflussfaktoren ab (Tab. 6). Neben der Konstruktion und der Leistungsfähigkeit des Schnellkühlers ist das Kühlgut selbst von Bedeutung. Insbesondere die Schichtdicke des Lebensmittels beeinflusst die Abkühlgeschwindigkeit. Um eine rasche Abkühlung zu gewährleisten, ist auf Lebensmittel-Schichtdicken in GN-Behältern von maximal 4 cm zu achten. Kritisch sind ganze Bratenstücke, deren Kerntemperatur sehr langsam abnimmt.

Tab. 6: Einflussfaktoren auf die Abkühlgeschwindigkeit

Lebensmittel	Schnellkühler / Schockfroster
Eingangstemperatur	Verdampferleistung
Feuchtigkeitsgehalt	Lufttemperatur
Spezifische Wärmekapazität	Volumenstrom der Verdampferlüfter
Wärmeleitfähigkeit	Strömungsverteilung
Größe, Form, Struktur	Beladungskapazität

Zudem ist für eine möglichst rasche Abkühlung eine hohe Temperaturdifferenz zwischen der Kühlgutoberfläche und der Luft anzustreben. Diese wird aber mit zunehmender Abkühlung der äußeren Lebensmittelschichten zwangsläufig immer kleiner. Denn eine Einstellung von Lufttemperaturen unter 0 °C würde zu Problemen führen: Oberflächenschichten der Lebensmittel könnten anfrieren, woraus gravierende sensorische Veränderungen von empfindlichen Produkten resultieren würden. Um das zu verhindern, erfolgt die Steuerung des Abkühlprozesses unter Berücksichtigung sowohl der Oberflächen- als auch der Kerntemperatur.

Im „Hard Chill“-Modus wird in den Geräten mit Lufttemperaturen von etwa -18 °C während des gesamten Kühlprozesses gearbeitet. Infolgedessen verkürzt sich die Abkühlzeit um 20 bis 30 %. Jedoch frieren die Speisen an, so dass dies nur für Produkte geeignet ist, die sensorisch dadurch nicht beeinträchtigt werden.

Stand-Schnellkochkessel mit Rührwerk und Rückkühlung

Für Flüssiganwendungen, die im Großküchenbereich ca. 40 % ausmachen, bieten sich neben der Anwendung von Schockkühlgeräten zudem Stand-Schnellkochkessel mit integriertem Rührwerk und Rückkühlsystem an (Abb. 13). Diese sind nicht nur für den Cook & Chill-Betrieb geeignet, sondern sichern auch bei der Produktion von sonstigen heißangerührten Speisen, die kalt verzehrt werden, ein hohes Maß an Lebensmittelsicherheit und Produktqualität. Zudem ergeben sich Vorteile im Prozessablauf, der Arbeitssicherheit und im Materialeinsatz.

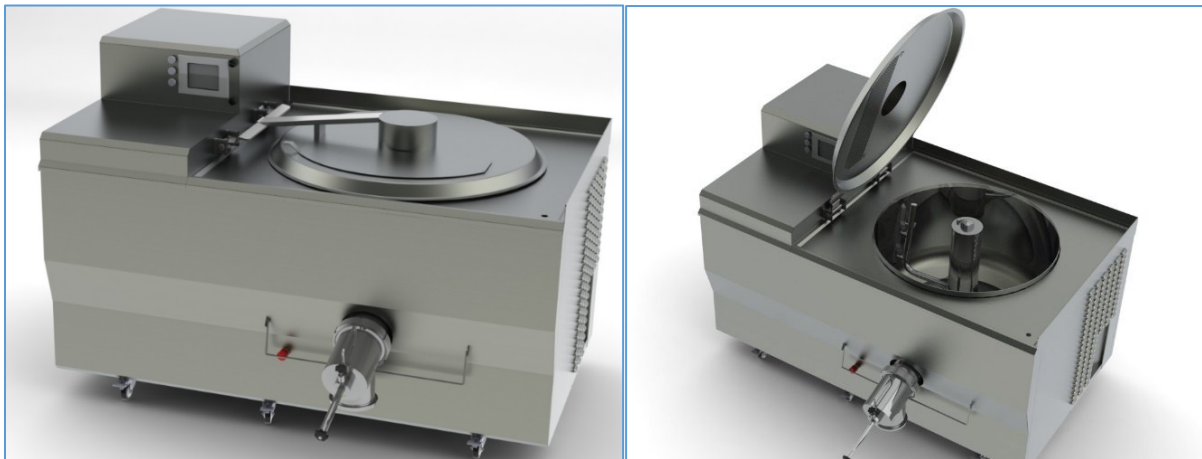


Abb. 13: Stand-Schnellkochkessel mit Rührwerk und Rückkühlung (© Kälte-Rudi GmbH)

Der Produktionsablauf umfasst das Kochen der Speisen im doppelwandigen Kochkessel mit drehzahlgeregeltem Rührwerk und das sofortige Rückkühlen im gleichen Kessel.

Die Erwärmung kann dabei elektrisch (Heizung im Boden und / oder Mantelraum), mittels Direktampf oder über einen externen Dampferzeuger erfolgen. Die Schnellrückkühlung direkt im Kessel auf Temperaturen bis 2 °C erfolgt entweder über voll-integrierte Rückkühleinheiten (steckerfertige Systeme) oder durch Anschluss an eine zentrale Kälteeinheit mit Kältemittel, einen Glykolkreislauf oder ein Binäreissystem. Der rasche Abkühlprozess erfolgt durch Einbringung des Kühlmediums in den Mantelraum sowie z. T. auch in das Rührwerk des Kessels.

Glykol-Wasser stellt dabei eine der am häufigsten genutzten Lösungen für Flüssigkeitskühlungsanwendungen dar. Es hat positive thermische Eigenschaften, wie einen hohen Siedepunkt, niedrigen Gefrierpunkt, Stabilität über einen großen Temperaturbereich hinweg, eine hohe spezifische Wärme und thermische Leitfähigkeit.

Die dynamische Kühlung über das Rührwerk ermöglicht durch erzwungene Konvektion eine effektivere Abkühlung im Vergleich zur reinen Luftkühlung, bei der die im Produkt ablaufende Abkühlung primär durch Wärmeleitung erfolgt. Die Abkühlzeiten von 65 auf 3 °C betragen 40 bis 90 min in Abhängigkeit vom jeweiligen Produkt.

Die Kaltabfüllung erfolgt direkt aus dem Kessel in GN-Behälter für Schöpfsysteme oder zur Kaltportionierung bei Tablettssystemen und Bankettveranstaltungen.

Rückkühlkessel werden mit Volumina von 40 bis 500 l angeboten. Für den Einsatz sind Mindestfüllmengen von 10 % nötig. Die Prozesstemperaturen liegen zwischen 2 °C bis max. 130 °C. Eine Lagerung bis zur Verwendung oder Abfüllung ist direkt im Kessel möglich. Eine Vollautomatisierung des Prozessablaufs ist durch die Definition der Verfahrensschritte über die Bedienelektronik oder die Ansteuerung über ein externes Prozessleitsystem möglich. Wie auch bei Schockkühlgeräten ist eine Temperaturerfassung zur HACCP-Dokumentation integriert.

Entscheidender Vorteil beim Einsatz von Rückkühlkesseln ist die weitere Verbesserung der hygienischen Produktion und damit der Lebensmittelsicherheit sowie der Arbeitssicherheit: Ein Umfüllen der heißen Speisen in Mehrportionsschalen zum Transfer in das Schockkühlgerät entfällt. Die Kaltportionierung vermeidet so das Verbrühen beim Speisentransfer.

Kreuzkontaminationen oder auch ein unzulässiges Abkühlen vor dem Beginn des Abkühlvorgangs werden prozessbedingt verhindert. Eine gekühlte Fortlagerung im Kessel bis zur Kaltabfüllung sichert eine flexible Einpassung in den Produktionsablauf unter Einhaltung der Temperaturanforderungen.

Die Lebensmittelsicherheit im Prozess wird auch durch weitere Ausstattungsvarianten wie hygienisch optimierte Entleerungshahnsysteme optimiert (Abb. 14): Eine aktive Hahnspülung, die über einen Bypass eine Kaltwasserspülung des Entleerungshahns ermöglicht, minimiert Produktrückstände im Entleerungshahn.

Für flüssige Speisenkomponenten kann zudem die Produktqualität auf hohem Niveau gehalten werden: Partielles Gefrieren wird durch die dynamische Abkühlung vermieden, ebenso wie Feuchteverluste, wodurch die Textur erhalten bleibt.

Rückkühlkessel sind im Bereich von Cook & Chill- Flüssiganwendungen zudem durch das Potential der deutlichen Beschleunigung des Gesamtprozessablaufs von Relevanz: Der Gesamtenergieaufwand kann im Vergleich zum reinen Einsatz von Schockkühlgeräten um bis zu 90 % reduziert werden. Weitere Einsparpotenziale ergeben sich durch den deutlich reduzierten Geschirr- und damit Spülaufwand.

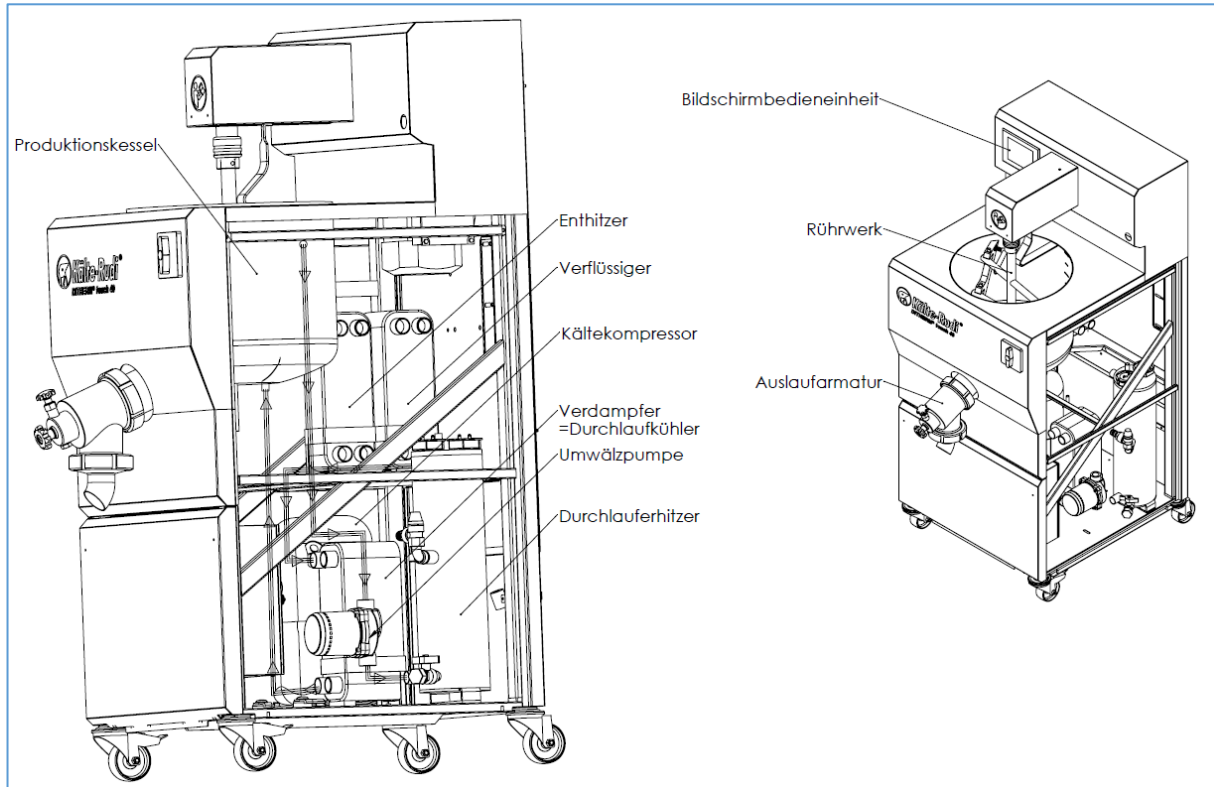


Abb. 14: Technischer Aufbau eines Rückkühlkessels (© Kälte-Rudi GmbH)

Umweltwirkung

Beitrag von Kälteanlagen zum Treibhauseffekt

Der Beitrag von Kälteanlagen zum Treibhauseffekt erfolgt zum einen direkt über die Emission von Gasen mit hohem Treibhauspotenzial (GWP) und zum anderen indirekt über den Energieverbrauch und die damit verbundenen CO₂-Emissionen bei der Energieerzeugung. In der Kältetechnik wird der TEWI-Wert (Total Equivalent Warming Impact), der sowohl die direkten als auch die indirekten Beiträge berücksichtigt, zur Beurteilung der umweltrelevanten Effizienz einer Kälteanlage herangezogen. Der TEWI-Wert lässt den Vergleich unterschiedlicher kältetechnischer Lösungen und Anlagen hinsichtlich der Umweltwirkung zu.

Der über die F-Gase-Verordnung festgelegte Phase-Out von Kältemitteln mit hohem GWP-Wert, die damit forcierte Förderung natürlicher Kältemittel mit erheblich geringerem GWP-Wert, reduzierte Verluste durch Leckage sowie kleinere Kältemittelfüllmengen in der Kälteanlage verringern den direkten klimaschädlichen Beitrag.

Die indirekt verursachten CO₂-Emissionen sind Schätzungen zufolge derzeit um Faktor 4 höher als die direkten Emissionen und stellen somit die entscheidendere Stellgröße dar. Der Strommixfaktor β , der in g CO₂ pro kWh Strom angegeben wird, liegt 2021 im bundesweiten Mittel bei ca. 366 g CO₂ pro kWh (UBA 2021). Allerdings variieren die Emissionswerte örtlich deutlich und hängen vom lokalen Stromversorger und vom gewählten Versorgungstarif ab. Entscheidend für die Reduktion der indirekten Emissionen sind zudem der Einsatz effizienter Geräte sowie optimierte Nutzungs- und Wartungsbedingungen.

In die Betrachtung der direkten und indirekten Emissionen ist zudem die Wärmedämmung der Anlagen einzubeziehen, die durch die Herstellung mittels Treibmitteln und die Transmissionswärmeverluste einen relevanten Beitrag zur Umweltwirkung leistet. Der Stromverbrauch beim Kühlen und Gefrieren ist wesentlich durch den Transmissionsverlust bestimmt, d. h. durch den Wärmestrom, der aus der Umgebung über die Wandungen in das Gerät eindringt. Er hängt von der Differenz zwischen Außen- und Innentemperatur, der Dämmschichtstärke und der Wärmeleitfähigkeit des Dämmmaterials (meist Polyurethanschaumstoff = PU) ab.

Die Wärmedämmung wird mit Hilfe eines Treibgases zwischen Außen- und Innenplatte der Wandung aufgeschäumt und sorgt auch für die mechanische Stabilität. Die Menge an Treibgas ist drei- bis viermal so groß wie die Menge des Kältemittels im Kühlkreislauf. Das Treibmittel hat daher eine größere Umweltrelevanz als das Kältemittel.

Treibmittel müssen eine möglichst geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, um wenig Wärmeenergie von außen in den Kühlraum eindringen zu lassen. Sie müssen im Schaumrohmaterial löslich sein, dürfen aber in der Schaummatrix nicht diffundieren. Heute wird für die Wärmedämmung vorzugsweise n-Pentan eingesetzt, da es kein Ozonerstörungs- und nur ein vernachlässigbares Treibhauspotenzial aufweist. Es ist zwar brennbar, liefert jedoch einen Polyurethan-Hartschaum mit einer vergleichsweise niedrigen Wärmeleitfähigkeit von 0,022 W/(m · K) bei 10 °C, der mechanisch hoch beanspruchbar ist und gut auf den Wandflächen haftet. Fortschritte bei der Wärmedämmung lassen sich durch die Verwendung von Materialien mit extrem geringer Wärmeleitfähigkeit erreichen. Bei Vakuum-Isolations-Paneelen (VIP) wird ein poröses Füllmaterial auf Silikatbasis in Form von Perlen zu Platten verpresst und im Vakuum in eine gas- und wasserdampfdichte Folie eingeseigelt. Bei einem Innendruck von 1 hPa liegt die Wärmeleitfähigkeit solcher Paneelen unter 0,008 W/(m · K), das heißt bei einem Drittel der Leitfähigkeit von PU-Schaum. Die Paneelen werden als „Einlagen“ in PU eingeschäumt.

Energieverbrauchskennzeichnung gewerblicher Kühlgeräte

Gewerbliche Kühlgeräte unterliegen – mit Ausnahmen - den Anforderungen der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Zu differenzieren sind dabei die Anforderungen an gewerbliche Kühl- und Gefrierlagerschränke von denen für Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion.

Energieverbrauchskennzeichnung gewerblicher Kühl- und Gefrierlagergeräte

Seit dem 01.07.2016 ist die EU-Verordnung 2015/1094 wirksam, die die Energieverbrauchskennzeichnung gewerblicher Kühl- und Gefrierlagergeräte regelt. Ziel der Verordnung ist es, den Energieverbrauch in der EU zu reduzieren und den Verkauf effizienter Kühl- und Gefriergeräte zu fördern. Zudem sind transparente, herstellerübergreifende Vergleiche möglich.

Die Kennzeichnungspflicht betrifft derzeit nur netzbetriebene Kühl- und Gefriergeräte mit Volltüren, die zur Lagerung von Lebensmitteln ausgelegt sind. Die EU-Verordnung enthält dabei zahlreiche Ausnahmen, die u. a. folgende Gerätekategorien von einer Energieeffizienzbetrachtung und der Labelpflicht ausnehmen: Kühlgeräte mit statischer Kühlung, Kühlgeräte mit Glastüren, Kühl-Gefrier-Kombinationen, Saladetten sowie offene Geräte wie Kühlregale und -truhen. Zudem sind Einzelanfertigungen und Sonderbauten von der Labelpflicht ausgenommen. Das Energielabel ist sowohl optisch als auch in Bezug auf die enthaltenen Informationen an das vor 2021 gültige Energielabel für Haushaltsgeräte angelehnt (Abb. 15).

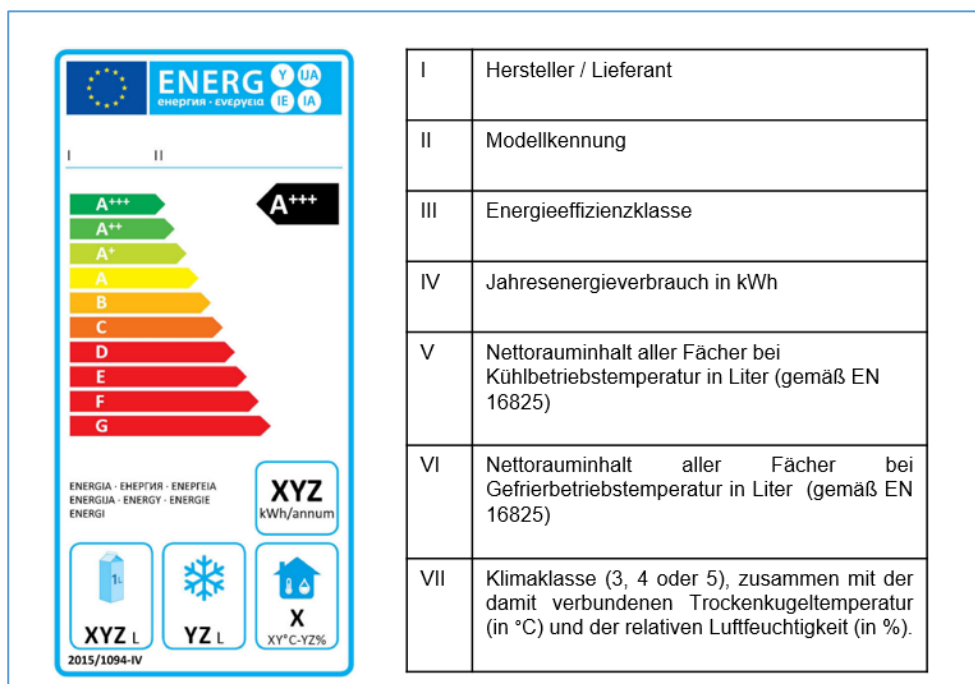


Abb. 15: Energielabel für gewerbliche Kühl-lagerschränke der Energieeffizienzklassen A+++ bis G ((EU) 2015/1094)

Die zentrale Kennzahl der Energieverbrauchskennzeichnung ist der sogenannte EEI (Energieeffizienzindex), auf Basis dessen die Energieeffizienzklasse ermittelt wird. Seit Juli 2019 umfasst das Energielabel die Energieeffizienzklassen A+++ bis G. Möbel mit einem EEI größer als 100 dürfen seit dem 01. März 2021 nicht mehr in Verkehr gebracht werden, jene, mit einem EEI größer als 80 nicht mehr ab 01. September 2023. Der EEI setzt den jährlichen Energiebedarf des betrachteten Kühlmöbels ins Verhältnis zu einem Referenzmodell, wobei dieses abhängig von der Möbeltype und der zugehörigen Displayfläche ist.

Unabhängig von der angegebenen Klimaklasse erfolgt die Messung des Energieverbrauchs für alle betroffenen Geräte bei Klimaklasse 4 (+30 °C Umgebungstemperatur bei 55 % relativer Luftfeuchte). Die Klimaklasse gibt dabei an, bis zu welcher maximalen Umgebungstemperatur die für die Lagerung von Lebensmitteln geforderten Lagertemperaturen garantiert werden. Unterschieden werden folgende Klimaklassen:

- Klimaklasse 3 (Niederleistung): Umgebungstemperatur +10 °C bis +25 °C, relative Luftfeuchtigkeit 60 %
- Klimaklasse 4: Umgebungstemperatur +10 °C bis +30 °C, relative Luftfeuchtigkeit 55 %
- Klimaklasse 5 (Hochleistung): Umgebungstemperatur +10 °C bis +40 °C, relative Luftfeuchtigkeit 40 %

Tab. 7 fasst die Testbedingungen zur Ermittlung des Energieverbrauchs am Beispiel eines Kühlgeräts zusammen.

Tab. 7: Testbedingungen zur Ermittlung des Energieverbrauchs eines Kühlgeräts

Testbedingungen für Kühlgeräte	
Umgebungstemperatur	+30 °C
Umgebungsfeuchte	55 % rH
Testdauer	24 h
Ablauf	1. Hälfte: 12 h mit insgesamt 72 Türöffnungen zu je 7 Sekunden 2. Hälfte: 12 Stunden mit dauerhaft geschlossener Tür
Temperaturanforderungen	Im Gerät platzierte Testpakete müssen permanent eine Temperatur von -1 bis +5 °C aufweisen.

Energieverbrauchskennzeichnung gewerblicher Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion

Am 01. März 2021 sind für Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion die beiden EU-Richtlinien 2019/2024 (Verordnung zu Ökodesign-Anforderungen an Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion) und 2019/2018 (Verordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung von Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion) in Kraft getreten. Zu den Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion gehören Gefrier- und Kühlgeräte für Supermärkte, Verkaufskühlmöbel für Speiseeis, gekühlte Verkaufsautomaten, Getränkekühler und Speiseeis-Gefriermaschinen.

Die Zielsetzung der EU-Verordnungen ist es, bis 2030 den jährlichen Energiebedarf von Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion um etwa 48 TWh zu senken, als Beitrag zum Ziel der europäischen Klimaneutralität. Zudem wird auch bei dieser Geräteeart darauf abgezielt, den Energieverbrauch von Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion transparenter darzustellen, um damit den Marktanteil energieeffizienter Modelle zu erhöhen.

Mit Inkrafttreten der genannten Verordnungen müssen Hersteller zudem zusätzliche Dokumentationen über die sogenannte EPREL Datenbank (European Product Registry for Energy Labelling) der europäischen Kommission zur Verfügung stellen. Die bereitgestellten Informationen richten sich zum einen an die Nutzer, zum anderen werden der Marktaufsicht weitere Informationen zur Verifizierung gestellt. Die neuen Dokumentationen sind:

- **Energielabel:** Das Energielabel wird jedem Gerät als Ausdruck beigelegt, wobei die Label für Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion, für Getränkekühler und für Speiseeisgefriermaschinen differenziert werden. Das Label informiert bei Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion neben der Energieeffizienzklasse über den jährlichen Energieverbrauch, die Displayfläche bzw. das Nettovolumen, die Temperaturklasse sowie die Energieeffizienzklasse (Abb. 16). Bei Getränkekühlern wird neben der Energieeffizienzklasse und dem Jahresenergieverbrauch die Summe der Bruttorauminhalte aller Fächer (in L) mit Kühlbetriebstemperaturen, die höchste durchschnittliche Fachtemperatur aller Fächer mit Kühlbetriebstemperaturen und die höchste Umgebungstemperatur angegeben. Bei Speiseeisgefriermaschinen wird neben der Energieeffizienzklasse und dem Jahresenergieverbrauch die Summe der Nettorauminhalte aller Fächer mit Gefrierbetriebstemperaturen (in L), die höchste durchschnittliche Fachtemperatur aller Fächer mit Gefrierbetriebstemperaturen und die höchste Umgebungstemperatur angegeben (Abb. 16).

- **Produktdatenblatt:** Im Produktdatenblatt finden sich unter anderem Daten des Energielabels wie die Displayfläche bzw. das Nettovolumen, die Angabe zum Jahresenergieverbrauch und zur Energieeffizienzklasse sowie zusätzliche Informationen zur Beleuchtung.

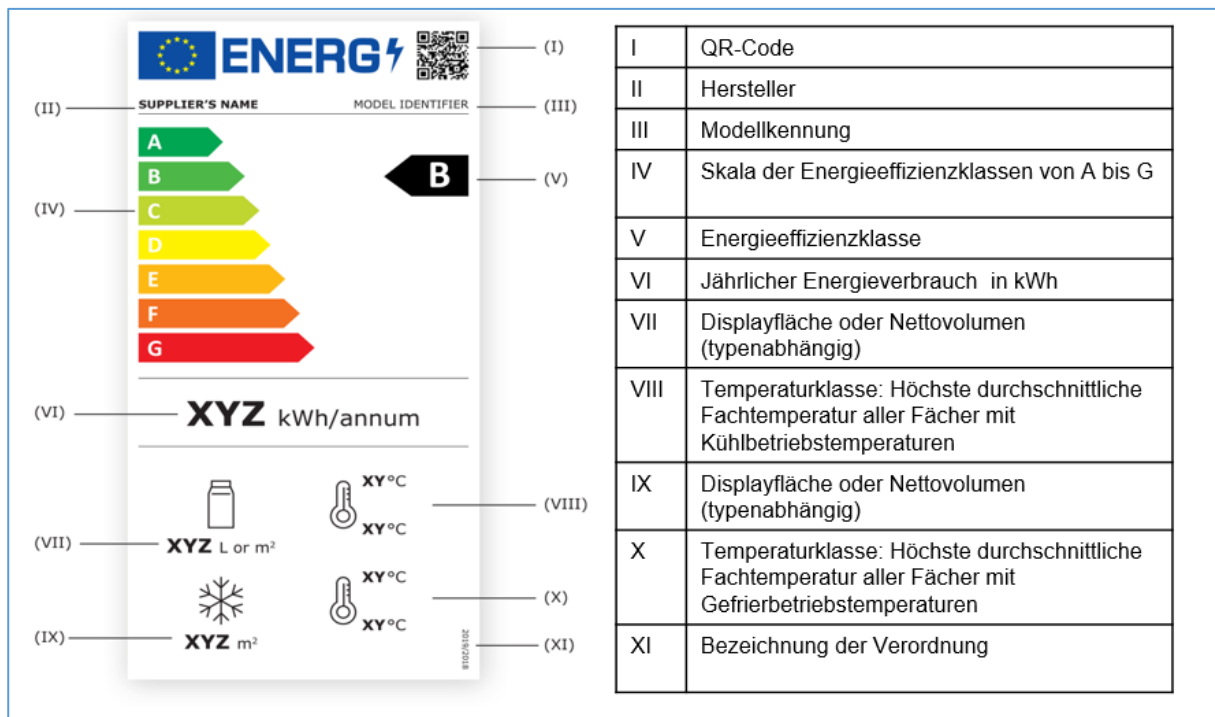


Abb. 16: Energielabel für Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion (ausgenommen Getränkekühler und Speiseeisgefriermaschinen)

Auch bei Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion errechnet sich der Energieeffizienzindex, aus dem die Energieeffizienzklasse abgeleitet wird, aus dem Verhältnis des jährlichen Energiebedarfs des betrachteten Kühlmöbels zu dem berechneten Energieverbrauch eines Referenzmodells. Die Berechnung des Energieverbrauchs des Referenzmodells ist von der Möbeltype und der zugehörigen Displayfläche sowie den Temperaturklassen abhängig.

Nutzerbedingte Einflüsse auf die Energieeffizienz

Eine Vielzahl an Parametern trägt in der Nutzungsphase eines Kältegerätes dazu bei, den Energieverbrauch nicht unnötig zu erhöhen. Das Potential der Energieverbrauchsreduktion durch optimale Nutzungs- und Aufstellbedingungen sowie Wartung wird auf mehr als 15 % geschätzt.

Beladungsfaktoren umfassen den Beladungsgrad, die Temperatur der eingelagerten Ware sowie die Zahl und Dauer der Türöffnungen. Eine Überladung ist zu vermeiden, da eine Beeinträchtigung der Luftführung den Energieverbrauch um 10 bis 20 % erhöht. Türöffnungen sind zeitlich zu limitieren, um den konvektiven Wärmeübergang gering zu halten; ein entsprechendes Lagermanagement unterstützt dabei einen raschen Zugriff auf das Lagergut. Die Einlagerung warmer Speisen ist zu vermeiden, da die Geräteperformance nur bei Schnellkühl- und Schockgefriergeräten auf hohe Wärmeeinträge ausgelegt ist.

Am Aufstellort muss auf gute Umlüftung geachtet werden, um die ausreichende Luftkühlung des Verflüssigers zu gewährleisten. Zu hohe Temperaturen durch Platzierung neben Wärmequellen, wie Gargeräten, erhöhen den Wärmeeintrag unnötig. Eine zu hohe Umgebungsfeuchte kann durch den erhöhten Feuchteeintrag die Geräteperformance beeinträchtigen.

Die Temperatureinstellung ist an das Lagergut anzupassen, was insbesondere bei der Getränkekühlung oft Einsparpotentiale bietet. Bei offenen Kühltheken oder Displays sind Nachrollen nachzurüsten.

Regelmäßige Wartungsarbeiten sichern die Langlebigkeit und Energieeffizienz. Dies umfasst neben der Reinigung des Verflüssigers und Verdampfers auch die regelmäßige Kontrolle und Pflege der Türdichtungen.

Literaturangaben

- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P (2006): Lehrbuch der Lebensmittelchemie. (6. Auflage) Berlin Heidelberg.
- Berry M, Fletcher J, McClure P & Wilkinson J (2008): Effects of freezing on nutritional and microbiological properties of foods. In: Evans JA: Frozen Food Science and Technology. Blackwell Publishing, Oxford: 26-50.
- Bognár A, Schlich M (2021): Lebensmittelverarbeitung im Haushalt – Teil IV. Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V. (Hrsg.). In: Hauswirtschaft und Wissenschaft 69 (2021), ISSN 2626-0913. doi: [10.23782/HUW_15_2021](https://doi.org/10.23782/HUW_15_2021).
- DIN 10506:2018-07: Lebensmittelhygiene – Gemeinschaftsverpflegung.
- DIN 10508:2018-05 – Entwurf: Lebensmittelhygiene - Temperaturen für Lebensmittel.
- DIN 10526:2017-08: Lebensmittelhygiene - Rückstellproben in der Gemeinschaftsverpflegung.
- DIN 10536:2016-03: Lebensmittelhygiene - Cook & Chill-Verfahren – Hygieneanforderungen.
- DIN EN 378-1:2017-03: Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien; Deutsche Fassung EN 378-1:2016.
- EU Nr. 2015/1094: Verordnung EU Nr. 2015/1094 der Kommission zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von gewerblichen Kühltankschränken.
- EU Nr. 2019/2018: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion.
- EU Nr. 2037/2000: Verordnung (EU) Nr. 2037/2000 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Juni 2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen.
- EU Nr. 517/2014: Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase.
- EU Nr.2019/2024: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion.
- Fennema O, Donohue IG, Kester JJ (1993): Edible films: Barriers to moisture migration in frozen foods. Food Australia, 45 (11): 521-525.
- Geilinger E, Bush E: Commercial and Professional Refrigeration Products: Promoting Energy Efficiency with Legislation, Empowered Stakeholders and Rebates. 8th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting, EEDAL, 2015.
- Goff D (1992): Low-temperature stability and the glassy state in frozen foods. Food Research International, 25 (4): 317-325.
- Gormley R, Walshe T, Hussey K, Butler F (2002): The effect of fluctuating vs. constant frozen storage temperature regimes on some quality parameters of selected food products. LWT-Food Science and Technology, 35 (2): 190-200.

- Grage T, Pareidt H (2000): Innovative Kälteversorgung öffentlich genutzter Gebäude in Niedersachsen. Strategien der Kältebereitstellung unter ökologischen und ökonomischen Kriterien. Studie im Auftrag vom Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr, Bericht Nr. 562_4420, Hemmingen.
- Heiss R und Eichner K (2002): Haltbarmachen von Lebensmitteln. Springer, Berlin.
- Heldmann DR, Hartel RW (1997): Principles of Food Processing. Chapman & Hall, New York.
- Kauffeld M (2008): Trends und Perspektiven für Supermarkt-Kälteanlagen. In: KI Kälte, Luft, Klimatechnik (04): 24-28.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/trends_und_perspektiven_fuer_supermarktkaelteanlagen.pdf (zuletzt abgerufen am 20.03.2022).
- Kleiner U, Reiche T (2016): Cook & Chill in Theorie und Praxis : Planung, Umsetzung, Kosten. Hamburg: Behr's.
- Klingshirn A, Lichtenberg W, Prange A, Schlich E (2021): Lebensmittelverarbeitung im Haushalt – Teil V. Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V. (Hrsg.). Hauswirtschaft und Wissenschaft 69 (2021), ISSN online 2626-0913. doi: [10.23782/HUW_17_2021](https://doi.org/10.23782/HUW_17_2021).
- Krämer J (2002): Lebensmittelmikrobiologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Kreyenschmidt J (2003): Modellierung des Frischeverlusts von Fleisch sowie des Entfärbeprozesses von Temperatur-Zeit-Integratoren zur Festlegung von Anforderungsprofilen für die produktbegleitende Temperaturüberwachung. Dissertation. Bonn.
- Kurzhaus HA (2007): Kühlen und Tiefgefrieren von Lebensmitteln. Behr's Verlag Hamburg.
- Monier V, Mudgal S, Iyama S, Tinetti B (2007): European Commission DG TREN: Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs - Lot 12 Commercial refrigerators and freezers, Final Report. Bio Intelligence Service S.A.S.
- Persson PO, Löndahl G (1994). Freezing Technology. Frozen Food Technology, S. 29 ff.
- Pham QT, Mawson RF (1997): Moisture migration and ice recrystallization in frozen foods. In: Erickson MC, Hung YC: Quality in Frozen Foods. Chapman & Hall, New York: 67-91.
- Reid DS (1997): Overview of physical/ chemical aspects of freezing. In: Erickson, M. C.& Hung Y.-C.: Quality in frozen food. Chapman & Hall, New York: 10-28.
- Riehn K (2020): Hygiene und HACCP. In: Andreaä J, Greiner M, Großmann U, Hagspihl S, Pfannes U, Riehn K: Küche und Technik – Handbuch für gewerbliche Küchen. Teil I (1.0/2020). Fachausschuss Haushaltstechnik in der Deutschen Gesellschaft für Hauswirtschaft e. V. (Hrsg.). doi: [10.23782/HUW_02_2020](https://doi.org/10.23782/HUW_02_2020).
- Schlich E, Klingshirn A (2020): Grundlagen der Kältetechnik. In: Greiner M, Hagspihl S, Klingshirn A, Schlich E, Schwarz P, Skorupka S (2020): Küche und Technik – Handbuch für gewerbliche Küchen. Teil II (1.0/2020). Fachausschuss Haushaltstechnik in der Deutschen Gesellschaft für Hauswirtschaft e. V. (Hrsg.). doi: [10.23782/HUW_14_2020](https://doi.org/10.23782/HUW_14_2020).
- Schwarz P, Lemme M & Wagner A (Hrsg) (2010): Großküchen: Planung - Entwurf - Einrichtung Berlin : Huss-Medien, 2010.
- Sinell HJ (2004): Einführung in die Lebensmittelhygiene. 4., neu bearbeitete Auflage, Parey Verlag, Stuttgart.
- Sperber WH & Doyle MP (Hrsg.) (2009): Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages Springer-Verlag, New York.
- Umweltbundesamt (2021): Entwicklung des CO₂-Emissionsfaktors für den Strommix in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2020 (in Gramm pro Kilowattstunde) [Graph]. In Statista.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38897/umfrage/co2-emissionsfaktor-fuer-den-strommix-in-deutschland-seit-1990/> (zuletzt abgerufen am 20.03.2022).
- Walker SJ, Betts G (2000): Chilled foods microbiology. In: Stringer M & Dennis C (Hrsg.): Chilled foods: A comprehensive guide 2.Edition, Woodhead Publishing Limited, Cambridge: 153-186.

3.2 Mechanische Vor- und Zubereitung

Christiane Pakula

Moderne Küchenkonzepte unterstützen nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern auch die Attraktivität von Betrieben der Außer-Haus-Verpflegung. So besteht z. B. ein Trend darin, klassische Aufgaben der Küche über Front-Cooking-Konzepte in den Ausgabebereich zu verlagern, um das Essen, auch im Rahmen der Gemeinschaftsgastronomie, zum Erlebnis für den Gast zu machen. Diese Konzepte führen in der Regel zu einer höheren Gäste- und Personalzufriedenheit, einem geringeren Flächenbedarf in der Küche und der strikten Trennung von reinen und unreinen Arbeitsbereichen, wodurch Hygienevorschriften allein aufgrund baulicher Gegebenheiten einfach eingehalten werden können.

Die Vorbereitung von Lebensmitteln wird dabei häufig nicht nur aus dem für die Gäste einsehbaren Zubereitungsbereich in eine separate Vorbereitungsküche, sondern in andere Betriebe ausgelagert. Die benötigte Ware wird als Convenience Produkt (Tab. 8) zugekauft.

Tab. 8: Prozesskette der Speisenbereitstellung (Bölts et al. 2021: 15)

Convenience - Grad	Definition	Beispiele	Arbeiten für die nächste Convenience-Stufe
0 Grundstufe	unbehandelte Rohware	Tierhälften, ungewaschenes Gemüse	Waschen, Schälen, Entkernen, Entbeinen, Fleisch zerlegen
1 Küchenfertig	Lebensmittel, die vor dem Garen noch küchenmäßig aufbereitet werden müssen	geputztes Gemüse, entbeintes Fleisch, geschälte Kartoffeln	Zerkleinern, Portionieren, Panieren, Würzen
2 Garfertig	Produkte, die ohne weitere Vorbereitung zu garen sind	Filet, Teigwaren, TK-Gemüse, Fleisch- oder Fischstäbchen paniert	Kochen, Backen, Braten, Dämpfen, Schmoren
3 Aufbereitetfertig	durch Hinzufügen fertiger Komponenten verzehrfertige Produkte	Salatdressing, Kartoffelpüree, Instant-Nudeln	in Flüssigkeit anrühren, Würzen oder Nachwürzen
4 Regenerierfertig	Menüs oder Komponenten, die allein durch Wärmezufuhr verzehrfertig werden	Fertiggerichte, vorgekochte Teigwaren, Nasskonserven	trockenes Aufwärmen oder Erwärmen durch Dampfkondensation
5 Verzehrfertig	zum sofortigen Verzehr kalt oder warm geeignet	kalte Saucen, fertige Salate, Joghurt, Backwaren, Wurst	

In vielen Betrieben wird allerdings nicht das gesamte Sortiment ausgelagert, sondern die Vor- und Zubereitung ausgesuchter Rohware bewusst in die Produktion aufgenommen. Hausgemachte Nudeln, Salat- und Gemüsemischungen oder Backwaren werden dann häufig nicht nur für den Eigenbedarf, sondern auch zum Transport in Zweigstellen oder zum Verkauf an andere Unternehmen der Außer-Haus-Verpflegung hergestellt. Diese Spezialisierung auf einige ausgesuchte Produkte hat zur Folge, dass nicht mehr alle für die Lebensmittelvorbereitung notwendigen Maschinen zur Verfügung stehen, zusätzlich aber Geräte zur Verpackung von Lebensmitteln vorhanden sein müssen.

Die Vor- und Zubereitung von Lebensmitteln ist in der Verfahrenstechnik den mechanischen Prozessen des Trennens, Mischens und Zerkleinerns zugeordnet. Diese können wiederum in unterschiedliche Anwendungen unterteilt werden (Tab. 9).

Tab. 9: Mechanische Be- und Verarbeitung von Lebensmitteln (Pichert 2001)

Zerkleinern	Trennen	Mischen
Schneiden	Sieben	Homogenisieren
Schnitzeln	Schälen	Mixen
Raspeln	Passieren	Vermengen
Reiben	Absetzen	Rühren
Pürieren	Filtrieren	Kneten
Strangpressen	Auspressen	Schaumschlagen
Scheren	Zentrifugieren	
Mahlen		
Zerschlagen		
hacken		
Sägen		

Materialien

Nichtrostender Chrom-Nickel-Stahl (Edelstahl X5CrNi18-10 gemäß DIN 1.4301) ist der hauptsächliche Werkstoff für Maschinen, Werkzeuge und Behälter. Maschinengehäuse sind oft aus eloxiertem Aluminium oder Edelstahlblech geformt. Für Schneidscheiben und Messerklingen kommt häufig gehärteter Chromstahl (Edelstahl X6Cr17 gemäß DIN 1.4016) zum Einsatz. Abdeckungen von Maschinen und Deckel für GN-Behälter bestehen oft auch aus durchsichtigem, thermostabilem Kunststoff.

Zur Lagerung und zum Transport von Lebensmitteln werden GN-Behälter mit speziellen, für die Vakuumverpackung geeigneten Deckeln oder Kunststoffbeuteln aus Polyethylen verwendet, in denen die Produkte mithilfe eines Vakuumiergerätes unter Abzug der Umgebungsluft verpackt werden.

Waschen

Waschmaschinen für Salate und Gemüse finden sich hauptsächlich in Spezialbetrieben, die Convenience Produkte in großem Maßstab vorbereiten. Die Maschinen werden entweder für einen chargenweisen oder für einen kontinuierlichen Betrieb angeboten. Meist arbeiten sie im chargenweisen Betrieb. Die Salat- und Gemüsewaschmaschinen funktionieren nach dem in Abb. 17 dargestellten Schema.

Salat oder Gemüse wird vorgeputzt, zerlegt und anschließend in einen Korbeinsatz gegeben. Dieser befindet sich in einem mit Wasser gefüllten Auffanggefäß. Durch eine Pumpe wird in Verbindung mit der Gestaltung der Wasserführung eine Wasserwalze erzeugt, wobei der Korb zusätzlich rotiert. Die leichteren Schwebeteilchen werden im oberen Bereich durch einen Überlauf abgeschieden, schwerere Teilchen sinken nach unten und werden mit dem Abwasser weggespült. Anschließend wird nochmals mit Frischwasser gespült, das dann abgelassen wird. Zum Schluss wird im selben Korb mit maximal 400 U/min leicht angeschleudert. Das anhaftende Wasser wird so durch Zentrifugalwirkung entfernt.

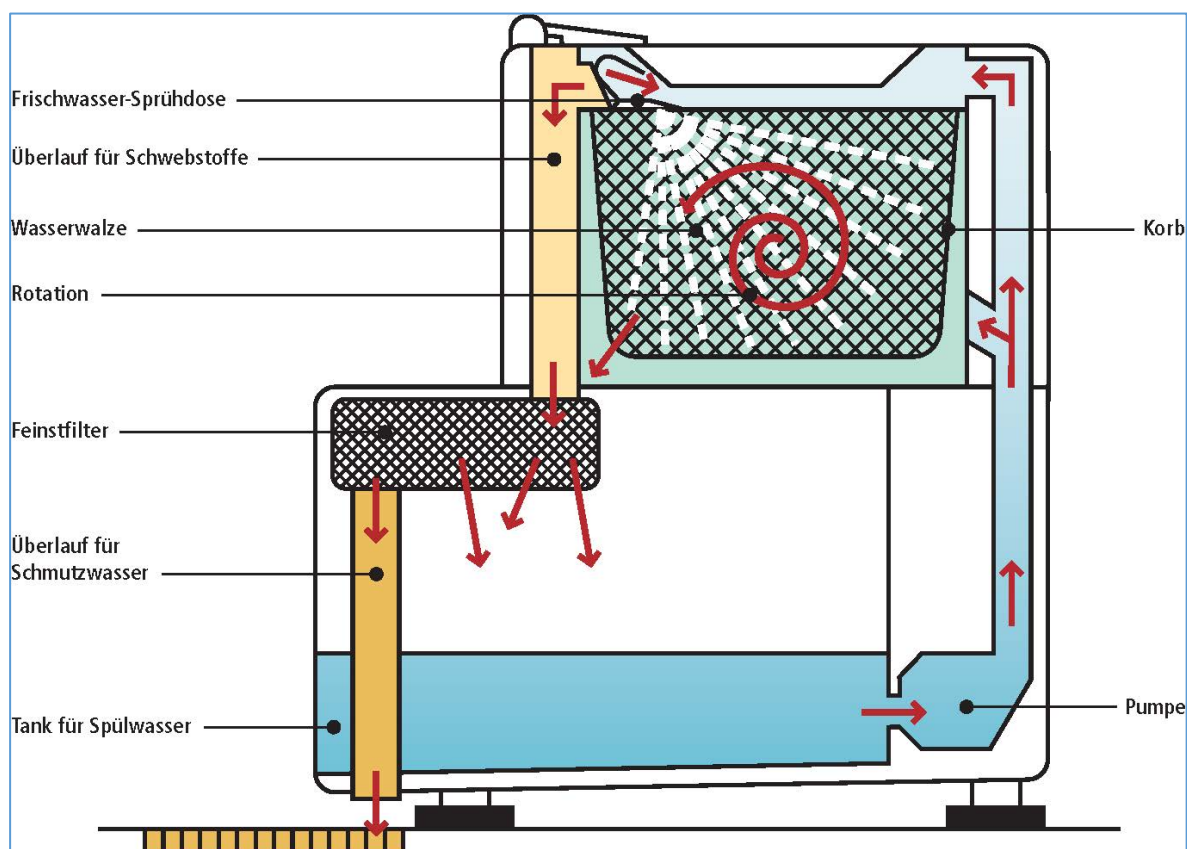


Abb. 17: Salat- und Gemüsewaschmaschine (© BLE, Bonn¹)

Neben Geräten für diesen chargenweisen Betrieb mit Leistungen von ca. 200 kg/h werden auch Anlagen angeboten, die einen kontinuierlichen Betrieb und damit wesentlich höhere Stundenleistungen erlauben. Bei der Auswahl der Maschinen sollte beachtet werden, dass die Rohware möglichst wenig umgeladen werden muss.

¹ BLE: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.

Das eingesetzte Wasser sollte von den Geräten wiederverwendet werden. Das gilt auch für Modelle, die mit speziellen Wasser-Luft-Sprühdüsen für die Reinigung besonders empfindlicher Lebensmittel geeignet sind.

Universalküchenmaschinen

Universalmaschinen sind ein Baukastensystem mit nur einer Antriebseinheit und einer Reihe spezieller Vorsatzgeräte (Abb. 18), die einen Großteil der mechanischen Vor- und Zubereitungsarbeiten verrichten können:

- Reibe-, Schneide-, Schnitzel- und Passiergerät,
- Planetenrühr-, Schlag- und Knetgerät zum Rühren, Kneten und Sahneschlagen sowie
- Wolf, Streifenschneider und Steaker für die Fleischbearbeitung.



Abb. 18: Universal-Küchenmaschine - Standgerät mit Einsätzen (© AlexanderSolia GmbH, Remscheid)

Universalküchenmaschinen sind häufig noch im Bestand älterer Küchen vorhanden. Allerdings werden alle Einsatzmöglichkeiten der Maschinen selten genutzt, und die Rüstzeiten für das Umbauen der Aufsätze sowie die Reinigung sind aufwändig. Seitdem der Kostenanteil für den Antriebsmotor stark gesunken ist, werden heute vermehrt Einzweckmaschinen für bestimmte Anwendungen angeboten.

Schälen

Zum Schälen von Gemüse können unterschiedliche Verfahren angewendet werden:

- Mechanisch: Messerschälung, Karborundschälung, Raspelhiebschälung,
- Physikalisch: Dampfschälung, Gefrierschälung, Flammshälung,
- Chemisch: Laugenschälung.

Die Handschälung ergänzt in der Regel nur andere Verfahren, da keines allein eine ausreichende Qualität bei tragbarem Schälverlust liefert. Augen und Schalenreste müssen immer noch manuell entfernt werden. Die Laugenschälung entfällt heute praktisch, da eine chemische Behandlung nicht mehr akzeptiert wird. Physikalische Verfahren werden vor allem von industriellen Großbetrieben eingesetzt.

Beim Gefrierschälen von Pellkartoffeln werden die heißen Kartoffeln über tiefgekühlte konische Scheiben geführt, an denen die Schale anfriert und sich von der Kartoffel trennt. Die an der rotierenden Scheibe haftenden Schalenreste werden mechanisch abgestreift und entfernt. Falls notwendig, schließt sich auch hier eine manuelle Nachbehandlung an. In der gewerblichen Küche werden meist mechanische Schälverfahren eingesetzt (siehe Abb. 19).



Abb. 19: Knollenwasch- und Schälmaschine – Scheibenübersicht (links: Raspelhieb-, mittig: Messer-, rechts: Karborundscheibe) (© AlexanderSolia GmbH, Remscheid)

Diese Verfahren liefern im Ergebnis unterschiedliche Oberflächenstrukturen. Vor allem die raue Struktur der mit Karborundscheiben geschälten Kartoffeln ist ungünstig, da die vergrößerte Oberfläche besonders schnell zur Rötung neigt. Die Kartoffeln werden in eine feststehende Trommel gegeben, die mit Schälwerkzeugen und Abstreifern bestückt ist. Als Boden enthält die Trommel eine rotierende Scheibe, die auf der Antriebswelle schief steht und daher eine Taumelbewegung ausführt. Dadurch wird das Schälgut in der Trommel herumgeschleudert. Auch die Bodenscheibe ist mit Schälwerkzeugen bestückt. Beim Aufprall auf Trommelwände und Boden wird die Schale entfernt.

Die erforderlichen Schälzeiten sind sehr unterschiedlich. Der Schälverlust liegt beim maschinellen Schälen etwa zwischen 10 und 40 %. Eine genauere Zuordnung zu den Verfahren ist kaum sinnvoll. In der Praxis bestimmt häufig die verfügbare Personalkapazität für die manuelle Nachbehandlung die Betriebsdauer der jeweiligen Maschine und damit den Schälverlust. Wichtig ist, dass vorsortierte Ware verwendet wird. Sonst sind die kleineren Stücke unter Umständen bereits aufgerieben, bevor die Schale der größeren vollständig entfernt ist.

Zerkleinern

Scheibenschneidemaschinen

Auch beim Einsatz von Convenienceprodukten in der Küche sind Zerkleinerungsmaschinen eine wesentliche Hilfe für die Vorbereitung verschiedenster Lebensmittel. Eine Scheibenschneidemaschine dient nicht nur zum Aufschneiden von Wurst und Käse. Auch Fleisch lässt sich in jedem Zustand – von roh bis fertig gegart – mit dieser Maschine gleichmäßig in Portionen aufteilen. Kleine Modelle haben einen horizontalen Schlitten. Dabei muss das Schneidgut manuell vor die Schneidscheibe geführt werden, die senkrecht zum Schlitten steht. Bei Schwerkraftschneidern (Abb. 20) sind Schlitten und Schneidscheibe schräg gestellt. Hier wird das Schneidgut durch die Schwerkraft automatisch nachgeführt. Die Schneidscheiben bestehen aus gehärtetem Chromstahl (siehe Materialien, Seite 42).



Abb. 20: Schrägschneidemaschine (© Bizerba SE & Co. KG, Balingen)

Streifenschneider

Der Streifenschneider ist ein häufig genutztes und vielfältig einsetzbares Gerät in Großküchen. Er zerkleinert Gemüse, von ganzen Kohlköpfen bis hin zu Kräutern, und wird auch zur Vorbereitung von Fleisch eingesetzt. Das Gerät verfügt über eine Walze, an der die Messer in unterschiedlichen Abständen angebracht werden können. Damit kann die Streifenbreite des Schneidguts variiert werden.

Reibe- und Schnitzelmaschinen

Reibe- und Schnitzelmaschinen verfügen meist über auswechsel- oder verstellbare Einsätze. Mit diesen Maschinen können z. B. Kartoffeln gerieben oder Gemüseschnitzel hergestellt werden. Ob sich der Kauf eines solchen Einzelgerätes lohnt, hängt von der Häufigkeit der Nutzung ab.

Passiermaschinen

Zum Feinzerkleinern von Lebensmitteln dienen Passiermaschinen. Das Lebensmittel wird mit Hilfe von schnell rotierenden Passierflügeln durch gelochte Scheiben gedrückt. Die Lochgröße (1 bis 5 mm) bestimmt den Zerkleinerungsgrad. Um auch in beliebigen Gefäßen, wie zum Beispiel in großen Kochkesseln, passieren zu können, werden großformatige Einsteck-Mixer oder der auch als „Elefantenrüssel“ bekannte Turbomixer verwendet (Abb. 21). Er ist auf einem Fahrgestell montiert und lässt sich so leicht zu dem jeweiligen Gerät mit dem Passiergut transportieren.



Abb. 21: Turbomixer (© Groupe Nadia GmbH, Kehl)

Fleischwolf und Kutter

In einen Fleischwolf (Abb. 22, linke Seite) wird das Zerkleinerungsgut über einen Trichter von oben zugegeben. Mit einer Schnecke wird das Lebensmittel gegen eine feststehende Lochscheibe und ein davor rotierendes Messer transportiert und dabei zerkleinert. Die Lochgröße definiert den Feinheitsgrad. Um eine einwandfreie Hygiene zu gewährleisten, muss ein Wolf sich einfach zerlegen und gut reinigen lassen. Durch zu starkes Nachdrücken des Gutes in den Einfülltrichter kann es leicht zu einer Überlastung kommen. Die Geräte müssen daher mit einem Motorschutzschalter ausgestattet sein.

Im Kutter² (Abb. 22, rechte Seite) können Lebensmittel gleichzeitig zerkleinert und vermischt werden. Typische Produkte für einen Kutter sind z. B. Fleisch- oder Wurstbrät. Die Lebensmittel werden in eine Schüssel gegeben, die sich langsam um eine senkrechte Achse dreht.

² Kutter: aus dem Englischen „to cut“ = schneiden. Der Fachbegriff wird deutsch ausgesprochen.

Darin rotiert auf einer horizontalen Welle ein mehrflügeliges Messer, das genau in die Kontur der Schüssel passt. Da die Schneidmesser sichelförmig ausgeführt sind, ist der Schneidvorgang einem ziehenden Messerschnitt von Hand vergleichbar. Die Lebensmittel werden schonend behandelt. Allerdings kann es bei diesem Vorgang zu unerwünschter Wärmeentwicklung kommen, so dass die Zugabe von Eiswürfeln z. B. bei der Herstellung von Fleischbrät notwendig ist.



Abb. 22: Wolf (links) und Kutter (rechts) (© AlexanderSolia GmbH, Remscheid)

Rühren und Schlagen

Rühr- und Schlagmaschinen bestehen aus einem runden Bottich mit schüsselförmigem Boden für die Aufnahme des zu verarbeitenden Gutes. Von oben wird das erforderliche Werkzeug, z. B. ein Schneebesen, zugeführt, der um die eigene Achse rotiert. Meist wird das Werkzeug durch ein Planetengetriebe auf einer Kreisbahn durch die Schüssel geführt. Seltener wird der Bottich langsam um die eigene Achse geführt, um das Gut im gesamten Bottich zu erfassen.

Für schwere Teige werden als Werkzeuge Knethaken verwendet, wobei eine niedrige Drehgeschwindigkeit von ca. 50 U/min verwendet wird. Leichte Teige, Mayonaisen o. ä. werden mit Drehgeschwindigkeiten von ca. 80 U/min gerührt. Für das Schlagen von Sahne oder Eischnee können Rührstäbe mit einer Drehgeschwindigkeit bis zu 1.000 U/min eingesetzt werden (Abb. 23).

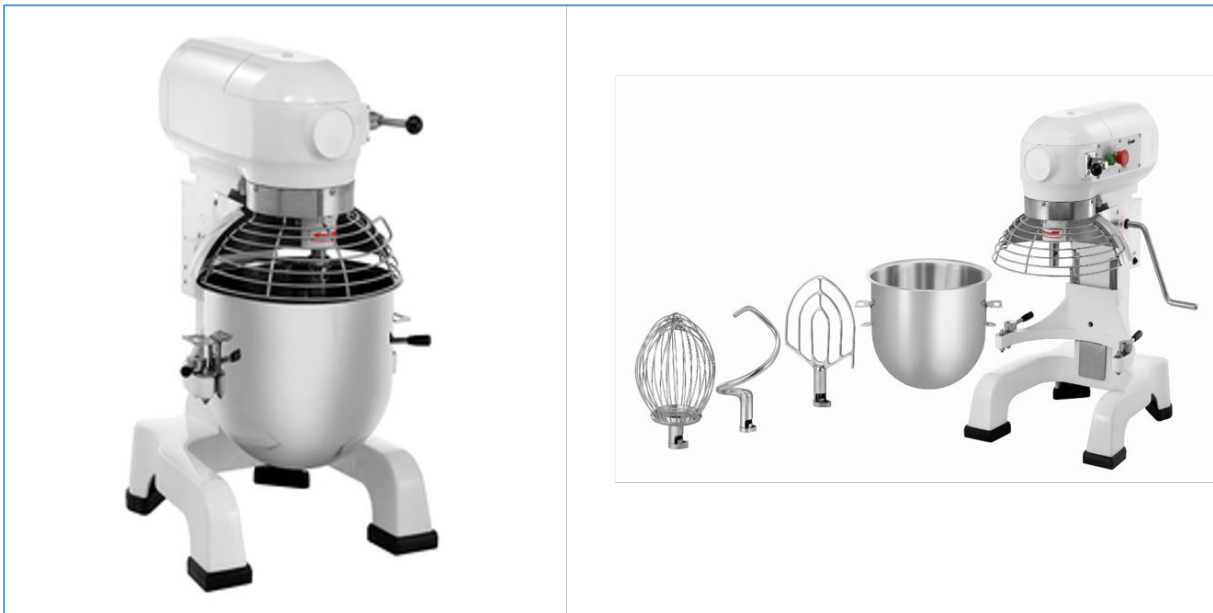


Abb. 23: Planetenrührmaschine (© Bartscher GmbH, Salzkotten)

Mischen

Der Tumbler als Mischgerät wird eingesetzt, wenn Lebensmittel schonend miteinander vermengt werden sollen, z. B. bei der Zubereitung angemachter Salate und beim Marinieren oder Würzen von Fleisch- und Fischprodukten. Fleisch kann durch das Massieren im Tumbler zarter gemacht werden. Die Trommel, ein Bottich mit schlüsselförmigem Boden zur Aufnahme der Lebensmittel, liegt horizontal in der Antriebshalterung. Aufgrund der langsamen Drehbewegung fällt das Lebensmittel der Schwerkraft folgend von oben in die Mitte des Bottichs zurück.



Im Bottich ist zusätzlich eine Mischspirale angebracht. Durch die Bewegung des Bottichs werden alle Zutaten gleichmäßig miteinander vermengt. Die Geräte können mit Vakuum betrieben werden, was beim Pökeln oder Marinieren die Aufnahme der Marinade bzw. der Salzlösung in das Lebensmittel unterstützt (Abb. 24). Erhebliche Einsparungen bei Gewürzen und Marinaden sind die Folge. Zum bequemen Einfüllen der Lebensmittel kann der Bottich bei manchen Gerätevarianten in der Halterung in einem Winkel von 45° nach oben gekippt werden.

Abb. 24: Vakuum-Tumbler (© Scharfen Slicing Machines GmbH, Witten)

Verpacken im Vakuum

Vor- und zubereitete Lebensmittel, die nicht zur unverzüglichen Verwendung bestimmt sind, sondern zwischengelagert oder später transportiert werden sollen, werden unter Vakuum im GN-Behälter oder Polyethylenbeutel verpackt. GN-Behälter werden mit speziell für die Vakuumverpackung geeigneten Deckeln verschlossen. Diese Deckel besitzen einen starken Gummiring, der auf dem Behälter aufliegt und ein Belüftungsventil. Der mit dem vorbereiteten Lebensmittel gefüllte und mit Deckel verschlossene GN-Behälter wird in das Vakuumiergerät gestellt (Abb. 25). Falls der GN-Behälter größer als die Kammer des Vakuumiergeräts ist, wird dieser mittels Absaugschlauch mit dem Vakuumiergerät verbunden.

Durch das Herunterdrücken der Abdeckung des Vakuumiergeräts wird die Vakuumierung in Gang gesetzt und der GN-Behälter fest verschlossen. Zum Öffnen des Behälters wird das Belüftungsventil geöffnet. Durch den darauffolgenden Druckausgleich lässt sich der Deckel vom Behälter lösen. Deckel ohne Belüftungsventil dürfen auf keinen Fall für die Vakuumverpackung eingesetzt werden.

Bei der Verpackung in Polyethylenbeutel wird der befüllte Beutel direkt im Anschluss an die Vakuumierung mit einer Schweißnaht verschlossen. Dazu wird der Beutel so in das Vakuumiergerät gelegt, dass die Öffnung des Beutels ca. 1 cm über die Schweißschiene ragt. Durch die Verpackung unter Vakuum wird die Haltbarkeit der Lebensmittel ohne Einsatz von Zusatzstoffen verlängert. Der Innenraum der Vakuumiergeräte kann mit dem Einlegen von Platten variiert werden, sodass Behälter und Beutel unterschiedlicher Größe behandelt werden können.



Abb. 25: Vakuum Tischgerät (© Feuma Gastromaschinen GmbH, Gößnitz)

Arbeitssicherheit

Alle mechanischen Bearbeitungsgeräte weisen Sicherheitseinrichtungen auf. Bei sachgemäßem Gebrauch besteht bei diesen Geräten kein Sicherheitsrisiko. So ist zum Beispiel für das Befüllen eines Fleischwolfes die Verwendung eines Stopfers vorgesehen statt mit der Hand nachzuschieben. Messerführende Geräte sind mit einer Vollabdeckung geschützt. Ist diese Abdeckung nicht ordnungsgemäß verschlossen oder wird sie während des Betriebs geöffnet, wird die Arbeitsbewegung sofort gebremst bzw. vollständig angehalten.

Gleichwohl bergen diese Geräte im Betrieb ein gewisses Verletzungspotenzial, so dass bei unkundigem Personal, unsachgemäßer Nutzung oder auch bei Hektik im Betrieb die Gefahr von Unfällen nicht völlig auszuschließen ist. Eine wichtige Unfallverhütungsmaßnahme ist daher die umfassende Information und Schulung des Personals zur Technik der Geräte und zu den davon ausgehenden Gefahren. Durch optimale Aufstellungs- und Bedienungsbedingungen kann die Vermeidung von Unfällen von betrieblicher Seite positiv beeinflusst werden.

Literatur

Bölts M, Dickau T, Preusse H (2021): Convenience Produkte. In: Baier E, Bölts M, Dickau T, Geppert J, Gomm U, Leicht-Eckardt E, Preusse H, Schlich M, Tauscher B, Wentzlaff G (2021): Lebensmittelverarbeitung im Haushalt - Teil I. Deutsche Gesellschaft für Hauswirtschaft e.V. (Hrsg.). Hauswirtschaft und Wissenschaft 69 (2021), ISSN 2626-0913. doi: 10.23782/HUW_08_2021.

Pichert (2001): Haushaltstechnik: Verfahren und Geräte. Verlag Eugen Ulmer, München, ISBN 978-3-8001-3668-1.

3.3 Spülen

Thomas Näger und Rainer Stamminger

Spülprozess

Der Spül- und Entsorgungsbereich in gewerblichen Küchen hat an Bedeutung gewonnen. Im Gegensatz zum Vor- und Zubereitungsbereich der Küche, wo der verstärkte Einsatz von Convenience-Produkten für räumliche, personelle und so auch finanzielle Entlastung gesorgt hat, sind die Vorzeichen für die Spülküche anders.

Dafür gibt es mehrere Gründe:

- Die heute in der Gemeinschaftsgastronomie üblichen Speisenverteilssysteme bringen mehr Geschirranfall mit sich. Das gilt insbesondere für die Verteilssysteme Cafeteria-Line, Free-Flow und die Tablettssysteme im Krankenhaus.
- Zudem ist in Deutschland und teilweise auch in Europa der Trend zum Einmal-Geschirr gebrochen. Aus ökologischen Gründen werden verstärkt Mehrwegsysteme bei Geschirr und Besteck eingesetzt.
- Die erhöhten Hygieneanforderungen gelten auch für den Spül- und Entsorgungsbereich. So ist zum Beispiel auch hier auf eine strikte Abgrenzung von reinen und unreinen Bereichen zu achten.
- Auch die geforderte Reststoff-Trennung erhöht die Ansprüche an die Spül- und Entsorgungszonen deutlich.

Damit sind die Aufgaben und Anforderungen an eine gewerbliche Spülküche gestiegen. Zudem stellt das Geschirrspülen einen erheblichen Kostenfaktor dar. Dabei machen die Personalkosten etwa 60 bis 80 % der laufenden Kosten einer Spülküche aus. Die Kosten in den Griff zu bekommen und gleichzeitig alle hygienischen und gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, kann nur das Ergebnis einer durchdachten Planung mit optimalen Arbeitsabläufen sein.

Aufgaben des Spülprozesses

- Entfernen von an Geschirr und Besteck haftenden Speiseresten und von Schmutz.
- Geschirr und Besteck müssen nach dem Spülen in hygienisch einwandfreiem Zustand sein. Ein Kriterium dafür ist die Keimzahlreduktion.
- Natürlich soll das Spülen einen ästhetisch einwandfreien Zustand des Spülguts garantieren, das heißt, es soll glänzen und frei von Verunreinigungen, Flecken und Schlieren sein.

Verunreinigungen

Speise- und Serviettenreste, Lippenstift, Teeflecken, hartnäckige Verkrustungen – alles das sind Verunreinigungen an Geschirr, Besteck oder Töpfen, die im Verlauf des Spülens entfernt werden müssen. Diese Verunreinigungen lassen sich nach ihrer Beseitigungsmöglichkeit in vier Gruppen einteilen (Abb. 26):

- Wasserlösliche Verschmutzungen, sie sind am einfachsten zu entfernen. Hierzu gehören Zucker und Salz, viele Farbstoffe sowie frisches Hühnereiweiß.

Die weiteren Verunreinigungen lassen sich ohne Einsatz von speziellen Chemikalien, den Reinigern, kaum entfernen.

- Emulgierbare Substanzen werden mit Hilfe des Reinigers in einem stabilen Schwebestand im Wasser gehalten. Hierzu gehören Tier- und Pflanzenfette sowie Öle, aber auch Lippenstiftspuren.
- Eine weitere Gruppe von Verschmutzungen wird durch den Reiniger in wasserlösliche und wasseremulgierbare Bestandteile aufgespalten. Hierzu gehören Gerbstoffe aus Kaffee und Tee sowie Proteine aus Fleisch, Fisch, Kartoffeln, Milch, Quark oder gekochten Eiern.

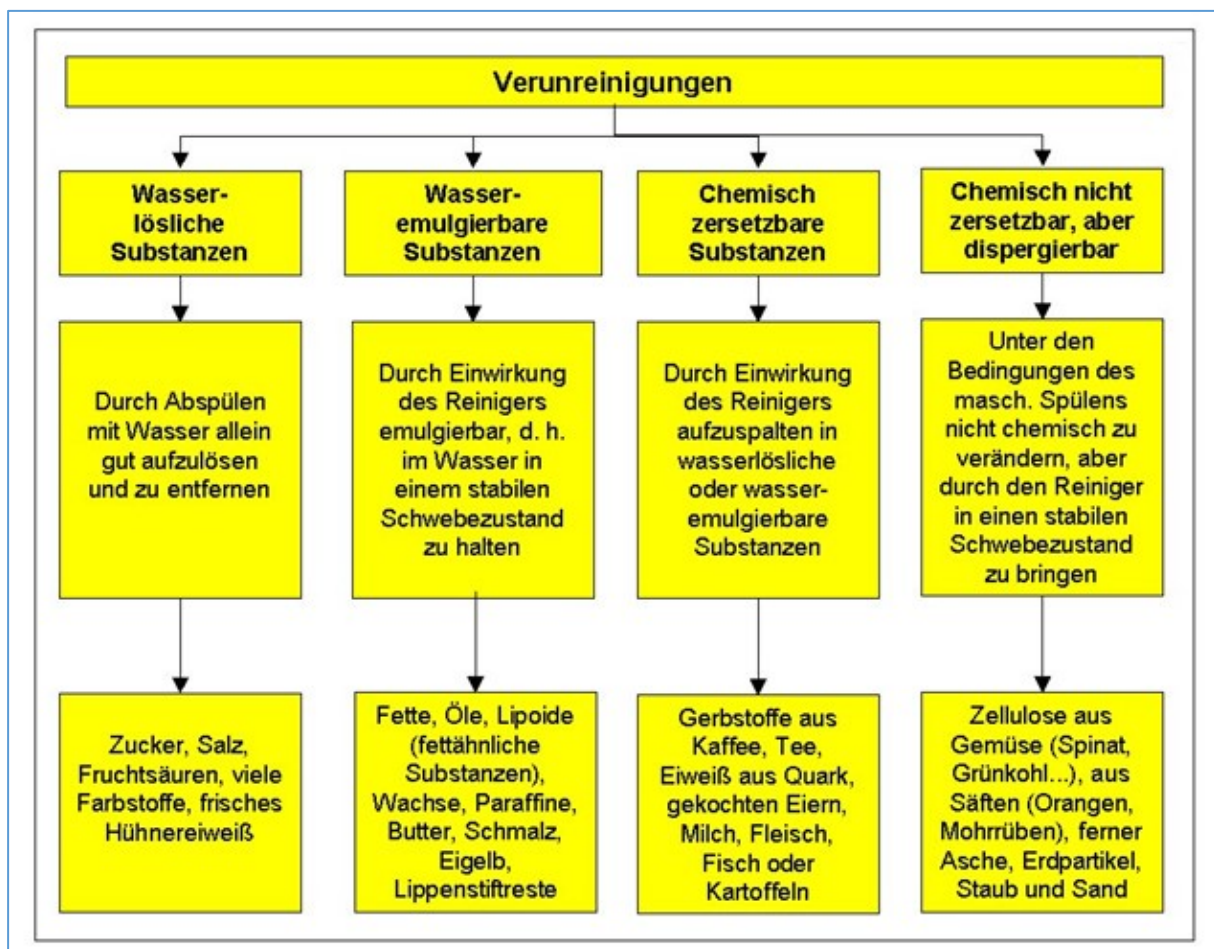


Abb. 26: Arten von Verunreinigungen

- Eine Reihe von Substanzen lässt sich chemisch nicht verändern, wird aber durch bestimmte Bestandteile von Reinigern ebenfalls in einen stabilen Schwebезustand im Wasser überführt – dieser Vorgang wird als Dispergieren bezeichnet. Zu dieser Art von Verschmutzungen gehören die Zellulosebestandteile von Gemüse (zum Beispiel von Spinat, Grünkohl, Mohrrüben), von Gewürzkräutern und von Obst (unter anderem auch im Orangensaft enthalten), aber auch Feststoffe wie Asche, Erdpartikel, Staub und Sand.

Verfahrensschritte

Um die Verschmutzungen am Spülgut zu entfernen, können die folgenden Verfahrensschritte für das gewerbliche Geschirrspülen identifiziert werden (Tab. 10):

Vorabräumung: Um einen unnötig hohen Schmutzeintrag in die Spülmaschine zu verhindern, werden Speisereste und andere Rückstände vom verschmutzten Spülgut entfernt. Das erfolgt entweder manuell, beispielsweise mit einem Gummischaber oder unter Einsatz von Wasser mittels einer Brausevorrichtung oder maschinell in der Vorabräumzone von entsprechend ausgerüsteten Spülmaschinen.

Reinigung: Zur Entfernung der Verschmutzungen wird eine Reinigungslösung aus Wasser und Reinigungsmittel mittels Pumpen und Düsensystemen auf das verschmutzte Spülgut aufgebracht.

Klarspülung: Zur Entfernung aller Reste der Reinigungslösung und aller noch am Spülgut verbliebenen Schmutzpartikel wird in einem separaten Verfahrensschritt eine Klarspüllösung aus Wasser und Klarspülmittel über das gereinigte Spülgut gespritzt. Die Klarspüllösung hat durch das Klarspülmittel eine herabgesetzte Oberflächenspannung, läuft dadurch besonders gut vom Spülgut ab und verbessert dadurch auch die Trocknung des Spülguts. Häufig erhöht die Klarspülung die Temperatur des Spülguts weiter über das Temperaturniveau der Reinigung. Dadurch wird die Trocknung zusätzlich unterstützt. Auch die Hygiene des gesamten Spülvorgangs kann dadurch gesteigert werden.

Trocknung: Erfolgt im einfachsten Fall außerhalb der Geschirrspülmaschine durch Abtropfen und Abdampfen der Flüssigkeitsreste. Durch verschiedene Trocknungseinrichtungen in den Spülmaschinen kann die Trocknung beschleunigt oder auch verbessert werden.

Je nach Reinigungsaufgabe, zum Beispiel Gläser-, Normal- oder Intensivreinigung, werden die Prozessparameter der einzelnen Verfahrensschritte variiert und optimiert.

Tab. 10: Teilprozesse beim maschinellen Geschirrspülen

1. Vorabräumung	2. Reinigung	3. Klarspülung	4. Trocknung
Entfernen von grobem Schmutz und Begleitstoffen	Entfernen aller Verunreinigungen Aufheizen des Spülguts	Abspülen von Reinigungslösung und von gelösten Schmutzpartikeln Weiteres Aufheizen des Spülguts	Trocknen des Spülguts

Reinigungsfaktoren

Um alle Verschmutzungen zu entfernen, müssen vier sogenannte Reinigungsfaktoren zusammenwirken:

- die Temperatur,
- die Chemie in Form von Reiniger und Klarspüler,
- die Mechanik und
- die Zeit.

Die vier Reinigungsfaktoren müssen optimal aufeinander abgestimmt sein. Sie wirken zusammen im Sinnerschen Kreis (Abb. 27). Er verdeutlicht zweierlei: Einerseits liefert erst das Zusammenwirken aller Faktoren den erwünschten Reinigungseffekt, und andererseits erfordert die Reduktion eines Faktors zur Erzielung desselben Reinigungsergebnisses die Intensivierung anderer Faktoren. Das ist natürlich nur in einem begrenzten Umfang möglich. Eine Sonderstellung nimmt das Wasser ein. Es vermittelt die Wechselwirkung zwischen allen vier Faktoren und dem zu reinigenden Geschirrgut.

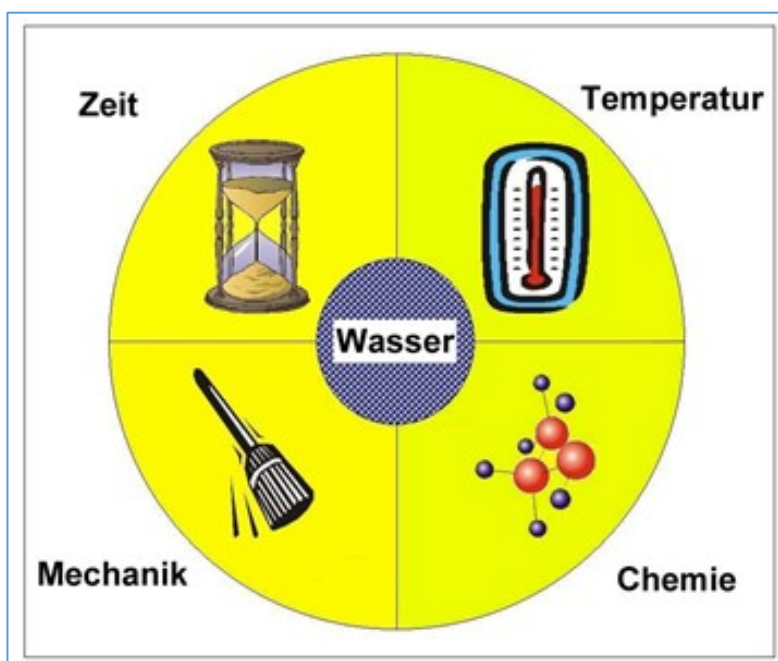


Abb. 27: Sinnerscher Kreis

Temperatur

Wichtigster Parameter ist die Temperatur. Ihr Mindestwert wird wesentlich durch die Schmelztemperatur der Fettanteile im Lebensmittel bestimmt. In den Tanks der Maschinen werden deshalb üblicherweise 55 bis 65 °C als Temperatur für die Reinigungslösung eingestellt. Das Klarspülen erfolgt bei Gläsern mit etwa 65 °C, bei Geschirrtteilen, Besteck und der Reinigung von Geräten und sonstigen Utensilien mit 80 bis 85 °C. In Verbindung mit dem Reiniger bewirken diese Temperaturen neben der Fettentfernung auch zuverlässig das Abtöten krankheitserregender Mikroorganismen.

Die Erwärmung der Spülflotte erfolgt meistens in Tanks, die dem jeweiligen Spülraum zugeordnet sind. Das Frischwasser für die Klarspülung wird meistens in separaten Tanks, sogenannten Boilern, außerhalb des Spülraums erwärmt. In der Regel werden dabei Elektro-Rohrheizkörper eingesetzt. Alternativ kann die Aufheizung auch indirekt mittels eines Wärmeträgers wie Heißwasser oder durch Niederdruckdampf erfolgen. Diese Wärmeträger können z. B. mit Erdgas beheizt werden. Einzelne Beheizungsverfahren können so weniger umweltbelastend sein als andere Methoden. Neben den Betriebskosten sollte der erforderliche Primärenergieeinsatz und die damit verbundenen Kohlenstoffdioxid-Emissionen bei der Auswahl der Heizmethode beachtet werden.

Chemie

Unter dem Oberbegriff Chemie werden beim maschinellen Geschirrspülen der Reiniger und der Klarspüler zusammengefasst.

Der Reiniger hat drei wichtige Aufgaben:

- Speisereste und andere Verunreinigungen vom Spülgut zu lösen,
- den Schmutz in der Spülflotte (wässrige Lösung des Reinigers) fein zu verteilen und in Schwebelage zu halten, damit eine Wiederanschmutzung weitestgehend vermieden wird und
- die Ablagerung von Stärke auf dem Geschirr zu verhindern.

Der Reiniger ist ein Wirkstoffgemisch aus unterschiedlichen Komponenten. Er enthält als Hauptbestandteile:

- alkalische Komponenten, die für eine Quellung und Zersetzung von Speiseresten wie Stärke, Proteinen und Fetten sorgen; sie wirken außerdem korrosionshemmend,
- Stoffe zur Komplexbildung und zum Dispergieren des Schmutzes sowie
- Wasserenthärter als Polyphosphate oder Ersatzstoffe, die bis zu bestimmten Wasserhärten den Ausfall von Kalzium- und Magnesiumcarbonat (Kesselstein) verhindern.

In geringeren Mengen im Reiniger enthalten sind:

- Tenside, welche die Grenzflächenspannung der Reinigungslösung verringern und dadurch die Reinigungswirkung unterstützen. Gleichzeitig können Tenside eine durch Speiserestebelastung bedingte Schaumbildung unterdrücken,
- Enzyme, die zur Entfernung von Speiseresten eingesetzt werden,
- Bleichmittel und Bleichaktivatoren, die eine Oxidation von Farbstoffresten bewirken (zum Beispiel von Kaffee, Tee oder Lippenstift herrührend). Diese Stoffe bewirken auch eine zusätzliche Reduktion von Keimen,
- Stabilisatoren sowie
- Duftstoffe.

Je nach Art des Komplexbildners wird grundsätzlich zwischen phosphathaltigen und phosphatfreien Reinigern unterschieden, die für die Entfernung der Verunreinigungen jeweils spezifische Vor- und Nachteile haben.

Der Reiniger muss nicht nur schnell und effektiv den Schmutz entfernen, er soll auch das Spülgut, die Maschine und die Umwelt schonen. Ein wesentlicher Aspekt für die ökologische Unbedenklichkeit ist die biologische Abbaubarkeit des Reinigers in Kläranlagen.

Ob der Reiniger die gewünschten Wirkungen entfaltet, bestimmen die korrekte Programmführung und Dosierung. Unterdosierung ist nicht nur unhygienisch, sondern fördert auch Korrosion und Belagbildung auf dem Spülgut, beispielsweise von Stärke. Überdosierung hingegen ist unwirtschaftlich, kann das Klarspülergebnis negativ beeinflussen und verursacht eine unnötig hohe Umweltbelastung.

Wichtigste Aufgabe des Klarspülers ist, das Nachspülwasser zu entspannen (Reduzierung der Oberflächenspannung), damit es restlos vom Spülgut abfließt und eine rasche Trocknung ohne Bildung von Wasserflecken erfolgt. Der Klarspüler ist meistens sauer, um etwaige (alkalische) Reinigerreste zu neutralisieren. Wassertropfen und Wasserstreifen auf dem gespülten Geschirr zeigen eine Unterdosierung des Klarspülers an. Bei Überdosierung treten Schlieren oder wolken- und bläschenförmige Spuren auf. Einwandfrei klargestülpes Geschirr muss frei von Flecken und Schlieren sein und einen gleichmäßigen Glanz aufweisen.

Der Klarspüler ist, wie der Reiniger, ein Wirkstoffgemisch aus unterschiedlichen Komponenten. Er enthält als Hauptbestandteile:

- Tenside, welche die Grenzflächenspannung des Klarspülwassers verringern und für eine gleichmäßige Benetzung des Spülguts und eine Ausbildung eines dünnen, gut ablaufenden Wasserfilms sorgen,

- Organische Säuren, die Reinigerreste auf dem Spülgut neutralisieren, die eventuell im Klarspülwasser vorhandene Resthärte binden und dadurch einer Verkalkung entgegenwirken,
- Stabilisatoren sowie
- Duftstoffe.

Reiniger und Klarspüler sollten jeweils von demselben Hersteller bezogen werden, da sie aufeinander abgestimmt sind.

Die besten Resultate werden dann erreicht, wenn sowohl der Reiniger als auch der Klarspüler automatisch dosiert werden. Die meisten gewerblichen Spülmaschinen sind mit einer automatischen Dosierung für den Klarspüler ausgestattet. Für den Reiniger kann die automatische Dosierung eine aufpreispflichtige Option sein, die aber vorzugsweise zu wählen ist. Die Hersteller der Spülmaschinen bieten meist die entsprechenden chemischen Produkte und auch die Dosiertechnik an, um dem Betreiber der Spülmaschine die Abstimmung der Prozessführung zu erleichtern.

Auch viele Firmen aus der Reinigungsmittelbranche bieten spezielle chemische Produkte und Dosiergeräte für das maschinelle Geschirrspülen an. Diese Firmen bieten ebenfalls Beratung und Unterstützung für den Betreiber an.

Zeit

Eine hohe Spülkapazität setzt kurze Spül- bzw. Programmzeiten voraus. Damit der Reiniger jedoch seine Wirkung voll entfalten kann, braucht er allerdings eine gewisse Zeit, die sogenannte Mindestkontaktzeit zwischen Spülflotte und Geschirr. Als Mindestkontaktzeit haben sich 90 s bewährt. Übliche Bearbeitungszeiten liegen zwischen 90 s und 5 min. Wasserwechselgeschirrspülmaschinen, Topf- und Geräte- bzw. Utensilienspülmaschinen arbeiten meist mit längeren Programmlaufzeiten.

Mechanik

Was beim Handspülen die schrubbende Hand mit Spüllappen oder -bürste als mechanische Arbeit zum Schmutzabtrag verrichtet, muss beim maschinellen Geschirrspülen der Aufprall der Spülflotte auf das Geschirr oder das Besteck bewirken. Die Schmutzentfernung wird damit ausschließlich durch die Kraftwirkung der Wassertropfen des Sprühstrahls auf die Angriffsfläche der Schmutzteilchen erreicht, wodurch die Teilchen abgetragen und mitgerissen werden.

Für eine gute Reinigungswirkung wäre ein hoher Pumpendruck wünschenswert, der den Aufprall der Spülflotte intensiviert. Aber das Spülgut, insbesondere Glas, kann nur begrenzt mechanische Kräfte aushalten.

Zum Ausgleich der reduzierten Reinigungsmechanik müssen im Vergleich zum

Handspülen daher höhere Temperaturen und aggressivere Reiniger als beim Handspülen verwendet werden.

Die Behandlungsflüssigkeiten werden je nach Maschinentyp in unterschiedlicher Art und Weise auf das Spülgut aufgebracht.

Bei Programmautomaten mit ortsfestem Spülverfahren befindet sich unterhalb des Geschirrkorbmeistens ein bewegtes Spülsystem, häufig ein rotierender zwei- oder mehrflügeliger Sprüh- oder Wascharm. Der Antrieb erfolgt im Allgemeinen durch Rückstoß. Dazu sind die äußeren Sprühdüsen schräg gestellt, so dass deren Sprühstrahlen einen Antrieb erzeugen. Es sind auch aktiv, durch einen Motor, angetriebene drehende Spülsysteme bekannt. Bei manchen Spülmaschinen sind mehrere Wascharme quer unter dem Geschirrkorb angeordnet und werden für eine vollständige Benetzung und damit einer besseren Reinigung des Spülguts um ihre Längsachse gedreht. Die Drehung erfolgt reversierend, das heißt abwechselnd links- und rechtsdrehend, häufig durch einen Elektromotor angetrieben. Auch von oben wird Spülflotte aus feststehenden oder bewegten Düsen oder Wascharmen auf das Spülgut aufgespritzt.

Die Klarspülung erfolgt in gleicher Weise durch ein zweites Spülsystem mit angepassten Düsenformen und einer eigenen Versorgung direkt mit Klarspüllösung aus Frischwasser.

Bei Wasserwechsel-Geschirrspülmaschinen ist dieses separate Klarspülsystem nicht erforderlich. Hier wird dasselbe Spülsystem für Reinigung und Klarspülung verwendet.

Bei Transport-Spülmaschinen befindet sich in jeder Behandlungszone ein auf die spezielle Aufgabe angepasstes Spülsystem. Meistens sind das mehrere Wascharme, die quer zur Transportrichtung angeordnet sind. Diese Arme befinden sich sowohl oberhalb als auch unterhalb der Transportebene. Normalerweise ist deren Waschkraft so abgestimmt, dass die Kraft von oben das Spülgut in den Körben oder auf dem Transportband niederhält.

In der einen oder den mehreren Waschzonen sind die Düsenquerschnitte und dementsprechend das umgewälzte Volumen an Spülflotte groß. Die Umwälzmenge beträgt bis zu 2000 l/min. In der Frischwasserklarspülzone sind die Düsenquerschnitte kleiner, entsprechend den geringeren Mengen an versprühter Klarspüllösung.

Wasser

Neben den vier Reinigungsfaktoren kommt dem Wasser im Spülprozess große Bedeutung zu. Denn es ist zugleich:

- Lösungsmittel für die wasserlöslichen Substanzen,

- Träger für die Reinigungs- und Klarspülchemikalien,
- Übermittler der mechanischen Einwirkung auf den Schmutz sowie
- Träger für die Wärmeenergie, um eine ausreichende Temperatur zu Erzielung einer guten Reinigungswirkung, eine gute Hygiene und ein rasches Trocknen des Spülguts zu erreichen.

Wasserqualität

An die Wasserqualität werden besondere Anforderungen gestellt. Grundvoraussetzung ist, dass das verwendete Wasser Trinkwasserqualität hat. Wichtigste Kenngröße ist die Wasserhärte, genauer die Gesamthärte, die sich im Wesentlichen aus dem Gehalt an gelösten Calcium- und Magnesiumionen ergibt. Deren Konzentration wird in der gesetzlichen Einheit Millimol pro Liter (mmol/l) angegeben.

Branchenüblich ist jedoch noch immer die Einheit „Grad deutsche Härte“ (°dH) in Deutschland. In anderen Ländern gibt es andere nationale Einheiten wie z. B. die „englische Härte“ oder die „französische Härte“. Die Wasserhärte liegt in Deutschland zwischen 2 °dH und 70 °dH, typisch sind Werte von 10 bis 25 °dH. Die Wasserhärte wird gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) nach „Härtebereichen“ klassifiziert (Tab. 11).

Tab. 11: Härtebereiche des Trinkwassers in Deutschland nach Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) 2007

Härtebereich	Millimol Calciumcarbonat je Liter	°dH
weich	weniger als 1,5	weniger als 8,4 °dH
mittel	1,5 bis 2,5	8,4 bis 14 °dH
hart	mehr als 2,5	mehr als 14 °dH

Die Einteilung in Wasserhärtebereiche soll die Dosierung von Waschmitteln für den Verbraucher erleichtern. Die örtliche Härte ist beim jeweiligen Wasserwerk zu erfragen.

Beim maschinellen Spülen sollte die Gesamthärte des Wassers 3 °dH bei gleichzeitig niedrigem Gesamt-Salzgehalt nicht übersteigen, anderenfalls ist für die Spülmaschine eine Enthärtungsanlage vorzusehen.

Höhere Wasserhärten führen zu Ablagerungen in der Maschine und auf dem Spülgut. Sie beeinträchtigen das Spülergebnis, die Hygiene und schränken die Wirtschaftlichkeit durch einen erhöhten Verbrauch an Energie, Reiniger, Klarspüler und zusätzlichen Entkalkungsmitteln ein. Durch Verkalkung sind vor allem Schäden an den Heizkörpern zu erwarten.

Ein zu hoher Gesamtsalzgehalt erzeugt nach dem Trocknen Beläge auf dem Spülgut und beeinflusst dadurch das Klarspülergebnis negativ. Diese Beläge werden auch als Abdampf-Rückstand bezeichnet. Der Gesamt-Salzgehalt kann mit einer Leitwertmessung ermittelt werden, die Einheit ist $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die folgenden Grenzwerte sollten dabei nicht überschritten werden:

- max. 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ für Porzellan und Opalglas,
- max. 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ für Glas und
- max. 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ für Edelstahl und Besteck.

Ein weiterer Begleitstoff im Wasser kann **Chlorid** sein. Das Chlorid kann Stahlwerkstoffe zersetzen, auch Edelstahl rostfrei kann dadurch angegriffen werden. Diese Angriffe führen in der Folge zu Korrosionsschäden an den Spülmaschinen und an Besteckteilen. Der Chloridgehalt sollte 50 mg/l Wasser nicht überschreiten.

Neben vielen anderen Stoffen dürfen auch Eisen, Kupfer und Mangan im Trinkwasser enthalten sein. Diese genannten **Schwermetalle** können zu Verfärbungen auf dem Spülgut und auch in der Spülmaschine führen. Beispielsweise können 0,05 mg Kupfer pro Liter Wasser bereits Verfärbungen erzeugen.

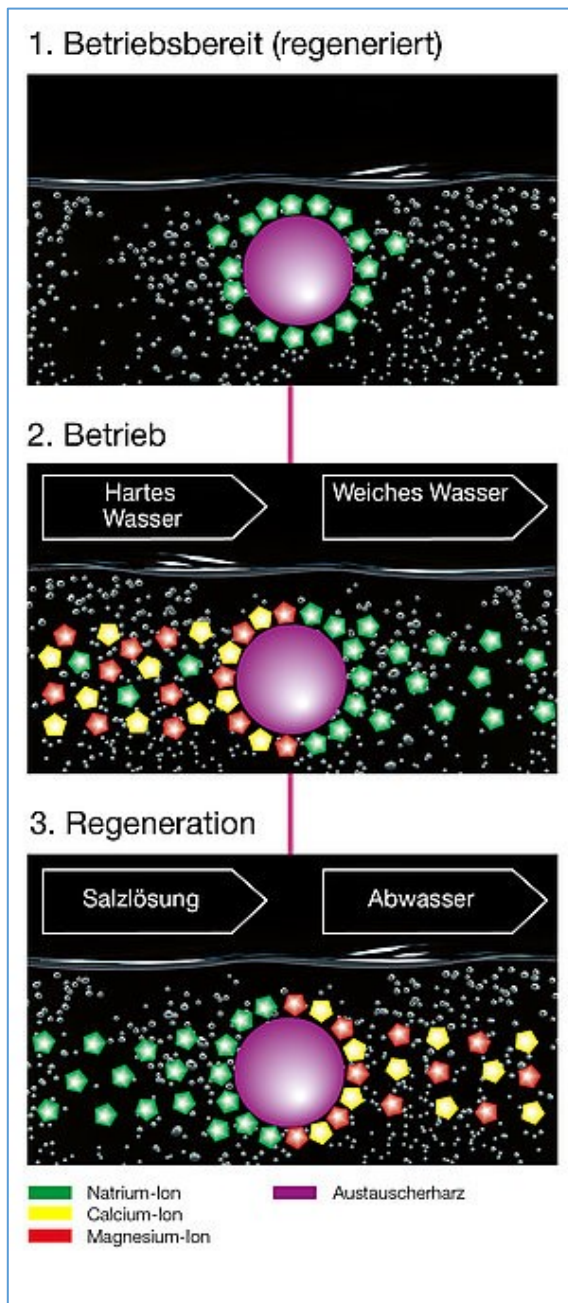
Wasserenthärtung

Die Wasserhärte basiert im Wesentlichen auf dem Vorhandensein von Kalziumkarbonat. Dieses ist schwer löslich, fällt bei höheren Temperaturen als Kalk aus und schränkt die Wirksamkeit der reinigungsaktiven Substanzen ein.

In den meisten Fällen erweist es sich als erforderlich, eine Wasserenthärtungsanlage einzuplanen. Sie gewährleistet bessere Spülergebnisse, trägt durch die Möglichkeit verringerter Reinigerdosierung zur Einsparung von Kosten und Chemikalien bei und ermöglicht erst einen störungsfreien Betrieb der Spülmaschine ohne zu häufigem Wartungseinsatz.

Zur Reduktion der Wasserhärte gibt es verschiedene Verfahren: Ionenaustauscher oder Enthärter, Teilentsalzung, Vollentsalzung oder Entmineralisierung mittels Umkehr-Osmose.

In einem **Ionenaustauscher / Enthärter** werden alle Calcium- und Magnesium-Ionen gegen Natrium-Ionen ausgetauscht. Damit befinden sich im Wasser ausschließlich Salze, die gut löslich sind und darum keinen Kalkbelag bilden. Dazu wird das Wasser durch einen Behälter mit Kunststoffgranulat geleitet, an dessen Oberfläche Natrium-Ionen angelagert sind. Diese werden durch die im Wasser enthaltenen Calcium-Ionen verdrängt (Abb. 28).



Die Natrium-Ionen werden zwar vom Wasser mitgenommen, ihre Anwesenheit bedeutet aber keine Beeinträchtigung des Reinigungsprozesses, da die Löslichkeit von Natriumkarbonat sehr viel höher als von Kalziumkarbonat ist.

Die Kapazität eines Ionenaustauschers ist begrenzt – wenn der Vorrat an Natrium-Ionen erschöpft ist, muss der Tauscher regeneriert werden. Dies erfolgt durch Spülen des Tauscher-Behälters mit konzentrierter Kochsalzlösung, wodurch wiederum die Kalzium-Ionen verdrängt und durch Natrium-Ionen ersetzt werden. Die Kalzium-Ionen werden dann zusammen mit dem Spülwasser aus dem Tauscher-Behälter ausgespült und in die Kanalisation abgeleitet.

Der Abdampfrückstand wird durch die Enthärtung leicht erhöht. Damit können nach dem Trocknen sichtbare Salzreste auf Spülgutteilen zurückbleiben, die allerdings wasserlöslich sind und beim nächsten Spülvorgang wieder abgespült werden.

Abb. 28: Funktionsprinzip der Wasserenthärtung (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Ionenaustauscher dieser Art entfernen keinesfalls sämtliche Härtebildner aus dem Wasser. Werden höhere optische Anforderungen an das Spülergebnis gestellt, so müssen andere Verfahren der Wasservorbehandlung eingesetzt werden.

Unter **Teilentsalzung / Entkarbonisierung** versteht man ein Kationen-Austauschverfahren, bei dem die Karbonathärte eines Wassers komplett entfernt wird. Die im Wasser enthaltenen Calcium- und Magnesium-Ionen, die der Karbonathärte zugeordnet sind, werden gegen Wasserstoff-Ionen ausgetauscht. Diese bilden keine Abdampf-Rückstände, sondern reagieren mit dem im Wasser gelösten Hydrogenkarbonat zu Kohlendioxid weiter, das als Gas im Wasser gelöst und bei der Erwärmung des Wassers in die Luft abgegeben wird (Abb. 29). Im Gegensatz zur klassischen Enthärtung wird der Gesamt-Salzgehalt durch dieses Verfahren deutlich reduziert, und zwar genau um den Anteil der Karbonathärte.

Die Regeneration eines Ionenaustauschers wird üblicherweise mit starken Säuren in speziellen Regenerierstationen und nicht vor Ort vorgenommen.

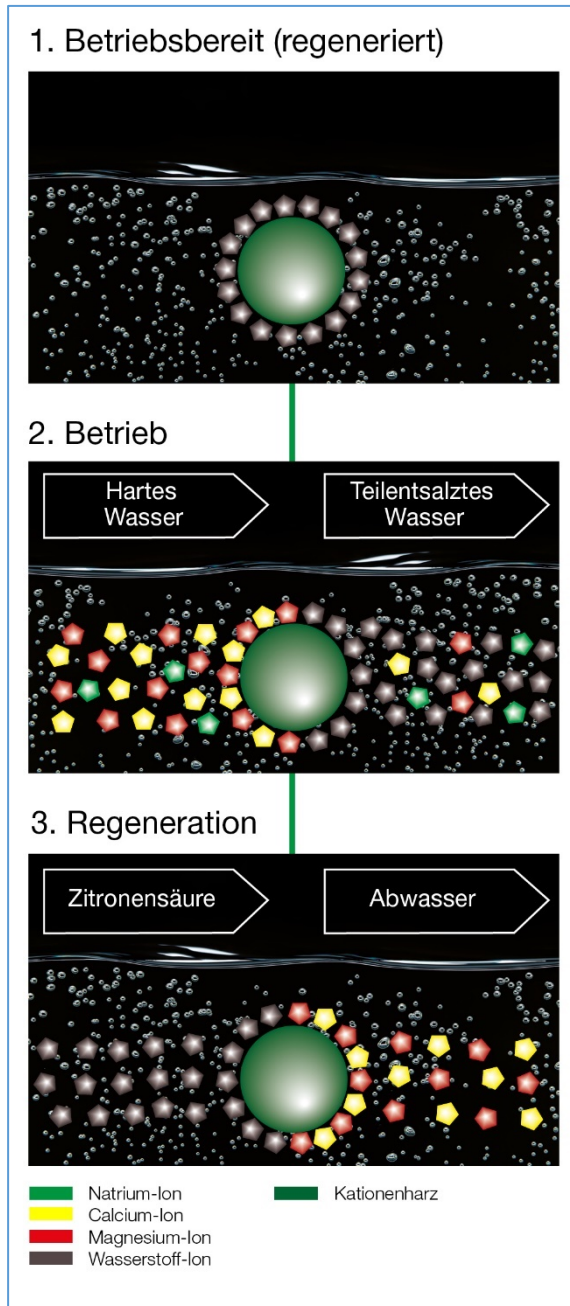


Abb. 29: Funktionsprinzip der Teilentsalzung (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

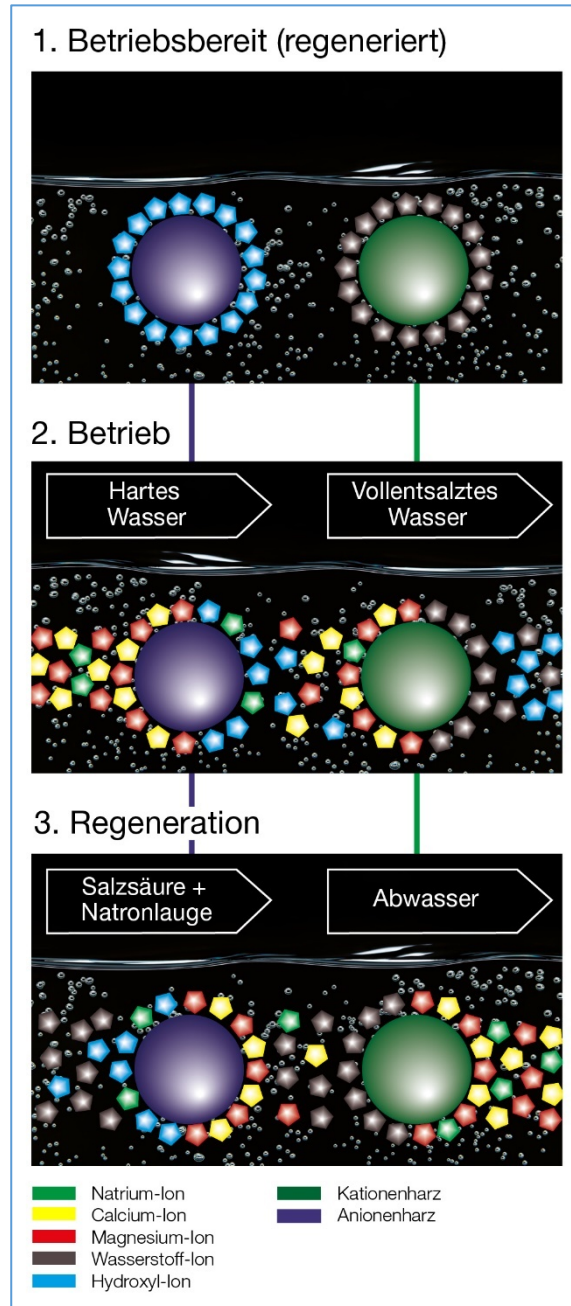


Abb. 30: Funktionsprinzip der Vollentsalzung (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Bei der **Vollentsalzung** werden durch eine Kombination von Kationen- und Anionen-Austausch alle Mineralien inklusive aller Härtebildner aus dem Wasser entfernt und gegen Ionen ausgetauscht, die keinerlei Rückstände bilden (Abb. 30). Selbst höchste Anforderungen an die Spülqualität werden dadurch erfüllt. Entsprechende Patronen werden der Spülmaschine vorgeschaltet und können separat aufgestellt oder in einem integrierten Schrankteil vorgesehen werden.

Die Regeneration dieser Ionenaustauscher erfolgt üblicherweise ebenfalls in speziellen Regenerierstationen und nicht vor Ort.

Entmineralisierung mit Umkehrosmose über Membrantechnologie: In einer Umkehrosmose-Anlage werden alle Inhaltsstoffe des zuströmenden Wassers mit Hilfe einer semipermeablen Membrane herausgefiltert. Das zuströmende Wasser wird dazu unter hohem Druck an der Membrane vorbeigeführt, die praktisch sämtliche Inhaltsstoffe zurückhält, jedoch Wassermoleküle hindurch lässt. Die herausgefilterten Inhaltsstoffe werden mit einem Wasser-Teilstrom in die Kanalisation abgeführt. Diese Flüssigkeit wird Konzentrat genannt. Das abströmende gefilterte Wasser, Permeat genannt, enthält keinerlei begleitende Inhaltsstoffe, die sich bei der Klarspülung auf dem Spülgut ablagern könnten (Abb. 31).

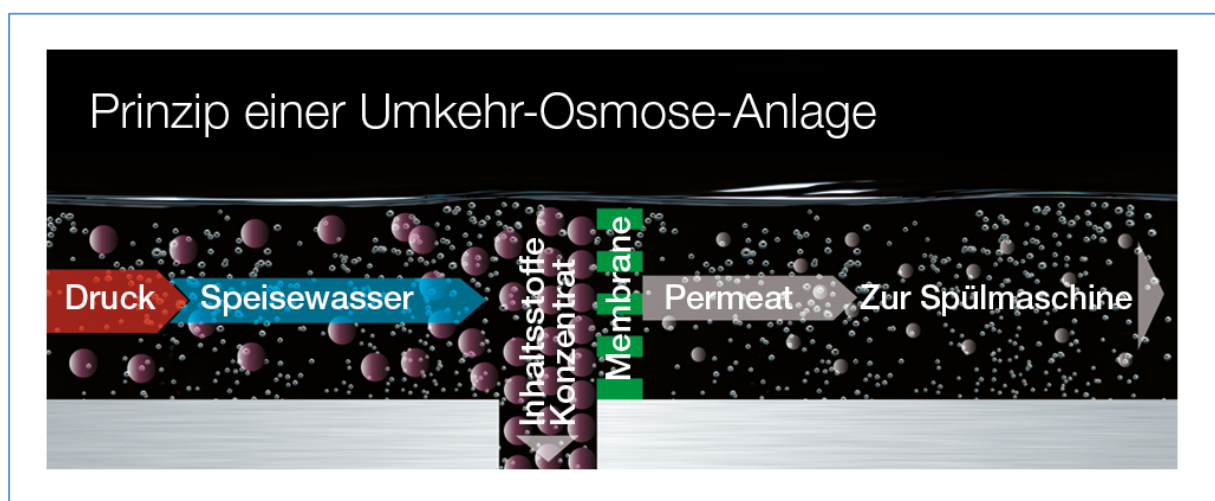


Abb. 31: Funktionsprinzip einer Umkehrosmose-Anlage (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Auf Gläsern und Besteck sind beim Trocknen entstehende „Wasserflecken“ besonders auffällig. Diese resultieren aus den Rückständen diverser in der Klarspülflüssigkeit gelöster Mineralien und werden deshalb auch als Kalkflecken oder umfassender als Abdampfrückstände bezeichnet. Diese Ablagerungen können nur mit einer Vollentsalzung des Wassers oder mit einer Aufbereitung über eine Umkehrosmose-Anlage verhindert werden.

Häufig sind Wasserenthärtungsgeräte nicht Bestandteil der Spülmaschine, so dass der zusätzliche Platzbedarf für ein Beistellgerät Probleme verursachen kann. Es muss frühzeitig, d. h. schon in der Planungsphase, analysiert werden, welche Wasserhärte vorliegt und welche Anforderungen an das Spülergebnis bestehen. Dann kann entschieden werden, welche Art der Wasserbehandlung zum Einsatz kommen soll, so dass der erforderliche Stellplatz eingeplant werden kann.

Arten, Klassen und Auswahl der Geschirrspülmaschinen

Geschirrspülmaschinen können nach unterschiedlichen Aspekten und Gesichtspunkten klassifiziert werden. In einer Sichtweise gibt es Haushaltsgeschirrspülmaschinen, gewerbliche Geschirrspülmaschinen und dazwischen semiprofessionelle Geschirrspülmaschinen. Darüber hinaus können die Spülmaschinen entsprechend ihrer Bauform und Arbeitsweise, den Anforderungen und nach ihrer Leistungsfähigkeit unterschieden werden. Weiter ist noch eine Einteilung in Klassen bekannt, mit denen der Energieverbrauch der Spülmaschinen bewertet werden soll.

Haushaltsgeschirrspülmaschine vs. Gewerbliche Geschirrspülmaschine

Gerade in kleinen gewerblichen Küchen stellt sich oft die Frage: Spült eine Haushaltsmaschine nicht auch sauber und ist sie nicht günstiger? Doch für den gewerblichen Gebrauch sind Haushaltsmaschinen nicht geeignet.

Die Gründe dafür sind:

- Gewerbliche Spülmaschinen zeichnen sich durch erheblich kürzere Spülzyklen aus: In 90 bis 180 s ist das Geschirr im Normalprogramm sauber – im Gegensatz zur Haushaltsmaschine, die u. U. zwei Stunden oder mehr benötigt, dann allerdings meistens auch trockenes Geschirr liefert. Damit schaffen es gewerbliche Geräte, eine deutlich höhere Anzahl von Geschirrtteilen in vorgegebener Zeit zu spülen.
- Gewerbliche Spülmaschinen weisen gegenüber Haushaltsmaschinen einen wesentlich geringeren spezifischen Reiniger-, Energie- und Wasserverbrauch auf, wenn eine große Menge an Geschirrtteilen zu spülen ist. Die meisten Spülmaschinen für den gewerblichen Einsatz sind mit einem sogenannten Zweikreis-Spülsystem ausgestattet. Dabei bleibt das heiße Wasser bzw. die Reinigungslösung oder Spülflotte während eines Arbeitstages im Tank, wird in der Reinigungsphase umgewälzt und gefiltert und durch die Zufuhr der vergleichsweise kleinen Frischwassermenge für das Klarspülen erneuert.
- Eine geringer Anzahl der gewerblich eingesetzten Spülmaschinen sind Spülmaschinen mit einem Einkreis-Spülsystem, auch als „Wasserwechsler“ bezeichnet. Diese Spülmaschinen benötigen eine längere Programmlaufzeit als die zuvor genannten Typen. Durch eine verstärkte Auslegung, z. B. die Verwendung stärkerer Umwälzpumpen, erreichen diese Spülmaschinen Programmlaufzeiten von etwa 15 min. Sie sind damit deutlich schneller als eine Haushaltsmaschine, benötigen aber immer noch wesentlich mehr Zeit als Spülmaschinen mit Zweikreissystem.

- Der Hygienestandard ist bei den gewerblichen Maschinen in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Selbstreinigungsprogramme, durchgehend glatte Flächen im Innenraum und vor allem eine Garantie der Hygiene-Sicherheit beispielsweise nach DIN 10510 finden sich nicht bei Haushaltsspülmaschinen.
- Außerdem erlischt bei Einsatz von Haushaltsspülmaschinen im gewerblichen Bereich der Garantie-Anspruch, es sei denn, das Gerät wird ausdrücklich als „semi- professionell“ angeboten.

Einteilung nach Arbeitsweise, Anforderungen und Leistungsfähigkeit

Für die unterschiedlichen Anforderungen können die gewerblichen Geschirrspülmaschinen in drei Hauptgruppen oder Klassen eingeteilt werden: (Abb. 32):

- Programmautomaten: hier bleibt das Spülgut während des gesamten Spülprozess, also allen Behandlungsschritten, ortsfest/stationär in der Spülkammer: sie werden beispielsweise als Fronttür- oder Durchschubspülmaschinen angeboten.
- Transportspülmaschinen oder auch Durchlaufspülmaschinen: hier wird das Spülgut während des Spülprozess automatisch durch die verschiedenen Behandlungszonen transportiert: sie sind als Korb- oder Bandtransportspülmaschinen bekannt.
- Spezialmaschinen: meist Programmautomaten mit ortsfestem Spülverfahren und kleinem, großem oder sehr großem Spülraum und/oder mit besonders angepasstem Spülsystem und Spülverfahren; Beispiele sind Topf- oder Utensilienspülmaschinen, Gläserspülmaschinen, aber auch die Granulatspülmaschinen gehören in diese Klasse.

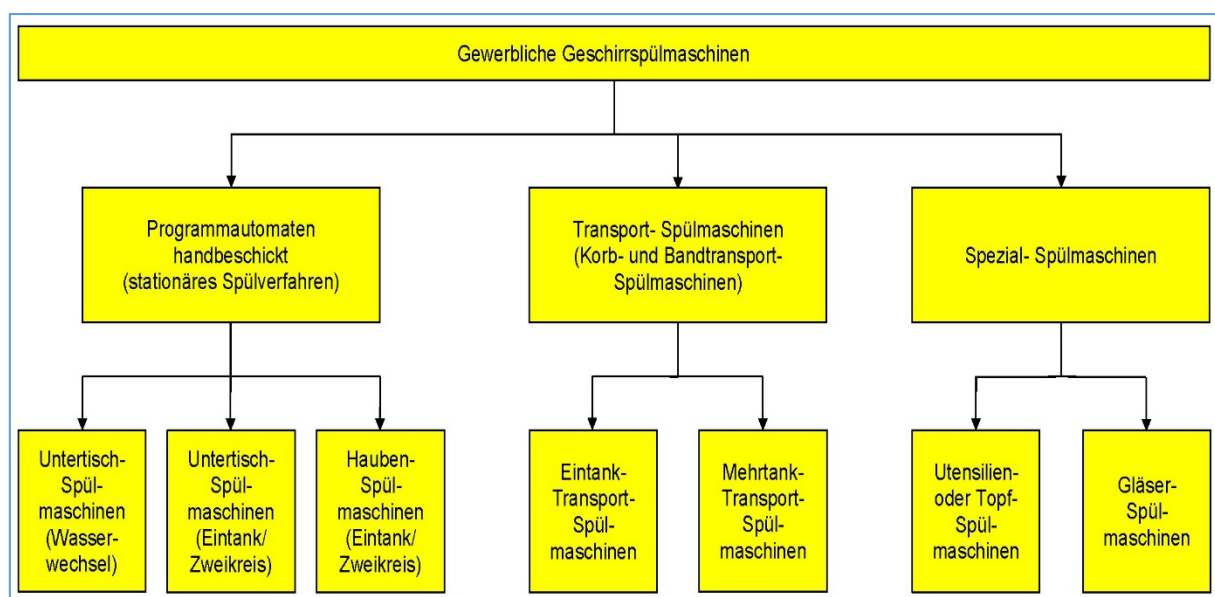


Abb. 32: Klassifizierung gewerblicher Geschirrspülmaschinen nach Arbeitsweise und Anforderungen

Welche dieser Maschinenklassen für eine konkrete Anwendung geeignet ist, besonders die Entscheidung zwischen Programmautomaten oder Transportspülmaschinen, hängt wesentlich von der erforderlichen Spülleistung ab. Sie wird in Tellern pro Stunde angegeben (Tab. 13).

Einteilung zur Bewertung des Energieverbrauchs

Um den Energieverbrauch von gewerblichen Geschirrspülmaschinen zu bewerten und künftig auch zu regulieren, wurde unter dem Dach der Ökodesign-Richtlinie der EU (Richtlinie 2009/125/EG) ein Arbeitspaket geschnürt mit der Bezeichnung ENER LOT 24.

Das LOT 24 teilt die gängigen Geräte in 6 Base- Cases ein (Tab. 12, Teil 1 und 2).

1. Undercounter water-change
2. Undercounter one-tank
3. Hood-type
4. Utensil / Pot
5. One-tank- conveyor type
6. Multi-tank- conveyor type

Tab. 12: Einteilung der gewerblichen Geschirrspülmaschinen-Typen (in Anlehnung an Lot 24) - Teil 1

Hauptmerkmale	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6
	Semiprofessionelle Haushaltsgeschirrspülmaschine	Ein-Tank-Fronttürspülmaschine mit Wassertank	Ein-Tank-Korbdurchschubspülmaschine (mit Haube)	Spezialmaschine (Utensilien-, Topf-, Gläserspülmaschine)	Transportspülmaschine mit einem Tank	Transportspülmaschine mit mehreren Tanks
Wasserversorgung/Spülsystem	ein Tank, Wasserwechsel im Tank, jeweils nach jedem Programmschritt während eines Spülgangs	ein Tank für Waschlauge, ein zusätzlicher Tank/Boiler für Klarspüllösung	ein Tank für Waschlauge, ein zusätzlicher Tank/Boiler für Klarspüllösung	ein Tank für Waschlauge, ein zusätzlicher Tank/Boiler für Klarspüllösung	ein Tank für Waschlauge, zusätzlicher Tank/Boiler für Klarspüllösung	mehrere Tanks für Waschlauge, ein zusätzlicher Tank/Boiler für Klarspüllösung
Programmablauf	automatisch, aus mehreren Programmmöglichkeiten	automatisch, aus mehreren Programmmöglichkeiten	automatisch, aus mehreren Programmmöglichkeiten	automatisch, aus mehreren Programmmöglichkeiten	kein Programmablauf, die verschiedenen Behandlungsschritte erfolgen jeweils in einer einzelnen Zone	kein Programmablauf, die verschiedenen Behandlungsschritte erfolgen jeweils in einer einzelnen Zone
Beschickung	Fronttür, meistens in zwei Ebenen mit integrierten Körben	Fronttür, meistens in einer Ebene mit externem Korb	Durchschub, eine Ebene, ein oder zwei externe Körbe	Fronttür oder Durchschub, meistens ein Korb	meistens mittels Körben, sehr selten mit Transportband	Transportband und ergänzend Körbe
Geschirrarten	Teller, Gläser, Besteck, Töpfe, Pfannen, Servierteile	hauptsächlich Teller, Gläser, Besteck	hauptsächlich Teller, Gläser, Besteck	Kochgeräte, Kochgeschirr, allgemein große Teile	hauptsächlich Teller, Gläser, Besteck, Tabletts	hauptsächlich Teller, Gläser, Besteck, Tabletts

Tab. 12: Einteilung der gewerblichen Geschirrspülmaschinen-Typen (in Anlehnung an Lot 24) – Teil 2

Weitere Eigenschaften	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6
	Semiprofessionelle Haushaltsgeschirrspülmaschine	Ein-Tank-Fronttürspülmaschine mit Wassertank	Ein-Tank-Korb-durchschubspülmaschine (mit Haube)	Spezialmaschine (Utensilien-, Topf-, Gläserspülmaschine)	Transportspülmaschine mit einem Tank	Transportspülmaschine mit mehreren Tanks
Transportmechanismus	manuell	manuell	manuell	manuell	mechanisch / automatisch, meistens mit Klinkenförderer	mechanisch / automatisch, meistens mit Transportband
Anzahl der gleichzeitig zu spülenden Körbe	zwei auf unterschiedlichen Ebenen	meistens einer, selten zwei auf unterschiedlichen Ebenen	einer oder zwei auf gleicher Ebene	einer	mehrere, auf gleicher Ebene hintereinander	nicht angegeben
Größe / Format	ca. 60 cm breit, ca. 85-90 cm hoch, ca. 60 cm tief	ca. 60 cm breit, ca. 85-90 cm hoch, ca. 60 cm tief	ca. 60 cm breit, ca. 1,5 m hoch, ca. 70 cm tief	keine Standardmaße	kein Standard, Breite ca. 70 cm, Länge max. 2,5 m	kein Standard, Breite zwischen 0,7 und 1,5 m, Länge häufig ca. 5 m, aber auch bis über 10 m
Varianten	freistehende, eingebaute oder vollintegrierte Geräte	freistehende oder eingebaute Geräte	mit Zu- und Ablauftischen, manueller Vorspülzone und Trocknungszone	Granulatspülmaschinen für sehr starke Verschmutzung z. B. für Auflaufformen	Spezialanwendungen für besondere Spülgüter	Mehrspülmaschinen mit teil- oder vollautomatischer Bestückung

Für die Base Cases 2 und 3 ist zwischenzeitlich eine Norm entstanden, in der beschrieben ist, wie die Leistungsfähigkeit einer Geschirrspülmaschine bewertet werden kann (DIN EN IEC 63163 Electric dishwashers for commercial use - Test methods for measuring the performance). Ausgehend davon könnten künftig auch die Energieverbräuche reguliert und beispielsweise ein Energieverbrauchs-Label eingeführt werden. Diese Einteilung weicht im Detail von der im vorigen Kapitel „Einteilung nach Arbeitsweise, Anforderungen und Leistungsfähigkeit“ getroffenen Einteilung ab.

Die unterschiedlichen Typen an gewerblichen Geschirrspülmaschinen haben auch eine unterschiedliche Bedeutung im europäischen Markt (Abb. 33). In der EuP-Studie zu Lot 24 wird der Gesamtmarkt im Europa der 27 Länder des Jahres 2020 auf eine Anzahl von 261.700 Stück (Referenz Lot 24) geschätzt. Zwei Drittel davon entfallen stückzahlmäßig auf Geräte der Typen 1 und 2, also im Wesentlichen Unterbauspülmaschinen mit Fronttür. Ein-Tank-Haubenspülmaschinen werden auf eine Stückzahl von ca. 73.300 Stück und einem Anteil von ca. 28 % geschätzt. Den Rest des Marktes teilen sich Spezialspülmaschinen und Transportspülmaschinen.

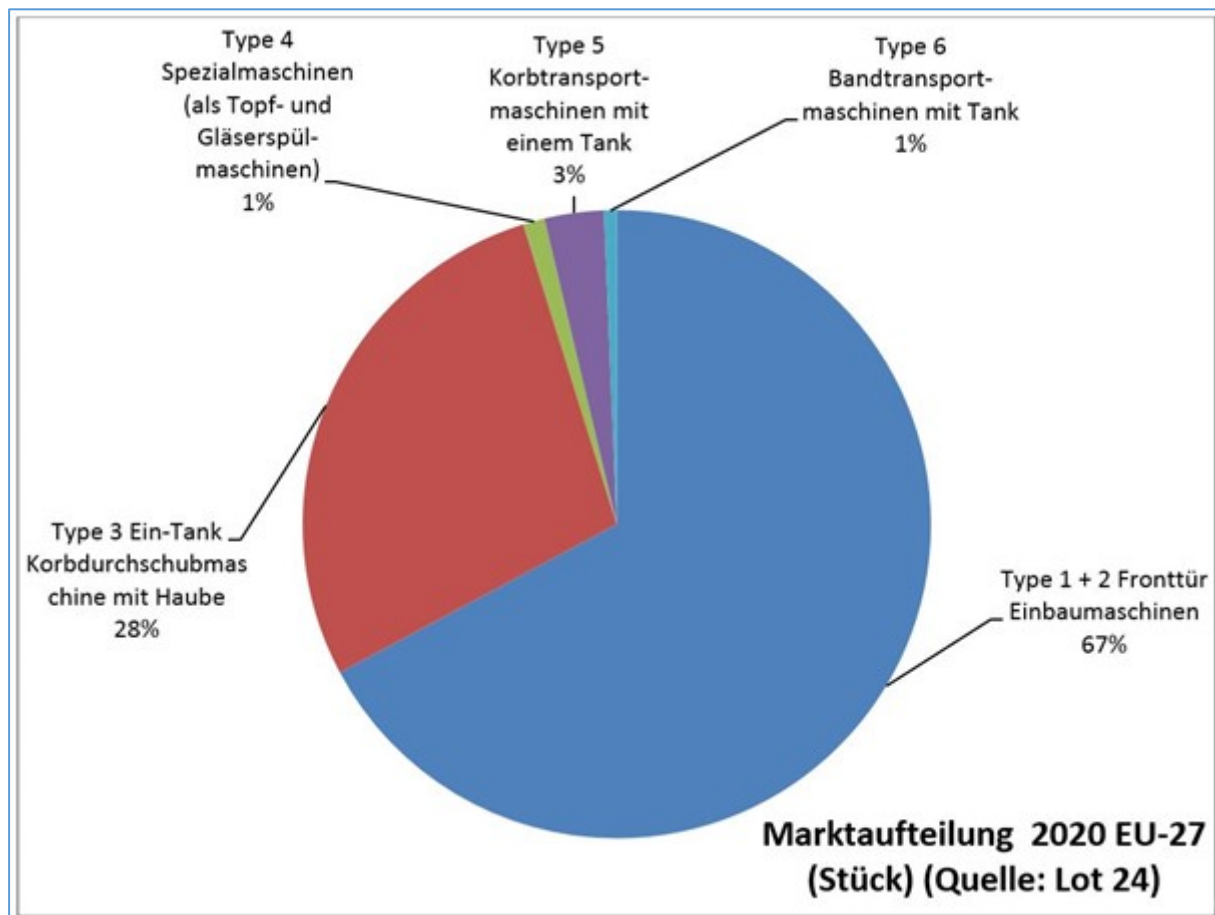


Abb. 33: Marktanteile gewerblicher Geschirrspülmaschinen in Europa (EU-27) für das Jahr 2020 (Quelle: Schätzung Lot 24)

Für die Entscheidung zur Beschaffung einer Spülmaschine sind die Kriterien zu den Anforderungen und zur Leistungsfähigkeit entscheidend und damit ist die entsprechende Einteilung in der Praxis am hilfreichsten.

Der wesentliche Schritt bei der Planung einer Spülküche besteht darin, die für den Küchenbetrieb richtige Spülmaschine mit der notwendigen Ausstattung zu finden. Dazu bedarf es einer detaillierten Analyse vieler Aspekte, zum Beispiel:

- voraussichtliches Geschirraufkommen, Menge absolut, Menge pro Zeiteinheit, Art, Varianz
 - die Menge hängt von der Betriebsgröße und der Betriebsart ab,
 - die Art und die Varianz des Geschirrs sind abhängig von der Art der Speisenzubereitung,
- geplante Arbeitsabläufe sowie
- bauliche Gegebenheiten.

Hilfe bei dieser Analyse bieten einerseits die Hersteller der Spülmaschinen, andererseits gibt es unabhängige Fachplaner, die sich exakt mit diesen Fragestellungen beschäftigen und eine entsprechende Unterstützung bieten können. Küchenbetreiber, Küchenplaner und Geräteelieferant sollten die Analyse gemeinsam durchführen.

Beispielsweise hat ein kleines Restaurant mit 100 ausgegebenen Essen über einen Zeitraum von vielleicht fünf Stunden einen anderen Bedarf an Spülleistung als ein Betriebsrestaurant oder eine Mensa mit mehreren tausend Essen pro Tag, die innerhalb von zwei bis drei Stunden ausgegeben werden.

Eine Übersicht über die Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Spülmaschinentypen zeigt Tab 13.

Tab. 13: Leistungsbereiche gewerblicher Spülmaschinen

Maschinentyp	Leistung in Teller/h	übliche Auslastung in %
semi-professionell (Wasserwechsel)	max. 225	40 - 60
Fronttür/Untertisch	300 - 700	40 - 60
Durchschub	300 - 2.100	50 - 80
Korbtransport	1.400 - 4.500	60 - 90
Bandtransport	1.700 - 11.000	70 - 90

Neben der Auswahl der geeigneten Geschirrspülmaschine für den Anwendungsfall ist es wichtig, dass die Platzverhältnisse rund um die Spülmaschine so gestaltet werden, dass sich optimale Arbeitsabläufe darstellen lassen. Ein wichtiger Aspekt ist dabei eine ergonomisch günstige Gestaltung der Arbeitsplätze. Das gelingt vor allem dann, wenn alle erforderlichen Hilfsmittel rund um die Spülmaschine vorhanden sind, wie beispielsweise Zu- und Ablauftische bei Programmautomaten, genügend Stauraum für nicht benutzte Geschirrkörbe, Regale, Lagermöglichkeiten und/oder Spenderwagen, in denen das gespülte Geschirr gelagert werden kann.

Wenn größere Geschirrspülmaschinen erforderlich sind, kommen Bauelemente wie Sortiertische, Abwurfmöglichkeiten für Abfälle, Förderbänder und ähnliches hinzu. In der Gesamtheit spricht man dann von einer Spülanlage. Spülanlagen können, je nach Anforderung, auch aus einer Mehrzahl von Spülmaschinen, Fördertechnik und Handhabungsgeräten zusammengestellt sein. Die Spülanlagen können auch Automatisierungsbausteine beinhalten, dann spricht man je nach Ausbaustufe von halbautomatischen oder vollautomatischen Spülanlagen. Bei der Komplexität und Größe einer Spülanlage gibt es in der Praxis kaum Grenzen.

In Abb. 34 ist beispielhaft eine größere Spülküche mit mehreren Transportspülmaschinen zu sehen. Es ist die funktionale Anordnung aller wesentlichen Komponenten dargestellt. Neben den Spülmaschinen beinhaltet dieses Beispiel die Transportbänder, eine Anlage zur Entsorgung der Abfälle mit einer Aufgabemöglichkeit in Form einer Schwemmrinne, einen Besteckabhebemagnet zur automatisierten Verarbeitung der Essbestecke und weitere Hilfsmittel wie ein Regal für Gläserkörbe und Spenderwagen für die verschiedenen Geschirrtile.

Auch bei der Gestaltung einer Spülanlage ist ein Küchenfachplaner oder der Spülmaschinenhersteller der geeignete Ansprechpartner.

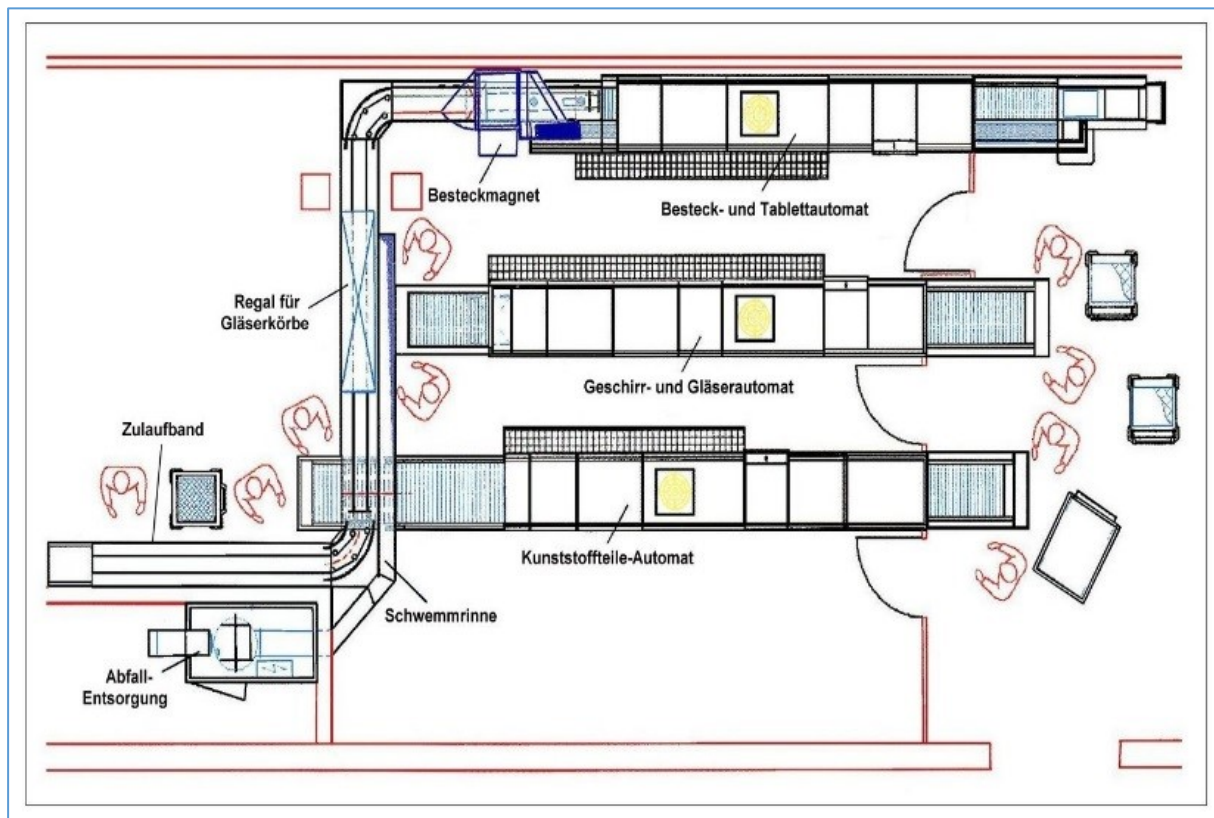


Abb. 34: Spülküche mit drei Bandtransportspülmaschinen und Förderanlagen (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Wie in Tab. 13 dargestellt, können verschiedene Klassifizierungen der gewerblichen Geschirrspülmaschinen verwendet werden. Auffallend ist, dass viele der Kategorien Gemeinsamkeiten besitzen, so dass sie auch anders zusammengefasst und bezeichnet werden können. So können beispielsweise die Geschirrspülmaschinen, die einen zusätzlichen Wassertank (gemeint ist hier der Boiler zur Aufbereitung des Frischwassers für die Klarspülung) besitzen, eindeutig unterschieden und von den Spülmaschinen getrennt werden, die für jeden Programmschritt jeweils Frischwasser zuführen, den sogenannten Wasserwechselmaschinen.

Die nachfolgende, genauere Beschreibung der verschiedenen Spülmaschinentypen basiert auf der Klassifizierung und Analyse, wie sie in der „Preparatory Studies for Eco-Design Requirements of Energy-using Products - Lot 24: Professional Washing Machines, Dryers and Dishwashers“ verwendet wird.

Detaillierte Beschreibung verschiedener gewerblicher Spülmaschinen

Typ 1: Semi-professionelle Geschirrspülmaschinen

Diese Geschirrspüler verwenden frisches Wasser für jeden Programmschritt (Vorwaschen (optional), Reinigen und Nachspülen) und werden deshalb auch als Wasserwechsel-Geschirrspülmaschinen oder als Geschirrspülmaschinen mit Einkreis-Spülsystem bezeichnet. Für jeden Programmschritt muss das neu eingefüllte Wasser zunächst auf die erforderliche Temperatur aufgeheizt werden. Anschließend kann der entsprechende Schritt abgearbeitet werden.

Am Ende eines Programmschritts wird der Spültank vollständig entleert, anschließend neu befüllt und wieder aufgeheizt. Die Dosierung von Reinigungs- oder Klarspülmittel erfolgt je nach Bedarf im jeweiligen Programmschritt. Diese Verfahrensweise benötigt eine gewisse Zeit und bestimmt dadurch wesentlich die Dauer eines kompletten Spülprogramms. Der Zeitbedarf ist gegenüber den Spülmaschinen mit Zweikreissystem mindestens um den Faktor 10 größer.

Diese Spülmaschinen werden deshalb nur im semiprofessionellen Bereich verwendet, wo normalerweise nur eine kleine Menge Geschirr gereinigt werden muss, und die Programmlaufzeit nicht so wichtig ist wie im gewerblichen Kontext. Diese Geschirrspülmaschinen ähneln denen für den Hausgebrauch, wobei die Möglichkeit, sie an stärkere Stromversorgungen (400 V, 3 PN) als das übliche Haushaltsnetz (230 V, 1PN) anzuschließen, oft eine größere Heizleistung und die daraus resultierende kürzere Programmdauer, den größten Unterschied darstellt.

Die verschiedenen Schritte des Spülvorgangs werden zeitlich nacheinander durchgeführt, wobei die Körbe mit den zu reinigenden Gegenständen während des gesamten Spülprogramms in der gleichen Position bleiben. In der Regel können zwei Körbe von der Vorderseite in den Geschirrspüler gegeben werden. Diese Geschirrspülmaschinen sind dazu bestimmt, verschiedene Arten von Gegenständen (Geschirr, Besteck und Gläser) gleichzeitig zu reinigen, d. h. sie haben üblicherweise ziemlich unspezifische Programme für den allgemeinen Gebrauch.

Es handelt sich um Untertischspülmaschinen, die in freistehende, teilintegrierte, vollintegrierte und Einbaumodelle wie bei Geschirrspülmaschinen für den Hausgebrauch unterteilt werden können und so auch am Markt angeboten werden. Typische Abmessungen (Höhe / Breite / Tiefe) sind 850 / 600 / 600 mm. Gegenüber Haushaltsspülmaschinen werden zusätzliche Optionen angeboten wie z. B. automatische Dosiersysteme für Reiniger und Klarspüler.

Typ 2: Ein-Tank Fronttürspülmaschine

Fronttürspülmaschinen werden entweder in kleinen gewerblichen Küchen mit einem geringen Geschirranfall als Universalspülmaschine für verschiedene Gegenstände (Geschirr, Gläser und Besteck) eingesetzt (Abb. 35) oder als zusätzliche Maschinen in einem Verbund von verschiedenen Spülmaschinen in einer Spülküche mit speziellen Aufgaben, zum Beispiel als Gläser-, Utensilien- oder Topfspülmaschine, dann natürlich mit speziellen technischen Ausstattungsdetails.



Abb. 35: Fronttürspülmaschine (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Fronttürspülmaschinen sind als freistehende, Tisch- oder Untertischgeräte erhältlich und können aus ergonomischen Gründen auf separate Sockel gesetzt werden. Diese Geschirrspülmaschinen besitzen einen Vorratsbehälter für die Reinigungslösung, der im unteren Bereich der Spülkammer angeordnet ist, und einen zweiten Vorratsbehälter oder Tank außerhalb der Spülkammer, in dem eine Klarspüllösung aus Frischwasser zum abschließenden Abspülen des Spülguts bereitgestellt wird. Der zweite Tank wird häufig auch als Boiler bezeichnet. Dieser Aufbau wird auch als Zweikreis-Spülsystem bezeichnet. Der Vorratsbehälter für die Reinigungslösung wird zu Betriebsbeginn mit frischem Wasser gefüllt. Das Wasser wird auf Betriebstemperatur aufgeheizt, und der Reiniger wird dosiert. Der Boiler für die Klarspülflüssigkeit wird ebenfalls gefüllt und beheizt. Sind die erforderlichen Füllstände und Temperaturen erreicht, ist die Spülmaschine betriebsbereit.

Die Reinigungslösung wird während der Umwälzung in der Reinigungsphase kontinuierlich aufbereitet und mit dem Frischwasser aus der Klarspülung erneuert. Aus dem Reinigungstank wird in jedem Programmablauf nur so viel Flüssigkeit entnommen, wie durch die Klarspülung hinzukommt. Es muss also für jeden Programmdurchlauf nur noch die Wassermenge für die Klarspülung aufgeheizt werden. Mit diesem Verfahren können die unten genannten kurzen Programmlaufzeiten erreicht werden.

Das verschmutzte Spülgut wird außerhalb der Spülmaschine in einen Spülgutträger, auch als Korb bezeichnet, eingesetzt. Die Körbe bestehen meistens aus Kunststoff. Es gibt Universalkörbe und auch Körbe, die auf ein spezielles Spülgut abgestimmt sind, zum Beispiel für Tablett, Weingläser oder Weißbiergläser.

Die Vorreinigung erfolgt manuell und außerhalb des Gerätes, bevor das Spülgut in die Spülmaschine gegeben wird.

Die Körbe werden manuell in die Spülkammer eingebracht. Bei Fronttürspülmaschinen erfolgt dies durch Aufsetzen des Korbs auf die geöffnete Kammertür. In der Regel kann nur ein Korb von der Vorderseite her in den Geschirrspüler gestellt werden.

Die Fronttür wird geschlossen und der Spülvorgang gestartet. Die verschiedenen Programmphasen wie Hauptreinigung und Frischwasser-Klarspülung folgen zeitlich nacheinander, das Spülgut bleibt bei allen Programmschritten an derselben Stelle. Diese Programmschritte sind in jedem Spülprogramm prinzipiell dieselben. Bei unterschiedlichen Spülprogrammen für unterschiedliche Anforderungen, wie zum Beispiel für Gläser oder intensive Reinigung, werden die Parameter wie Dauer, Temperatur, Spüldruck variiert.

Ein Programmablauf dauert 90 bis 180 s, dann kann das Geschirr wieder sauber entnommen werden. Für besondere Anwendungen sind auch längere Programmlaufzeiten, beispielsweise 300 s, bekannt. Der Wasserverbrauch beträgt dabei nur etwa 2,6 bis 5 l und der Energiebedarf zwischen knapp 0,3 kWh und 0,5 kWh je Spülgang. Es gibt Spülmaschinen, die an Warmwasser angeschlossen oder mit Wärmerückgewinnung auf der Abluft- und/oder der Abwasserseite ausgestattet sind. Die genannten minimalen Energieverbrauchswerte werden mit dem Einsatz dieser Technologien erreicht. Für die Bewertung der Gesamtwirtschaftlichkeit ist dabei allerdings die Art der Warmwasserbereitung von entscheidender Bedeutung.

Am Ende des Spülprogramms werden die Fronttür geöffnet, der Korb mit dem fertig gereinigten Spülgut aus dem Spülraum entnommen und oberhalb oder seitlich der Spülmaschine abgestellt. Das Spülgut trocknet dann nach Entnahme des Spülgutträgers außerhalb der Maschine durch die Eigenwärme, die es während des Spülvorgangs aufgenommen hat.

Es gibt Zusatzgeräte, bei denen der Trocknungseffekt durch die Eigenwärme mittels eines integrierten Gebläses unterstützt wird. Besonders effektiv geschieht das bei nach unten offenen Gefäßen wie z. B. Trinkgläsern. Diese Trocknungseinrichtungen sind in unmittelbarer Nähe der Spülmaschine angeordnet. Um die Trocknungswirkung zu erreichen, wird ein Korb mit frisch aus der Spülkammer entnommenem Spülgut auf der Trocknungseinrichtung aufgesetzt und verbleibt dort für eine gewisse Zeit, z. B. so lange, bis der nächste Korb mit gereinigtem Spülgut aus der Spülmaschine entnommen wird.

Es sind auch Programmspülmaschinen bekannt, die einen Trocknungsschritt im Programmablauf integriert haben. Diese Spülmaschinen besitzen technische Einrichtungen, die ein Trocknen innerhalb der Spülkammer ermöglichen. Der Trocknungsschritt innerhalb der Spülkammer verlängert die Programmlaufzeit. Positive Begleiterscheinung der integrierten Trocknungseinrichtung ist, dass beim Öffnen der Spülkammer nahezu kein Dampf oder keine feuchte Luft in die Umgebung abgegeben werden. Die Arbeitsbedingungen an der Spülmaschine verbessern sich dadurch erheblich.

Je nach Betrieb, und abhängig vom Aufkommen an zu reinigendem Geschirr, überwiegen die Vorteile bei der Anwendung von Spülmaschinen mit integrierter Trocknung. In der Regel kann der Programmablauf auch unterbrochen werden, bevor der Trocknungsschritt vollständig beendet ist, um beispielsweise auf ein kurzfristig erhöhtes Geschirraufkommen zu reagieren.

Weitere konstruktive Details

Im Spülraum sind unterhalb des Spülgutkorbes Sprüharme angeordnet. Diese Sprüharme können rotierend, feststehend oder auch in Kombinationen daraus ausgeführt sein. Zusätzlich wird das Spülgut von oben mit Spülflotte besprüht. Auch hier sind unterschiedliche Ausführungen bekannt, entweder rotierende Sprüharme oder feststehende Düsen. Die Spülflotte wird während des Reinigungsschritts mittels einer Pumpe umgewälzt. Die Leistung der Umwälzpumpe ist auf die jeweilige Anforderung der Spülmaschine ausgelegt. Es sind auch Spülmaschinen bekannt, bei denen die Pumpenleistung und damit der Spüldruck bzw. die mechanische Wirkung auf das Spülgut mit der Programmwahl variiert werden kann.

Die Spülflotte nimmt während des Umwälzens Verunreinigungen auf, die über Siebe kontinuierlich abgeschieden werden. Dazu sind üblicherweise im Bodenbereich des Spülraumes mehrstufige Filtersysteme angeordnet. Im unteren Bereich des Spülraums befindet sich ein Tank, häufig auch als Waschtank bezeichnet, in dem die Spülflotte mit der erforderlichen Betriebstemperatur von 55 bis 65 °C dauerhaft bereitgehalten wird. Nur so sind die kurzen Spülzeiten erreichbar.

Zum Erwärmen der Spülflotte dienen meist Rohrheizkörper im Waschtank. Bei einigen Modellen werden stattdessen Flächenheizkörper verwendet, die den Tank von außen beheizen. So kann eine Verbesserung der Hygienebedingungen erzielt werden, weil der Waschtank weniger Einbauten aufweist, die eine Grundreinigung behindern. Zudem können sich keine Verschmutzungen an den Heizkörpern absetzen. Ein Nachteil dieser Bauform ist eine starke Begrenzung der installierbaren Heizleistung.

Nach dem Reinigungsprozess erfolgt das Klarspülen mit Frischwasser, das durch einen außerhalb des Waschtanks angeordneten Boiler auf etwa 85 °C erwärmt wird. Dem Frischwasser wird Klarspüler zugesetzt, um eine optimale Wirkung der Klarspülung zu erreichen. Die richtige Menge an Klarspüler wird mit Dosiergeräten automatisch dosiert. Das Klarspülen mit heißer Klarspüllösung bewirkt folgendes:

- der Klarspüler entspannt das Frischwasser, so dass die Oberfläche des Reinigungsguts optimal benetzt wird,
- die Schmutzpartikel, die nach der Umwälzreinigung auf dem Spülgut verblieben sind, werden abgespült,
- der saure Klarspüler neutralisiert Reste der alkalischen Spülflotte auf dem Geschirr und
- die heiße Klarspülflüssigkeit bringt zusätzlich Wärmeenergie in das Spülgut, so dass die Hygienisierung des Spülguts und die Trocknung unterstützt wird.

In speziellen Fällen wird auf die Zugabe von Klarspüler verzichtet, zum Beispiel bei Gläserspülmaschinen, um die Entwicklung der Schaumkrone in Biergläsern nicht zu behindern. Wenn dabei Wasser aus einer Umkehrosmose-Anlage verwendet wird, kann auch ein gutes Klarspülergebnis erreicht werden. Ebenfalls bei der Klarspülung von Gläsern wird gelegentlich eine kalte Klarspülflüssigkeit eingesetzt, um lange Wartezeiten für die Wiederbenutzung zu umgehen. In diesen Fällen können Hygieneprobleme auftreten, wenn der Klarspüllösung oder auch dem Reinigertank keine keimreduzierenden Wirkstoffe zugesetzt werden.

Viele Geräte erleichtern dem Betreiber die Handhabung durch Selbstreinigungsprogramme, die bei Betriebsende angewählt werden können. Mit diesen Programmen wird die Sicherstellung eines hygienischen Betriebs unterstützt.

Bei der Aufstellung von Fronttürspülmaschinen im gastnahen Bereich ist eine gute Geräuschdämmung wichtig. Sie lässt sich durch doppelwandige Spülraumausführung erreichen. Die damit verbundene Wärmedämmung senkt zudem den Energiebedarf.

Für die Bedienung werden heute überwiegend Folientastaturen oder Glasdisplays verwendet. Sie bieten eine hygienische Oberfläche und verhindern zuverlässig das Eindringen von Schmutz im Bereich der Bedienblende.

Typ 3: Ein-Tank Korbdurchschubspülmaschine mit Haube

Durchschubspülmaschinen (Abb. 36 und 37) sind überall dort zu empfehlen,

- wo das Geschirr über einen längeren Zeitraum, auch in stark variierender Menge anfällt und/oder
- wenn das Spülgut- Aufkommen relativ groß ist, aber noch keine Transportspülmaschine rechtfertigt bzw. erfordert.

Die Beurteilung aller Einflussfaktoren muss allerdings individuell erfolgen, so dass die Übergänge von einem Arbeitsprinzip zu einem anderen in der Praxis fließend sind. Der größte Vorteil der Durchschubspülmaschinen gegenüber den Fronttürspülmaschinen besteht in der Möglichkeit, einen effizienten und ergonomisch günstigen Arbeitsablauf in der Spülküche zu etablieren. Dazu gibt es Zulauf- und Ablauftische in vielfältigen und sogar individuell angepassten Ausführungen.



Abb. 36: Korbdurchschubspülmaschine mit Zu- und Ablauftisch sowie Handbrause zur Vorabräumung (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Im Gegensatz zur Fronttürspülmaschine verbleibt hier der Geschirrkorb auf einer Ebene und muss nicht mit hohem Kraftaufwand bewegt werden. Nach Einschieben des gefüllten Korbes in die Spülzone wird die Haube manuell oder automatisch geschlossen und das Spülprogramm gestartet. Am Ende des Spülprogramms wird die Haube ebenfalls manuell oder automatisch geöffnet. Anschließend kann der Korb mit dem gereinigten Spülgut seitlich aus dem Spülraum geschoben werden.

Die thermisch und akustisch gedämmte Haube besteht aus Edelstahl und ist aus hygienischen Gründen innen glattflächig und fugenlos ausgeführt.

Durch die Möglichkeit, den Arbeitsablauf gegenüber einer Fronttürmaschine sehr stark zu verbessern, können auch größere Restaurants, Hotels, Cafeterien, aber auch kleine Heime oft mit einer leistungsfähigen Durchschubspülmaschine den Spülbetrieb sinnvoll und effizient bewältigen.

Gegenüber einer Transportspülmaschine benötigt sie weniger Platz und kann sehr individuell eingebaut werden. Bei besonders beengten Raumverhältnissen kann die Spülanlage in Winkelform eingebaut werden. Die Spülmaschine steht dann in einer Raumecke, die Vor- und Nachbereitungszonen – ein separater Arbeitstisch zum Beladen der Körbe und mit Möglichkeiten zur Vorreinigung des Spülguts, der Zulauftisch und ein Ablauftisch – sind im rechten Winkel zueinander angeordnet und liegen an den Raumwänden an.

Angeboten werden Modelle mit einem Spülraum für einen oder zwei Körbe. Durchschubspülmaschinen gibt es auch für Spezialaufgaben: zum Beispiel für hartnäckige Reinigungsfälle als Topfspülmaschinen oder Utensilienspülmaschinen oder aber als reine Gläserspülmaschinen mit besonderer Ausstattung bezüglich Programmen und Spülsystemen.

Diese Geschirrspülmaschinen verwenden einen Vorratsbehälter mit der Reinigungslösung, der im unteren Bereich der Spülkammer angeordnet ist, und einen zweiten Vorratsbehälter oder Tank außerhalb der Spülkammer, in dem eine Klarspüllösung aus Frischwasser zum abschließenden Abspülen des Spülguts bereitgestellt wird. Der zweite Tank wird häufig auch als Boiler bezeichnet. Dieser Aufbau kann auch als Zweikreis- Spülsystem bezeichnet werden.

Auch bei dieser Spülmaschinenart wird der Vorratsbehälter für die Reinigungslösung zu Betriebsbeginn mit frischem Wasser gefüllt. Das Wasser wird auf Betriebstemperatur aufgeheizt, und der Reiniger wird dosiert. Der Boiler für die Klarspülflüssigkeit wird ebenfalls gefüllt und beheizt. Sind die erforderlichen Füllstände und Temperaturen erreicht, ist die Spülmaschine betriebsbereit.

Die Reinigungslösung wird während der Umwälzung in der Reinigungsphase kontinuierlich aufbereitet und mit dem Frischwasser aus der Klarspülung erneuert. Aus dem Reinigungstank wird in jedem Programmablauf nur so viel Flüssigkeit entnommen, wie durch die Klarspülung hinzukommt. Es muss also für jeden Programmdurchlauf nur noch die Wassermenge für die Klarspülung aufgeheizt werden. Mit diesem Verfahren können die genannten kurzen Programmlaufzeiten erreicht werden.

Das verschmutzte Spülgut wird außerhalb der Spülmaschine in einen Spülgutträger, auch als Korb bezeichnet, eingesetzt. Die Körbe bestehen meistens aus Kunststoff. Es gibt Universalkörbe und auch Körbe, die auf ein spezielles Spülgut abgestimmt sind, zum Beispiel für Tablett, Weingläser oder Weißbiergläser.

Der Korb wird manuell von der einen Seite in die Spülmaschine eingeschoben und von der anderen Seite aus der Spülmaschine heraus gezogen/geschoben. Es gibt Geräte, bei denen zwei Körbe gleichzeitig nebeneinander gereinigt werden können.

Die Durchschubspülmaschinen besitzen meistens eine Haube, die den Zugang zum Spülraum oder der Spülkammer rundum freigibt oder verschließt. Vereinzelt sind auch Spülmaschinen am Markt, die nur zwei seitliche Schiebetüren besitzen oder sogar nur jeweils einen Streifenvorhang am Eingang und an der Ausgangsseite des Spülraums.

Im Gegensatz zu den Transport-Spülmaschinen erfolgt bei diesen Gerätetypen die Vorreinigung manuell und außerhalb des Gerätes. Nach dem Einbringen des Spülguts in den Spülraum wird die Haube geschlossen und der Spülvorgang gestartet.

Der Programmablauf und auch der konstruktive Aufbau dieser Spülmaschinen sind vergleichbar mit den Fronttürspülmaschinen mit Zweikreis-Spülsystem. Die verschiedenen Programmphasen wie Hauptreinigung und Frischwasser-Klarspülung folgen zeitlich nacheinander, das Spülgut bleibt bei allen Programmschritten an derselben Stelle. Diese Programmschritte sind in jedem Spülprogramm prinzipiell dieselben. Bei unterschiedlichen Spülprogrammen für unterschiedliche Anforderungen, wie zum Beispiel für Gläser oder intensive Reinigung, werden die Parameter wie Dauer, Temperatur, Spüldruck variiert.

Ein Programmablauf dauert 90 bis 180 s, dann kann das Geschirr wieder sauber entnommen werden. Für besondere Anwendungen sind auch längere Programmlaufzeiten, beispielsweise 300 s, bekannt. Der Wasserverbrauch beträgt dabei nur etwa 2,6 bis 5 l und der Energiebedarf zwischen knapp 0,3 kWh und 0,5 kWh je Spülgang.

Es gibt Spülmaschinen, die an Warmwasser angeschlossen sind oder mit Wärmerückgewinnung auf der Abluft- und/oder der Abwasserseite ausgestattet sind. Die genannten minimalen Energieverbrauchswerte werden mit dem Einsatz dieser Technologien erreicht. Für die Bewertung der Gesamtwirtschaftlichkeit ist dabei allerdings die Art der Warmwasserbereitung von entscheidender Bedeutung.

Am Ende des Spülprogramms wird die Haube geöffnet, der Korb mit dem fertig gereinigten Spülgut wird aus dem Spülraum herausgeschoben und seitlich neben der Spülmaschine abgestellt. Das Spülgut trocknet dann nach Entnahme des Spülgutträgers außerhalb der Maschine durch die Eigenwärme, die es während des Spülvorgangs aufgenommen hat.

Es gibt Zusatzgeräte, bei denen mittels eines integrierten Gebläses der Trocknungseffekt durch die Eigenwärme unterstützt wird. Besonders effektiv geschieht das bei nach unten offenen Gefäßen wie z. B. Trinkgläsern. Diese Trocknungseinrichtungen sind in den Ablauftisch der Spülmaschine integriert. Um die Trocknungswirkung zu erreichen, wird ein Korb mit frisch aus der Kammer entnommenem Spülgut auf die Trocknungseinrichtung geschoben und verbleibt dort für eine gewisse Zeit, z. B. so lange, bis der nächste Korb mit gereinigtem Spülgut aus der Spülmaschine entnommen wird.

Es sind auch Programmspülmaschinen bekannt, die einen Trocknungsschritt im Programmablauf integriert haben. Diese Spülmaschinen besitzen technische Einrichtungen, die ein Trocknen innerhalb der Spülkammer ermöglichen. Der Trocknungsschritt innerhalb der Spülkammer verlängert die Programmlaufzeit.

Positive Begleiterscheinung der integrierten Trocknungseinrichtung ist, dass beim Öffnen der Spülkammer nahezu kein Dampf oder keine feuchte Luft in die Umgebung abgegeben werden. Die Arbeitsbedingungen an der Spülmaschine verbessern sich dadurch erheblich.

Je nach Betrieb und abhängig vom Aufkommen an zu reinigendem Geschirr überwiegen die Vorteile bei der Anwendung von Spülmaschinen mit integrierter Trocknung. In der Regel kann der Programmablauf auch unterbrochen werden, bevor der Trocknungsschritt vollständig beendet ist um beispielsweise auf ein kurzfristig erhöhtes Geschirraufkommen zu reagieren.

Weitere konstruktive Details

Im Spülraum sind unterhalb des Spülgutkorbes Sprüharme angeordnet. Diese Sprüharme können rotierend, feststehend, oder auch in Kombinationen daraus ausgeführt sein. Zusätzlich wird das Spülgut von oben mit Spülflotte besprüht. Auch hier sind unterschiedliche Ausführungen bekannt, entweder rotierende Sprüharme oder feststehende Düsen.

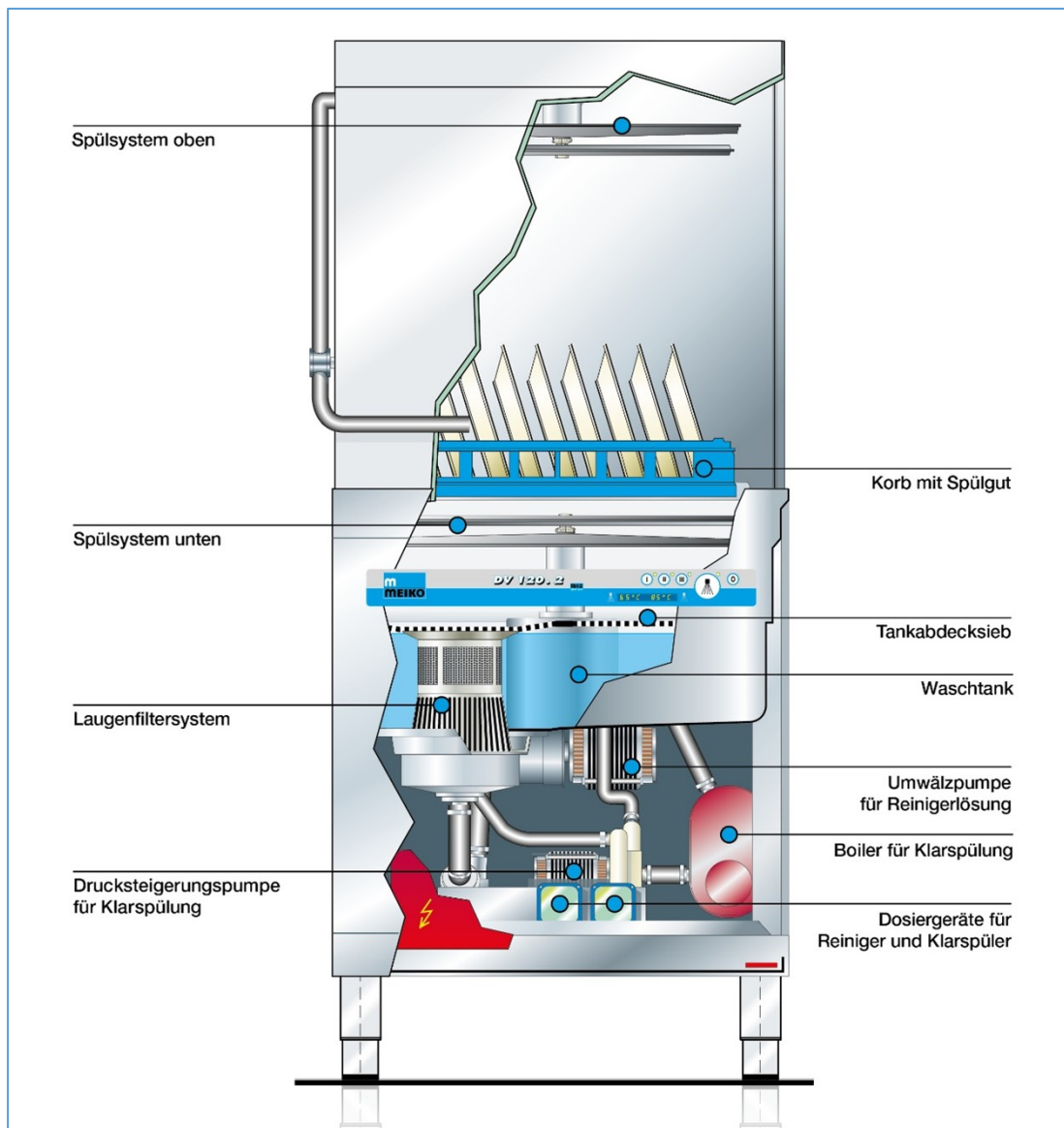


Abb. 37: Korbdruschspülmaschine im Schnitt (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Die Spülflotte wird während des Reinigungsschritts mittels einer Pumpe umgewälzt. Die Leistung der Umwälzpumpe ist auf die jeweilige Anforderung der Spülmaschine ausgelegt. Es sind auch Spülmaschinen bekannt, bei denen die Pumpenleistung und damit der Spüldruck bzw. die mechanische Wirkung auf dem Spülgut mit der Programmwahl variiert werden kann.

Die Spülflotte nimmt während des Umwälzens Verunreinigungen auf, die über Siebe kontinuierlich abgeschieden werden. Dazu sind üblicherweise im Bodenbereich des Spülraumes mehrstufige Filtersysteme angeordnet.

Im unteren Bereich des Spülraums befindet sich ein Tank, häufig auch als Waschtank bezeichnet, in dem die Spülflotte mit der erforderlichen Betriebstemperatur von 55 bis 65 °C bereitgehalten wird. Nur so sind die kurzen Spülzeiten erreichbar.

Zum Erwärmen der Spülflotte dienen meist Rohrheizkörper im Waschtank. Bei einigen Modellen werden stattdessen Flächenheizkörper verwendet, die den Tank von außen beheizen. So kann eine Verbesserung der Hygienebedingungen erzielt werden, weil der Waschtank weniger Einbauten aufweist, die die Grundreinigung behindern. Zudem können sich keine Verschmutzungen an den Heizkörpern absetzen. Ein Nachteil dieser Bauform ist eine starke Begrenzung der installierbaren Heizleistung.

Nach dem Reinigungsprozess erfolgt das Klarspülen mit Frischwasser, das durch einen außerhalb des Waschtanks angeordneten Boiler auf etwa 85 °C erwärmt wird. Dem Frischwasser wird Klarspüler zugesetzt um eine optimale Wirkung der Klarspülung zu erreichen. Die richtige Menge an Klarspüler wird mit Dosiergeräten automatisch dosiert. Das Klarspülen mit heißer Klarspüllösung bewirkt folgendes:

- der Klarspüler entspannt das Frischwasser, so dass die Oberfläche des Reinigungsguts optimal benetzt wird,
- Schmutzpartikel, die nach der Umwälzreinigung auf dem Spülgut verblieben sind werden abgespült,
- der saure Klarspüler neutralisiert Reste der alkalischen Spülflotte auf dem Geschirr und
- die heiße Klarspülflüssigkeit bringt zusätzlich Wärmeenergie in das Spülgut, so dass die Hygienisierung des Spülguts und die Trocknung unterstützt wird.

In speziellen Fällen wird auf die Zugabe von Klarspüler verzichtet, zum Beispiel bei Gläserspülmaschinen um die Entwicklung der Schaumkrone in Biergläsern nicht zu behindern. Wenn dabei Wasser aus einer Umkehrosmose-Anlage verwendet wird, kann auch ein gutes Klarspülergebnis erreicht werden.

Ebenfalls bei der Klarspülung von Gläsern wird gelegentlich eine kalte Klarspülflüssigkeit eingesetzt, um lange Wartezeiten für die Wiederbenutzung zu umgehen. In diesen Fällen können Hygieneprobleme auftreten, wenn der Klarspüllösung oder auch den Reinigertanks keine keimreduzierenden Wirkstoffe zugesetzt werden.

Viele Geräte erleichtern dem Personal die Handhabung durch Selbstreinigungsprogramme, die bei Betriebsende angewählt werden können. Mit diesen Programmen wird die Sicherstellung eines hygienischen Betriebs unterstützt.

Für die Bedienung werden heute überwiegend Folientastaturen oder Glasdisplays verwendet. Sie bieten eine hygienische Oberfläche und verhindern zuverlässig das Eindringen von Schmutz im Bereich der Bedienblende.

Typ 4: Spezialmaschinen (als Utensilien- und/oder Topfspülmaschinen)

Diese Geschirrspülmaschinen (Abb. 38) sind speziell zum Reinigen von anderen Gegenständen als Geschirr, Gläsern und Besteck ausgelegt. Sie sind beispielsweise zur Reinigung von „Schwarzem Kochgeschirr“, also Töpfen, Pfannen, Behältern, Tablettts oder anderen, meist großen Utensilien konstruiert. Die Reinigungsleistung ist üblicherweise höher als bei den Typen 1 - 3, beispielsweise durch höheren Spüldruck, andere Anordnung der Düsen oder anderweitig stärkere mechanische und chemische Behandlung des Spülguts.



Abb. 38: Utensilienspülmaschine als Durchschubspülmaschine mit Zu- und Ablauftisch (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Zwei Bautypen können unterschieden werden:

- Fronttürspülmaschinen und
- Durchschubspülmaschinen.

Beide Typen sind Eintank-Geschirrspülmaschinen mit Zweikreisssystem, d. h. sie verwenden einen Vorratstank mit der Reinigungslösung zum Reinigen, der im unteren Bereich der Spülkammer angeordnet ist, und einen zweiten Vorratsbehälter oder Tank außerhalb der Spülkammer, in dem eine Klarspüllösung aus Frischwasser zum abschließenden Abspülen des Spülguts bereitgestellt wird. Der zweite Tank wird häufig auch als Boiler bezeichnet. Falls notwendig, wird das Spülgut manuell vorgereinigt. Beide Ausführungen werden in der Regel manuell beschickt.

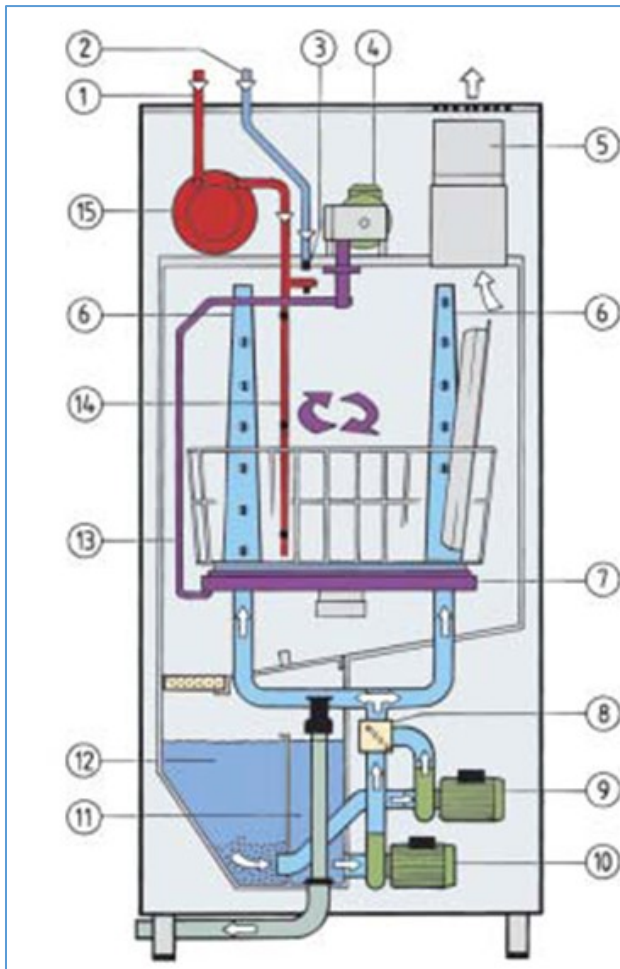
Für die Durchschubspülmaschinen unter den Spezialspülmaschinen bieten einige Hersteller spezielle Rollcontainer an, die außerhalb der Maschine befüllt und dann in die Spülmaschine geschoben werden können. Die Abmessungen der Körbe für das Spülgut sind oft größer als die der normalen Untertisch-Frontlader- oder der normalen Durchschub-Geschirrspülmaschinen für Geschirr, Gläser und Besteck, da auch die vorgesehenen Reinigungsgüter sperriger sind.

Eine spezielle Art dieser Geschirrspülmaschinen ist die sogenannte Granulatspülmaschine (Abb. 39 und 40).



Abb. 39: Granulatspülmaschine mit Zu- und Ablauftisch sowie Handbrause zur Vorabräumung (© Granuldisk GmbH, Oberschleißheim)

Bei diesen Geschirrspülern wird der mechanische Anteil an der Reinigung stark erhöht, indem das Spülgut während der Hauptreinigung mit Granulat beaufschlagt wird. Das Granulat wird zusammen mit der Waschlauge über ein entsprechend angepasstes Spülsystem in der Spülkammer umgewälzt. Am Ende des (Betriebs-)Tages wird das Granulat in einem Granulatkollektor aufgefangen. Mit dessen Hilfe kann das verschmutzte Granulat am Betriebsende aus der Maschine entnommen werden und manuell, beispielsweise durch Ausspritzen mit Wasser, von Speiseresten gereinigt werden. Anschließend steht das Granulat wieder zum Einsatz in der Spülmaschine zur Verfügung.



Legende

- 1 Warmwasser
- 2 Kaltwasser
- 3 Kaltwasserdüse
- 4 Antriebsmotor für Korb
- 5 Ventilationskanal
- 6 Spülarm
- 7 Drehteller für Spülkorb
- 8 Granulatventil
- 9 Granulatspumpe
- 10 Waschpumpe
- 11 Waschtank
- 12 Granulattank
- 13 Antriebsarm
- 14 Klarspülarm
- 15 Durchlauferhitzer

Abb. 40: Granulatspülmaschine im Schnitt (© privat)

Diese Art der Behandlung ist vor allem für unempfindliche Reinigungsgüter mit stark anhaftenden Verschmutzungen geeignet, wie beispielsweise „Schwarzes Kochgeschirr“, Töpfe und Auflaufformen.

Das eingesetzte Granulat nutzt sich während des Betriebs ab. Nach etwa 2.500 Zyklen ist das Granulat verschlissen und muss ersetzt werden. Der Abrieb gelangt mit dem Abwasser in die Umgebung. In früheren Jahren wurde ausschließlich Granulat aus Kunststoff verwendet. Besonders unter dem Aspekt Mikroplastik in Gewässern wurde diese Tatsache als negativ erkannt. Die Hersteller haben nach Ersatzstoffen geforscht, um einen umweltneutralen Ersatz für das Kunststoffgranulat zu finden. Seit einigen Jahren hat zumindest ein Hersteller biologisch abbaubares Granulat im Angebot. Die Hauptbestandteile sind beispielsweise Kalziumsalz, Rapsöl und biologisch abbaubare Ester. Der entstehende Abrieb - sowohl beim Kunststoff- als auch beim biologisch abbaubaren Granulat - kann zu einem Großteil im Fettabscheider aufgefangen werden, der ja ohnehin in den meisten Fällen im Abwassersystem einer gewerblichen Küche vorhanden ist.

Der Energiebedarf kann höher sein als bei einer Utensilienspülmaschine ohne Granulat-Einsatz. Bei sehr hartnäckiger Verschmutzung ist es allerdings wahrscheinlich, dass eine Spülmaschine ohne Granulat nur mit intensiver manueller Vorreinigung ein akzeptables und vergleichbares Spülergebnis erreichen kann.

Der Vorteil der Granulatspülmaschine liegt also eindeutig im Wegfall der arbeitsintensiven manuellen Vorreinigung. Zusätzlich muss man davon ausgehen, dass für die manuelle Vorreinigung auch größere Mengen erwärmtes Wasser verbraucht werden. In der Gesamtbewertung kann sich deshalb für einen Betreiber durch den Einsatz einer Granulatspülmaschine eine positive Kostenbilanz ergeben, trotz der Mehrkosten für die Anschaffung und den Betrieb der Granulatspülmaschine.

Typ 5: Transportspülmaschinen mit einem Tank

Im Gegensatz zu den Programmautomaten wird das Spülgut bei den Transportspülmaschinen nacheinander in mehreren Zonen behandelt. Diese Zonen stellen die Funktionsbereiche für die verschiedenen Verfahrensschritte gemäß der Aufstellung in Tab. 10 dar.

Der Transport des Spülguts erfolgt maschinell. Dazu stehen prinzipiell zwei verschiedene Transportsysteme zur Verfügung:

- Beim Korbtransportsystem wird das Spülgut manuell in Körbe eingesetzt. Die Körbe werden dann vom Transportsystem erfasst und nacheinander durch die verschiedenen Behandlungszonen transportiert.
- Beim Bandtransportsystem wird das Spülgut direkt auf ein Förderband oder eine Förderkette gelegt, die sich kontinuierlich durch den Geschirrspüler bewegt. Das Transportband ist für diese Aufgabe mit Fortsätzen, sogenannten Bandfingern, ausgerüstet, mit denen das Spülgut sicher, schonend und möglichst platzsparend aufgenommen und durch die verschiedenen Behandlungszonen transportiert werden kann.

Bei den hier beschriebenen Spülmaschinen ist allerdings der Korbtransport die Regel, ein Bandtransportsystem kommt in der Praxis sehr selten vor.

Transport-Geschirrspülmaschinen können für verschiedene Spülgüter verwendet werden: Geschirr, Gläser, Besteck aber auch Kochgeschirr, Utensilien usw.. Das Transportband muss passend für das Spülgut ausgelegt sein, oder es müssen entsprechende Körbe bereitgestellt werden, in die das Spülgut eingesetzt wird. Üblicherweise können auch Spülkörbe auf ein Transportband aufgesetzt werden, beispielsweise um Gläser in einer Band-Transportspülmaschine zu spülen.

Die Transportspülmaschinen besitzen nur einen Tank, der die Hauptreinigungszone darstellt, die Frischwasserklarspülung ist direkt angebaut, Vorspülzone und Pumpenklarspülung fehlen ganz. Auch eine Trocknungseinrichtung besitzen diese Spülmaschinen normalerweise nicht.

Diese Geschirrspülmaschinen verwenden einen Vorrattank für die Reinigung, der sich im unteren Bereich der Spülkammer befindet und einen zweiten Vorrats-

behälter oder Tank, in dem eine Klarspüllösung aus Frischwasser zum abschließenden Abspülen des Spülguts bereitgestellt wird. Der zweite Tank wird häufig auch als Boiler bezeichnet und befindet sich im Installationsraum der Spülmaschine.

Auch bei dieser Spülmaschinenart wird der Vorratsbehälter für die Reinigungslösung zu Betriebsbeginn mit frischem Wasser gefüllt. Das Wasser wird auf Betriebstemperatur aufgeheizt und der Reiniger wird dosiert. Der Boiler für die Klarspülflüssigkeit wird ebenfalls gefüllt und beheizt. Sind die erforderlichen Füllstände und Temperaturen erreicht, ist die Spülmaschine betriebsbereit.

Die Reinigungslösung wird während der Umwälzung in der Reinigungsphase kontinuierlich aufbereitet und mit dem Frischwasser aus der Klarspülung erneuert. Aus dem Reinigungstank wird während des Betriebs nur so viel Flüssigkeit entnommen, wie durch die Klarspülung hinzukommt. Es muss also während des Betriebs nur noch die Wassermenge für die Klarspülung aufgeheizt werden. Mit diesem Verfahren kann eine hohe Effizienz erreicht werden.

Die Vorabräumung des Spülguts muss bei diesen Spülmaschinen manuell erfolgen. Eine gute Vorreinigung ist bei diesen Spülmaschinen für einen störungsfreien Betrieb besonders wichtig, denn bedingt durch den einfachen Aufbau besitzen sie keine Einrichtungen für einen aktiven Austrag von grobem Schmutz aus der Maschine.

Die hier beschriebenen Spülmaschinen besitzen den Vorteil, dass sie relativ klein, einfach aufgebaut und dadurch relativ preisgünstig sind. Im Umkehrschluss können sie aber nicht die Leistung einer Transportspülmaschine mit mehreren Tanks bieten. Gegenüber einer Durchschubspülmaschine kann durch den maschinellen Transport des Spülguts eine gewisse Rationalisierung des Spülbetriebs erreicht werden. Dazu muss aber auch das Umfeld entsprechend eingerichtet sein, indem beispielsweise ausreichende Zu- und Ablauftische vorhanden sind.

Nachfolgend sind die Aufstellung der Verfahrensschritte und die Beschreibung der zugehörigen Behandlungszonen in den Eintank-Transportspülmaschinen zu finden:

1. Die Vorabräumung muss manuell erfolgen, eine entsprechende Vorspülzone ist nicht vorhanden.
2. Die Reinigung in der Hauptreinigungszone: Hier erfolgt die eigentliche Reinigung des Spülguts. Diesem Tank wird der Reiniger direkt zudosiert. Wichtig für ein gutes Reinigungsergebnis und eine wirtschaftliche Arbeitsweise ist die Spültemperatur, die zwischen 55 und 65 °C liegen sollte. Im Spülraum sind oberhalb und unterhalb des Spülguts Sprüharme mit jeweils mehreren Düsen angeordnet, aus denen das Spülgut mit Reinigungslösung besprüht wird, die auch als Spülflotte bezeichnet wird. Diese Sprüharme sind

ortsfest eingebaut und bewegen sich während des Spülvorgangs nicht. Die Gesamtheit der Sprüharme wird auch als Spülsystem oder Waschsystem bezeichnet. Die Umwälzpumpen haben je nach Auslegung des gesamten Spülsystems eine Förderleistung bis zu 1000 l/min. Die Spülflotte nimmt während des Umwälzens Verunreinigungen auf, die über Siebe kontinuierlich abgeschieden werden. Am Markt sind sehr einfache, aber auch aufwändige, mehrstufige Filtersysteme bekannt.

3. Die Klarspülung in der Frischwasser-Klarspülzone: Hier wird das Spülgut mit 80 bis 85 °C heißem Frischwasser besprüht, dem Klarspüler zugesetzt ist. Durch dieses Besprühen wird das Spülgut restlos von verbliebenen Schmutzpartikeln und Reinigungslösung befreit.
4. Die Trocknung erfolgt außerhalb der Spülmaschine durch die Eigenwärme, die das Spülgut während des Spülvorgangs aufgenommen hat.

Typ 6: Transportspülmaschinen mit mehreren Tanks

Wie auch bei den Spülmaschinen entsprechend Typ 5 und im Gegensatz zu den Programmautomaten wird das Spülgut bei den Transportspülmaschinen gemäß Typ 6 nacheinander in mehreren Zonen behandelt. Diese Zonen stellen die Funktionsbereiche für die verschiedenen Verfahrensschritte gemäß der Aufstellung aus Tab. 10 dar.

Der Transport des Spülguts erfolgt maschinell, dazu kann wie bei den Eintank-Transportspülmaschinen (Typ 5) auch diese Spülmaschinenart prinzipiell sowohl mit Korbtransportsystem als auch mit Bandtransportsystem ausgestattet sein. Bei den kleinen Mehrtank-Spülmaschinen sind Korbtransport- und Bandtransportspülmaschinen bezogen auf die Stückzahlen im Markt in etwa gleich stark vertreten. Sie werden auch als Korbspülmaschine bzw. Bandspülmaschine bezeichnet.

Mit je mehr Tanks die Spülmaschinen aufgebaut sind, desto häufiger kommt nur noch der Bandtransport zum Einsatz. Auch Spülmaschinen mit einer Durchfahrtsbreite von mehr als 600 mm werden nur mit Bandtransport-Einrichtung gebaut.

Auch bei dieser Spülmaschinenart werden die Vorratsbehälter für die Reinigungslösung zu Betriebsbeginn mit frischem Wasser gefüllt. Das Wasser wird auf Betriebstemperatur aufgeheizt, und der Reiniger wird dosiert. Der Boiler für die Klarspülflüssigkeit wird ebenfalls gefüllt und beheizt. Sind die erforderlichen Füllstände und Temperaturen erreicht, ist die Spülmaschine betriebsbereit.

Die Reinigungslösung wird während der Umwälzung in den Reinigungstanks kontinuierlich aufbereitet und mit dem Frischwasser aus der Klarspülung erneuert. Aus dem Reinigungstank wird während des Betriebs nur so viel Flüssigkeit abgeführt, wie durch die Klarspülung hinzukommt. Es muss also während des Betriebs nur

noch die Wassermenge für die Klarspülung aufgeheizt werden. Mit diesem Verfahren kann eine hohe Effizienz erreicht werden.

Bei dieser Bauform der Spülmaschine ist für jede einzelne Behandlungszone auch eine eigene Kammer bzw. ein eigener Tank vorhanden. Die einzelnen Funktionsbereiche bzw. Behandlungszonen sind folgende (Abb. 41 und 42):

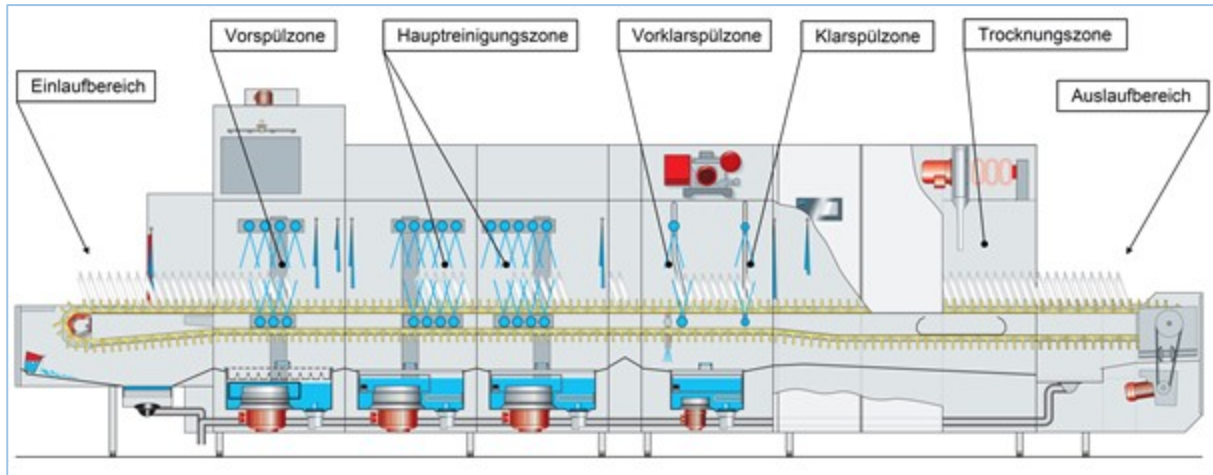


Abb. 41: Bandspülmaschine (Längsschnitt) mit den einzelnen Funktionszonen (© MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

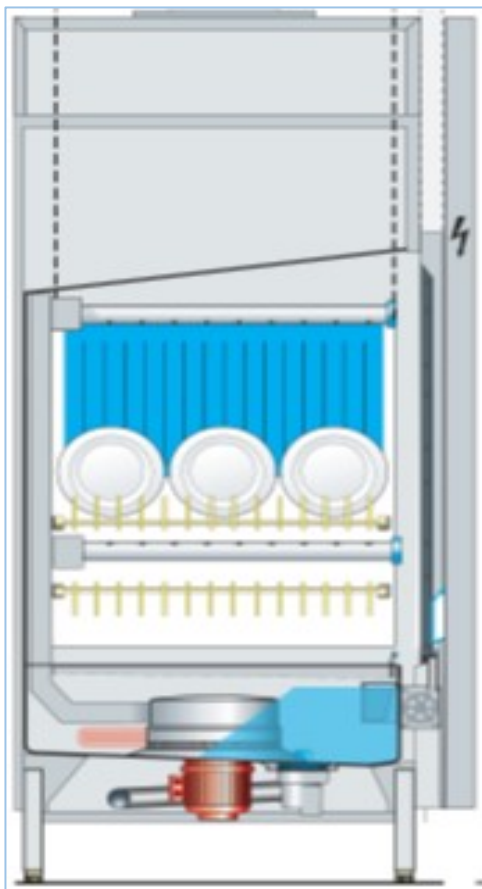


Abb. 42: Hauptreinigungszone einer Bandspülmaschine (© Meiko Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

1. Die Vorspülzone oder Pumpen-Vorabräumung: Hier erfolgt ein maschinelles Vorspülen des Reinigungsguts. Dabei werden alle groben Speisereste und nur leicht anhaftende Anschmutzungen entfernt. Diese erste Zone in den Mehrtankmaschinen wird meist mit Spülflüssigkeit betrieben, die aus der Hauptreinigungszone zufließt. In dieser Zone wird kein zusätzlicher Reiniger beigegeben; die Temperatur beträgt mindestens 40 °C. Entgegen früheren Veröffentlichungen sind auch höhere Temperaturen von 45 bis 55 °C in der Vorabräumzone nicht nachteilig, sondern bieten Vorteile für den gesamten Spülprozess. Durch geschickte Prozessführung innerhalb der Spülmaschine können diese Temperaturen auch ohne zusätzliche Heizungen erreicht werden.

2. Die Hauptreinigungszone: Hier erfolgt die eigentliche Reinigung des Spülguts. In dieser Zone wird der Reiniger direkt zudosiert. Zur Erhöhung der Leistung bzw. der Spülkapazität

können mehrere Hauptreinigungstanks hintereinander angeordnet sein. Von dieser Technik wird allerdings bei Korbtransportmaschinen nur selten Gebrauch gemacht, während sie bei Bandspülautomaten häufig angewendet wird. Wichtig für ein gutes Reinigungsergebnis und eine wirtschaftliche Arbeitsweise ist die Spültemperatur, die zwischen 55 und 65 °C liegen sollte. Im Spülraum sind oberhalb und unterhalb des Spülguts Sprüharme mit jeweils mehreren Düsen angeordnet, aus denen das Spülgut mit Reinigungslösung besprüht wird, die auch als Spülflotte bezeichnet wird. Diese Sprüharme sind ortsfest eingebaut und bewegen sich während des Spülvorgangs nicht. Die Gesamtheit der Sprüharme wird auch als Spülsystem oder Waschsysteem bezeichnet. Die Umwälzpumpen haben je nach Breite der Spülmaschine und Auslegung des gesamten Spülsystems eine Förderleistung von bis zu 1000 l/min. Die Spülflotte nimmt während des Umwälzens Verunreinigungen auf, die über Siebe kontinuierlich abgeschieden werden. Dazu sind im Markt unterschiedlich aufwändige Filtersysteme bekannt.

3. Die Vorklarspülzone oder Pumpen-Klarspülung: Zur Verbesserung des Klarspüleffektes ist heute üblicherweise eine zusätzliche Pumpen-Klarspülung vorhanden. In dieser Zone wird aufgefangene Klarspülerlösung aus der nachfolgenden Frischwasser-Klarspülung mehrfach mit einer Pumpe umgewälzt und mit einem speziell dafür ausgelegten Düsensystem über das gereinigte Spülgut verspritzt. Der Volumenstrom in den Spülsystemen und Düsen der Pumpenklarspülung ist wesentlich höher als in der Frischwasserklarspülung, was sich sehr positiv auf den Klarspüleffekt auswirkt. Durch den Einsatz einer Pumpenklarspülung kann der Verbrauch von Frischwasser in der nachfolgenden Frischwasserklarspülzone gesenkt werden. Es gibt auch Spülmaschinen, die mehrere Vorklarspülzonen eingebaut haben.
4. Die Klarspülzone oder Frischwasser-Klarspülung: Hier wird das Spülgut mit 80 bis 85 °C heißem Frischwasser besprüht, dem Klarspüler zugesetzt ist. Durch dieses Besprühen wird das Spülgut restlos von verbliebenen Schmutzpartikeln und Reinigungslösung befreit. Die Klarspüllösung wird in einem separaten System aufbereitet. Dazu gibt es entweder einen zusätzlichen Tank, der auch als Boiler bezeichnet wird, oder einen Durchlauferhitzer.
5. Die Trockenzone: Die Trocknung des Spülguts erfolgt mit Hilfe eines Gebläses durch warme oder heiße Luft, die meistens zu einem größeren Anteil umgewälzt wird und nur mit einem kleinen Anteil Frischluft von außerhalb der Spülmaschine ergänzt wird (Abb. 43). Der Trocknungseffekt wird wesentlich davon beeinflusst, ob und wie es gelingt, den Feuchtegehalt in der Trocknungsluft klein zu halten. Der Zustrom von kalter Umgebungsluft und

das Temperaturniveau, auf dem die Trocknung betrieben wird, beeinflussen wesentlich den Energiebedarf einer Transportspülmaschine. Bei besonders hohen Anforderungen an die Trocknung werden teilweise auch spezielle und/oder individuelle Luftdüsen und Blasteifen eingebaut oder auch mehrere Trocknungszonen hintereinander angeordnet. Solche erhöhten Anforderungen liegen beispielsweise bei Transportkisten aus Kunststoff oder bei Mehrwegbechern aus Kunststoff vor.



Abb. 43: Trockenzone einer Bandtransportspülmaschine (schematisch) (© Meiko Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Vor den Behandlungszonen befindet sich üblicherweise ein Bereich, der als Maschinen-Einlauf bezeichnet wird. Hier kann das Reinigungsgut in die Spülmaschine eingebracht werden. Beispielsweise befindet sich im Einlauf eine freie Strecke, auf der Körbe mit Reinigungsgut aufgesetzt und vom Transportsystem erfasst werden können. Bei Bandtransport-Spülmaschinen verläuft das Transportband auch im Einlauf, so dass das Reinigungsgut hier auf das Band aufgesetzt werden kann.

Die Länge des Maschineneinlaufs kann weniger als 1 m betragen, aber je nach baulicher Situation und abhängig von den geplanten Arbeitsabläufen auch bis zu mehrere Meter lang sein.

Hinter den Behandlungszonen befindet sich ein Bereich, der als Maschinenauslauf bezeichnet wird. Von hier kann das gereinigte Spülgut aus der Spülmaschine entnommen werden. Bei Korbtransportspülmaschinen ist der Auslauf meistens als

Rollenbahn ausgebildet. Bei Bandtransport-Spülmaschinen verläuft das Transportband auch im Auslauf, so dass das Reinigungsgut hier vom Band abgenommen werden kann. Die Länge des Maschinenauslaufs kann ebenfalls individuell und den Anforderungen entsprechend ausgebildet sein.

Die in diesem Kapitel erfassten Transportspülmaschinen sind mit mehreren Tanks aufgebaut, die dann, wie zuvor beschrieben, jeweils auch die unterschiedlichen Behandlungszonen abbilden. Bei besonders hohen Anforderungen an die Reinigungsleistung oder an den Durchsatz der Spülmaschine können Zonen auch doppelt ausgeführt sein. Dadurch kann beispielsweise bei gleichbleibender Einwirkzeit die Transportgeschwindigkeit verdoppelt werden und auf diese Weise die Kapazität der Spülmaschine erhöht werden.

Um die Kapazität einer Transportspülmaschine weiter zu erhöhen, werden auch Spülmaschinen mit einer vergrößerten Durchfahrtsbreite angeboten und gebaut. Die einfache Durchfahrtsbreite beträgt etwa 570 mm. Vergrößerte Breiten sind beispielsweise 750 mm, 980 mm oder 1220 mm. Auf den breiteren Transportbändern kann dann mehr Reinigungsgut pro Zeiteinheit durch die Spülmaschine gefördert und behandelt werden als mit einem Transportband in Standardbreite.

Um unterschiedlich hohe Reinigungsgüter behandeln zu können, werden die Transportspülmaschinen zusätzlich auch in unterschiedlichen Durchfahrtshöhen angeboten. Beispielsweise beträgt die kleinste Durchfahrtshöhe 465 mm; größere Durchfahrtshöhen sind exemplarisch 585 mm und 705 mm.

Zwischen den Tanks findet ein Transfer der Reinigungs- und Spülflüssigkeit statt. Die Transferrichtung ist normalerweise von der Auslaufseite der Spülmaschine zur Einlaufseite hin. Damit wird üblicherweise auch der Schmutz innerhalb der Spülmaschine entgegen der Transportrichtung zum Einlauf hin transportiert und die Reinigungsflüssigkeit in den Tanks wird in Transportrichtung immer sauberer.

Zum Transfer der Flüssigkeiten in der Spülmaschine gibt es einerseits Systeme, die passiv mit Überläufen funktionieren. Andererseits sind auch aktive Systeme bekannt, die mit Hilfe von Niveau-Messsystemen und Pumpen den Transfer der Reinigungsflüssigkeit bewirken. Diese aktiven Systeme können den Flüssigkeitsstand in den Tanks besser an die individuelle Betriebssituation in der Spülmaschine anpassen und Unregelmäßigkeiten, wie beispielsweise eine Verschleppung von Spülflüssigkeit, leichter ausgleichen.

Filtersysteme zur Aufbereitung der umgewälzten Reinigungslösung

Diese Filtersysteme sind üblicherweise mehrstufig aufgebaut. Der Aufbau kann sich auch zwischen den einzelnen Behandlungszonen unterscheiden. Die erste Stufe ist meist ein sogenanntes Tankabdecksieb, das die gesamte Oberfläche des einzelnen Tanks überdeckt, und in dem grober Schmutz aufgefangen wird.

Die zweite Stufe ist meistens ein Filter mit kleineren Öffnungen als im Tankabdecksieb. Dieses Filter befindet sich normalerweise unmittelbar an der Ansaugöffnung der Umwälzpumpe.

Darüber hinaus besitzen manche Transportspülmaschinen innerhalb der Tanks oder außerhalb im Flüssigkeitskreislauf Systeme, die den Schmutzgehalt in der umgewälzten Reinigungsflüssigkeit während des laufenden Betriebs kontinuierlich verringern. Weiter sind auch Schmutzaustragesysteme bekannt, die schon im Einlaufbereich der Spülmaschine angeordnet sind.

Transport-Geschirrspülmaschinen können für verschiedene Spülgüter verwendet werden: Geschirr, Gläser, Besteck aber auch Töpfe, Pfannen, Utensilien usw. Das Transportband (Abb. 44) muss passend für das Spülgut ausgelegt sein, oder es müssen entsprechende Körbe bereitgestellt werden, in die das Spülgut eingesetzt wird.



Abb. 44: Fingerband einer Bandtransportspülmaschine (© Meiko Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

Üblicherweise können auch Spülkörbe auf ein Transportband aufgesetzt werden, beispielsweise um Gläser in einer Band-Transportspülmaschine zu spülen. Die Mehrtank-Transportspülmaschinen sind in der Regel modular und kundenspezifisch aufgebaut. Dadurch gleicht in der Praxis kaum eine Spülmaschine dieses Typs einer anderen. Eine standardisierte Beschreibung ist deshalb praktisch nicht möglich. Das ist auch der Grund, warum es äußerst schwierig sein wird, ein standardisiertes und normiertes Messverfahren für die Leistungsfähigkeit dieser Spülmaschinen festzulegen.

Unter dem Oberbegriff der Mehrtank-Transportgeschirrspülmaschinen finden sich neben den Standardmaschinen zahlreiche Ausführungen für spezielle Anwendungen. Diese Sonder-Spülmaschinen basieren meistens auf den Standard-Spülmaschinen und werden mehr oder weniger umfangreich modifiziert und angepasst. Beispiele für solche speziellen Ausführungen sind:

- Spülmaschinen für die kommerzielle Reinigung von wiederverwendbaren Transportbehältern wie beispielsweise Bäcker- oder Metzgerkisten. Hier kommen häufig spezielle Transportsysteme zum Einsatz, und oft wird die Leistungsfähigkeit der Trockenzone erhöht.
- Tablettspülmaschinen sind meistens schmaler als die Geschirrspülmaschinen und mit angepassten Fördereinrichtungen ausgerüstet. Das Trocknungssystem ist ebenfalls an den Einsatzzweck angepasst.
- Mehrspurspülmaschinen - das Transportband dieser Maschinen ist quer zur Transportrichtung mehrfach in Spuren unterteilt. In den einzelnen Spuren sind die Aufnahmeelemente gezielt auf eine bestimmte Art von Spülgut angepasst. Beispielweise eine Dreispur-Spülmaschine mit einer Spur für das Besteck, eine Spur für Teller und Schalen und eine Spur für die Tablettts. Die Spülsysteme sind ebenfalls an den Bedarf in jeder Spur angepasst. Mit diesen Spülmaschinen lassen sich große bis sehr große Mengen an Spülgut effizient verarbeiten. Für Mehrspurspülmaschinen werden meistens Spülmaschinen mit überbreiten Transportbändern verwendet. Mehrspur-Spülmaschinen werden meistens in komplexen Spülanlagen mit halbautomatischer oder vollautomatischer Verarbeitung des Spülguts eingesetzt.

Die Verarbeitung und Lagerung des Spülguts muss nach dem Spülen sortenrein erfolgen. Dazu werden die unterschiedlichen Reinigungsgüter entweder nach dem Geschirrspülen oder beim Entladen der Spülmaschine sortiert. Beim Einsatz von Mehrspurspülmaschinen oder von mehreren eventuell unterschiedlichen Bandtransportgeschirrspülmaschinen für jeweils eine andere Sorte Spülgut wird das Spülgut schon vor dem Spülvorgang sortiert.

Ressourcenverbrauch und Einfluss auf die Umwelt

Das Geschirrspülen stellt einen erheblichen Kostenfaktor für den Betreiber und eine ökologische Belastung dar. Deshalb ist bei der Planung einer Spülküche sorgfältig zu überlegen, wie die Verbrauchswerte reduziert und mögliche negative Auswirkungen auf die Umwelt minimiert werden können. Entscheidender Faktor ist dabei das Aufkommen an verschmutzten Teilen, die in der zur Verfügung stehenden Zeit gespült werden müssen, im Verhältnis zur Kapazität der Geschirrspülmaschine. Ist die Kapazität der Spülmaschine zu gering, entsteht ein Stau im Spülbereich, der nur durch zusätzliche manuelle Kräfte oder mehr Geschirrvorrat ausgeglichen werden kann.

Zusätzlich kann sich ein Stau durch ungenügende Kapazität bei Einrichtungen zur Gemeinschaftsgastronomie bis in den Gastraum auswirken. Die Folgen sind unzufriedene Gäste.

Ist dagegen die gewählte Kapazität der Spülmaschine bzw. der gesamten Spülküche zu groß, werden die Anlagen nicht effizient genutzt. Es entstehen schon bei der baulichen Herstellung unnötige Kosten, und während des Betriebs ist durch unnötig lange Leerlauf- oder Standby-Phasen mit zusätzlichen Kosten zu rechnen. Daraus folgt, dass ein besonderes Augenmerk auf die Planung der Spülküche gelegt werden muss.

Energie

Energie lässt sich bei allen Spülmaschinen vor allem im Bereich der Wassererwärmung einsparen. Aus diesem Grund liegt bei allen Bauformen und Maschinentypen ein Schwerpunkt in der Entwicklung auf einem möglichst niedrigen Verbrauch von Frischwasser. Auch die Größe der Tanks wirkt sich in diesem Zusammenhang aus, sie werden deshalb nicht unnötig groß ausgeführt.

Transportspülmaschinen, vor allem mit mehreren Tanks und größerer Breite, haben eine hohe Anschlussleistung von bis zu 100 kW. Sie wird indes nur zum kleineren Teil für die Elektromotoren der Umwälzpumpen benötigt. Rund 90 % der Leistung beanspruchen die Tankheizung, die schon einige Zeit vor der Aufnahme des Spülbetriebs eingeschaltet werden muss, sowie der Durchlauferhitzer für die kontinuierliche Erwärmung des Klarspülwassers.

Es kann sich daher lohnen, zumindest bei der Neuinstallation einer Küche hierfür den örtlich am besten geeigneten Energieträger und Wärmerückgewinnung (siehe unten) vorzusehen. Aus diesem Grund werden größere Transportspülmaschinen durchweg auch mit Beheizung durch Heißwasser oder durch Niederdruckdampf angeboten. Diese indirekten Heizmedien können dann vorteilhaft z. B. über ein vor Ort vorhandenes Heizkraftwerk erhitzt werden.

Während eine Wassereinsparung bei den Verbrauchswerten der modernen Maschinen kaum noch möglich erscheint, können andere technische Maßnahmen den Energiebedarf einer Spülmaschine erheblich senken. Dazu zählen zum Beispiel eine Minderung der Wärmeabgabe über das Maschinengehäuse sowie die Wärmerückgewinnung aus der feuchten Abluft und dem Abwasser der Maschine. Damit wird auch das Küchenklima weniger stark belastet. Wegen des reduzierten Lüftungsbedarfs im Raum ergibt sich so zusätzlich auf der Gebäudeseite eine weitere Energieeinsparung.

Die Energie wird einerseits über das Spülmaschinegehäuse als thermische Energie¹ an die Umgebung abgegeben, andererseits in Form von Kondensationsenthalpie² des Wasserdampfs, der in der feuchtwarmen Maschinenabluft - auch als Wrasen bezeichnet - enthalten ist. Ein weiterer, großer Wärmeverlust aus der Spülmaschine erfolgt durch das erwärmte Spülgut, das die Spülmaschine verlässt.

Der Wärmeverlust über die Verkleidungsbleche von Spülzonen und Tanks lässt sich mit vergleichsweise geringem Aufwand durch Wärmedämmung der Bauteile verringern. Dazu werden die doppelwandigen Gehäuseteile aus Edelstahl mit einer Schaumkunststoffdämmung zwischen den Blechen ausgestattet. Dies kommt auch der Geräuschreduktion zugute.

Grundsätzlich wirtschaftlich ist zudem die Rückgewinnung der Wärme aus der Maschinenabluft: Dazu wird der Wrasen aus der Maschine in einem Wärmetauscher kondensiert, der vom zufließenden Frischwasser durchströmt wird. Die Kondensationsenthalpie kann so zurückgewonnen und zum Beispiel für die Vorwärmung des Klarspülwassers genutzt werden. Die Mehrkosten für einen Wrasenkondensator (Abb. 45) amortisieren sich bei elektrischer Beheizung in wenigen Jahren.

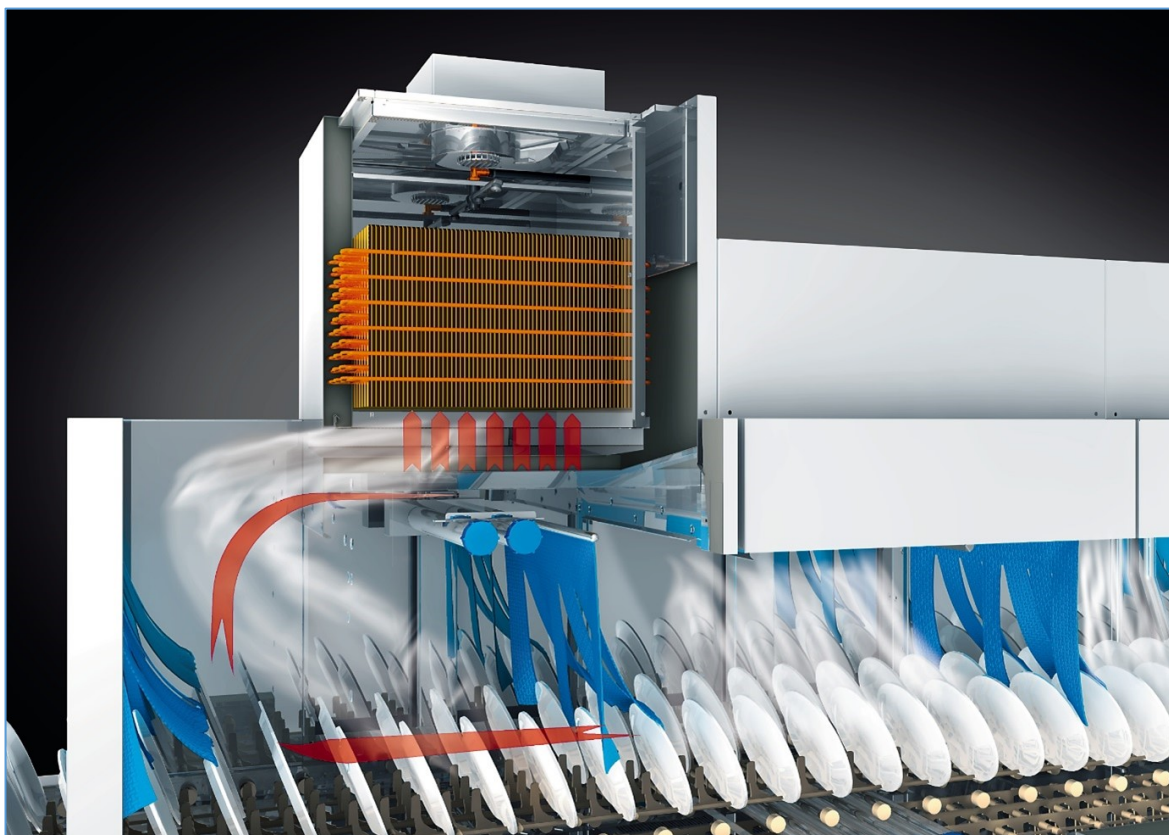


Abb. 45: Wärmerückgewinnung aus der Abluft mit Wrasenkondensator (© Meiko Maschinenbau GmbH & Co. KG, Offenburg)

¹ Thermische Energie: Energie der Molekularbewegung, messbar über die Temperatur (früher: sensible oder fühlbare Wärme).

² Enthalpie: Summe aus thermischer Energie und Volumenänderungsarbeit (früher: latente Wärme). Die Kondensationsenthalpie wird bei der Kondensation von Wasserdampf frei.

Auch die thermische Energie des Schmutzwassers aus der Vorspülzone kann im Prinzip noch für die Vorwärmung des Frischwassers genutzt werden. Dazu wird das warme Abwasser beispielsweise in einem „passiven“ Rohrwärmetauscher im Gegenstrom zum Frischwasser geführt. Dabei besteht allerdings die Gefahr, dass sich das Fett im Abwasser am kalten Frischwasserrohr ablagert. Dadurch wird der Wärmeübergang beeinträchtigt, und es kann zu Verstopfungen und Betriebsstörungen führen. Eine Abkühlung unter 35 °C ist deshalb nicht zu empfehlen. Der Mehraufwand für einen Abwasserwärmetauscher kann sich je nach Gegebenheiten betriebswirtschaftlich rechnen.

Durch passive Wärmetauscher kann aber nur ein Teil der Abwärme des Abwassers zurückgewonnen werden. Eine Wärmerückgewinnung in größerem Umfang und eine Erwärmung des Frischwassers über das Temperaturniveau des Abwassers hinaus setzt die Verwendung einer Wärmepumpe voraus. Diese Technik birgt allerdings noch mehr das zuvor beschriebene funktionale Risiko und erfordert hohe zusätzliche Investitionen. Eine Amortisation der Investitionen ergibt sich nur in seltenen Fällen.

Wasser

Der Wasserverbrauch einer modernen gewerblichen Spülmaschine ist in den letzten Jahren kontinuierlich reduziert worden. Das ist mit Hilfe von hochwertigen Filtersystemen für die Spülflüssigkeit im Tank und durch den Einsatz von Systemen gelungen, die den Schmutz kontinuierlich aus der Spülmaschine herausbefördern. Eine Wasserrückgewinnung aus dem Abwasser, wie sie etwa in der gewerblichen Wäscherei praktiziert wird, scheidet in der Spülküche wegen des hohen Rückstandsanteils in der Spülflüssigkeit aus. In den Mehrtank-Spülmaschinen mit maschineller Vorabräumung wird verbrauchte Spülflüssigkeit allerdings noch einmal zur Vorreinigung benutzt, bevor sie in den Abwasserkanal fließt.

Die Vorabräumung beim Beladen der Körbe oder vor dem Beladen der Bänder bietet meistens noch ein großes Potential zu Einsparung von Wasser. Häufig findet ein manueller Reinigungsschritt statt, bei dem ein Mitarbeiter mit einer Sprühbrause die groben und feinen Reste von den Geschirrtteilen absprüht. Hierfür wird meist mindestens so viel Wasser eingesetzt, wie die effiziente Spülmaschine in ihrem optimierten Prozess verbraucht. Eine manuelle Vorabräumung, die nur darin besteht, alle Essensreste, Servietten und sonstigen groben Verschmutzungen ohne Zusatz von Wasser von den Spülgütern abzustreifen, ist in der Regel ausreichend, um ein gutes Spülergebnis zu erreichen.

Spülmittel / Reinigungschemie / Prozesschemie

Einen großen Anteil an den Betriebskosten und auch an der Belastung der Umwelt haben die Chemikalien, die beim Betrieb der Spülmaschinen eingesetzt werden. Zur Verringerung der ökologischen Belastung kann indes die Reinigungsmittelchemie beitragen. Nur biologisch abbaubare, chlorfreie Reiniger sollten verwendet werden. Die Abstimmung der Chemie auf die jeweilige Maschine ist Aufgabe von Geräte- und Reinigungsmittelherstellern. Der Küchenbetreiber sollte aber auf die Verwendung umweltverträglicher Reiniger und auf die richtige Dosierung achten.

Einfluss des Betreibers

In jedem Fall kann nur eine Geschirrspülmaschine im ordnungsgemäßen Funktionszustand die eingesetzten Ressourcen effektiv einsetzen. Daraus folgt, dass der Betreiber dafür sorgen muss, dass die Spülmaschine regelmäßig fachmännisch gewartet wird.

Von größter Bedeutung ist die sorgfältige Vorabräumung der Speisereste, Soßen, Servietten usw. vom Spülgut, bevor dieses in die Geschirrspülmaschine eingegeben wird. Auch bei der heute sehr hoch entwickelten maschinellen Vorabräumung und Filtertechnik belastet übermäßiger Schmutzeintrag das Abwasser und zusätzlich auch die gesamte Verfahrenstechnik des Geschirrspülens. Eine reduzierte Schmutzeinbringung in die Geschirrspülmaschine spart Spülmittel, Wasser und Energie. Wichtig ist, dass die Geschirrspülmaschine voll ausgelastet betrieben wird, d. h. Körbe sollen vollständig gefüllt und die Transportbänder der Bandautomaten ebenfalls in ihrer ganzen Kapazität mit Geschirrtteilen bestückt werden. Schlecht ausgelastete Maschinen verbrauchen unnötig Wasser, Energie, Spülmittel und verursachen hohe Betriebskosten.

Wichtig ist, dass die Geschirrspülmaschinen mit dem Verschmutzungsgrad entsprechenden Programmlaufzeiten bzw. Transportgeschwindigkeiten betrieben werden. Gering verschmutztes Spülgut kann mit kürzeren Programmzeiten bzw. schnelleren Transportgeschwindigkeiten oder geringerer Reinigerkonzentration gespült werden, was Energie, Wasser und Spülmittel einspart.

Eine Optimierung des Reinigungsvorgangs kann durch eine entsprechende Steuerung der Dosiertechnik erfolgen.

Wichtig ist, dass das Spülgut nach dem Benutzen möglichst schnell gespült wird. Angetrocknete Rückstände erfordern längere Einwirkzeiten und höheren Reiniger-einsatz.

Hygieneanforderungen

Die DIN-Normen DIN 10510 bis DIN 10512, DIN 10522 sowie DIN SPEC 10543 beschreiben u. a. die Anforderungen an die Funktionen und den Betrieb gewerblicher Spülmaschinen sowie die Prüf- und Bewertungsverfahren für das Spülergebnis.

Spülsysteme mit DIN-abweichenden Ausführungen sollten nachweislich in der Lage sein, die in den DIN-Normen beschriebenen Anforderungen an ein hygienisches Spülergebnis auch unter Praxisbedingungen in allen Aspekten zu erreichen.

Betrieb

Der Betreiber ist für den ordnungsgemäßen Betrieb der Spülmaschine entsprechend den Vorgaben des Herstellers verantwortlich. Zudem sind die Regeln zu beachten, die sich aus den Normen und Gesetzen ergeben, die für den Betrieb relevant sind.

Es ist durch den Betreiber der Spülmaschine sicherzustellen, dass das Bedienungspersonal unterwiesen ist und den Umgang mit der Spülmaschine beherrscht. Dabei sind die Regeln der Personalhygiene einzuhalten.

Wichtige Punkte für einen ordnungsgemäßen Betrieb und ein gutes Spülergebnis sind beispielsweise:

- Reiniger und Klarspüler müssen vorhanden sein,
- die Dosierung der Chemikalien muss sichergestellt sein,
- die Verwendung von geeigneten Körben für das Spülgut und
- die ausreichende Vorreinigung des Spülguts.

Am Ende jedes Betriebstages muss die Spülmaschine entleert und gereinigt werden. In der Betriebsanleitung des Herstellers sind alle erforderlichen Tätigkeiten detailliert aufgeführt. Beispielsweise müssen alle Siebe und Filter entnommen und gereinigt werden.

Wartung

Eine regelmäßige Wartung der Spülanlage und ihrer Komponenten sollte von autorisiertem Fachpersonal des Herstellers durchgeführt werden. Einerseits dient sie zur Erhaltung der Betriebs- und Funktionssicherheit, andererseits zur Werterhaltung der Anlage. Der Abschluss von Wartungsverträgen für Spülmaschinen ist empfehlenswert.

Maschinenüberwachung und Prozessdokumentation

Die Dokumentation einwandfreier Hygiene im Rahmen eines HACCP-Konzepts schließt den Nachweis der sachgemäßen Geschirreinigung mit ein.

Moderne gewerbliche Geschirrspülmaschinen sind mit Systemen zur Überwachung ihrer eigenen Funktion ausgestattet. Unregelmäßigkeiten, Warnungen und Fehler werden am Bedienfeld angezeigt. Optische und akustische Signale ermöglichen das schnelle Erkennen von Maschinenmeldungen.

Manche Spülmaschinen sind mit Funktionen ausgestattet, die Unregelmäßigkeiten zunächst ohne Eingriff einer Bedienperson selbst zu beseitigen versuchen.

Alle Meldungen der Spülmaschine, beispielsweise zu anstehenden Wartungen, Leermeldungen für Reiniger oder Klarspüler oder Störungen, können außer am Bedienfeld auch in einer Leitwarte, am PC der Betriebsleitung oder auf mobilen Geräten, wie beispielsweise Smartphones, angezeigt werden.

Moderne gewerbliche Geschirrspülmaschinen speichern die relevanten Prozessdaten, wie Programmwahl, Temperaturen, Spülverhalten und Fehlfunktionen in einem integrierten Betriebstagebuch. Diese Prozessdaten können über eine eingebaute Schnittstelle beispielsweise mit Hilfe eines PC ausgelesen werden. So kann ohne großen Zusatzaufwand beispielsweise ein Temperatur-Zeit-Diagramm zur Dokumentation eines ordnungsgemäßen Betriebs erzeugt werden (Abb. 46).

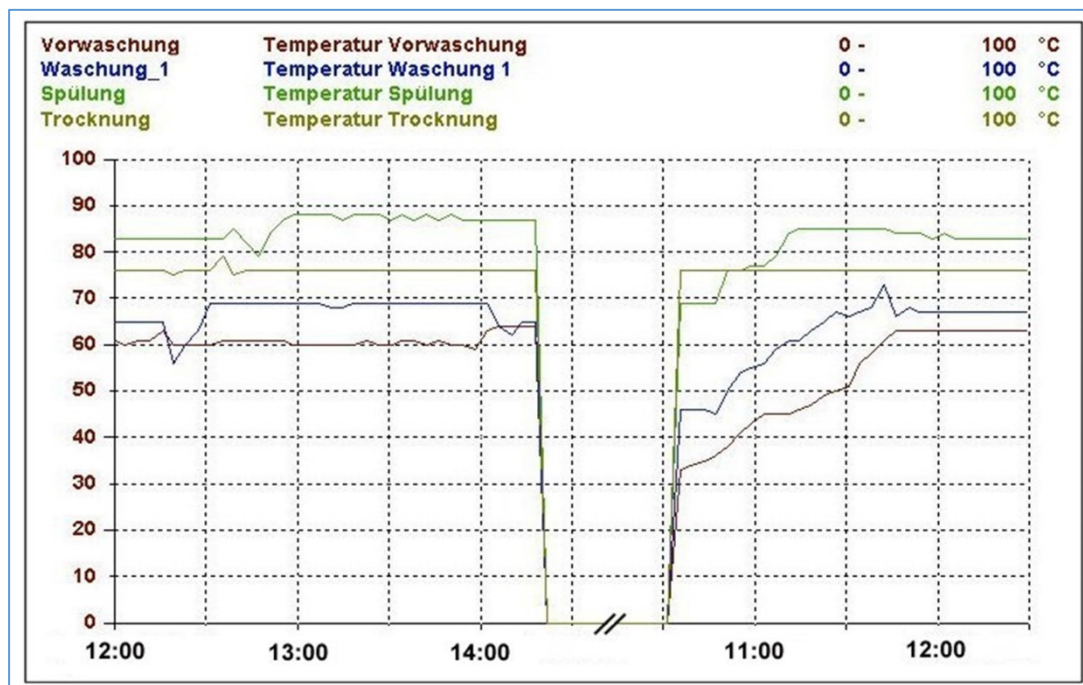


Abb. 46: Dokumentation des Temperaturverlaufs beim Geschirrspülen

Regulierung

Die europäische Richtlinie 2009/125/EG bildet den Rahmen für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an energieverbrauchsrelevante Produkte und dient dazu, den freien Verkehr dieser Produkte im Binnenmarkt zu gewährleisten. Durch Erhöhung der Energieeffizienz und der Umweltverträglichkeit der Produkte sowie die Stärkung der Versorgungssicherheit trägt die Richtlinie zu einer nachhaltigen Entwicklung bei. Die Richtlinie 2010/30/EU bildet einen Rahmen für die Harmonisierung nationaler Maßnahmen zur Bereitstellung von Informationen – insbesondere durch Kennzeichnung und Standard-Produktinformationen – über den Verbrauch von Energie und etwaigen anderen wichtigen Ressourcen während des Gebrauchs sowie ergänzender Informationen für die Endnutzer, um diese in die Lage zu versetzen, sich für effizientere Produkte zu entscheiden.

Dementsprechend hat die EU es sich zur Aufgabe gemacht, Überlegungen zu einer europäischen Regulierung der gewerblichen Geschirrspülmaschinen anzustellen. Nach einer vorbereitenden Studie (Lot 24) ist dazu bisher im Wesentlichen ein Mandat an die europäischen Standardisierungsorganisationen auf den Weg gebracht worden, um entsprechende Prüfmethoden zu entwickeln und zu standardisieren.

Folgende Kategorien von gewerblichen Geschirrspülmaschinen sind vorgesehen (lt. Mandat 539 an CEN/CENELEC/ETSI):

- „Frischwasserspülmaschine“: eine gewerbliche Geschirrspülmaschine, bei der für jeden Reinigungsgang frisches Wasser zugeführt werden muss.
- „Eintankspülmaschine“: eine gewerbliche Geschirrspülmaschine, die mit einem einzigen Wasser- oder Flüssigkeitsbehälter ausgerüstet ist und vor dem Wiederauffüllen mehrere Reinigungsgänge durchlaufen kann.
- „Topf- und Behälterspülmaschine“: eine gewerbliche Geschirrspülmaschine, die speziell für die Reinigung von Töpfen und Behältern ausgelegt ist.
- „Mehrtankspülmaschine“: eine gewerbliche Geschirrspülmaschine, die mit mehreren Wasser- oder Flüssigkeitsbehältern ausgerüstet ist und vor dem Wiederauffüllen mehrere Reinigungsgänge durchlaufen kann.

Bisher liegt nur für die Eintankspülmaschinen eine Prüfvorschrift zum Test vor. Diese Europäische Norm DIN EN IEC 63136 gilt für handbeladene Eintank-Untertisch-Spülmaschinen und Eintank-Hauben-Spülmaschinen zum Spülen von Tellern, Geschirr, Glasgeschirr, Besteck und ähnlichen Gegenständen. Das Ziel ist, die grundsätzlichen Gebrauchseigenschaften von elektrischen Spülmaschinen für den gewerblichen Gebrauch und die Normverfahren für die Messung dieser Leistungskenngrößen anzugeben und festzulegen. Die Leistungskenngrößen werden durch das Spülen von Tellern gemessen.

Die Gebrauchseigenschaften und die Verbrauchskennwerte werden wie folgt bestimmt:

- Reinigungs- und Wiederanschmutzungs-Verhalten,
- Energie- und Wasserverbrauch sowie
- Zeitmessung.

Das Verfahren besteht aus der Entfernung einer Prüfanschmutzung, angewendet in Form von 33 Anschmutzungspunkten je Teller. Nach der punktuellen Anschmutzung werden die Teller unter festgelegten Umgebungsbedingungen luftgetrocknet. Um ein nachlassendes Leistungsvermögen während anhaltendem Betrieb zu beurteilen, werden noch Sesam-Partikel direkt in den Spülraum gegeben, bevor der Maschinenzyklus beginnt. Für die statistische Plausibilität müssen insgesamt fünf Geschirrkörbe in einer vorbereiteten Spülmaschine unter Verwendung der beschriebenen Reinigungslösung und den Standard-Herstellereinstellungen der Spülmaschine gereinigt werden. Die Teller werden am Ende des Verfahrens mittels einer Sichtprüfung bewertet. Sowohl die Zahl der nicht vollständig entfernten Anschmutzungspunkte als auch die Anzahl der verbliebenen Sesam-Partikel auf den Tellern müssen gezählt und statistisch untersucht werden. Mit Hilfe dieses genormten Prüfverfahrens soll eine Mindestanforderung an Reinigungsleistung und maximales Wiederanschmutzungsverhalten festgelegt und dann der dafür benötigte Energie- und Wassereinsatz sowie die Programmlaufzeit als Basis für eine europäische Regelung genutzt werden.