

Was wir vom elektrischen Kühlschrank wissen sollten!

Welche Vorteile bietet die elektrische Kühlung!

Unsere Großeltern und Eltern benutzten zur Frischhaltung leicht verderblicher Lebensmittel die Aufbewahrung in der Speisekammer, im Keller, das Einwässern oder — den guten alten Eisschrank, der meist nur zum Wochenende mit einem Eisblock versorgt wurde.

Alle diese Kühlmethoden sind aber mehr oder weniger unvollkommen: Die Speisekammer ist im Winter zu kalt und im Sommer zu warm, der Keller besitzt meist eine zu große Feuchtigkeit, Kühlwasser erwärmt sich und der „Eiskasten“ erfordert eine oft umständliche Eisbeschaffung. Dieses Blockeis ist zudem nicht billig, das Schmelzwasser erzeugt viel Feuchtigkeit und die erzielbare Kühltemperatur ist für größere Mengen von Lebensmitteln oft nicht ausreichend tief.

Demgegenüber stellt der elektrische Kühlschrank für Haushaltszwecke eine fast vollkommene Lösung dar: Er arbeitet vollautomatisch, besitzt eine einstellbare Kühltemperatur mit verschiedenen Temperastufen und bewirkt durch Niederschlag der Feuchtigkeit am sehr stark unterkühlten Verdampfer eine Selbstentfeuchtung, die das ganze Jahr hindurch eine gleichmäßige, trockene Kühlung sicherstellt. Moderne Kühlschränke bedürfen außerdem keinerlei Wartung und sind durch ihre gefällige äußere Form eine Zierde jedes Haushaltes.

Warum ist die Haushaltskühlung so wichtig!

Lebensmittel sind im Allgemeinen leicht verderblich. Ihre größten Feinde sind Wärme und Feuchtigkeit, die zur raschen Vermehrung von Bakterien und Schimmelpilzen führen. Diese beeinträchtigen die Genußfähigkeit der Speisen und können sogar im fortgeschrittenen Stadium zu Gesundheitsschädigungen (Vergiftung) führen. Obst, Gemüse, Fleisch, Wurst und Eier faulen, Milch und Speisereste werden sauer, Butter wird ranzig usw. Das beste Mittel zur Frischhaltung und kurzzeitigen Konservierung ist daher trockene Kühlung mit einer gleichbleibenden Kühltemperatur oberhalb 0° C (zur Verhinderung von Gefrierschäden) und unterhalb 10° C (kritische Wachstumtemperatur der Bakterien). Die günstigste Kühltemperatur liegt zwischen 4 und 8° C.

Trockene Lagerung ist deshalb wichtig, weil sich vorhandene Feuchtigkeit, insbesondere bei schwankender Temperatur, auf den Lebensmitteln niederschlägt. Hierfür einige Beispiele:

- Frischmilch wird sauer:** bei 4,5° C in 6 Tagen, bei 10° C in 2 Tagen, bei 15° C in 1 Tag.
- Fleisch wird bei 3° C ungenießbar:** bei 70% Luftfeuchtigkeit in 8 Tagen, bei 80% Luftfeuchtigkeit in 5 Tagen, bei 100% Luftfeuchtigkeit in 4 Tagen.

Sachgemäße Kühlung ist daher nicht nur im Sommer wichtig, sondern auch im Winter wegen der Gefahr des Gefrierens und wegen der größeren Luftfeuchtigkeit.

Für wen ist der elektrische Kühlschrank besonders wichtig!

Besondere Bedeutung besitzt die Haushalt-Elektrokühlung wenn kein Keller vorhanden ist, in höheren Stockwerken (Treppensteigen), am Stadtrand (weite Einkaufswegen), für Berufstätige (Einkaufszeit, Vorratswirtschaft), bei großen Familien (Vorratswirtschaft, billiger Einkauf, Resteverwertung), bei Kindern und Kranken (einwandfreie Speisen, Diätkost) usw.

Was ist bei der Beschaffung eines Elektro-Kühlschranks zu überlegen!

1. Das Kühlsystem des Schrankes (Absorber oder Kompressor) ist eine Frage des Anschaffungspreises und der Betriebskosten.
2. Die Schrankgröße (Nutzraum, Volumen in Liter) ist eine Frage der Haushaltsführung (Vorratswirtschaft) und der Familiengröße.
3. Die Bauart (Einbauforn, Tischform oder großer Schrank ohne obere Abstellfläche) ist eine Frage des vorhandenen Platzes und der Aufstellungsmöglichkeit.
4. Die technische Ausführung: Offener oder gekapselter Motor bei Kompressorschrank, ein-

Die moderne Technik hat nicht nur unser tägliches Leben von Grund auf umgestaltet; sie ist auch auf dem besten Wege, die Hauswirtschaft in einem Maße zu revolutionieren, von dem wir uns heute oft noch gar nicht die richtige Vorstellung machen. Elektrisches Bügeleisen, Staubsauger, Heizgeräte usw. gehören in den meisten Haushalten schon zur Selbstverständlichkeit, hingegen haben neuere hauswirtschaftliche Hilfsgeräte, wie Mixer, Waschmaschinen, Heißwasserspeicher, Kühlschränke usw., erst in den letzten Jahren in größerem Umfang Eingang gefunden. Unter diesen „Wunschdrängen“ jeder Hausfrau und jedes verständnisvollen „Haushaltsvorstandes“ steht wohl der elektrische Kühlschrank mit an erster Stelle. Die Anschaffung eines solchen Objektes ist jedoch in Anbetracht des erforderlichen finanziellen Aufwandes ein Entschluß, der in bezug auf Typenwahl reifliche Überlegungen erfordert. Insbesondere der Techniker wird, seinen Grundsätzen entsprechend, eine solche Entscheidung — sei es für seinen eigenen Haushalt oder im Rahmen einer Beratung im Freundes- oder Bekanntenkreis — nur dann treffen, wenn er sich mit den technischen Einzelheiten dieses Gerätetyps eingehend vertraut gemacht hat. Dies zu erleichtern, ist der Zweck der folgenden Ausführungen.

wandfreie Abdichtung der Schranktür, Verschluss (Selbstspannschloß, verschließbar) usw.

5. **Innere Ausstattung:** Abstellfächer im inneren Türrahmen, automatische Beleuchtung, herausnehmbare Roste, Behälter zur verschlossenen Einlagerung leicht austrocknender oder geruchsgebender bzw. geruchsempfindlicher Waren, Butterfach für streichfähige Butter, Größe des Tiefkühlfaches usw.

6. **Äußere Form** — eine Frage des persönlichen Geschmacks.

7. **Preis- und Zahlungsbedingungen, Garantie.**

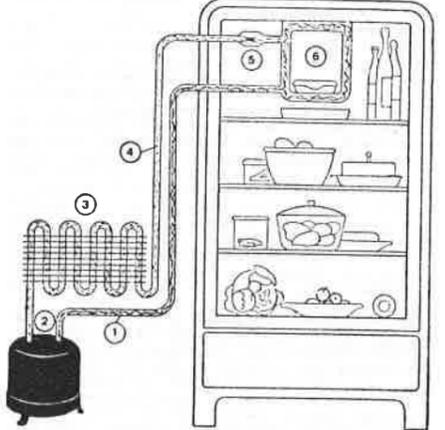


Bild 1. Kompressorprinzip: 1 = Kältemittel (gasförmig), 2 = Kompressor, 3 = Kondensator, 4 = Kältemittel (flüssig), 5 = Einspritzventil, 6 = Verdampfer

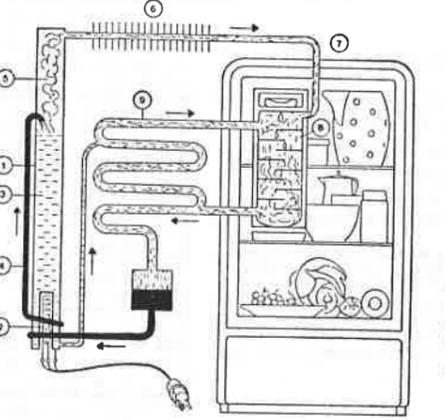


Bild 2. Absorberprinzip: 1 = Kocher, 2 = Heizung, 3 = Wasser, 4 = Ammoniak-Wasser-Lösung, 5 = Ammoniakdampf, 6 = Kondensator, 7 = verflüssigtes Ammoniak, 8 = Verdampfer, 9 = Absorber

Die Technik der elektrischen Kühlung

Das Prinzip der künstlichen Kälteerzeugung beruht auf der physikalischen Tatsache, daß eine Flüssigkeit beim Übergang in den gasförmigen Zustand (Verdunsten oder Verdampfen) Wärme verbraucht, die sie ihrer Umgebung entzieht und diese dadurch abkühlt. Natürliche Beispiele hierfür sind die körperliche Abkühlung beim Verlassen eines Bades, insbesondere unter Einwirkung eines Luftzuges, der das Verdunsten beschleunigt oder die Verdunstungskühlung durch Einschlagen in feuchte Tücher, die durch Sonnenbestrahlung intensiviert werden kann.

Beim elektrischen Kühlschrank benützt man Flüssigkeiten (Kältemittel), deren Verdampfungspunkt

(Siedepunkt) weit unter der gewünschten Kühltemperatur liegt. Dieses Kältemittel wird in flüssigem Zustand in einem im Kühlraum befindlichen Kühlkörper (Verdampfer) geleitet, wo es verdampft und dabei durch den Entzug an Raumwärme eine Abkühlung des abgeschlossenen Kühlraumes bewirkt. Das verdampfte Kältemittel wird über ein Rohrsystem durch eine technische Einrichtung abgesaugt und wieder in flüssigen Zustand zurückgeführt. Mit einem periodischen Kreislauf des Kältemittels, der durch eine automatische Temperaturregelung gesteuert wird, läßt sich dadurch eine bestimmte Untertemperatur im Kühlraum aufrecht erhalten.

Der Kreislauf des Kältemittels wird bei den derzeit gebräuchlichen Methoden durch zwei verschiedene Verfahren erzielt:

a) **Durch einen Elektromotor**, der die Kältemitteldämpfe durch eine Pumpe zusammenpreßt (komprimiert). In einer Rohrspirale (Kondensator) werden die heißen Dämpfe durch den natürlichen Luftzug wieder verflüssigt und gelangen dann über eine dünne Rohrleitung (Kapillarrohr), die als Drosselorgan wirkt und über ein Einspritzventil (Trockenpatrone) in den Verdampfer.

Solche Kühlschränke bezeichnet man als Kompressor (Prinzip s. Bild 1).

b) **Durch eine elektrische Heizung**, die das Kältemittel aus einer Wasser-Ammoniak-Lösung in einem Kocher zum Verdampfen bringt. Dieser Dampf wird in einem mit Kühlrippen versehenen Rohr abgekühlt und gelangt verflüssigt in den Verdampfer. Dort wird durch Beimengung von Wasserstoffgas der durch die Erhitzung entstandene hohe Druck aufgehoben, das flüssige Kältemittel verdampft neuerlich und entzieht dabei dem Kühlraum Wärme. Der Dampf strömt durch eine luftgekühlte Rohrspirale, wo er durch Wasser aufgesaugt (absorbiert) wird und wieder als Wasser-Ammoniak-Lösung in den Kocher zurückfließt.

Derartige Kühlschränke bezeichnet man als Absorber (Prinzip s. Bild 2).

Das an diesem Kühlprozeß beteiligte Wasser stellt das Absorptionsmittel dar, das das Kältemittel (Ammoniak) zwischen Absorber und Kocher transportiert und gewissermaßen die Pumpe des Kompressors ersetzt, während an die Stelle des Motors die elektrische Heizung tritt.

Neben dieser sogenannten „kontinuierlichen Absorptionsmethode“ gibt es noch ein etwas einfacheres sogenanntes „periodisches Verfahren“, bei dem als Absorptionsmittel Chlorkalzium verwendet wird.

Den vollständigen Aufbau und den Kältemittelumlauf in einem modernen Kompressor-Kühlschrank (AEG) zeigt Bild 3. Als Kältemittel wird Chlorfluor-Kohlenstoffverbindung mit der Bezeichnung FRIGEN 12 verwendet, dessen Siedepunkt bei -30° C liegt.

Eine besonders wichtige Eigenart dieser modernen Kompressorschrank ist die hermetisch gekapselte Kühlmaschine. Der Motor ist mit dem Kompressor auf einer gemeinsamen Welle vereinigt und steht innerhalb eines geschickt verschweißten Kessels zur Geräuschdämpfung auf Stützfedern, damit sich keine Schwingungen auf das Gehäuse übertragen.

Gegenüber den teilweise noch üblichen getrennten Antriebsmotoren mit Riemenantrieb des Kompressors ergibt diese Konstruktion folgende Vorteile:

Fortfall der Geräusch- und Störquellen durch den Riemenantrieb.

Die beim Riemenantrieb notwendige Wellendichtung ist nicht mehr erforderlich und damit entfällt eine weitere Störquelle.

Motorlager und bewegliche Kompressorleile werden durch eine im Wellenlager befindliche Exzentripumpe ständig durch einen kräftigen Ölstrom geschmiert, die das Öl aus dem Kesselboden ansaugt und es durch zahlreiche Nuten zu den Schmierstellen drückt, von wo es wieder zum Kesselboden zurückfließt.

Die automatische Ölschmierung bedarf keinerlei Wartung, weil sich das Öl ebenso wie das Kältemittel unter vollkommenem Luftabschluß befindet und sich daher nicht verbrauchen kann. Die früher in gewissen Zeitabständen notwendige Hand-schmierung ist deshalb überflüssig.

Gekapselte Kühlmaschinen besitzen daher einen geräuschlosen Gang, erfordern daher keinerlei Wartung und besitzen eine außerordentlich hohe Lebensdauer. Auf diesen Punkt sollte man bei der Anschaffung eines Kompressorschrankes achten.

Außerdem wird auf diese Schränke eine 5jährige Garantie geleistet.

Als Antriebsmotor dient ein Einphasen-Induktionsmotor mit Widerstands-Hilfsphase, die durch ein Relais beim Anlaufen kurzzeitig eingeschaltet wird und den Motor bei zu hohem Strom oder zu hoher Kesseltemperatur mit Hilfe eines Bimetallkontaktes automatisch abschaltet.

Die automatische Regelung der Kühltemperatur erfolgt durch einen selbsttätigen Regler, der von der Temperatur des Verdampfers gesteuert wird. Die Kühltemperatur ist in gewissen Grenzen durch ein Stellrädchen einstellbar.

Technische Daten des Elektro-Kühlschranks und Betriebskosten

Über den Leistungsverbrauch und die Ermittlung der Betriebskosten bestehen vielfach noch erhebliche Unklarheiten. In den technischen Angaben der Firmen findet man zwei charakteristische Werte, nämlich:

a) **Den Anschlußwert (N)** in Watt, d. h. die Leistung, die der Kühlschrank im eingeschalteten Zustand aufnimmt. Er stellt das Produkt aus Netzspannung und aufgenommenem Strom dar und kann daher auch aus den Angaben des Leistungsschildes ($N = U \cdot I$) errechnet werden.

b) **Den mittleren Leistungsverbrauch (V)** in Kilowattstunden (kWh), den der Betrieb während seiner Schaltperioden im Laufe eines Tages oder einer Stunde erfordert.

Dieser Wert wird in den Prospekten oft nur mit der Bezeichnung kWh angegeben, verlangt jedoch zur eindeutigen Kennzeichnung den Zusatz „pro Tag“ oder „pro Stunde“. Es ist jener Wert, den der Zähler aufzeichnet und der für die Berechnung der Stromgebühr maßgebend ist. Er ergibt sich aus dem Anschlußwert (in kW) multipliziert mit der Bezugszeit und mit dem Einschaltfaktor (Verhältnis der tatsächlichen Einschaltdauer zur Bezugszeit).

Der Leistungsverbrauch ist abhängig von der Art des Systems (Kompressor oder Absorber), vom Schrankvolumen, von der Außentemperatur, von der Dauer der Öffnungszeiten, von der Anfangstemperatur und der Menge der eingelagerten Lebensmittel, von der eingestellten Kühlstufe und vom einwandfreien Zustand des Schrankes (Wärmeisolation, Türenabdichtung, öfteres Ablauen, zweckmäßige Aufstellung usw.).

Der Verbrauch ist daher vor allem im Sommer größer, und die Firmenangaben können daher nur Durchschnittswerte darstellen.

Nach den deutschen DIN-Vorschriften (DIN 8950) soll die Messung bei einer Umgebungstemperatur von 25° C, bei 5maligem kurzem Öffnen und Schließen pro Stunde über einen Zeitraum von 36 Stunden erfolgen. Die Kühltemperatur soll dabei in mittlerer Rosthöhe mit Hilfe eines Thermometers gemessen werden, das in 1/2 Liter Wasser von 6° C getaucht werden soll.

Vergleich zwischen Kompressor- und Absorber-Kühlschrank

Ein grundsätzlicher Unterschied im Leistungsverbrauch besteht zwischen Absorber- und Kompressorschrank, für die folgende Richtwerte angenommen werden können:

a) Absorber

Inhalt	40/45	60	80/90	100/120 Liter
Mittlerer Verbrauch ¹⁾				
pro Stunde . . .	0,1	0,15	0,2	0,3 kWh
pro Tag	2,4	3,6	4,8	7,2 kWh
Mittlere Stromkosten ²⁾				
pro Tag	1,20	1,80	2,40	3,60 S
pro Monat . . .	36,—	48,—	72,—	108,— S

b) Kompressor

Inhalt	80/90	100/120	160	260 Liter
Mittlerer Verbrauch ¹⁾				
pro Stunde . . .	0,02	0,025	0,03	0,033 kWh
pro Tag	0,5	0,6	0,7	0,8 kWh
Mittlere Stromkosten ²⁾				
pro Tag	—,25	—,30	—,35	—,40 S
pro Monat . . .	7,50	9,—	10,50	12,— S

Ein Vergleich dieser Zahlenwerte zeigt, daß der Absorber wesentlich höhere Betriebskosten erfordert als der Kompressor, die insbesondere bei größerem Schrankvolumen sehr hoch werden. Bei kleineren Schränken stehen dem die bedeutend geringeren Anschaffungskosten (Absorberschränke mit 45 . . . 60 Liter kosten S 2000,— bis S 4000,—) gegenüber. Zu erwähnen ist auch die völlige Geräuschlosigkeit des Absorbers (kein Motor).

Bei größerem Schrankinhalt ergibt sich dagegen eine deutliche Überlegenheit des Kompressorschrankes, der die höheren Anschaffungskosten (80 . . . 120-Liter-Schränke kosten S 4500,— bis S 6000,—) durch die geringeren Betriebskosten in verhältnismäßig kurzer Zeit amortisiert.

Die Stromkosten pro Monat errechnen sich aus dem Mehrwert (bei einem Strompreis von 50 g/kWh) zu 0,4 . 30 . 0,50 = S 6,—. Allerdings sind dabei nicht die Öffnungszeiten berücksichtigt. Ein kurzzeitiges Öffnen der Schranktür verkürzt die folgende Ausschaltperiode beispielsweise um ein Drittel.

¹⁾ Die angegebenen Werte wurden als Mittel aus den Firmenunterlagen entnommen.

²⁾ Berechnet für den Wiener Haushalttarif (1 kWh = 50 g).

Literatur:

E. Dittler: Elektrisch Kühlen, 2. Aufl., Broschüre, 30 Seiten. Herausgegeben von Verlags- und Wirtschafts-Ges. der E-Werke Frankfurt am Main, der auch die Bildvorlagen für Bild 1 und 2 entnommen wurden.

Überprüfung der Betriebskosten

Wie man die tatsächlichen Betriebskosten eines bestimmten Kühlschranks unter bestimmten Betriebsbedingungen überprüfen kann, soll am Beispiel eines AEG-Schranks (Type 120) gezeigt werden.

Bei einer Außentemperatur von 20° C und mittlerer Temperatureinstellung (4) wurden die Schaltzeiten dieses Schrankes über 3 Schaltperioden abgestoppt und in Bild 4 grafisch dargestellt. Während der Beobachtungszeit von 2590 Sekunden ergab sich eine tatsächliche Einschaltzeit von 457 Sekunden.

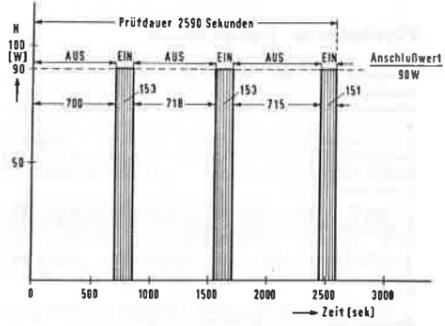


Bild 4
Schaltzeiten eines Kompressorschrankes (AEG 120)

Daraus errechnet sich ein Einschaltfaktor von $457 / 2590 = 0,18$. Da der Anschlußwert dieses Schrankes 90 W (= 0,09 kW) beträgt, so ergibt sich pro Tag (24 Stunden) ein Leistungsverbrauch von $0,09 \cdot 24 \cdot 0,18 = 0,4$ kWh (der mittlere Jahresdurchschnitt wird von der Herstellerfirma mit 0,6 kWh/Tag angegeben).

Die Stromkosten pro Monat errechnen sich aus dem Mehrwert (bei einem Strompreis von 50 g/kWh) zu $0,4 \cdot 30 \cdot 0,50 = S 6,—$. Allerdings sind dabei nicht die Öffnungszeiten berücksichtigt. Ein kurzzeitiges Öffnen der Schranktür verkürzt die folgende Ausschaltperiode beispielsweise um ein Drittel.

Aufstellung und Gebrauch des Elektro-Kühlschranks

Im Innern des Schrankes entstehen durch die vom Verdampfer ausgehende Luftzirkulation Bereiche mit verschiedenen Kühlstufen (Bild 5), die zur sinnvollen Einlagerung von Lebensmitteln mit verschiedenem Kühlbedarf auszunützen sind.

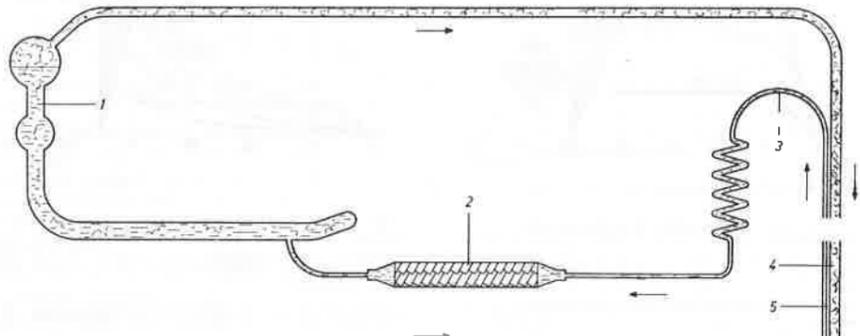


Bild 5. Temperaturverteilung im Kühlschrank

Fleisch legt man direkt unter den Verdampfer, Milch in die Nähe des Verdampfers oder in das unterste Fach, Butter, Eier usw. seitlich des Verdampfers, Speisereste in die Mitte, leicht trocknende oder geruchbildende Lebensmittel (Wurst, Käse, Fisch) in geschlossene Behälter.

Die normalen Haushaltskühlschränke können an die Lichtleitung angeschlossen werden (Schuko-steckdose). Ein Erdleitungsanschluß ist erforderlich, wenn der Schrank nicht auf Holzboden steht.

Der Schrank soll keiner direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt sein und nicht in der Nähe eines Ofens stehen. Der Wandabstand muß mindestens 3 bis 5 cm betragen, damit eine gute Entlüftung des Kondensators gesichert ist.

L. Ratheiser

Bild 3. AEG-Kühlmaschine (Schnitt): 1 = Verdampfer, 2 = Trockenpatrone, 3 = Kapillarrohr, 4 = Saugrohr, 5 = Wärmeaustausch zwischen 3 und 4, 6 = Ölpumpe, 7 = Ölsaugrohr, 8 = Motorwelle, 9 = Stromdurchführung, 10 = Stützfedern, 11 = Motorwicklung, 12 = Läufer, 13 = Ventilplatte, 14 = Saugventil, 15 = Verflüssiger, 16 = Druckleitung, 17 = Druckventil, 18 = Zylinder, 19 = Kolben

Unterlagen der AEG-UNION Elektrizitäts-Ges. Wien und Kassel.