

(19)



(11)

EP 2 458 310 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2012 Patentblatt 2012/22

(51) Int Cl.:
F25D 29/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11009295.4**

(22) Anmeldetag: **23.11.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **26.11.2010 DE 102010052699**

(71) Anmelder: **Liebherr-Hausgeräte Ochsenhausen GmbH**
88416 Ochsenhausen (DE)

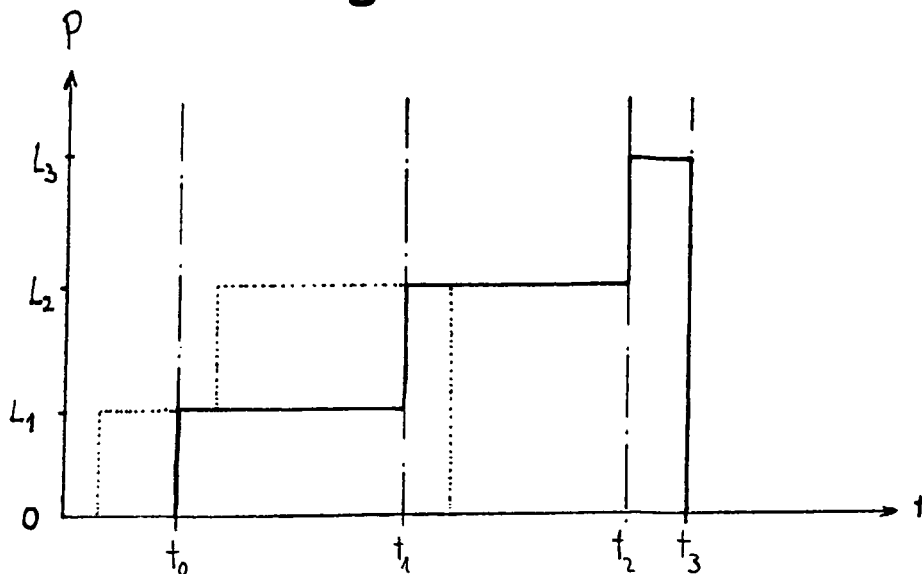
(72) Erfinder:
• **Ertel, Thomas**
88299 Leutkirch (DE)
• **Gerner, Herbert**
88416 Erlenmoos (DE)
• **Locher, Erwin**
88416 Ochsenhausen (DE)
• **Schick, Michael**
88480 Stetten (DE)

(74) Vertreter: **Herrmann, Uwe et al**
Lorenz - Seidler - Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergeräts und Kühl- und/oder Gefriergerät**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergerätes mit we-

nigstens einem Kälteaggregat, das auf wenigstens zwei unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Kühl- und/oder Gefriergerät.

Figur 2**EP 2 458 310 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergerätes. Die Erfindung betrifft ferner ein Kühl- und/oder Gefriergerät.

[0002] In der jüngeren Vergangenheit hat sich bei der Stromversorgung durch die Verschiebung zur dezentralen Versorgung und die gesteigerten technischen Möglichkeiten eine kommunikative Vernetzung zwischen verschiedenen Stromnetzteilnehmern (Erzeuger, Verbraucher, etc.) etabliert. Diese Art von kommunikativer Vernetzung wird als "Intelligentes Stromnetz" oder auch "Smart Grid" bezeichnet. Eine Eigenschaft des intelligenten Stromnetzes ist, dass ein Verbraucher Charakteristika des gelieferten Stroms wie beispielsweise den Strompreis oder die CO₂-Bilanz, die Art der Stromgewinnung und dergleichen in bestimmten Grenzen auswählen kann.

[0003] Im Stand der Technik sind Kälteaggregate für Kühl- und/oder Gefriergeräte, wie beispielsweise drehzahlgeregelte Kompressoren bekannt, die je nach Bedarf mit unterschiedlicher Leistung betrieben werden können. Auf einer moderaten Leistungsstufe kann eine sehr gute Energieeffizienz erreicht werden. Gleichzeitig besteht durch eine Erhöhung der Leistung die Möglichkeit, eine größere Kälteleistung bei einer etwas niedrigeren Effizienz abzurufen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Energieeffizienz eines Kühl- und/oder Gefriergerätes zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0006] Demnach ist ein Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergerätes mit wenigstens einem Kälteaggregat vorgesehen, wobei das Kälteaggregat wahlweise auf einer von wenigstens zwei unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar ist beziehungsweise betrieben wird. Erfindungsgemäß ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer einer Laufzeit und/oder einer Stehzeit des Kälteaggregates in Abhängigkeit eines Charakteristikums der Energie verändert wird, mit der das Kälteaggregat betrieben wird.

[0007] So kann die Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Leistungsstufen des Kälteaggregates bei Anschluss des Kühl- und/oder Gefriergeräts an ein intelligentes Stromnetz für einen möglichst effizienten Betrieb des Kühl- und/oder Gefriergeräts genutzt werden, wodurch beispielsweise eine Kosteneinsparung erreicht werden kann oder sonstige Optimierungen möglich sind.

[0008] Der Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergerätes unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird in weiterer Folge auch als Betrieb im "Smart Grid Modus" bezeichnet.

[0009] Die im folgenden verwendeten Begriff einer "Einschaltbedingung" oder einer "Ausschaltbedingung" stehen für Schwellenwerte einer gerätespezifischen Messgröße wie beispielsweise der Temperatur des ge-

kühlten Innenraums oder der Verdampfertemperatur. Bei Vorliegen der Einschaltbedingung kann das Kälteaggregat eingeschaltet beziehungsweise ein Betriebszyklus oder eine Betriebsart des Kälteaggregates gestartet werden. Bei Vorliegen der Ausschaltbedingung kann das Kälteaggregat ausgeschaltet beziehungsweise ein Betriebszyklus oder eine Betriebsart des Kälteaggregates beendet werden.

[0010] Der im folgenden verwendete Begriff eines "Betriebszyklus" steht für den Betrieb des Kälteaggregates zwischen dem Vorliegen einer Einschaltbedingung und dem nachgelagerten Erreichen einer Ausschaltbedingung. Er kann der Gesamtlaufzeit des Kompressors beziehungsweise der Laufzeit des Kompressors zwischen zwei Stehzeiten entsprechen.

[0011] In einer Ausführungsform wird das Kälteaggregat bei Vorliegen einer Einschaltbedingung mit einer Eingangsleistungsstufe betrieben. Gegebenenfalls wird das Kälteaggregat bei Vorliegen der Einschaltbedingung nach dessen Stehzeit aktiviert.

[0012] In einer Ausführungsform wird das Kälteaggregat bei Nichterreichen einer Ausschaltbedingung innerhalb eines Zeitintervalls mit einer Folgeleistungsstufe betrieben. Der Übergang auf eine Folgeleistungsstufe erfolgt innerhalb eines Betriebszyklus des Kälteaggregates und kann dadurch bedingt sein, dass die Ausschaltbedingung innerhalb des Zeitintervalls nicht oder vorzeitig erreicht wird. Die Folgeleistungsstufe kann höher oder niedriger sein, d.h. mit einer höheren oder niedrigeren Kühlleistung korrespondieren.

[0013] In einer Ausführungsform ist das Kälteaggregat wahlweise auf einer von wenigstens drei, vier oder n unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar, wobei n eine ganze Zahl ≥ 2 ist. Der Begriff "Leistungsstufe" ist nicht dahingehend einschränkend zu verstehen, dass diskrete Stufen eingestellt werden müssen, sondern umfasst auch ein kontinuierliches Leistungsspektrum.

[0014] Das Charakteristikum der Energie wird vorzugsweise aus einem intelligenten Stromnetz bezogen. Geeignete Charakteristika umfassen den (momentanen) Stromtarif beziehungsweise Strompreis, die (momentane) Netzauslastung, die CO₂-Bilanz des gelieferten Stroms, die Umweltbilanz des gelieferten Stroms, die Verfügbarkeit von lokal gespeichertem Strom, den Füllungsgrad von Speichern, die Stromquelle, ob es sich um im eigenen Haushalt erzeugten Strom handelt, und dergleichen.

[0015] In einer Ausführungsform wird die Dauer einer Laufzeit bis zum Umschalten des Kälteaggregates von einer Leistungsstufe auf eine höhere oder niedrigere Leistungsstufe in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verändert, vorzugsweise verlängert oder verkürzt.

[0016] In einer Ausführungsform wird die Dauer einer Laufzeit bis zum Ausschalten des Kälteaggregates in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verändert, vorzugsweise verlängert oder verkürzt.

[0017] In einer Ausführungsform wird die Dauer einer

Stehzeit bis zum Anschalten des Kälteaggregates in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verändert, vorzugsweise verlängert oder verkürzt.

[0018] Diese Veränderungen bewirken eine dynamische Verschiebung von Laufzeiten und/oder Stehzeiten des Kälteaggregats in Abhängigkeit eines vorzugsweise von externer Quelle bezogenen Charakteristikums der Energie. Die Veränderungen der Laufzeiten und/oder Stehzeiten können unabhängig vom Erreichen einer Einschaltbedingung und/oder einer Ausschaltbedingung erfolgen.

[0019] In einer Ausführungsform wird die Dauer der Laufzeit und/oder Stehzeit durch Addition oder Subtraktion einer fest vorgegebenen oder veränderbaren Zeit verlängert oder verkürzt. Die Verkürzung oder Verlängerung der Laufzeit und Stehzeit liegt vorzugsweise zwischen etwa -60 Minuten und etwa +720 Minuten, und weiter vorzugsweise zwischen etwa -40 Minuten und etwa +240 Minuten. Die addierte Zeit beziehungsweise das erlaubte Zeitfenster für eine Verlängerung und/oder Verkürzung der Laufzeit und/oder Stehzeit kann für jedes Umschalten von einer Leistungsstufe in eine höhere oder niedrigere Leistungsstufe beziehungsweise in Abhängigkeit der aktuellen Leistung unterschiedlich sein und gegebenenfalls im Parametersatz des Gerätes festgelegt sein.

[0020] In einer Ausführungsform wird in Abhängigkeit des Energiesignals ein Statusbit gesetzt. Die Dauer einer Laufzeit und/oder einer Stehzeit des Kälteaggregates kann in Abhängigkeit des Statusbits verändert werden. Ein Statusbit erhält beispielsweise den Wert 0 oder 1. Beispielsweise kann in Reaktion auf einen niedrigen oder hohen Stromtarif das Statusbit auf 0 oder 1 gesetzt werden.

[0021] In einer Ausführungsform kann die Leistung bei einem nachteiligen Charakteristikum, wie beispielsweise einem hohen Stromtarif, länger niedrig gehalten werden oder vorzeitig erniedrigt werden. In einer Ausführungsform kann die Leistung bei einem positiven Charakteristikum, wie beispielsweise einem niedrigen Stromtarif länger hoch gehalten werden oder vorzeitig erhöht werden.

[0022] In einer Ausführungsform weist eine Leistungsstufe im Vergleich zu einer höheren Leistungsstufe einen besseren Wirkungsgrad und eine geringere absolute Kühlleistung auf. Eine höhere Leistungsstufe kann sowohl eine höhere Kühlleistung als auch einen höheren Stromverbrauch haben. Der Stromverbrauch kann bei einer Leistungserhöhung stärker als die Kühlleistung beziehungsweise überproportional zur Kühlleistung ansteigen. Der Wirkungsgrad ist als erzielte Kühlleistung pro benötigter Energieeinheit definiert.

[0023] Es ist vorteilhaft, dass der durch ein gutes Charakteristikum gezogene Nutzen, beispielsweise die Kosteneinsparung, den Mehrverbrauch des Gerätes pro erzeugter Kälteeinheit bei einer höheren Leistung des Kälteaggregats wenigstens kompensiert und vorzugsweise überkompensiert.

[0024] In einer Ausführungsform kann die Leistung des Kälteaggregates kontinuierlich verändert werden. Die Dauer einer Laufzeit bis zum Umschalten des Kälteaggregates von einer Leistungsstufe auf eine höhere oder niedrigere Leistungsstufe kann in dieser Ausführungsform einer Verzögerung des Leistungsanstiegs oder -abfalls an einer konkreten Leistungsschwelle oder einem Verweilen in einem bestimmten Leistungsbereich entsprechen. Die Veränderung der Dauer einer Laufzeit und/oder einer Stehzeit des Kälteaggregates kann dem Einführen oder Streichen oder Verlängern oder Verkürzen einer solchen Verzögerungs- oder Verweilzeit entsprechen. In einer Ausführungsform kann die Leistung des Kälteaggregates stufenweise verändert werden.

[0025] In einer Ausführungsform ist die Abhängigkeit der Dauer der Laufzeit und/oder der Stehzeit vom Charakteristikum der Energie zuschaltbar und/oder abschaltbar. Das Zuschalten beziehungsweise Abschalten kann automatisch und/oder manuell, und während oder außerhalb eines Betriebszyklus erfolgen.

[0026] Das Kühl- und/oder Gefriergerät sollte jederzeit in der Lage sein, die vom Nutzer durch Eingabe von Befehlen oder durch sein Verhalten verlangte Kälteleistung zu erbringen. Sobald ein gerätespezifischer Messwert wie beispielsweise die Innentemperatur eines Kühl- oder Gefriertraumes und/oder ein aus dem oder den Messwerten ermittelter Rechenwert von einem Vorgabewert wie beispielsweise einer vom Kunden gewählten Temperatur abweicht, beziehungsweise außerhalb eines Toleranzbereichs liegt, wird der Smart Grid Modus vorzugsweise automatisch deaktiviert und es kann eine herkömmliche Leistungsregelung des Gerätes zur Anwendung kommen. Wenn die Abweichung nicht mehr gegeben ist, kann der Smart Grid Modus vorzugsweise automatisch wieder aktiviert werden. Eine automatische Deaktivierung des Smart Grid Modus kann beispielsweise erfolgen, wenn die Geräteelektronik erkennt dass die Kühlvorgaben mit dem Betrieb im Smart Grid Modus nicht erreicht werden können. Auch die Implementierung einer Früherkennung für die Abweichung von einem Vorgabewert und der frühzeitige Wechsel in die Leistungsregelung ohne Smart Grid Modus kann in einem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein.

[0027] In einer Ausführungsform kann für den Betrieb des Kälteaggregats eine Grenzleistungsstufe festgelegt werden, die nicht der höchsten oder niedrigsten möglichen Leistungsstufe des Kälteaggregats entspricht. Durch die Definition einer oberen Grenzleistungsstufe können beispielsweise ein hoher Geräuschpegel und/oder eine schlechte Effizienz des Gerätes vermieden werden. Beispielsweise kann eine Grenzleistungsstufe so festgelegt werden, dass beim Betrieb des Kälteaggregats unterhalb dieser Grenze die Effizienz des Kälteaggregats ausreichend ist und Kälteleistungen oberhalb dieses Grenzwertes mit einer niedrigeren Effizienz verbunden sind. Gegebenenfalls wird diese Beschränkung nur dann angewandt wenn ihr kein kältetechnischer Anlass entgegensteht, wie beispielsweise keine ausrei-

chende Kühlung trotz Betrieb über ein Zeitintervall auf der Grenzleistungsstufe.

[0028] In einer Ausführungsform kann das Umschalten von der zweithöchsten in die höchste Leistungsstufe verzögert werden. Unter Verwendung von Kälteaggregaten mit kontinuierlicher Leistungsregelung kann die Leistungszunahme und/oder -abnahme verzögert werden, sobald die Leistung eine bestimmte Schwelle erreicht. Geeignete Schwellenwerte umfassen beispielsweise etwa 20% der Maximalleistung als untere Grenzleistungsstufe und etwa 70% der Maximalleistung als obere Grenzleistungsstufe.

[0029] In einer Ausführungsform können mehrere Grenzleistungsstufen und/oder Schwellenwerte vorgesehen sein.

[0030] In einer Ausführungsform kann ferner eine Einschaltbedingung und/oder eine Ausschaltbedingung in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verändert werden, insbesondere durch Addition von Offsetwerten erniedrigt und/oder erhöht werden. Dies bietet eine zusätzliche Möglichkeit der dynamischen Steuerung der Leistungsaufnahme. Beispielsweise kann die Einschalttemperatur bei einem günstigen Stromtarif herabgesetzt werden, sodass ein schnelles Wiedereinschalten des Kompressors erzielt wird.

[0031] In einer Ausführungsform kann eine Veränderung einer Einschaltbedingung und/oder Ausschaltbedingung rückgängig gemacht werden, wenn für das Erreichen dieser veränderten Einschaltbedingung und/oder Ausschaltbedingung der Betrieb des Kälteaggregates jenseits einer Grenzleistungsstufe ansteht. Die Einschaltbedingung und/oder Ausschaltbedingung können auf den ursprünglichen Stand beziehungsweise den Serienstand zurückgesetzt werden.

[0032] In einer Ausführungsform werden Laufzeiten und/oder Stehzeiten und/oder Statusbits und/oder Einschaltbedingungen und/oder Ausschaltbedingungen geräteextern, beispielsweise in einer externen Steuereinheit, bestimmt und werden anschließend an die Geräteelektronik gesendet.

[0033] Die Erfindung betrifft ferner ein Kühl- und/oder Gefriergerät gemäß Anspruch 13. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0034] Demnach ist ein Kühl- und/oder Gefriergerät mit wenigstens einem Kälteaggregat und wenigstens einer internen oder externen Steuer- und/oder Regeleinheit vorgesehen. Die Steuer- und/oder Regeleinheit und das Kälteaggregat sind derart miteinander verbunden oder verbindbar, dass das Kälteaggregat durch die Steuer- und/oder Regeleinheit ansteuerbar ist beziehungsweise angesteuert wird. Das Kälteaggregat soll wahlweise auf einer von wenigstens zwei unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar sein beziehungsweise betrieben werden. Erfindungsgemäß ist das Kühl- und/oder Gefriergerät dadurch gekennzeichnet, dass auf der Steuer- und/oder Regeleinheit ein Steueralgorithmus gespeichert ist, der für den Betrieb des Kälteaggregates ein erfindungsgemäßes Verfahren vorgibt.

[0035] Der Steueralgorithmus kann Leistungsstufen und/oder Laufzeiten und/oder Stehzeiten und/oder Einschaltbedingungen und/oder Ausschaltbedingungen für den Betrieb des Kälteaggregates definieren. Über eine Veränderung am Steueralgorithmus kann eine Veränderung dieser Größen umgesetzt werden. In der Steuer- und/oder Regeleinheit kann ferner ein Statusbit auf Reaktion zu einem externen Energiesignal gesetzt werden.

[0036] Im Fall einer internen Steuer- und/oder Regeleinheit kann die Steuer- und/oder Regeleinheit ein Teil der Geräteelektronik sein.

[0037] Im Falle einer externen Steuer- und/oder Regeleinheit kann die Steuer- und/oder Regeleinheit eine externe Erweiterung des Gerätes darstellen. Eine externe Steuer- und/oder Regeleinheit kann mit der Geräteelektronik über eine drahtlose und/oder drahtgebundene Datenleitung beziehungsweise über ein Kommunikationsmodul verbunden sein.

[0038] In einer Ausführungsform weist die Steuereinheit eine drahtlose und/oder drahtgebundene Datenschnittstelle beziehungsweise ein Kommunikationsmodul auf. Über diese Datenschnittstelle kann ein Energiesignal und/oder ein Statusbit von einem Server oder dergleichen erhalten werden und/oder die Steuer- und/oder Regeleinheit kann über diesen Datenschnittstelle mit einem Smart Grid in Verbindung stehen.

[0039] Geeignete drahtgebundene Datenschnittstellen umfassen beispielsweise PLC, EIB, KNX, EEBus und dergleichen. Geeignete drahtlose Datenschnittstellen umfassen beispielsweise WLAN, WiFi, Powerline, Bluetooth, Bus, GSM, ZigBee und dergleichen.

[0040] In einer Ausführungsform umfasst das Kälteaggregat einen mit unterschiedlichen Drehzahlen betreibbaren Kompressor, wie beispielsweise einen drehzahlgeregelten Kompressor. Der Kompressor kann Teil eines herkömmlichen Kältemittelkreislaufs für Kühl- und/oder Gefriergeräte sein, welcher einen Verdampfer, einen Verflüssiger und eine Drossel aufweist. Somit kann das erfindungsgemäße Kühl- und/oder Gefriergerät mit einem solchen Kältemittelkreislauf ausgeführt sein. Die unterschiedlichen Leistungsstufen des Kälteaggregates können sich durch unterschiedliche Kompressordrehzahlen unterscheiden. Geeignete Kompressoren umfassen herkömmliche Kompressoren mit Hubkolben oder Linearkompressoren.

[0041] Die Erfindung ist jedoch nicht auf drehzahlgezielte Kompressoren beschränkt. Alternativ werden auch Kälteaggregate mit magnetischen oder thermoakustischen Kühlern oder auch mögliche zukünftige Technologien umfasst.

[0042] In einer Ausführungsform werden gerätespezifische Messwerte wie beispielsweise die Temperatur im Geräteinnenraum mit einem oder mehreren Temperaturfühlern überwacht.

[0043] In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem erfindungsgemäßen Kühl- und/oder Gefriergerät um ein Haushaltsgerät oder auch um ein Gewerbegerät.

[0044] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung

ergeben sich aus den nachfolgend beschriebenen Figuren und Ausführungsbeispielen. In den Figuren zeigen:

Figur 1: ein $P(t)$ und ein $T(t)$ Diagramm für den Betrieb eines drehzahlgeregelten Kompressors gemäß dem Stand der Technik,

Figur 2: ein Beispiel für das $P(t)$ Diagramm aus Figur 1 nach Modifikation im Smart Grid Modus bei günstigem Charakteristikum der Energie, und

Figur 3: ein Beispiel für das $P(t)$ Diagramm aus Figur 1 nach Modifikation im Smart Grid Modus bei ungünstigem Charakteristikum der Energie.

[0045] Ein Haushaltskühlgerät weist einen Innentemperaturfühler, einen drehzahlgeregelten Kompressor und eine Steuereinheit auf.

[0046] Die Steuereinheit steht sowohl mit dem Innentemperaturfühler als auch mit dem Kompressor in Verbindung. Zudem weist die Steuereinheit eine drahtlose Schnittstelle auf, über die Energiecharakteristika aus dem Smart Grid empfangen werden können.

[0047] Bei einer niedrigen Kompressordrehzahl weist der Kompressor eine gute Energieeffizienz und eine geringe Geräuschemission auf. Durch Erhöhung der Drehzahl besteht die Möglichkeit, eine steigende absolute Kühlleistung bei sinkender Energieeffizienz abzurufen, die ggf. mit einer steigenden Geräuschemission einhergeht. Beispielsweise kann der drehzahlgeregelte Kompressor auf vier definierten Leistungsstufen betrieben werden. Dabei handelt es sich selbstverständlich um ein die Erfindung nicht beschränkendes Beispiel.

[0048] Für das Kühlgerät stehen zwei Betriebsmodi zur Verfügung: Ein Betrieb ohne Smart Grid Modus und ein Betrieb im Smart Grid Modus. Der Benutzer kann manuell zwischen den beiden Modi wählen. Alternativ oder zusätzlich kann das Gerät automatisch zwischen den beiden Modi umschalten, wenn die Kühlvorgaben im Smart Grid Modus nicht erfüllt werden können.

[0049] Im Betrieb ohne Smart Grid Modus erfolgt die Ansteuerung des Kompressors von der Steuereinheit nach einem festgelegten Schema, welches in Figur 1 anhand eines $P(t)$ und eines $T(t)$ Diagramms dargestellt ist:

Das gewünschte Innentemperaturfenster des Kühlraumes liegt zwischen T_E (der Einschalttemperatur oder -bedingung) und T_A (der Ausschalttemperatur oder -bedingung). Die Innentemperatur wird mit Hilfe eines Temperaturfühlers überwacht. In der Stehzeit des Kompressors steigt die Innentemperatur durch Wärmeeintrag in den Kühlraum an. Sobald die Innentemperatur zum Zeitpunkt t_0 die obere Temperaturgrenze T_E erreicht, wird der Kompressor mit einer Eingangsleistungsstufe in Betrieb genommen. Der Betrieb des Kompressors erfolgt zunächst auf einer geringen Leistungsstufe mit der Leistung L_1 .

Der Zeitpunkt t_0 wird auch als Einschaltzeitpunkt bezeichnet.

[0050] Bei Betrieb des Kompressors mit der Leistung L_1 sinkt die Innentemperatur im Kühlraum langsam ab. Für den Betrieb des Kompressors auf der Leistungsstufe L_1 ist im Algorithmus ein bestimmtes Zeitintervall $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ vorgesehen.

[0051] Wird die untere Temperaturgrenze T_A innerhalb dieses ersten Zeitintervalls $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ erreicht (in Figur 1 nicht dargestellt), so wird der Kompressor abgeschaltet und der Betriebszyklus des Kompressors endet. Der Einfachheit halber entspricht die Ausschaltbedingung hier der unteren Grenze und die Einschaltbedingung der oberen Grenze für die Innentemperatur des Kühlraumes. Die Ausschaltbedingung kann in der Praxis allerdings auch eine höhere Temperatur und die Einschaltbedingung eine niedrigere Temperatur sein, um ein eventuell verzögertes Ansprechverhalten zu berücksichtigen.

[0052] Wird die untere Temperaturgrenze T_A innerhalb dieses ersten Zeitintervalls $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ nicht erreicht (in Figur 1 dargestellt), so wird die Leistung des Kälteaggregats zu einem Zeitpunkt t_1 (Umschaltzeitpunkt) erhöht und das Kälteaggregat auf einer höheren Leistungsstufe mit der Leistung L_2 betrieben. Bei Betrieb des Kompressors mit der Leistung L_2 sinkt die Innentemperatur im Kühlraum schneller ab als noch bei Betrieb des Kompressors mit der Leistung L_1 . Für den Betrieb des Kompressors auf der Leistungsstufe L_2 ist im Algorithmus wiederum ein bestimmtes Zeitintervall $\Delta t(2 \rightarrow 3)$ vorgesehen. Dieses Zeitintervall $\Delta t(2 \rightarrow 3)$ kann dem Zeitintervall $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ entsprechen oder kann sich davon unterscheiden, d.h. kürzer oder länger sein.

[0053] Wird die untere Temperaturgrenze T_A innerhalb dieses zweiten Zeitintervalls $\Delta t(2 \rightarrow 3)$ erreicht (in Figur 1 nicht dargestellt), so wird der Kompressor abgeschaltet und der Betriebszyklus des Kompressors endet.

[0054] Wird die untere Temperaturgrenze T_A innerhalb dieses zweiten Zeitintervalls $\Delta t(2 \rightarrow 3)$ erneut nicht erreicht (in Figur 1 dargestellt), so wird die Leistung des Kälteaggregats zu einem Zeitpunkt t_2 (ein weiterer Umschaltzeitpunkt) erhöht und das Kälteaggregat auf einer wiederum höheren Leistungsstufe mit der Leistung L_3 betrieben. Bei Betrieb des Kompressors mit der Leistung L_3 sinkt die Innentemperatur im Kühlraum noch schneller ab als bei Betrieb des Kompressors mit der Leistung L_2 . Für den Betrieb des Kompressors auf der Leistungsstufe L_3 ist im Algorithmus wiederum ein bestimmtes Zeitintervall $\Delta t(3 \rightarrow 4)$ vorgesehen. Dieses Zeitintervall $\Delta t(3 \rightarrow 4)$ kann anderen Zeitintervallen wie $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ oder $\Delta t(2 \rightarrow 3)$ entsprechen oder sich davon unterscheiden, d.h. kürzer oder länger sein.

[0055] Wird die untere Temperaturgrenze T_A innerhalb dieses dritten Zeitintervalls $\Delta t(3 \rightarrow 4)$ erreicht (in Figur 1 dargestellt), so wird der Kompressor abgeschaltet und der Betriebszyklus $\Delta t(T_E \rightarrow T_A)$ des Kompressors endet. Der Zeitpunkt t_3 wird auch als Ausschaltzeitpunkt

bezeichnet.

[0056] Anschließend erwärmt sich der Kühlraum in der Stehzeit Δt_s des Kompressors durch Wärmeeintrag, bis die Startbedingung T_E wieder erreicht ist, bevor ein neuer (Folge-)Betriebszyklus zum Einschaltzeitpunkt t_0' beginnt.

[0057] Typischerweise entspricht die Eingangsleistungsstufe des Folgebetriebszyklus der letzten (End-) Leistungsstufe des vorhergehenden Betriebszyklus. Dies entspräche im gezeigten Beispiel der Leistungsstufe L_3 .

[0058] Im Algorithmus kann jedoch vorgesehen sein, dass die Leistungsstufe (Eingangsleistungsstufe des Folgebetriebszyklus) gesenkt wird (wie in Figur 1 dargestellt) wenn die benötigte Zeit bis zum Erreichen der Ausschaltbedingung bei Betrieb mit der Endleistungsstufe L_3 einen bestimmte Dauer unterschreitet. Diese Dauer ist in der Figur als Differenz zwischen Bedingungszeitpunkt t_x und Umschaltzeitpunkt t_2 ablesbar. Im dargestellten Fall liegt der Ausschaltzeitpunkt t_3 vor dem Bedingungszeitpunkt t_x , sodass die Eingangsleistungsstufe des Folgebetriebszyklus im Vergleich zur Endleistungsstufe des vorhergehenden Betriebszyklus gesenkt wird, im abgebildeten Fall von L_3 auf L_2 .

[0059] Bei Aktivierung der Superfrostfunktion kann der Kompressor sofort mit der höchsten Drehzahl betrieben werden.

[0060] Im Smart Grid Modus erfolgt die Ansteuerung des drehzahlgeregelten Kompressors von der Steuereinheit dynamisch und veränderbar, um einen effizienteren Betrieb im Smart Grid zu ermöglichen. Figuren 2 und 3 zeigen Beispiele für das P(t) Diagramm aus Figur 1 nach Modifikation entsprechend einem Stromcharakteristikum im Smart Grid Modus.

[0061] Zunächst bezieht die Steuereinheit über die drahtlose Schnittstelle ein Stromcharakteristikum und gibt auf dessen Grundlage des Energiesignals ein Statusbit 0 oder 1 aus.

[0062] Figur 2 zeigt das P(t) Diagramm aus Figur 1, welches im Smart Grid Modus gemäß einem Statusbit, das einem günstigen Energiecharakteristikum wie beispielsweise einem günstigen Strompreis entspricht, modifiziert wurde. Der ursprüngliche P(t) Verlauf aus Figur 1 ist mit einer durchgehenden Linie dargestellt. Der modifizierte P(t) Verlauf gemäß Smart Grid Modus ist mit einer gepunkteten Linie dargestellt.

[0063] Die im Zusammenhang mit der Beschreibung von Figur 1 dargestellten Ausführungen gelten für die Beschreibung von Figur 2 entsprechend.

[0064] Abweichend davon wird das erste Zeitintervall $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ verkürzt und der Kompressor bereits zu einem früheren Zeitpunkt mit einer höheren Leistungsstufe L_2 betrieben. Dadurch sinkt die Innentemperatur des Kühl- und/oder Gefriergerätes schneller als beim Betrieb gemäß Figur 1. Das Gerät arbeitet hier zwar mit einer schlechteren Energieeffizienz durch Verwendung höherer Kompressordrehzahlen, jedoch wird dies durch den vorliegenden, niedrigen Strompreis überkompensiert. In

diesem Fall wird also trotz der schlechteren Energieeffizienz gleich die höhere Leistungsstufe gewählt, da das System im Smart Grid Modus möglichst viel Kühlleistung unter Verwendung günstiger Energie zu erzielen. Das erste Zeitintervall $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ kann gegebenenfalls auch auf 0 verkürzt werden, was zur Folge hätte dass der Kompressor gleich auf der zweiten Leistungsstufe L_2 betrieben würde.

[0065] Ferner wird in Figur 2 eine Verkürzung der Stehzeit des Kompressors bei Vorliegen von billigem Strom verkürzt werden kann. Der Betrieb des Kompressors setzt früher ein, obwohl die Einschaltbedingung noch nicht erreicht ist. So kann der Innenraum jedoch unter Ausnützung von billigem Strom gekühlt werden, und dieselbe Kühlleistung muss nicht zu einem späteren Zeitpunkt unter Verbrauch von gegebenenfalls teurerem Strom erbracht werden.

[0066] Der Kühlzyklus ist in Figur 2 bereits knapp nach dem Zeitpunkt t_1 abgeschlossen, sodass die verfügbare billige Energie optimal genützt wurde.

[0067] Figur 3 zeigt das P(t) Diagramm aus Figur 1, welches im Smart Grid Modus gemäß einem Statusbit, das einem ungünstigen Energiecharakteristikum wie beispielsweise einem teuren Strompreis entspricht, modifiziert wurde. Der ursprüngliche P(t) Verlauf aus Figur 1 ist mit einer durchgehenden Linie dargestellt. Der modifizierte P(t) Verlauf gemäß Smart Grid Modus ist mit einer gepunkteten Linie dargestellt.

[0068] Die im Zusammenhang mit der Beschreibung von Figur 1 dargestellten Ausführungen gelten für die Beschreibung von Figur 3 entsprechend.

[0069] Abweichend davon wird das erste Zeitintervall $\Delta t(1 \rightarrow 2)$ verlängert und der Kompressor wird erst zu einem späteren Zeitpunkt mit einer höheren Leistungsstufe L_2 betrieben. Dadurch sinkt die Innentemperatur des Kühl- und/oder Gefriergerätes langsamer als beim Betrieb gemäß Figur 1, das Gerät arbeitet jedoch mit einer besseren Energieeffizienz. Die fehlende Kühlleistung im Vergleich zum Betrieb gemäß Figur 1 kann gegebenenfalls zu einem späteren Zeitpunkt unter Verbrauch von billigem Strom erbracht werden.

[0070] Die Kühlung dauert länger als bei Betrieb gemäß Figur 1. Der Stromverbrauch für das Erreichen derselben Kühlleistung ist durch die bessere Energieeffizienz jedoch geringer. Die dritte Leistungsstufe L_3 wird hier nicht verwendet.

[0071] Zusammenfassend ergibt sich, dass mit einem erfindungsgemäßen Verfahren und einem erfindungsgemäßen Kühl- und/oder Gefriergerät die Energie- und/oder Kosteneffizienz durch Interaktion mit einem intelligenten Stromnetz maßgeblich gesteigert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Kühl- und/oder Gefriergerätes mit wenigstens einem Kälteaggregat, das auf wenigstens zwei unterschiedlichen Leistungs-

stufen betreibbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

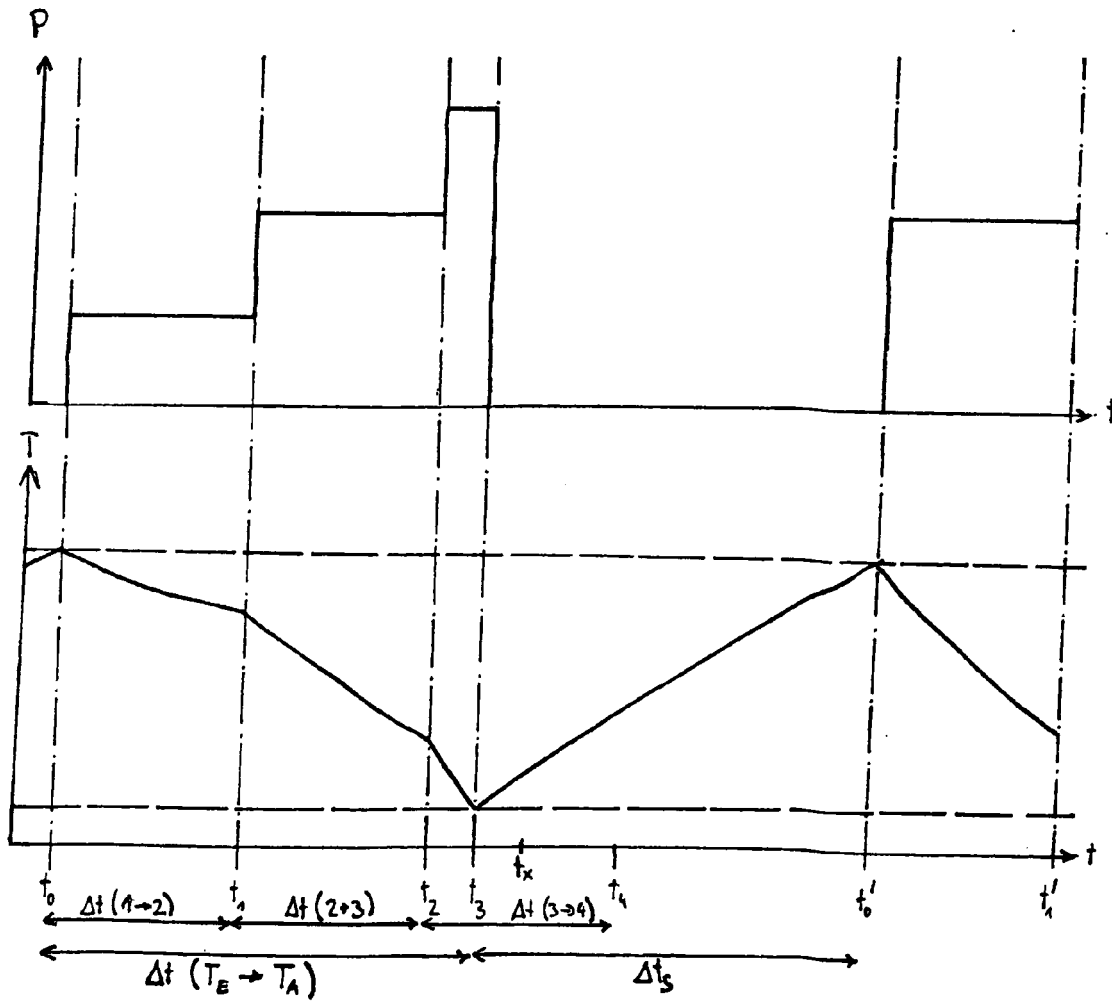
dass die Dauer wenigstens einer Laufzeit und/oder wenigstens einer Stehzeit des Kälteaggregates in Abhängigkeit zumindest eines Charakteristikums der Energie verändert wird, mit der das Kälteaggregat betrieben wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer einer Laufzeit bis zum Umschalten des Kälteaggregates von einer Leistungsstufe auf eine höhere oder niedrigere Leistungsstufe in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verkürzt oder verlängert wird. 5
3. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer einer Laufzeit bis zum Ausschalten des Kälteaggregates in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verkürzt oder verlängert wird. 10
4. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer einer Stehzeit bis zum Anschalten des Kälteaggregates in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verkürzt oder verlängert wird. 15
5. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer der Laufzeit und/oder Stehzeit des Kälteaggregates durch Addition einer fest vorgegebenen oder veränderbaren zusätzlichen Zeit verlängert oder verkürzt wird. 20
6. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie ein Statusbit gesetzt wird und die Dauer der Laufzeit und/oder der Stehzeit des Kälteaggregates in Abhängigkeit des Statusbits verkürzt oder verlängert wird. 25
7. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Leistungsstufe im Vergleich zu einer höheren Leistungsstufe einen besseren Wirkungsgrad und eine geringere absolute Kühlleistung aufweist. 30
8. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistung des Kälteaggregates kontinuierlich oder stufenweise verändert wird. 35
9. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abhängigkeit der Dauer der Laufzeit und/oder Stehzeit vom Wert des Charakteristikums der Energie und/oder Statusbits automatisch und/oder manuell zu- 40

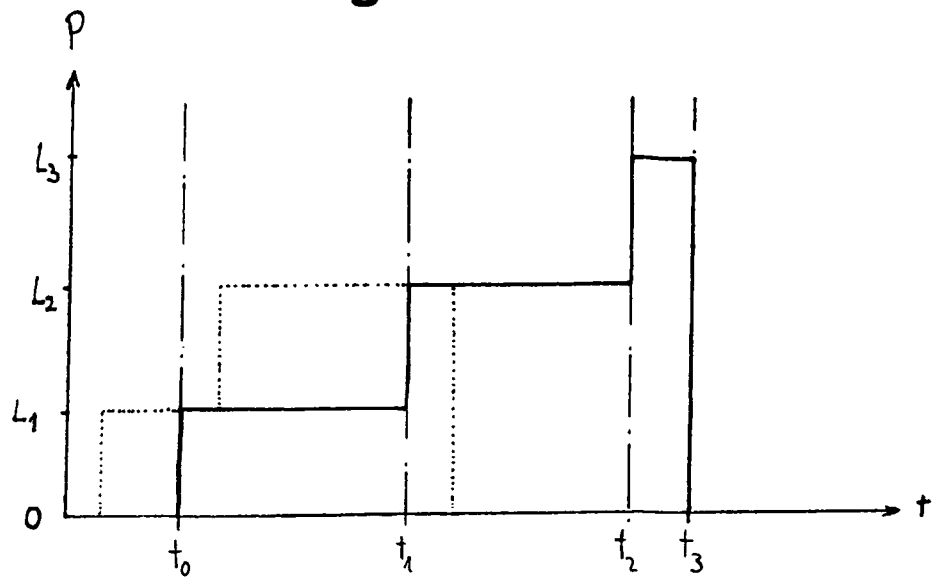
geschaltet und/oder abgeschaltet wird.

10. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Betrieb des Kälteaggregates eine Grenzleistungsstufe festgelegt wird, die nicht der höchsten oder niedrigsten möglichen Leistungsstufe des Kälteaggregates entspricht. 45
11. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ferner eine Einschaltbedingung und/oder eine Ausschaltbedingung in Abhängigkeit des Charakteristikums der Energie verändert wird. 50
12. Verfahren gemäß Ansprüchen 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Veränderung einer Bedingung rückgängig gemacht wird, wenn für das Erreichen dieser veränderten Bedingung der Betrieb des Kälteaggregates jenseits einer Grenzleistungsstufe ansteht. 55
13. Kühl- und/oder Gefriergerät mit wenigstens einem Kälteaggregat und wenigstens einer internen oder externen Steuer- und/oder Regeleinheit, wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit und das Kälteaggregat derart miteinander verbunden sind, dass das Kälteaggregat durch die Steuer- und/oder Regeleinheit ansteuerbar ist, und wobei das Kälteaggregat wahlweise auf einer von wenigstens zwei unterschiedlichen Leistungsstufen betreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Steuer- und/oder Regeleinheit ein Steueralgorithmus hinterlegt ist, der für den Betrieb des Kälteaggregates ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 vorgibt.
14. Kühl- und/oder Gefriergerät gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und/oder Regeleinheit eine Datenschnittstelle aufweist, über die ein Charakteristikum der Energie von einem Server oder einer sonstigen Datenquelle erhalten werden kann und/oder über die die Steuer- und/oder Regeleinheit mit einem Server oder einer sonstigen Datenquelle eines intelligenten Stromnetzes in Verbindung steht.
15. Kühl- und/oder Gefriergerät gemäß Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kälteaggregat einen bei unterschiedlichen Drehzahlen betreibbaren Kompressor aufweist und unterschiedliche Leistungsstufen vorzugsweise durch unterschiedliche Kompressordrehzahlen definiert sind.

Figur 1



Figur 2



Figur 3

