

Ein Kühl- und Gefriergerät im Haushalt – mein Untersuchungsobjekt

Ich hatte mal Lust, den Energieverbrauch von einem Kühl- und Gefriergerät im Haushalt zu untersuchen. Dahinter steckt die Überlegung, dass solche Geräte in wohlhabenden Ländern viel genutzt werden und deshalb in Summe eine große elektrische Leistung aufnehmen. Wie viel, das schätze ich weiter unten für Deutschland ab. Wenn es gelänge, den Stromverbrauch der Geräte zu senken, könnte man damit etwas Wichtiges für die Umwelt tun.

Mein Untersuchungsobjekt ist ein 20 Jahre altes, damals hochwertiges, Kühl- und Gefriergerät bei mir zu Hause. Der Begriff Kühl- und Gefriergerät ist umständlich, darum verwende ich ab jetzt die Abkürzung KG. Ein KG besteht aus zwei „Kältemaschinen“: Kühlschrank und Gefrierschrank. Alle Hersteller verwenden die gleiche Arbeitsweise: Unter Einsatz von Strom wird eine Temperaturdifferenz zwischen dem Innenraum und einer Rohrschleife auf der Geräterückseite aufrechterhalten. Das hat zur Folge, dass es innen kalt ist und auf der Rückseite warm. Wenn man die Wärme besser abführt, sinkt der Stromverbrauch.

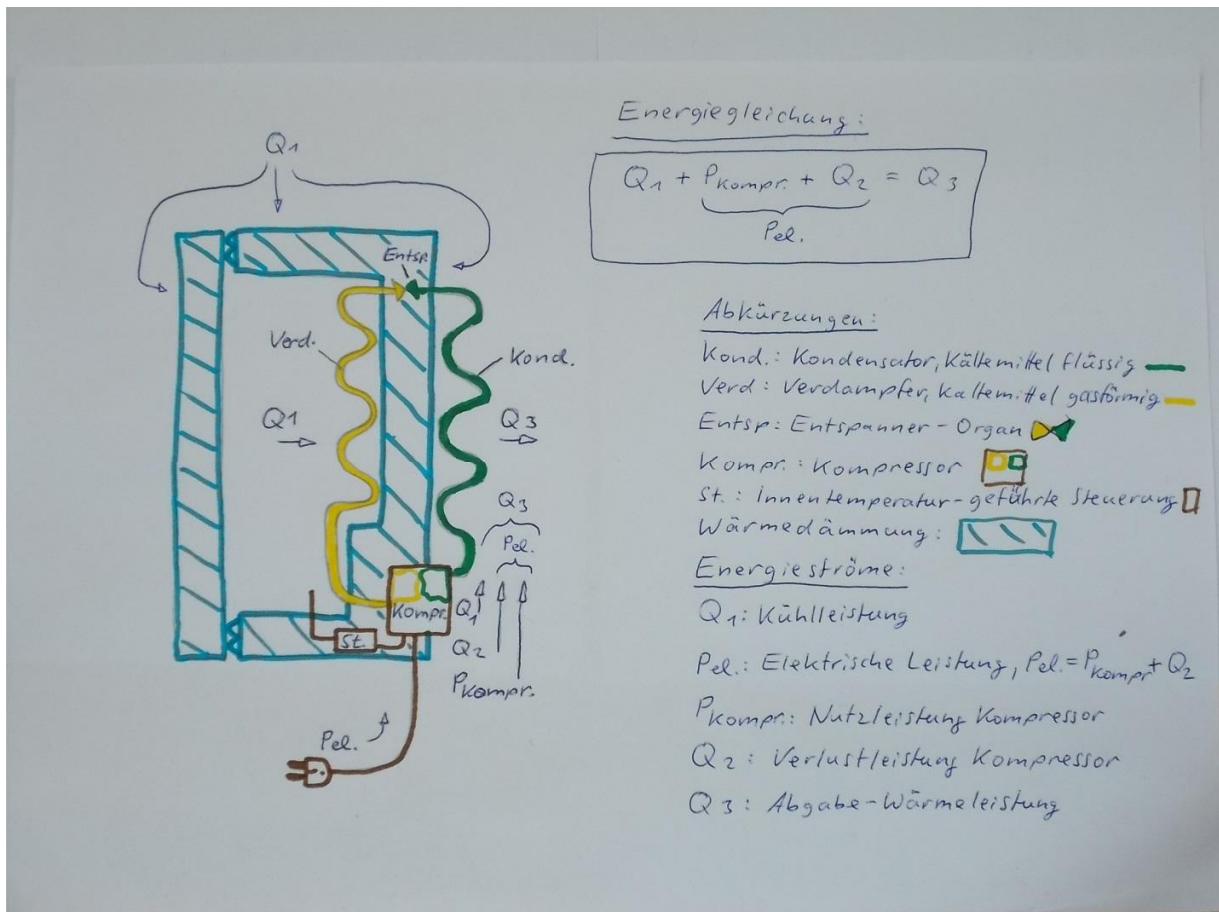


Bild 1: Grob schematische Arbeitsweise einer „Kältemaschine“

Das Arbeitsprinzip wird für die Beheizung von Gebäuden gerne umgedreht, dann hat man eine Wärmepumpe, also man ist in diesem Fall an der Wärme interessiert, nicht an der Kälte. Schick daran ist,

dass man mehr Wärmeleistung erhält, als man in Form von Strom zuführt! Wenn man aber am Kühlen interessiert ist, worum es in diesem Artikel geht, ist das leider gar nicht so. Kühlleistung ist teuer! Um eine Idee von dem Stromverbrauch zu bekommen habe ich mit einem handelsüblichen Verbrauchsmessgerät länger gemessen, mindestens 24 Stunden pro Messung. Zudem habe ich versucht über verschiedene Arten von Zwangsbelüftung der Rückseite die Effizienz zu verbessern und wiederum den Verbrauch gemessen.

Wen das Thema nur am Rande interessiert braucht den Artikel nicht komplett zu lesen. Hier meine Ergebnisse ganz kurz: Mit meinen Versuchen konnte ich den Stromverbrauch nicht nennenswert beeinflussen. Im Mittel betrug die Leistungsaufnahme 74 Watt.

Bei 74 Watt und einem angenommenen Strompreis von 0,24 €/kWh ergeben sich bei meinem Gerät Stromkosten von 156 €/Jahr.

Aber ich habe in diesem Zusammenhang einige vielleicht hilfreiche Erkenntnisse gewonnen:

- Wenn man sein Gerät nach den Angaben der Hersteller aufstellt und für die notwendigen Lüftungsöffnungen sorgt, macht man schon mal viel richtig.
- Mit der Zeit kann eine alte Türdichtung den Stromverbrauch verschlechtern. Manchmal kann man die Tür besser einstellen aber oft sollte man lieber die Türdichtung erneuern.
- Wenn man sein KG an einem kühlen Ort aufstellt, ist das günstig für den Stromverbrauch. Klassisch ist das bei der Kühltruhe im Keller so. Andersrum ist es schlecht, wenn ein KG an einem warmen Ort steht, zum Beispiel weil die Sonne oft direkt darauf scheint.
- Pfiffig ist es auch, wenn man die Abwärme, die ja an der Rückseite des KG abgegeben wird, nutzen kann (für Raumheizung) oder nach draußen abführt (wenn der Raum klimatisiert wird), hierzu mache ich weiter unten einige Vorschläge.
- Bei einem Umzug erhält man die seltene Gelegenheit, an die Rückseite des Gerätes zu kommen. Schnell mal den ganzen Staub absaugen ist gut, denn dann wird die Wärmeabgabe wieder wie neu.
- Wenn ein KG kaputt geht macht es Sinn, bei der Neuanschaffung besonders auf einen guten Verbrauchswert zu achten und auf eine den Bedürfnissen angemessene Größe (nicht größer als für den Haushalt nötig).
- Ich bin normalerweise kein Freund vom vorzeitigen Austauschen eines KG, weil auch die Herstellung mal viel Energie und Rohstoffe verbraucht hat. Daher nutze ich die Geräte lange, es sei denn sie sind schon 30 Jahre alt.

Die Größenordnung des Stromverbrauches durch KG in Deutschland

Nimmt man an, dass bei ca. 85 Millionen Einwohnern in Deutschland im durchschnittlichen Haushalt 2,5 Personen leben und jeder Haushalt ein KG betreibt (mit 40 Watt durchschnittlicher Leistungsaufnahme, weil meistens neuer und sparsamer als mein KG), dann beträgt die gesamte Leistungsaufnahme durch KG in Deutschland 1,36 GW (1 GW = 1000000000 Watt). Das entspricht der Leistungsabgabe von zwei großen Kohlekraftwerken mit je 680 MW (1 MW = 1000000 Watt) oder von 680 Windkraftanlagen mit 2 MW durchschnittlicher Leistungsabgabe. Natürlich ist das nur eine Schätzung von mir, aber es zeigt die

Dimension des Themas. Man erkennt auch leicht, dass es viel ausmacht, wenn durch bedachte Nutzung von KG nur 10% des Stromverbrauches eingespart werden könnten.

Meine Messungen

Bild 2 zeigt mein KG, das Untersuchungsobjekt. Es stand damals in 2015 eine neue Küche an, sodass ich an dem alten KG schnell noch meine Versuche durchführen konnte. Die Familie hat sehr geduldig alle Unannehmlichkeiten ertragen. Vielen Dank an euch!



Bild 2: mein KG, das Untersuchungsobjekt

Meine Versuchsausrüstung ist auf Bild 3 zu sehen. Es sind alles Sachen, die leicht erhältlich sind: ein Energiekostenmessgerät, zwei Lüfter (Anschlussleistung jeweils 15 W), eine Master-Slave Steckdose. Ein wenig basteln war nur für die Lüfter nötig, die auf einem Brett montiert sind und zusammen geschaltet wurden.



Bild 3, Versuchsausrüstung: Energiekostenmessgerät, Lüfter, Master-Slave Steckdose

Die Bilder 4 und 5 zeigen das KG im Ursprungszustand, ohne Lüfter. Die Leistungsmessung ist auf den Bildern noch nicht zu sehen. Sie wurde aber für die Messung zwischengeschaltet. Auf Bild 5 ist zu sehen, dass ein zusätzlicher Lüftungsschlitz zugestopft wurde um eine Beeinflussung hierdurch zu verhindern. Somit erfolgte die Zufuhr von kalter Raumluft immer ganz von unten. Dies war für den Ursprungszustand der Fall, genauso wie bei meinen Versuchen mit zusätzlichen Lüftern.



Bild 4: KG ohne Zwangsbelüftung, „original“



Bild 5: Nebenbelüftung wurde mit Lappen zugestopft

Auf Bild 6 ist der Messaufbau mit Lüftern zu sehen. An dem Master- Anschluss der Master- Slave Steckdose ist der Gefrierschrank angeschlossen. Diese Anschlussart erschien mir am sinnvollsten, weil der Gefrierschrank häufiger „anspringt“ als der Kühlschrank. Immer wenn jetzt der Gefrierschrank anspringt, haben auch die Lüfter Strom und ebenso der Kühlschrank. Ich habe sowohl Messungen mit zwei Lüftern als auch mit einem Lüfter durchgeführt. Wenn ich nur einen Lüfter verwendet habe, bin ich so vorgegangen: ich habe einen Lüfter abgeklemmt und den Luftdurchlass mit einem Stück Folie verschlossen, damit es nicht zu Leckagen kommt.



Bild 6: Aufbau mit zusätzlichen Lüftern und Master-Slave Steckdose mit Messgerät

Meine Messergebnisse sind Tabelle 1 zu entnehmen. Spalte B enthält die Daten vom Ausgangszustand ohne Lüfter. In Spalte C sind Daten mit einem Lüfter dargestellt. Zeile 8 ist zu entnehmen, dass der Stromverbrauch im Vergleich zum Ausgangszustand um 4,9 Watt zugenommen hat. Also kein Vorteil! In den Spalten D und E sind noch Daten, bei denen die Leistungsaufnahme der Lüfter nicht mit gemessen wurde. Man erkennt, dass der Verbrauch des KG günstiger wird, aber nicht in einem Maß, das den Verbrauch der Lüfter ausgleicht.

	A	B	C	D	E
1	Messung des Stromverbrauchs einer Kühl- Gefrierkombination (17. - 23. 02. 2015)				
2					
3	Besonderheiten der Messung	Ausgangszustand Kombination ohne Lüfter	Kombination und ein Lüfter	Kombination und ein Lüfter, jedoch Lüfter nicht mit gemessen	Kombination und zwei Lüfter, jedoch Lüfter nicht mit gemessen
4	Anfang der Messung	19.2.15 23:00	17.2.15 20:00	21.2.15 22:30	22.2.15 22:30
5	Ende der Messung	21.2.15 22:30	19.2.15 23:00	22.2.15 22:30	23.2.15 22:30
6	Dauer der Messung (h)	47,5	51	24	24
7	Stromverbrauch (kWh)	3,516	4,025	1,53	1,411
8	mittlere Leistung (W)	74	78,9	63,8	58,8
9					
10					
11	Lüfterleistung (W, berechnet oder geschätzt)			15,1	30
12	Gesamtleistung (W, berechnet)			78,9	88,8
13					
14	Einsparung, bedingt durch die Lüfter (W)			10,2	15,2
15	Einsparung, Lüfterleistung einbezogen (W)			-4,9	-14,8
16					
17		Anmerkung: Feld D11=C8-D8			
18		Anmerkung: Feld E11=geschätzt 2*D11			

Tabelle 1: Messergebnisse

Weitere Ideen

Die Messungen haben gezeigt, dass ich mit zusätzlichen Lüftern und einer Nutzung der normalen Raumluft keine Einsparung erzielen konnte. Anders ist es, wenn eh schon kalte Luft durch einen Lüfter bereitgestellt werden kann. In Bild 7 ist ein Beispiel skizziert, in dem ein KG in eine Luftaustauschanlage eingebunden ist. Ein Teil der nötigen Frischluft von außen kann am KG entlanggeführt werden mit zwei Vorteilen:

1. Die Außenluft wird durch das KG vorgewärmt.
2. Die Kühlung der Rückseite des KG wird besser, weil die Außenluft kälter ist als die Raumluft.

Kühl- Gefriergerät mit erzwungenem Wärmeaustausch des Kondensators Ausführungsbeispiel: Nutzung von Außenluft bei Gebäuden mit Heizbedarf und Luftaustauschanlage

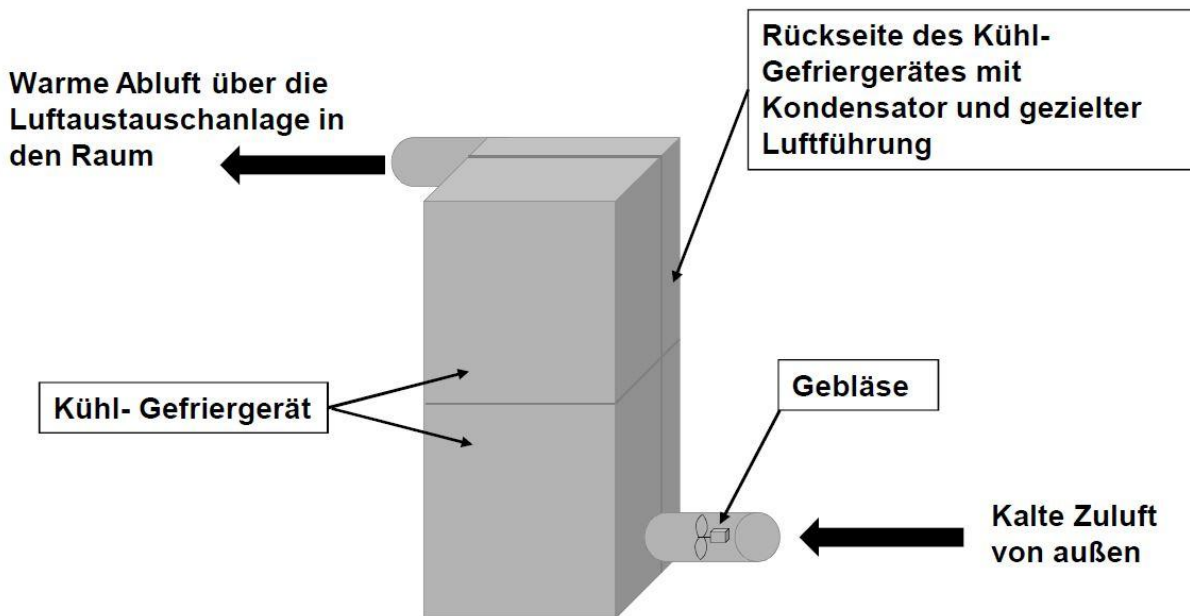


Bild 7: Einbindung eines KG in eine Luftaustauschanlage

Eine weitere Idee zeigt Bild 8. Hier ist der Raum klimatisiert (gekühlt) und es wird die warme Abluft des KG über eine Luftaustauschanlage nach draußen abgeführt. Die Einsparung tritt dann bei der Raum-Klimaanlage auf, denn die Wärmeabgabe des KG braucht nicht erneut heruntergekühlt zu werden. Das sollte deutliche Vorteile bringen, denn die abgegebene Wärmemenge des KG ist größer als die Stromaufnahme (siehe Anmerkung zur Wärmepumpe weiter oben) und Kühlleistung (durch die Raum-Klimaanlage) erfordert hohen Stromverbrauch und ist somit teuer.

Kühl- Gefriergerät mit erzwungenem Wärmeaustausch des Kondensators
Ausführungsbeispiel: Nutzung von Raumluft bei Gebäuden mit Kühlbedarf und Luftaustauschanlage

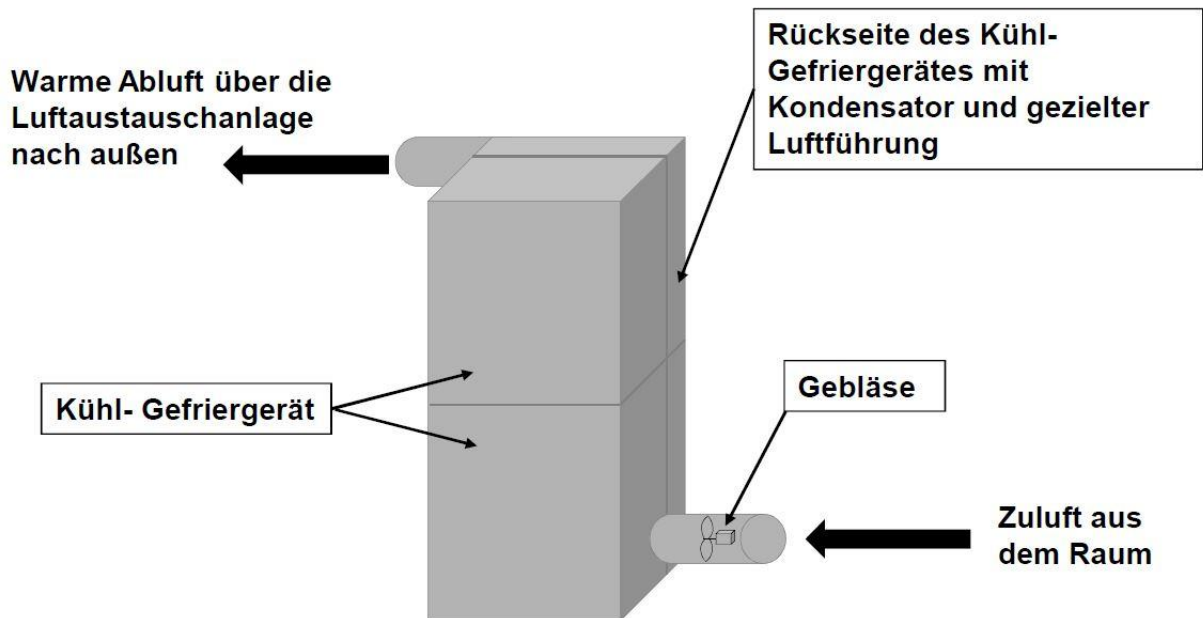


Bild 8: Abführen der Wärme des KG in einem klimatisierten Raum mit Luftaustauschanlage