



(10) **DE 10 2011 101 918 B4** 2021.04.22

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 101 918.2**

(22) Anmeldetag: **18.05.2011**

(43) Offenlegungstag: **22.11.2012**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **22.04.2021**

(51) Int Cl.: **B60H 1/00 (2006.01)**

**B61D 27/00 (2006.01)**

**G05B 19/04 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Liebherr-Transportation Systems GmbH & Co.  
KG, Korneuburg, AT**

(74) Vertreter:  
**Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte  
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**Presetschnik, Andreas, Dipl.-Ing., Wien, AT;  
Haidl, Andreas, Dipl.-Ing., Wien, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>33 13 407</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>101 45 951</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>60 2004 010 973</b>	<b>T2</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betrieb eines Klimatisierungsgerätes und Klimatisierungsgerät**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betrieb eines Klimatisierungsgerätes mit integrierter Wärmepumpenschaltung, wobei das Klimatisierungsgerät zur Kühlung eines Fahrzeuges, insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeuges, betrieben wird, und ein Abtauen des Verdampfers des Klimatisierungsgerätes durch eine Kreislaufumkehr bewirkt wird; wobei

die Abtausteuering den Zeitpunkt für den Beginn eines Abtauprozesses unter Berücksichtigung ein oder mehrerer mittelbar/unmittelbar den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierender Daten bestimmt; und wobei die den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten die Geräuschentwicklung des Fahrzeuges umfassen.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Klimatisierungsgerätes mit integrierter Wärmepumpenschaltung, wobei das Klimatisierungsgerät zur Kühlung eines Fahrzeuges, insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeuges betrieben wird, und ein Abtauen des Verdampfers des Klimatisierungsgerätes durch eine Kreislaufumkehr bewirkt wird.

**[0002]** Klimaanlage dienen zur Temperatur- und/oder Feuchteregulierung eines definierbaren Raumklimas. Die Funktionsweise bekannter Geräte mit integrierter Wärmepumpenschaltung basiert im Wesentlichen auf einem mit Kältemittel durchströmten geschlossenen Kältemittelkreislauf, welcher einen Verdichter, einen Verflüssiger sowie einen Verdampfer umfasst. Die Wärmeenergie des Kältemittels wird über den Verdampfer an den vorbeiströmenden Luftstrom abgegeben, wodurch dieser entsprechend herunterkühlt wird.

**[0003]** Aufgrund der vorherrschenden Temperaturdifferenz zwischen Kältemittel und Luftstrom bildet sich an der Verdampferoberfläche Kondenswasser, das aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus des verwendeten Kältemittels auf der Oberfläche des Verdampfers gefriert.

**[0004]** Die Reif- bzw. Frostbildung auf der Verdampferoberfläche beeinflusst nicht nur die Energieeffizienz des Klimatisierungsgerätes, sondern führt darüber hinaus zu einer nicht zu vernachlässigbaren Funktionseinschränkung bis zur vollständigen Funktionsuntüchtigkeit des Klimatisierungsgerätes.

**[0005]** Aus diesem Grund besitzen derartige Geräte unterschiedlichste Mechanismen zur Initiierung eines Abtauprozesses am Verdampfer, wobei insbesondere das Kältemittel durch Umkehrung des Kreislaufs erwärmt wird und folglich die gefrorene Kondenswasserschicht auf dem Verdampfer zum Schmelzen bringt.

**[0006]** In der jüngeren Vergangenheit haben sich ständig neuartige Anwendungsbereiche für Klimatisierungsgeräte ergeben. Insbesondere werden Klimatisierungsgeräte zunehmend in mobile Fahrzeuge integriert. So sind inzwischen alle modernen Schienenfahrzeuge, sei es für den Personentransport oder auch für den Tier- und Gütertransport, mit Klimaanlagen ausgerüstet. Die Klimatisierungsgeräte werden bei Personenwaggons des Schienenverkehrs entweder unter dem Fußboden, häufiger aber auf dem Dach verbaut und über das Bordnetz des Schienenfahrzeuges gespeist.

**[0007]** Auch während des mobilen Einsatzes der Klimatisierungsgeräte sind regelmäßige Abtauvorgän-

ge zur Gewährleistung der ordnungsgemäßen Funktionalität notwendig.

**[0008]** So geht aus der DE 101 45 951 A1 eine Fahrzeugklimaanlage mit einem Heizkern hervor, der in einem Heizwärmepumpenkreislauf erzeugte Abwärme und ein Fahrzeug als Wärmequelle nutzt, und die zur Anwendung auf ein Elektrofahrzeug geeignet ist.

**[0009]** Ferner beschreibt die DE 33 13 407 A1 eine Klimaanlage für Personenfahrzeuge, insbesondere für Eisenbahn-Personenwagen, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Wärmepumpe sowohl für die Heizung als auch für die Kühlung des Fahrgastraums, wobei in beiden Fällen die durch die Fahrzeugbewegung hervorgerufenen äußeren Luftströme für den Wärmeaustausch herangezogen werden.

**[0010]** Die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Steuerung eines Abtauprozesses eines Klimatisierungsgerätes sind bisher allerdings ausschließlich hinsichtlich des stationären Betriebs der Klimatisierungsgeräte optimiert.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung macht es sich aufgrund der vorhergehenden Gründe zur Aufgabe, ein bekanntes Verfahren weiterzuentwickeln, um speziell den Betrieb eines Klimatisierungsgerätes im Mobilbereich zu optimieren.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Erfindung offenbart eine technische Lehre zum Betrieb eines Klimatisierungsgerätes mit integrierter Wärmepumpenschaltung. Das Verfahren ist speziell für Klimatisierungsgeräte ausgelegt, die zur Kühlung eines Fahrzeuges, insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeuges eingesetzt werden und aufgrund ihrer konstruktiven Beschaffenheit einen Abtauvorgang erforderlich machen.

**[0013]** Erfindungsgemäß bestimmt die Abtausteuerung den Zeitpunkt für die Initiierung eines Abtauprozesses zum Abtauen des Verdampfers unter Berücksichtigung ein oder mehrerer mittelbar/unmittelbar den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierender Daten.

**[0014]** Folglich wird der Beginn des Abtauprozesses auf den jeweiligen Betriebszustand des Fahrzeuges abgestimmt und in dieser Hinsicht optimiert. Unter den Begriff der Fahrzeugbetriebszustandsdaten fallen insbesondere solche Werte, die die Fahrzeugbewegung mittelbar bzw. unmittelbar betreffen.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird unter Berücksichtigung der ein oder mehreren den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten nicht nur der Zeitpunkt für den Beginn eines einzelnen Abtauprozesses bestimmt, sondern

es kann zusätzlich die Zeitdauer bis zu einem erneuten Vorgang und/oder die zyklische bzw. antizyklische Wiederholungsperiode des Abtauprozesses festgelegt werden. In diesem Fall wird der vollständige Abtauvorgang am Verdampfer unter Berücksichtigung der den Fahrzeugbetriebszustand charakterisierenden Daten geregelt.

**[0016]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges umfassen. Hierbei ist es denkbar, dass beispielsweise im Stillstand ein Abtauprozess eingeleitet wird, wohingegen während der Fahrzeugbewegung das Klimatisierungsgerät weitestgehend im Normalbetrieb betrieben wird. Gleichfalls lässt sich eine beliebige Geschwindigkeitsschwelle definieren, bei deren Unter- oder Überschreiten der Abtauprozess ausgelöst wird.

**[0017]** Eine derartige vorteilhafte Ansteuerung eines Klimatisierungsgerätes macht sich den Vorteil zu nutze, dass das Betriebsgeräusch eines Klimatisierungsgerätes während des Abtauprozesses vergleichsweise gering ist, was vor allem dem gemäßigten bzw. deaktivierten Kompressorbetrieb geschuldet ist. Da der vom Fahrzeug selbst verursachte Geräuschpegel im Stillstand vergleichsweise gering ausfällt und folglich die Betriebsgeräusche des Klimatisierungsgerätes nicht überdeckt, kann während des Fahrzeugsstillstands durch Umschalten des Klimatisierungsgerätes in den Abtauprozess eine Geräuschreduktion erzielt werden.

**[0018]** Die bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens ist insbesondere bei schienenengebundenen Fahrzeugen von besonderem Vorteil. Das gezielte Umschalten des Klimatisierungsgerätes in den Abtauprozess während des Zugaufenthaltes im Bahnhofsbereich führt zu einer wahrnehmbaren Verringerung der auftretenden Lärmbelästigung für die am Bahnsteig umstehenden Passagiere.

**[0019]** Erfindungsgemäß wird die tatsächliche Geräuschentwicklung des Fahrzeuges als die die Fahrzeugbewegung des Fahrzeuges charakterisierenden Daten berücksichtigt.

**[0020]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführung des Verfahrens umfassen die die Fahrzeugbewegung des Fahrzeuges charakterisierenden Daten ein gespeichertes Betriebsprofil bzw. ein Bewegungsprofil des Fahrzeuges. Stehen zusätzlich zur gegenwärtigen Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges noch Informationen über die Zeitdauer bis zum nächsten geplanten Stillstand bzw. die Zeitdauer eines geplanten Aufenthaltes an der nächsten Zielposition zur Verfügung, so können diese Informationen als Zusatzkriterium für die Bestimmung des Startzeitpunktes sowie gegebenenfalls zur Bestimmung der Zeitdauer bis zu einem erneuten Abtauvorgang und/oder zur

Berechnung der zyklischen bzw. antizyklischen Wiederholungsperiode des Abtauprozesses herangezogen werden.

**[0021]** In diesem Zusammenhang können weiterhin spezielle Fahrtabschnitte des Fahrzeuges mit festgelegtem Geschwindigkeitsprofil bzw. mit besonders niedrigem Geschwindigkeitsniveau berücksichtigt werden. Im Schienenverkehr fallen hierunter beispielsweise Fahrtabschnitte, die eine Geschwindigkeitsreduzierung für einen bevorstehenden Aufenthalt im Zielbahnhof vorsehen oder auch Fahrtabschnitte durch besiedelte Wohngebiete mit geregelter Maximalgeschwindigkeit. Auch hier kann durch Umschalten des Klimatisierungsgerätes in den Abtauprozess eine wahrnehmbare Geräuschreduktion des Fahrzeuges erzielt werden.

**[0022]** Ferner ist es von Vorteil, wenn das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb der Abtausteuerng für die Bestimmung des Startzeitpunktes des Abtauprozesses ein oder mehrere den Betriebszustand des Klimatisierungsgerätes charakterisierende Daten als Zusatzkriterium berücksichtigt. Insbesondere sind Messwerte, die die Reif- bzw. Frostbildung auf dem Verdampfer des Klimatisierungsgerätes und/oder die gemessene Energieeffizienz des Klimatisierungsgerätes beschreiben, heranzuziehen.

**[0023]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist auf ein Klimatisierungsgerät für ein Fahrzeug, vorzugsweise für ein schienengebundenes Fahrzeug gerichtet, wobei das Klimatisierungsgerät mit einer integrierten Wärmepumpenschaltung und einer Steuerungseinheit ausgestattet ist. Die konstruktive Ausgestaltung der Steuerungseinheit ermöglicht eine bedarfweise Umkehrung des Kühlkreislaufs des Klimatisierungsgerätes, um einen Abtauvorgang am Verdampfer einzuleiten.

**[0024]** Erfindungsgemäß ist die Steuerungseinheit nun derart ausgeführt, dass in Abhängigkeit ein oder mehrerer den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierender Daten ein Startzeitpunkt für einen Abtauprozess bestimmbar ist, wobei die den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten die Geräuschentwicklung des Fahrzeuges umfassen.

**[0025]** Das Klimatisierungsgerät umfasst folglich ein oder mehrere kommunikative Schnittstellen zum Fahrzeug für den gegenseitigen Datenaustausch. Das Klimatisierungsgerät erhält über die Schnittstelle ein oder mehrere den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierende Daten, auf deren Grundlage die Steuerungseinheit einen Zeitpunkt für das Auslösen eines Abtauvorgangs festlegt. Denkbar ist es ebenfalls, dass das Klimatisierungsgerät eine eigene Sensorik zur Erfassung der genannten Daten aufweist.

**[0026]** In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung weist das Klimatisierungsgerät erforderliche Mittel zur Durchführung des voranstehend erläuterten erfindungsgemäßen Verfahrens auf. Die resultierenden Vorteile und Eigenschaften des erfindungsgemäßen Klimatisierungsgerätes entsprechen offensichtlich denen des erfindungsgemäßen Verfahrens, weshalb an dieser Stelle auf eine erneute Beschreibung verzichtet wird.

**[0027]** Die Erfindung betrifft ferner eine Steuerungseinheit für ein Klimatisierungsgerät eines Fahrzeuges, insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeuges, mit einer Softwareroutine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0028]** Weiterhin ist die Erfindung auf ein schienengebundenes Fahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Klimatisierungsgerät gerichtet. Die Ausführungen zu den Vorteilen und Eigenschaften des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich analog auf die Ausführung der Steuerungseinheit bzw. des Schienenfahrzeuges anwenden, weshalb an dieser Stelle auf eine wiederholende Beschreibung verzichtet wird.

**[0029]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

**[0030]** In einem konkreten Ausführungsbeispiel umfasst ein Schienenfahrzeug, beispielsweise ein für den Personentransport ausgestatteter Zugwaggon, ein Klimatisierungsgerät zur Temperaturregelung des Raumklimas im Innenraum des Schienenfahrzeuges. Der Aufbau des Klimatisierungsgerätes, insbesondere des Kühlkreislaufs, ist nicht auf ein konkretes konstruktives Ausführungsbeispiel beschränkt. Der grundlegende Aufbau des Klimatisierungsgerätes umfasst einen Wärmetauscher, auch als Verdampfer bezeichnet, der von einem zu kühlenden Luftstrom umströmt wird. Der Luftstrom wird mittels des Wärmetauschers erwärmt/gekühlt und in den Innenraum des Schienenfahrzeuges eingebracht.

**[0031]** Durch den Verdampfer fließt ein Kältemittel, das in an sich bekannter Weise im Normalbetrieb mittels Kompressor und Verflüssiger auf ein bestimmtes Temperaturniveau heruntergekühlt wird.

**[0032]** Die Temperaturdifferenz zwischen Verdampferoberfläche bzw. Kältemittel und dem passierenden Luftstrom führt zur Bildung von Kondenswasser auf der Verdampferoberfläche, das aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus des Kältemittels gefriert. Die Reif- bzw. Eisbildung auf der Verdampferoberfläche beeinträchtigt den ordnungsgemäßen Betrieb des Klimatisierungsgerätes, weshalb in regelmäßigen Abständen ein Abtauprozess erforderlich ist.

**[0033]** Ein solcher Abtauvorgang wird durch die Steuerungseinheit initiiert, indem diese den Kältemittelkreislauf umkehrt. Das in umgekehrter Richtung strömende Kältemittel wird nunmehr erwärmt und bewirkt aufgrund seiner erhöhten Temperatur ein Abtauen der Reif- und Frostschrift im Verdampferbereich.

**[0034]** Der Zeitpunkt sowie die Dauer bzw. die Periode, mit der ein Abtauvorgang wiederholt wird, wird durch die Steuerungseinheit unter Berücksichtigung bestimmter charakteristischer Betriebsgrößen des Klimatisierungsgerätes festgelegt. Hierunter fallen beispielsweise die Dicke und Menge der gebildeten Eisschicht auf der Verdampferoberfläche, sowie die gemessene Energieeffizienz des Gesamtsystems. Wird beispielsweise ein bestimmter Schwellwert unter- bzw. überschritten, so löst die Steuerungseinheit durch Umkehrung des Kältemittelflusses einen Abtauprozess aus.

**[0035]** Im Gegensatz zu den aus dem Stand der Technik bekannten Regelalgorithmen berücksichtigt die vorliegende Erfindung nicht nur die betriebsbedingten charakteristischen Daten des Klimatisierungsgerätes, sondern greift zusätzlich auf Betriebsdaten des Schienenfahrzeuges selbst zurück.

**[0036]** Zur Freigabe der Abtauroutine wird neben den vorstehend beschriebenen charakteristischen Betriebsdaten des Klimatisierungsgerätes als zusätzliches Kriterium die Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeuges herangezogen. Die Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeuges ermöglicht es, dass die periodisch notwendige Abtauroutine vorzugsweise dann ausgeführt wird, wenn sich der Zug im Bahnhofsbereich befindet. Der geräuschärmere Abtauprozess kann folglich bei Anwesenheit von Personen im Fahrzeugaußenbereich oder beim Wegfall dominierender Geräuschquellen, wie zum Beispiel Fahrtgeräusche während des Fahrbetriebs, ausgelöst bzw. mit dem Auftreten dieser Ereignisse zeitlich abgeglichen werden.

**[0037]** Da die Geräuschquelle des Zuges während des Stillstands im Bahnhofsbereich sehr gering ist, wäre ein im Kühlbetrieb arbeitendes Klimatisierungsgerät akustisch besonders dominant. Das Umschalten des Klimatisierungsgerätes in den Abtauprozess führt zu einer deutlich wahrnehmbaren Geräuschreduktion für die am Bahnsteig wartenden Passagiere.

**[0038]** Zusätzlich zur gegenwärtigen Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeuges werden noch Informationen über die Zeitdauer bis zum nächsten geplanten Stillstand, d. h. die Reisezeit bis zum nächsten Zielbahnhof, als Zusatzkriterium für die Planung des Startzeitpunktes des Abtauprozesses herangezogen. Gleichfalls können ebenfalls Informationen bzw. hinterlegte Geschwindigkeitsprofile in die Be-

rechnung des Startzeitpunktes einfließen, die eine zukünftige Fahrt mit sehr geringer Geschwindigkeit beschreiben. Beispielsweise kann in diesem Zusammenhang die anstehende Einfahrt in den nächsten Zielbahnhof mit verringerter Geschwindigkeit, die Ausführung von Rangiermanövern im Bahnhofsgebiet oder auch eine Fahrt durch ein bewohntes Gebiet Berücksichtigung finden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Klimatisierungsgerätes mit integrierter Wärmepumpenschaltung, wobei das Klimatisierungsgerät zur Kühlung eines Fahrzeuges, insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeuges, betrieben wird, und ein Abtauen des Verdampfers des Klimatisierungsgerätes durch eine Kreislaufumkehr bewirkt wird; wobei die Abtausteuering den Zeitpunkt für den Beginn eines Abtauprozesses unter Berücksichtigung ein oder mehrerer mittelbar/unmittelbar den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierender Daten bestimmt; und wobei die den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten die Geräusentwicklung des Fahrzeuges umfassen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitdauer und/oder die zyklische/antizyklische Wiederholungsrate des Abtauprozesses unter Berücksichtigung dieser Daten bestimmt werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten die Fahrgeschwindigkeit umfassen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten ein gespeichertes Betriebsprofil bzw. ein Bewegungsprofil des Fahrzeugs umfassen, insbesondere ein zukünftiges Geschwindigkeitsprofil.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich als Kriterium für die Bestimmung des Startzeitpunktes des Abtauprozesses ein oder mehrere den Betriebszustand des Klimatisierungsgerätes charakterisierende Daten berücksichtigt werden, insbesondere die Reif-/Frostbildung auf dem Verdampfer und/oder die gemessene Energieeffizienz des Klimatisierungsgerätes.

6. Klimatisierungsgerät für ein Fahrzeug, vorzugsweise für ein schienengebundenes Fahrzeug, mit einer integrierten Wärmepumpenschaltung und einer Steuerungseinheit, die bedarfsweise durch Kreislauf-

umkehr einen Abtauprozess für den Verdampfer des Klimatisierungsgerätes einleitet; wobei die Steuerungseinheit derart ausgeführt ist, dass in Abhängigkeit ein oder mehrerer mittelbar/unmittelbar die Fahrbewegung des Fahrzeuges charakterisierender Daten, ein Startzeitpunkt für einen Abtauprozess bestimmbar ist; und wobei die den Fahrbetrieb des Fahrzeuges charakterisierenden Daten die Geräusentwicklung des Fahrzeuges umfassen.

7. Klimatisierungsgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Klimatisierungsgerät, insbesondere die Steuerungseinheit, Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 umfasst.

8. Steuerungseinheit für ein Klimatisierungsgerät eines Fahrzeuges, insbesondere eines schienengebundenen Fahrzeugs, mit einer Softwareroutine zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

9. Schienengebundenes Fahrzeug mit einem Klimatisierungsgerät nach einem der Ansprüche 6 oder 7.

Es folgen keine Zeichnungen