

MODERNE

GEBÄUDE- TECHNIK

Das Praxisjournal für TGA-Fachplaner

61. Jahrgang · 11197 · HUSS-MEDIEN GmbH · 10400 Berlin

Natürlich sparsam heizen und kühlen



... immer einsame Spitze
im Feldtest



WATERKOTTE-Wärmepumpen-Technik mit Erdsonden von TERAMEX

Ausführliche Informationen erhalten Sie unter

www.waterkotte.de

MIT MARKT-
ÜBERSICHT

**Lüftungs-
technik**

Öl-Brennwert Status und Perspektiven im Wärmemarkt

Klimatechnik Umwelt schonen und Kosten sparen

Entrauchung Radial- und Axial-Jetfans im Vergleich

Inverter-Technologie

Umwelt schonen und Kosten sparen

Grundlegend basiert die Inverter-Technologie für Klimaanlage auf dem Gedanken, durch Änderung der Verdichterdrehzahl die Kälteleistung der Klimaanlage der benötigten Kühllast im Raum anzugleichen.

Diese Methode birgt im Teillastbereich große Vorteile gegenüber herkömmlichen Klimaanlage mit Fixed-Speed-Verdichtern, die ihre Drehzahl nicht ändern können. Eine Untersuchung des TÜV-SÜD hat die Vorteile der Inverter-Technik anhand des Super Digital Inverter Systems bestätigt.

Eine Fixed-Speed-Klimaanlage ist auf die Leistung ausgelegt, die sie maximal erbringen soll. Sobald sich eine Wärmelast im zu kühlenden Raum ergibt, startet die Klimaanlage mit voller zur Verfügung stehender Kälteleistung. So lange die im Raum befindliche Wärmelast gleich groß der erbrachten Kälteleistung ist, läuft die Fixed-Speed-Klimaanlage durch. Da jedoch zu 80 % im Jahr nur ein Teil der maximalen inneren Lasten anliegt, fällt die Temperatur im Raum ab. Ist die eingestellte minimale Temperatur unterschritten, schaltet die Klimaanlage wieder aus, bis nach einiger Zeit durch die anliegende Innenlast die Raumtemperatur wieder ansteigt. Wird die Einschalttemperatur erreicht, schaltet die Fixed-Speed-Klimaanlage erneut ein (Bild 1). Dieses Schaltverhalten stellt sich über die komplette Laufzeit ein.

Ein umfangreicheres Regelverhalten bietet eine Klimaanlage mit Inverter geregelter (Drehzahl geregelter) Verdichter. Stellen die Temperatursensoren am Innengerät eine steigende Temperatur in der angesaugten Rückluft fest, errechnen sie aufgrund der Temperaturdifferenzen zwi-

schen Rückluft und Sollwert die benötigte Kälteleistung und melden diese dem Außengerät. Der Verdichter wird angefahren und verharret knapp über seiner Minimalleistung, um den Kälteprozess zu starten. Durch die langsame Drehzahlerhöhung entstehen keine an das Stromnetz abgegebenen Spannungsspitzen. Hat sich ein stabiler Kälteprozess aufgebaut, passen sich die Drehzahl des Verdichters und die erbrachte Kälteleistung der vorab vom Innengerät errechneten Leistung an. Während des gesamten Laufprozesses überwacht die Klimaanlage alle Temperaturen; es werden Abweichungen im zehntel Grad-Bereich erfasst. Wird dabei festgestellt, dass die erbrachte Leistung der Inverter geregelten Klimaanlage zu hoch ist (da z. B. die Raumtemperatur um 0,1 °C unter den Sollwert abfällt), wird dies im Innengerät ausgewertet und vom Außengerät eine geänderte Kälteleistung gefordert. Der Verdichter reduziert daraufhin seine Drehzahl. Wird eine höhere Leistung verlangt, steigt die Drehzahl schrittweise wieder an. Über dieses Regelverhalten gleicht sich die Inverter geregelte Kli-

maanlage den erforderlichen Bedingungen im Raum an (Bilder 2 und 3). Hat sich nach einiger Laufzeit das Lastverhältnis zwischen der vorhandenen Innenlast und der erbrachten Kälteleistung einander angeglichen, entsteht eine gleichmäßige Leistungsaufnahme aus dem Stromnetz und eine um ±1 K genaue Raumtemperatur (siehe Bild 3). Die Klimaanlage läuft ohne energieaufwändige Neustarts, bis die minimale Kälteleistung unterschritten wird. Unterhalb der minimalen Kälteleistung schaltet die Klimaanlage ab.

Zuverlässigkeitstest einer Toshiba Superdigital Inverter Klimaanlage

Kaltstart bei -15 °C Außentemperatur

Welche Leistungsfähigkeit ein Invertersystem hat, zeigen die Ergebnisse einer Untersuchung beim TÜV-SÜD am Beispiel eines Toshiba Super Digital Inverter Systems (Bild 4). Um die Leistungsfähigkeit dieses Inverters aufzuzeigen, wurde während einer Leistungsmessung beim TÜV-SÜD ein Kaltstart bei -15 °C Außentemperatur durchgeführt. An der Kurve im Bild 4 lässt sich erkennen, wie gleichmäßig der Inverter seine Drehzahl erhöht. Sobald die Klimaanlage feststellt, dass die Temperatur im Raum anfängt zu sinken, werden die Drehzahl und damit auch die Leistungsaufnahme des Verdichters gesenkt. Somit gleicht sich



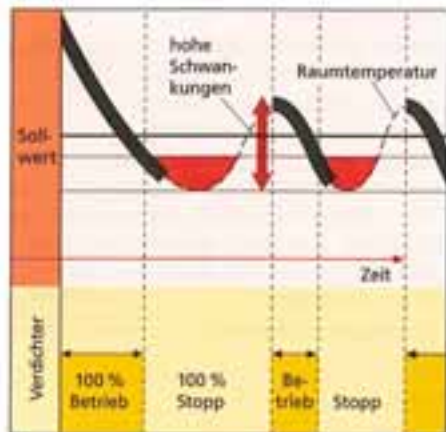
1 Aufgezeichnetes Regelverhalten einer Toshiba Inverteranlage



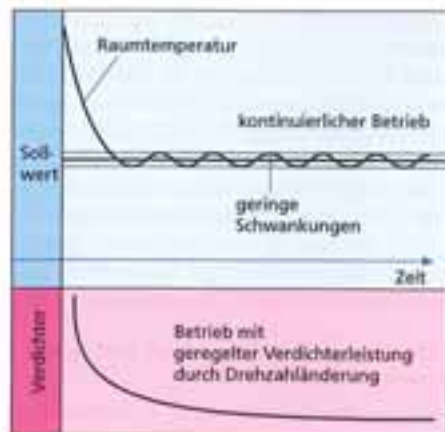
2 Kaltstart einer Toshiba Inverteranlage bei -15 °C Außentemperatur



3 Warmstart einer Toshiba Inverteranlage bei 43 °C Außen- und 50 °C Innentemperatur



1 Regelverhalten einer Klimaanlage mit Fixed-Speed-Kompressor



2 Regelverhalten einer Klimaanlage mit Inverterregelung



3 Leistungsmessung in den Labors von TÜV-SÜD

die erbrachte Kälteleistung der Inverter geregelten Klimaanlage an die innere Kühllast an.

Warmstart bei 43 °C Außentemperatur und 50 °C Innentemperatur

Simuliert wurde weiterhin ein Totalausfall einer Klimaanlage in einem Serverraum. Hierfür führte man einen Warmstart bei 43 °C Außen- und 50 °C Innentemperatur durch. Bei diesen erhöhten Temperaturen besteht die Gefahr, dass eine Klimaanlage durch eine Hochdruckstörung abschaltet. Um diesen Störfall und damit das Abschalten der Klimaanlage zu verhindern, wird vor Erreichen des zulässigen maximalen Hochdrucks die Verdichterdrehzahl der

Toshiba Super Digital Inverter Klimaanlage reduziert (Bild 3/Punkt 1). Damit fällt die abgegebene Leistung der Klimaanlage, und der Digital Inverter wird nicht wegen Überschreiten des zulässigen Hochdrucks abschalten.

Energieeinsparung durch Inverter-Technologie

Theoretische Betrachtung zur Energieeinsparung

Physikalisch bedingt, steigt die Energieeffizienz einer Klimaanlage mit steigender Wärmeübertragerfläche im Verhältnis zu der zu erbringenden Kälteleistung. Da die Flächen des Verflüssigers und des Ver-

dampfers sowie die Verdichterkonstruktion auf volle Kälteleistung ausgelegt sind, ist das Verhältnis im Teillastbetrieb wesentlich günstiger. Der Verdichter läuft mit geringer Drehzahl und damit auch geringem Energiebedarf. Der Verflüssigungsdruck und die Verflüssigungstemperatur fallen (je Kelvin niedrigere Verflüssigungstemperatur ca. 4 % Energieersparung). Die Unterkühlung des flüssigen Kältemittels nimmt zu und der Verdampfungsdruck steigt an (je Kelvin etwa 1 bis 2 % Energieersparnis). Bei den Leistungsmessungen wurden so Leistungsziffern (Kühlen) im Teillastbereich von über 9 und eine Energieeinsparung von bis zu 49 % gegenüber einer Fixed-Speed-Klimaanlage festgestellt.

Das Prinzip kennen Sie bereits...

Das neue, innovative Rohrleitungssystem von Lindab basiert auf einem Prinzip, mit dem Sie bestens vertraut sind. Mit nur einem Klick verbinden Sie Rohre und Formteile. Vergessen Sie Ihr Werkzeug und schaffen Sie eine perfekte Leitungsführung von Hand.

Eine perfekte Verbindung – mit einem Klick.

Patent angemeldet.

Neu!

Lindab Safe® Click
Montage ohne Werkzeug
Einfach und schnell

www.lindab.de/click

Lindab GmbH, Carl-Benz-Weg 18, 22941 Bargteheide
Telefon: 0 45 32 - 28 59 0, Fax: 0 45 32 - 56 66, E-Mail: lindab@lindab.de

www.lindab.de

EER (Energy Efficiency Ratio)

Die Leistungsziffer EER ist das Verhältnis zwischen der erbrachten Kälteleistung und der Leistungsaufnahme aus dem Stromnetz. Im Vollastfall liegt das Verhältnis zwischen 3 und 4. Das bedeutet: Es wird drei- bis viermal mehr Wärmelast in kW aus dem Raum aufgenommen als aus dem Stromnetz für die Verdichtung des Kältemittels und den Betrieb der Klimaanlage benötigt.

Energieeinsparungen im Teillastbereich in der Praxis

Während der vom TÜV-SÜD durchgeführten Leistungsmessung wurden verschiedenste Teillastpunkte auf ihre vorgegebenen Werte hin untersucht.

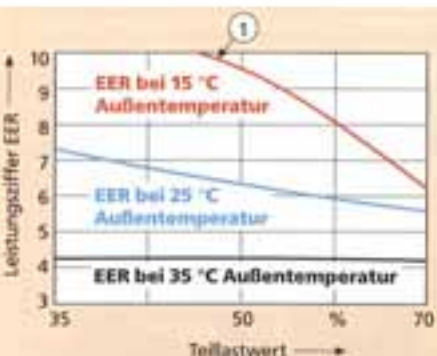
Getestet wurde eine Toshiba Super Digital Inverter Klimaanlage der Größe 802 mit 7,1 kW Nennkälteleistung. Alle gemessenen Teillastpunkte und Schallwerte erreichten die Werkvorgaben. Aufgrund der Aufzeichnung der Leistungsmessung (Bild 7) lässt sich grafisch erkennen, dass die Leistungsziffer EER besser wird, je mehr eine Inverter geregelte Klimaanlage im Teillastbereich arbeitet. Bei 15 °C Außentemperatur und 50 % innerer Last betrug der EER über 9,5

Tabelle

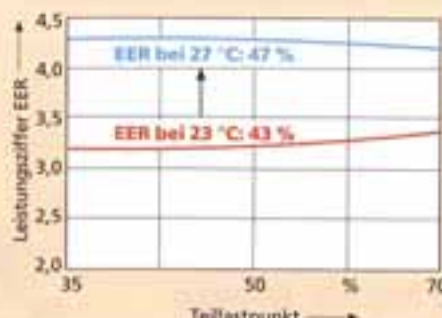
Vergleich Jahresenergieverbrauch und CO₂-Ausstoß zwischen Inverter und Fixed-Speed beim Freifeldversuch

Monat	Durchschnittliche Außentemperatur in °C	Fixed Speed Klimaanlage Energieverbrauch in kWh	Toshiba Super Digital Inverter Energieverbrauch in kWh	Verbesserung
1	-7,8	773	367	-406
2	-7,2	781	335	-446
3	-2,4	844	405	-439
4	5,2	969	458	-511
5	11,7	1.110	553	-557
6	16,5	1.243	610	-633
7	20,5	1.381	715	-666
8	21,1	1.405	729	-676
9	15,6	1.216	595	-621
10	8,8	1.043	514	-529
11	2	913	428	-485
12	-4,1	821	392	-429
Jahresenergieverbrauch		12.499 kWh/a	6.101 kWh/a	-6.398 kWh/a
Jahres-CO ₂ -Ausstoß		9.999 kg/a	4.881 kg/a	-5.118 kg/a

(1 kWh = 0,8 kg CO₂)



7 Super Digital Inverter Größe 802 bei 27 °C RT/47 % rel.F

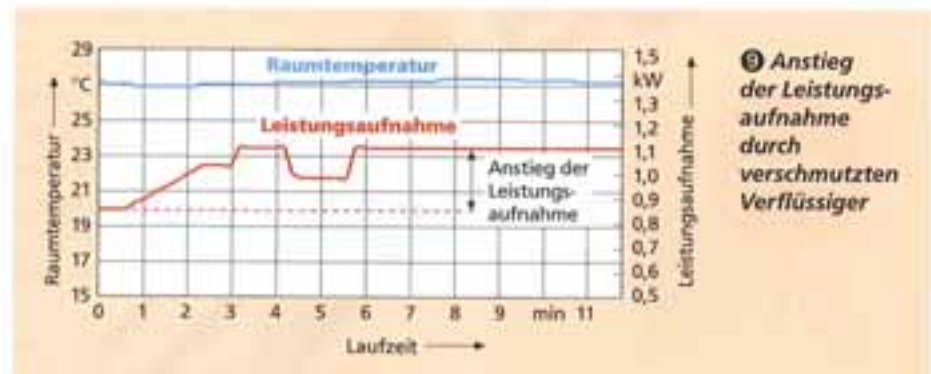


8 EER Vergleich von 23 und 27 °C Raumtemperatur bei 35 °C Außentemperatur

von 12.499 kWh aufzeigte. Der Toshiba Super Digital Inverter nahm hingegen nur 6.101 kWh im Jahr auf (Tabelle). Umgerechnet erhielt man bei der Inverter geregelten Klimaanlage einen durchschnittlichen EER von 5,07 und eine Energieeinsparung sowie CO₂-Entlastung von 51 % gegenüber der Fixed-Speed-Klimaanlage.

Schlussfolgerungen aus den Messungen

Aufgrund der hohen Leistungsziffer EER im Teillastbereich sollten vorrangig Inverter geregelte Klimaanlagen eingesetzt werden. Es empfiehlt sich, dabei immer die leistungsstärkere Gerätegröße einzusetzen, um die Vorteile des Teillastver-



9 Anstieg der Leistungsaufnahme durch verschmutzten Verflüssiger

Die interne Wärmelast der Mobilfunkstation betrug konstant 4,6 kW und die äußeren klimatischen Bedingungen können mit Wien verglichen werden. Dabei stellte sich heraus, dass die Fixed-Speed-Klimaanlage einen Jahresenergieverbrauch

haltens zu nutzen. Bei einem Anwendungsfall von 5 kW permanenter Wärmelast im Raum wird dieser von einer 5 kW Klimaanlage und von einer 7 kW Klimaanlage abgedeckt. Bei einer 7 kW Klimaanlage befindet man sich allerdings schon

deutlich im Teillastbereich. Umgerechnet auf den Jahresenergieverbrauch bei permanent 5 kW innerer Kühllast und 27 °C Raumtemperatur benötigt so eine 5 kW Klimaanlage 7.632 kWh. Eine 7 kW Klimaanlage nimmt jedoch nur 6.463 kWh auf.

Dieses Energieeinsparpotenzial senkt nicht nur die Energieverbrauchskosten, sondern beeinflusst auch den CO₂-Ausstoß positiv. Dieser reduziert sich um 935 kg/a, wenn man pro kWh Verbrauch 0,8 kg CO₂-Emission zu Grunde legt. Da sich die größere Klimaanlage im Teillastbereich befindet, haben sich somit nicht nur die Energiebilanz und die CO₂-Emission verbessert, auch die Entfeuchtung im Raum nimmt aufgrund der geringeren Temperaturdifferenzen zwischen Verdampfungstemperatur und Raumtemperatur ab. Es steht also mehr Kälteleistung für den sensiblen, fühlbaren Teil der Kühlung zur Verfügung. Weiterhin sind die Schallemission und der Verschleiß der Klimaanlage gegenüber der Vollast wesentlich vermindert, wodurch sich eine höhere Lebensdauer einstellt.

Weitere Potenziale zur Energieeinsparung

Erhöhung der Raumtemperatur

Energieeinsparmöglichkeiten ergeben sich auch durch die Erhöhung der Raumtemperatur (Bild 9). Da die meisten Anwendungsfälle nicht unbedingt 18 °C Raumtemperatur erfordern, empfiehlt es sich, über eine höhere Sollwerttemperatur nachzudenken. Die Einsparung liegt bei jedem °C wärmer bei ca. 4 % der Leistungsaufnahme.

An der intelligenten Kabelfernbedienung von Toshiba (RBC-AMT31E) gibt es hierfür die Möglichkeit den Bereich für den einstellbaren Sollwert zu begrenzen.

Regelmäßige Wartung

Eine weitere Maßnahme zur Minimierung der Leistungsaufnahme und zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes besteht in der regelmäßigen und vorbeugenden Wartung der Klimaanlage. Besonders wichtig ist hierbei die Reinigung des Verflüssigers. Da ein verunreinigter Verflüssiger einen höheren Verflüssigungsdruck, eine höhere Lüfterdrehzahl und einen größeren Energiebedarf des Verdichters zur Folge haben,

steigt die Leistungsaufnahme (Bild 9) aus dem Stromnetz und verursacht höhere Kosten sowie eine höhere Umweltbelastung.

Bei der Leistungsmessung vom TÜV-SÜD sind bei 50 % abgedecktem Verflüssiger (die einer starken Verschmutzung durch Pollenflug im Frühjahr nahe kommt) Steigerungen der Energieaufnahme von bis zu 25 % festgestellt worden.

Fazit

Schon bei der Auswahl der Klimaanlage und der Analyse der zukünftigen Betriebsbedingungen sollte das Augenmerk auf alle technischen Möglichkeiten gelegt werden. Die Investitionskosten für moderne Inverter-Technologie amortisieren sich meist schon nach wenigen Jahren und schonen unsere Umwelt durch einen geringeren Energieverbrauch sowie eine geringere CO₂-Emission.



Information Toshiba Support Team, Carrier GmbH + Co KG, Unterschleißheim

TECEloop
Zeitlos, pur, rein.

TECEloop-Betätigungsplatten aus Kunststoff und Glas für WC und Urinal sind in ihrer formalen Erscheinung auf ein Minimum reduziert. Herausragendes Merkmal ist die Möglichkeit zum flächenbündigen Einbau. Erweiterte Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich durch die unterschiedlichen Material- und Farbkombinationen von Rahmen und Tasten.

TECE GmbH
Hoßfeldstr. 57 · D-48282 Emsdetten
Tel. 0 25 72 / 9 28-0 · Fax 0 25 72 / 9 28-124
info@tece.de · www.tece.de

TECE
Intelligente Haustechnik