

Optimierung der Kühlschrankschlüftung

Bei einem Absorberkühlschrank ist die zu erreichende Kühlschrankschlüftungstemperatur um ca. 25 °C niedriger als die Außentemperatur.

In Firmenangaben heißt es, dass ab einer Umgebungstemperatur von etwa 30 °C sich die Kälteleistung des Gerätes erheblich verringert.

Forumsmitglieder hatten bei höheren Temperaturen noch eine gute Kühlwirkung.

Wesentlich ist die Temperatur am Wärmetauscher. Bei meinem WoMo mit seinen Einbauverhältnissen habe ich bei einer Umgebungstemperatur von 26°C direkt über dem Wärmetauscher 51°C gemessen, also eine Temperaturerhöhung von ca. 25°C.

Durch zusätzliche Maßnahmen konnte ich die Temperaturerhöhung auf ca. 11 °C reduzieren. Am Wärmetauscher herrschen dann statt 51°C nur noch 40°C.

Ich stellte Untersuchungen mit und ohne Lüfter, mit und ohne Leitwand an.

Vorab die Ergebnisse:

Leitwand: Je nach Geometrie des Rückraumes des Kühlschranks bringt eine Leitwand zusätzlich zum Lüfter eine enorme Verbesserung.

Anzahl Lüfter Ein Lüfter genügt um die Wärme die das Kühlaggregat liefert abzutransportieren.

Steuerung Eine automatische Steuerung ist nicht erforderlich.

Die oben genannte Temperaturdifferenz von ca. 25°C nimmt mit steigender Umgebungstemperatur erheblich ab. Wenn ich annehme, dass bei 30°C Umgebungstemperatur die Temperaturdifferenz noch 15°C beträgt, erreicht man folgende Wirkung

Wirkung	Für eine Innentemperatur von 15°C darf für eine gute Kühlung die Lufttemperatur höchstens betragen:	
	30°C	ohne zusätzliche Lüftungsmaßnahmen
	36°C	mit Lüfter
	41°C	mit Lüfter und Leitwand

Und nun zu den Maßnahmen und Messungen

Einfluss der Leitwand

Zwischen der Kühlschrankschlüftungsseite und der Außenwand wurde eine Leitwand eingebaut. Zur Aufnahme der Axiallüfter habe ich an einer Aluplatte, drei Öffnungen angebracht. Die linke Öffnung habe ich mit einem Axiallüfter bestückt. Die restlichen 2 Öffnungen blieben offen. Der Kühlschrank wurde mit 220 V betrieben, die Türe war geöffnet, womit gesichert war, dass das Kühlaggregat arbeitete.

Temperaturerhöhung am Wärmetauscher

Die Lufttemperatur betrug 27-28°C			
	Messstellen	ohne Leitwand	mit Leitwand
Belüfter an	Unter Wärmetauscher	34-35°C	34-35°C
	Über Wärmetauscher	44-46°C	40-41°C
Belüfter aus	Unter Wärmetauscher	39-40°C	39-40°C
	Über Wärmetauscher	51-52°C	49-50°C

Wesentlich sind die Temperaturerhöhungen, die sich durch die Wärmeabgabe einstellen.

Einfluss der Leitwand auf die Temperaturerhöhung am Wärmetauscher

Einfluss der Leitwand	ohne Lüfter	2°C
	mit Lüfter	11°C
Einfluss des Lüfters ohne Leitwand		6°C

Die Leitwand verdoppelt die Wirkung des Lüfters.

Der Einfluss der Leitwand hängt von der Geometrie des Raumes ab. Bei meinem WoMo ist zwischen der Rückwand des Kühlschranks und der Außenwand ein Abstand von 18 cm, wobei der Wärmetauscher 9 cm in den Raum hineinragt. Die Wirkung der Leitwand kann durch zusätzliche Lüfter nicht kompensiert werden, da diese lediglich mehr Falschluf ziehen würden.

Ich bestückte alle 3 Lüfteröffnungen mit Lüftern und benutze von Konrad eine Temperatursteuerung zum Schalten der Lüfter und fuhr in Urlaub.

Erste Erfahrungen

Die Lüfter schalteten in kurzen Zeitabständen. Zusätzlich ertönte beim Zuschalten der Lüfter, bevor diese sich drehten, ein pfeifendes Geräusch. Bei Nacht musste ich die Lüfter abstellen. Ich baute einen Lüfter aus, damit zumindest durch eine freie Lüfteröffnung eine konvektive Strömung stattfinden konnte und beschloss beim nächsten CP-Aufenthalt der Sache auf den Grund zu gehen. Mein Temperaturmessgerät hatte ich vorsorglich mitgenommen.

Ich entfernte den zweiten Lüfter, sodass nur noch 1 Lüfter eingebaut war.

Schaltung der Lüfter

Als nächstes überprüfte ich, wie häufig der Lüfter schaltet und wie lange die Schalt-pausen sind. Der Messpunkt für die Temperatur lag über dem Wärmetauscher.

Lufttemperatur 27°C

Einschaltung des Lüfters bei	40°C
Ausschaltung des Lüfters bei	35°C
Schaltintervall	15 bis 30 sec.

Das Volumen über dem Wärmetauscher ist sehr gering, sodass nach dem Abschalten des Lüfters die Temperatur sofort wieder anstieg und der Lüfter innerhalb einer halben Minute zugeschaltet wurde. Bei derartigen Schaltintervallen ist eine Steuerung überflüssig.

Nun wollte ich wissen, wie viele Lüfter benötigt werden.

Ich nahm das Steuergerät außer Betrieb und maß die Lufttemperatur an der Aus-trittsöffnung bei einem und zwei Lüftern.

	1 Lüfter	2 Lüfter
Lüfter ausgeschaltet	46°C	50°C
Lüfter eingeschaltet	32°C	30°C

Temperaturdifferenzen bei Zu- und abgeschalteten Lüftern.

1 Lüfter 14°C

2 Lüfter 16°C

Mit einem Lüfter erniedrigt sich die Temperatur um 14°C. Der zweite Lüfter bringt nur eine Verbesserung um 2°C. Praktisch reicht 1 Lüfter aus.

Damit das Kühlaggregat arbeitet und Wärme abführen muss, habe ich im Gefrierteil eine 1l Flasche mit Wasser deponiert.

Luftströmung.

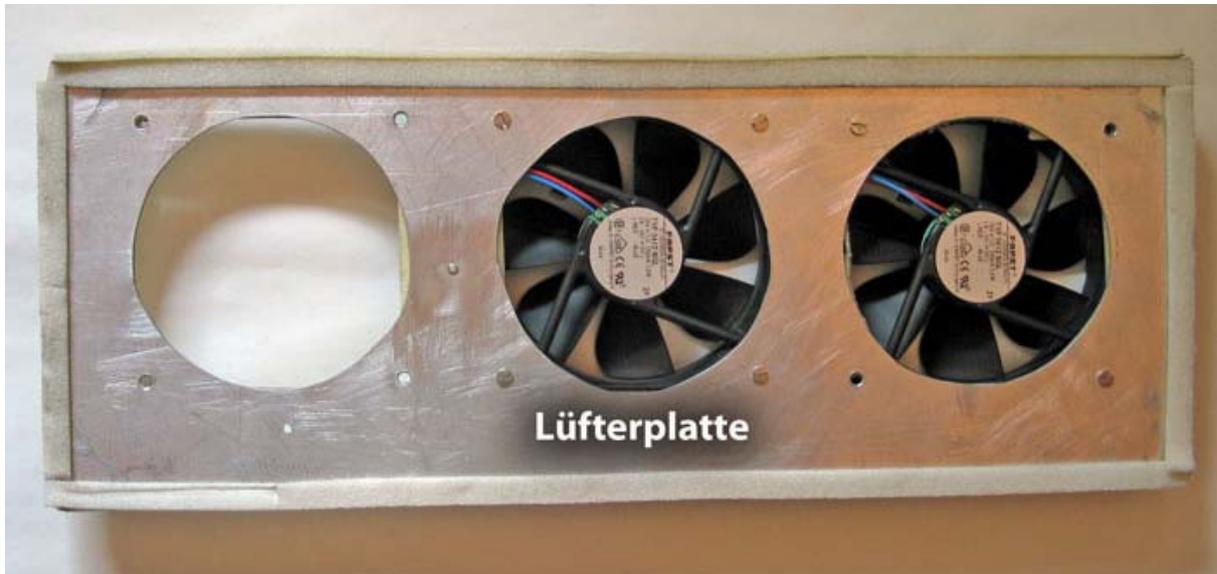
Vor den Lüfteröffnungen befestigte ich Strömungsfäden um die Luftströmung beurteilen zu können. Bei laufenden Lüftern wurde von der Nachbaröffnung Luft nach innen gesaugt. Bei nicht laufenden Lüftern beeinflussten geringe Luftböen die Strömungs-richtung. Das kann sich positiv auf die Kühlung auswirken.

Meine Maßnahmen:

Ich installierte eine Leitwand und zwinge damit die gesamte Luft durch den Wärme-tauscher zu strömen. Obwohl nur ein Lüfter benötigt wird baute ich 2 Lüfter ein. Eine automatische Steuerung habe ich entfernt, da sie nutzlos ist.

Kühlschranklüfter

Ich habe eine Aluminiumplatte mit 3 Lüfteröffnungen. An zwei Öffnungen habe ich Lüfter montiert. Einer ist in Betrieb, der zweite ist als installierte Reserve.



Die Platte ist nicht fest montiert, sie wird durch das Lüftergitter im Lüftungsausschnitt andrückt

Die Lüfter sind leise. Wichtig ist die Körperschallisolierung. Gegen Körperschall sind die Kontaktstellen mit Schaumstoff-Fensterdichtband beklebt.





Ist die Lüfterplatte montiert, müssen die Lüfter ständig laufen.

Sind die Lüfter nicht in Betrieb, ist die natürliche Luftströmung behindert. Dann wird die Lüfterplatte entfernt. Das geht recht schnell. Das Lüftungsgitter wird entfernt und zwei Lüsterklemmschrauben gelöst.
Im Spätjahr/Winter baue ich die Platte wieder aus.

Geräuschemissionen.

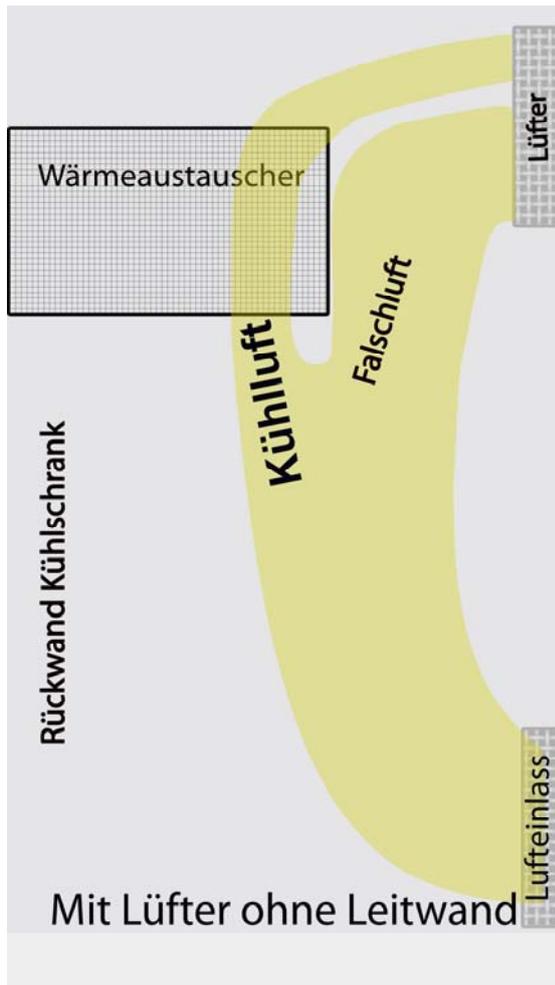
Als Lüfter wählte ich Axiallüfter Typ 3412 NGL von Papst. Er ist mit einem Schallpegel von 23 dB (A) sehr leise. Es zeigte sich, dass die Montage der Alu-Platte an der die Lüfter befestigt waren die Lüfterschwingungen auf die Karosserie übertragen. Ich beklebte die Platte an den Berührungsflächen mit einem Schaumstoff-Fensterdichtband und konnte damit die Übertragung des Körperschalles unterbinden.

Leitwand

Der zusätzliche Einbau einer Leitwand zum Lüfter kann die Wirkung des Lüfters verdoppeln.

Die Wärme aus dem Kühlschrank, wird über den Wärmetauscher an der Rückwand an die Umgebung abgegeben. Die Kühlrippen erwärmen dabei die Luft, die dann durch ihre geringere Dichte nach oben strömt. Kühle Luft strömt von unten nach und transportiert die Wärme ab.

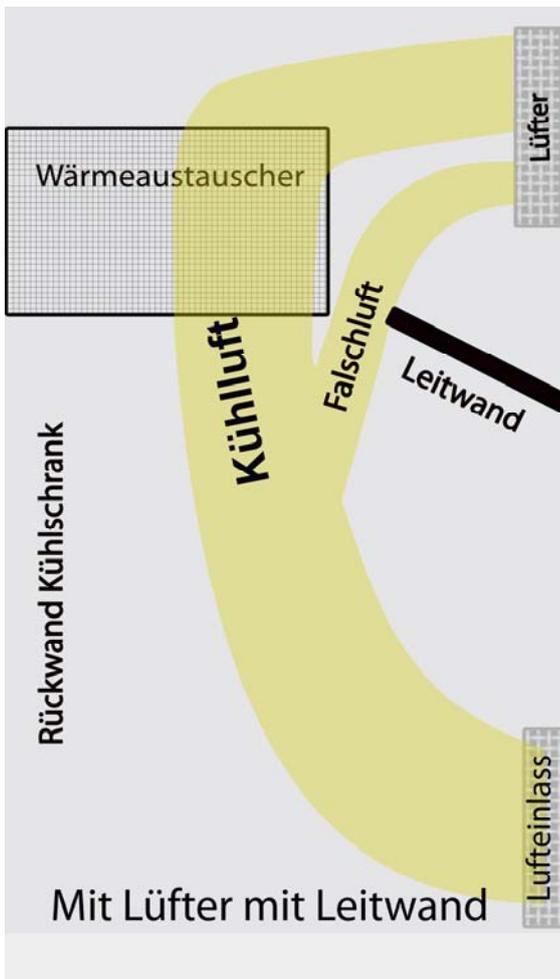
Diese konvektive, natürliche Strömung reicht bei normalen mitteleuropäischen Temperaturen aus um das Bier kühl und die Butter streichfähig zu halten. Bei Temperaturen um die 40°C, wie man sie in Südeuropa antrifft, reicht diese Art Wärmeabfuhr häufig nicht mehr aus. Verbessern kann man den Kühleffekt indem man durch Ventilatoren eine Zwangslüftung installiert.



Da der Ventilator wesentlich mehr Luft ansaugt, kann mehr Wärme vom Wärmetauscher abgeführt und der Kühleffekt verbessert werden.

Der größte Teil der Luft geht jedoch den Weg des geringsten Widerstandes und strömt als Falschluff am Wärmetauscher vorbei. Dieser Luftstrom hat keine Wirkung auf die Kühlung.

Würde die gesamte Luftmenge durch den Wärmetauscher strömen könnte mehr Wärme abtransportiert und die Kühlung noch weiter verbessert werden. Die erreicht man durch den Einbau einer Leitwand, die den größeren Teil der Luft durch den Wärmetauscher leitet, mehr Wärme vom Wärmetauscher wegtransportiert und damit die Kühlwirkung verbessert.



Wirkung mit Leitwand

Durch eine Leitwand wird die Falschluff gezwungen ebenfalls durch den Wärmetauscher zu strömen. Durch diesen erhöhten Luftstrom wird mehr Wärme abgeführt und die Kühlwirkung in etwa verdoppelt.

Dieser Effekt ist nicht durch zusätzliche Lüfter zu erreichen. Ohne Lüfter bringt die Leitwand keinen Effekt, verringert aber auch nicht die Wirkung.

Je größer der Abstand zwischen Wärmetauscher und Womo-Wand ist, je größer ist der Falschluffanteil. Der Kühlschrankschrankhersteller gibt einen Mindestabstand von 15-20 mm an. Da braucht man keine Leitwand. Bei mir sind es 9 cm, da verdoppelt die Leitwand die Wirkung.

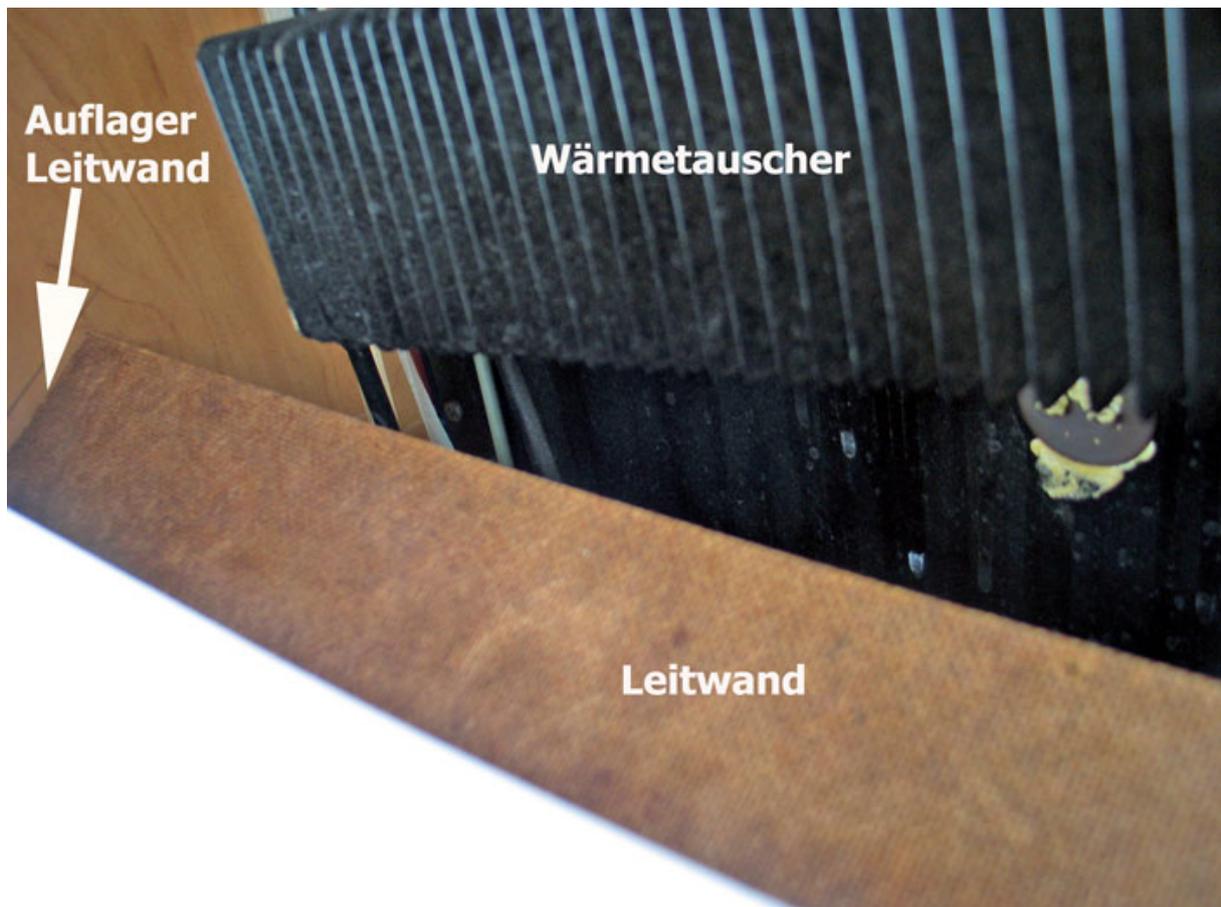
Meine Maßnahme

So sieht bei mir die Praxis aus. Eine Hartfaserplatte als Leitwand. Die durch eine Holzleiste verstärkt ist. Auf dem Bild noch ohne die Verstärkungsleiste.



An die Seitenwände der Kühlschranknische habe ich Holzstückchen als Lager geschraubt.





Bei einer unserer Sommerfahrten habe ich die Wirkung der Leitwand in der Praxis erfahren. Wir sind über eine Holperstrecke zu einem Stausee gefahren und haben dort einige Tage verbracht. Nach der ersten Nacht war die Butter weich und das Bier lauwarm, obwohl die Lüfter immer gelaufen sind. Die Leitwand, eine 3 mm Hartfaserplatte hatte sich gewölbt und war heruntergefallen. Ich habe zur Versteifung eine Holzleiste angeschraubt und wieder auf die Halterung gelegt. Am nächsten Tag war die Butter wieder hart und das Bier schön kühl. Ich war selbst überrascht wie gewaltig der Unterschied war.