



Ein Kühlfach im Selbstbau auf einer 70er-Jahre Yacht.

Frostige Zeiten

Die Saison im vorherigen Jahr bescherte Seglerinnen und Seglern in der östlichen Ostsee acht Wochen durchgehend Sommer um die 30 Grad Celsius. Da steht der Wunsch nach gekühlten Getränken und auch Lebensmitteln ganz weit oben. Im Folgenden zeigt Georg Seifert die Möglichkeiten an Bord auf, aber auch welche Alternativen es gibt.

Hiscock, Erdmann, Koch und Co. machten es vor, bis weit in die 80er hatten die Fahrtensegler keinen Kühlschrank. Es gab schlicht keine geeigneten bezahlbaren Systeme, und absolut notwendig ist es auch (heute) nicht. Kaum jemand weiß noch was selbst in den Tropen, auf langen Reisen mitgeführt kann ohne mit dem Schimmel um die Wette essen zu müssen. Nehmen Sie sich die Zeit und stöbern Sie in den alten Büchern der Weltumsegler: Unausweichlich stoßen Sie auf Tipps zu Lebensmitteln, welche ohne Kühlung mitgeführt werden können. Als Beispiele seien genannt: Eier, die sich mehrere Wochen halten, wenn sie dünn mit Vaseline eingerieben werden, Obst welches in einem luftigen

Netz unter die Salondecke gehängt wird, Fleischwaren die eingekocht mitgeführt werden. Brot ist einfach an Bord zu backen, Wein schmeckt im Gegensatz zu Bier auch warm, Saft und Wasser sind in der Bilge hinreichend gekühlt und vieles mehr. Gesalzene Butter hält auch ohne Kühlung lange und wird vor allem im Norden Europas angeboten. Lin und Larry Pardey, den älteren unter uns als Langfahrt-Gurus bekannt, haben den Wandel hin zur Kühlung an Bord noch mitbekommen. Sie schimpften vehement auf Kühlung, Lebensmittel, die gekühlt werden müssen, hätten an Bord nicht zu suchen, und raten dringend davon ab in den Supermärkten gekühlte Ware zu kaufen. Denn diese sei nicht so haltbar wie naturbelassene Lebens-

mittel, welche auf dem Markt oder direkt beim Bauern gekauft wurden. Die Aussage stimmt immer noch. Auch ich empfehle, wenn möglich, den Einkauf von Lebensmitteln auf dem Markt oder direkt beim Bauern. Die Ware ist frisch und nicht zu Transportzwecken gekühlt worden. Nun, in den letzten 30 Jahren hat sich viel getan, es gibt viel mehr Einkaufsmöglichkeiten, und auch Kühlung an Bord zum Aufrechterhalten der Kühlkette ist kein Problem mehr. Davon abgesehen gibt es in medizinisch indizierten Fällen wie beispielsweise Diabetes schon mal die Notwendigkeit, Medikamente gekühlt mitzuführen. Beschäftigen wir uns daher einmal näher mit der Technik, Voraussetzungen und Möglichkeiten an Bord.



Kühlfach auf einer Serienyacht. Gut gemacht: Das Dichtgummi verhindert das Flüssigkeit ins Fach läuft!

Bauarten

Die einfachste Methode an Bord Kälte vorzuhalten, besteht in dem Einsatz von Eis, egal ob als Blockeis aus dem Fischereihafen oder handlich in Kunststofftüten verpackt, wie es an nahezu jeder Tankstelle verkauft wird. Das Eis wird in ein geeignetes isoliertes Behältnis eingebracht, welches mit einem Ablauf oder Sammler für Schmelzwasser versehen sein muss, und meine Lebensmittel lege ich einfach dazu. So wird auch heute noch in der Fischerei der Fang kühl und frisch gehalten, bis er an Land gelöscht wird.

Nun, das ist wohl kaum eine dauerhafte Lösung für uns. Wir hätten gerne eine regelbare Kühlung nach Bedarf, autark und ohne mögliche Beschaffungsprobleme.

Und natürlich bietet der Markt heute geeignete Kühleinrichtungen für die Nutzung an Bord einer Yacht: Sei es als tragbare Box, Einbaukühlschrank, Schubladen-Kühler, Komponenten mit Luft- oder Wasserkühlung, und das auch in jedweder Leistungsstufe vom Kühlen bis zum Gefrierschrank. Vor jeder Aufrüstung der eigenen Yacht sollte jedoch eine Bestandsaufnahme stehen:

- Welcher Platz steht zur Verfügung, und für welche Bauart eignet sich dieser?
- Reicht die Kühlung dann auch für meinen Bedarf?
- Welche Energie steht zur Verfügung, und was verbraucht die Kühlanlage?



Eier und Vaseline

Die Redaktion würde nicht empfehlen Eier mit Vaseline einzureiben. Dieses aus Rückständen bei der Erdöldestillation gewonnene Produkt besteht zu einem Großteil aus sogenannten Iso-Paraffinen und Olefinen. Es besteht die Gefahr, dass die Stoffe an den Topfwänden verbleiben und mit der nächsten Mahlzeit, im selben Topf zubereitet, in den Magen geraten. Vaseline bitte auch nicht für die Lippenpflege auf See verwenden, denn es wird von dort ebenfalls in den Magen gelangen. Es gibt inzwischen Lippenbalsam aus Naturstoffen.

- Wo ist mein Fahrtgebiet für die nächsten Jahre? Geht es in warme Gefilde muss ich ein leistungsstarkes Gerät wählen.
- Und nicht zuletzt: Welche Gerätetechnik wähle ich? Die ersten drei Fragen kann nur der Eigner beantworten, zur Technik und Installation kommen wir im Folgenden.

Technik

Mal kurz in die Physik abtauchen: Nach dem Energieerhaltungsgesetz muss, wenn ich Kälte erzeuge, auf der anderen Seite Wärme entstehen. Genauso arbeiten die drei gebräuchlichsten Verfahren Kompressor-, Absorber- und Peltiertechnik. In einer geschlossenen, möglichst gut isolierten Box wird die kalte Seite installiert, außerhalb des Kühlraumes die warme. Was in einer Wohnung nicht stört, ist an Bord einer Yacht die spürbare Erwärmung des Innenraumes durch den Wärmetauscher. Auch hier gibt es Lösungen, aber dazu später mehr.

Thermoelektrik / Peltier

Beginnen wir mit dem vom Wirkungsgrad her schlechtesten der drei genannten Verfahren, dem rein elektrisch ohne bewegliche Teile ▶



Kühlfach als Schublade, der Kompressor sitzt darunter. Kleiner Nachteil: Es passen großen Flaschen nur liegend.



Ein kleiner Kühlschrank fest eingebaut mit Flaschenfach.

arbeitenden nach dem französischen Physiker Jean Peltier benannten Peltier-Element. Ohne zu tief auf die zugrunde liegende Physik einzugehen, bewirkt ein fließender Strom zwischen zwei miteinander verbundenen Halbleitern unterschiedlichen Energieniveaus, das auf der einen Seite Wärme aufgenommen wird, also die Umgebung gekühlt wird, und auf der anderen Seite Wärme abgegeben und somit geheizt wird. Interessant hier das durch simples Umschalten der Stromflussrichtung eine Kühlbox dann auch heizen kann, zum Beispiel für den Transport von warm zu haltendem Essen.

Vornehmlich in kleineren tragbaren Kühlboxen wird dies Verfahren eingesetzt, denn zum einen ist der Wirkungsgrad gering und von daher der Energieverbrauch relativ hoch, zum anderen ist die erreichbare Temperaturdifferenz auch aus konstruktiven Gründen gering. Theoretisch geräuschlos haben diese kleinen Boxen dennoch einen Lüfter, der permanent dreht, um die warme Luft abzuführen. Zumeist in kleineren Yachten ohne Platz für einen Kühlschrank werden solche Kühlboxen eingesetzt.

Absorber

Bei diesem Verfahren wird durch Zuführung von Wärme Kälte erzeugt – kein Widerspruch. Das geht so: In einem geschlossenen System wird eine konzentrierte Wasser-Ammoniak-Lösung erhitzt, das enthaltene Ammoniak verdampft hierdurch und wird in einem Kondensator wieder verflüssigt, an dieser Stelle gibt der Kühlschrank Wärme an die Umgebung ab. Das flüssige Ammoniak fließt nun in einen Verdampfer, der in der Regel im Eisfach untergebracht ist, und durch dessen

Verdampfung wird der Umgebung Wärme entzogen und – voilà – wir haben eine Kühlung.

Dies Verfahren ist schon alt und vom kleinen Kühlschrank bis hin zu großen Anlagen gebräuchlich. Ein großer Vorteil ist neben der auf verschiedenen Arten möglichen Erhitzung des Wasser-Ammoniak-Gemisches (Gas, Strom, jede Art von Feuer) das Fehlen von beweglichen Teilen, die Anlagen laufen nahezu



Eine portable Kompressor-Kühlbox I, die Lösung für kleine Yachten.



Einbaukühlschrank mit hinten montiertem Kompressor.

Foto: Engel



Diese Kühlschublade wurde in die Wand zum dahinter liegenden Schrank eingesetzt.

geräuschlos. Vor dem Einbau ist darauf achten, dass ein Platz gefunden wird wo die Wärme auch abgeführt werden kann, es ist also eine Luftzufuhr von unten und einen Abgang nach oben hinten am Kühlschrank vorzusehen.

So finden sich Absorber-Kühlschränke vielfach in Wohnmobilen und Wohnwagen, wo sie bei Stromanschluss mit Bordspannung oder 230 Volt laufen, unterwegs mit Gas. Auf Yachten sind Absorber eher selten, denn sie sind lageempfindlich und der Wirkungsgrad auch nicht besonders, obwohl um Klassen besser als bei Peltier-Anlagen.

Kompressoranlagen

Nicht nur zu Hause und im Supermarkt, auch auf Yachten finden sich vornehmlich Kompressor-betriebene Kühlanlagen. In diesen wird ein gasförmiges Kühlmittel über einen elektrisch angetriebenen Kompressor verdichtet und in einem Wärmetauscher durch Abgabe von Wärme verflüssigt. Dies geschieht in der Regel über das auf der Rückseite befindliche Gitter. Im Kühlschrank selbst befindet sich der Verdampfer, der das verflüssigte Medium wieder verdampft und somit dem Innenraum Wärme entzieht. Auch hier ist es wichtig das der ►

Wärmetauscher gut belüftet ist. Das Laufgeräusch des Kompressors ist fast zu vernachlässigen, leicht störend ist eher das er intermittierend läuft, also an- und ausgeht.

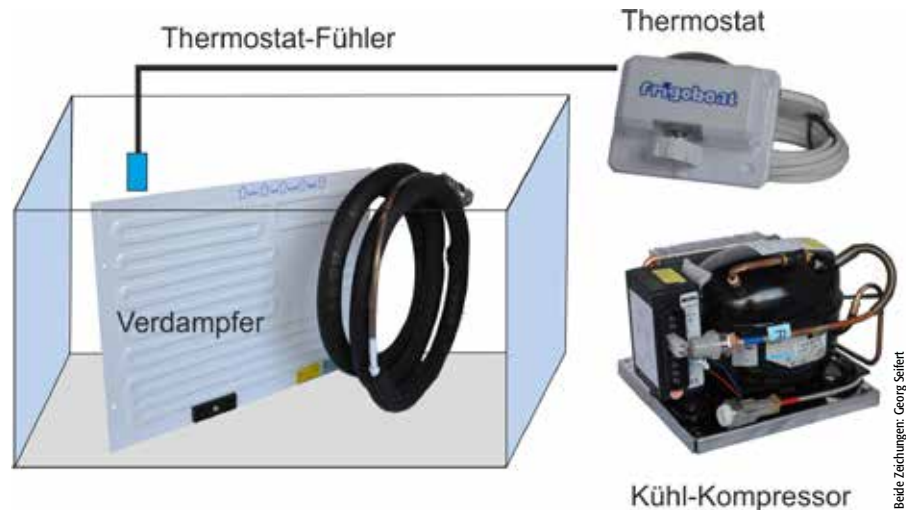
In Yachten läuft der Kompressor in aller Regel mit 12 oder 24 Volt, im Haushalt mit 230 Volt. Es gibt speziell für Yachten auch Kompressoranlagen welche die Wärmeabfuhr nicht an die Umgebungsluft, also in den Wohnraum der Yacht, abgeben, sondern an das umgebende Meerwasser. Hier gibt es mit einer separaten Pumpe betriebene seewassergekühlte Anlagen, aber auch geschlossene System mit einem Wärmetauscher über einen (vorhandenen) Durchbruch der Spüle, oder auch einen außenbords liegenden sogenannten Kielkühler. Der Nachteil des wegen der geringen Stückzahl höheren Preises wird aufgewogen durch die erheblich höhere Wärmeabfuhr durch Wasser, nahezu geräuschlosen Betrieb und keinen Wärmeeintrag in den Lebensraum.

Installation

Hier beschränke ich mich auf die Installation einer Kompressor-Kühlanlage an Bord einer Yacht. Zwei Möglichkeiten habe ich: Entweder ich nutze ein vorhandenes Fach, zum Beispiel im Bereich der Pantry, oder aber auch unter den Sitzbänken des Salons, und baue mir ein gut isoliertes Kühlfach, oder ich baue eine fertige Einheit ein.

Selbstbau Kühlbox

Bei uns war es nach der Atlantiküberquerung 1993 das neue Crewmitglied Tochter Jule, damals ein halbes Jahr alt, was uns zum Selbstbau einer Kühlbox brachte. In der Pantry hatten wir ein von oben zu bedienendes Fach von ungefähr 60 Liter Inhalt, was sich zwangsläufig als Kühlbox anbot. Also geplant: Für die Seitenwände und Boden wurden hochisolierende Schaumplatten 40 Millimeter und zur Verkleidung des Innenraumes lebensmittelechte Kunststoffplatten beschafft und zugeschnitten. Als Verdampfer haben wir einen recht-



Schemazeichnung einer Selbstbau-Kühlbox mit allen Komponenten.

Beide Zeichnungen: Georg Seifert

eckigen Plattenverdampfer gewählt, der wegen der Länge einmal um 90 Grad über einer abgerundeten Tischkante gebogen wurde. Der Kompressor konnte trickreich unter Ver-

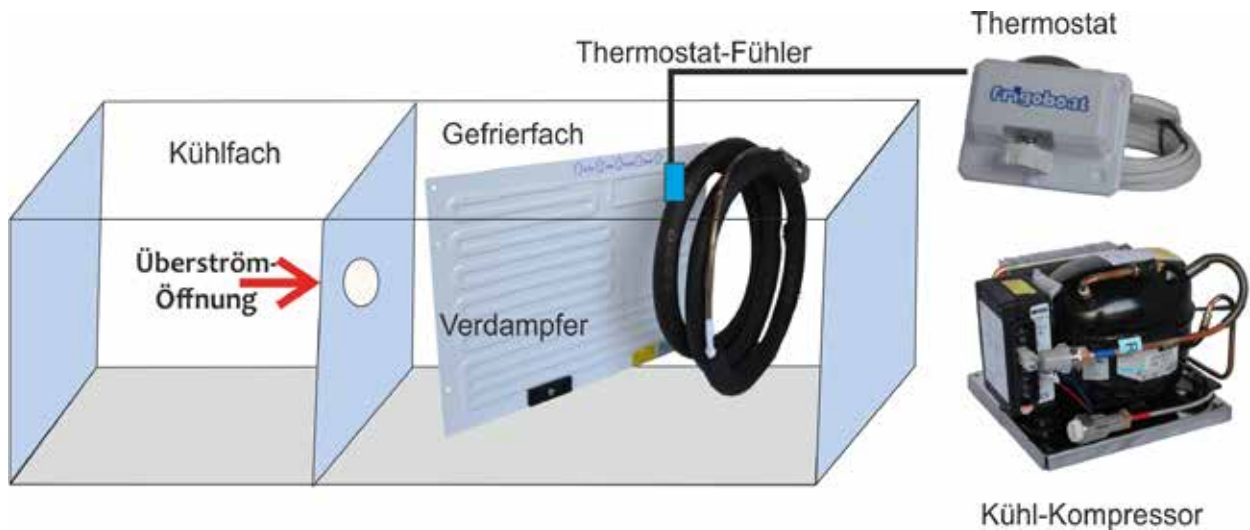
Nachtabstaltung

Thermostaten bekommt man entweder für Kühlung oder Tiefkühlung, von einigen Herstellern sind aber auch Kombithermostaten mit Kühl- und Gefrierbandbreite erhältlich. Ein Kühlschranks sollte immer voll sein, denn das Kühlgut speichert die Kälte und sorgt so für geringere Laufzeiten des Kompressors. Hat man nichts zur Füllung bieten sich Getränkeflaschen oder Pappkartons an. Um den Energieverbrauch zu minimieren, schalten wir auch aus Geräuschgründen den Kompressor nachts ab. Da nachts nichts entnommen wird hält die Kälte recht gut, bequem bis zum nächsten Morgen

renkungen zwischen Pantryschapp und Außenwand platziert werden, so war er auch nicht sichtbar untergebracht. In das Kühlfach noch den Sensor des Thermostaten installiert, das Bedienteil desselben erreichbar neben das Kühlfach und den Stromanschluss hergestellt hatten wir seitdem, immerhin schon 29 Jahre, ein gut funktionierendes Kühlfach. Wenn Kühlen für den Eigner nicht ausreicht und Gefrieren auf dem Wunschzettel steht sind entweder zwei Kompressoren nötig, Wärmetauscher und Thermostaten oder aber der Bau eines Kühlfachs mit Kälteüberlauf, siehe Zeichnung. Hierfür gibt es aber keine passende Anleitung, der Eigner muss ein wenig selbst experimentieren mit dem Überlauf. Die Zeichnung zeigt lediglich das Prinzip.



Eine wassergekühlte Anlage mit Außenbord-Wärmetauscher. Hier muss ein Loch in den Rumpf, der Durchgang besteht aber aus Sintermetall und sehr stabil.



Schemazeichnung einer Selbstbau-Kühlbox mit Gefrierfach und Kälteüberlauf ins Kühlfach.

Die Kühlbox hat den Vorteil, dass die Kälte nicht herauslaufen kann wie bei einem Kühlschrank, aber den Nachteil, dass ich den Deckel öffnen muss und an Bord der verfügbare Ablageplatz bekanntlich beschränkt ist. Erst denken, dann bauen!

Einbau Kühlschrank oder -fach

Steht hinreichend Platz zur Verfügung und kann eventuell auf ein Schrankfach verzichtet werden, ist der Einbau eines fertigen kompletten Kühlschranks oder einer Kühlschublade keine schlechte Idee. Hier ist der zur Verfügung stehende Platz und Raum genau auszumessen und dann die Stichsäge sprechen zu lassen. Die bewährte Regel gilt auch hier: lieber dreimal messen als einmal falsch sägen, gerade im Sichtbereich fallen Fehler im Zugschnitt extrem ins Auge. Natürlich bietet der Handel Umleimer und Einbaurahmen an, keine schlechte Idee, es sieht einfach besser aus. Wärmetauscher, Kompressor und Thermostat sind schon fest verbaut, die ganze Einheit wird an den freigelegten Platz geschoben, gegen Verrutschen gesichert und mit Bordspannung versorgt – fertig.

Lebensdauer

Wie auch im Haushalt so haben Kühlschränke gefühlt das ewige Leben, unser alter läuft wie gesagt



Kälte erzeugen produziert Wärme, die abgeleitet werden muss.

schon 29 Jahre ohne Probleme. Was ich jedoch öfter einmal höre sind Ausfälle durch defekte Thermostaten, häufiger aber noch durch Verlust des Kühlmittels sinkende bis gar keine Kühlwirkung mehr. Dies wird zumeist durch undichte Verbindungen verursacht und ist behebbar: Suchen Sie sich einen Kältemitteltechniker, der an Bord kommt, die Hafenmeister sind da als Informationsquelle oft hilfreich. Nebenbei hat jeder Supermarkt einen solchen im Zugriff, fragen Sie da einfach mal nach. Der kann die Anlage wieder auffüllen

und auch der Undichtigkeit auf die Spur kommen.

Wichtig ist bereits bei der Installation einer Kühlbox beziehungsweise dessen Kompressor und Wärmetauscher darauf zu achten, dass die dünnen Kühlmittelleitungen aus Kupfer keine Knicke aufweisen, also sehr vorsichtig einzubauen, alle Verbindungen nach Anleitung anziehen. Bei einem fertigen Kühlschrank kein Thema, hier ist aber die Rückseite mit dem Wärmetauscher das empfindliche Teil und es muss vor Einbau genau untersucht werden, ob der nicht am Rumpf oder anderen Einbauten scheuert.

Energiebedarf

Wir messen an unserem Kühlschrank im Betrieb um die 4 Ah, mithin bei 12 Volt 48 Wattstunden Verbrauch – wenn der Kompressor läuft. Je nach Außentemperatur läuft der Kompressor alle zwei bis 10 Minuten mehr oder weniger lange. Im Mittel rechne ich im Sommer mit 2 Ah-Verbrauch, also 48 Ah im Etmal/24h. Das ist schon eine Ansage und muss auch nachgeladen werden. Dafür brauche ich in unseren Breiten schon mindestens 140 Wp installierte Leitung an Solarpanelen! Wassergekühlte Anlagen brauchen nur rund die Hälfte, je nach Gerät, Leistung und Installation. Wasser ist eben ein vielfach besserer Wärmeleiter als Luft!