

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kompressorsystem für ein Schienenfahrzeug sowie ein Verfahren zur Ansteuerung eines solchen Kompressorsystems. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Schienenfahrzeug mit einem solchen Kompressorsystem oder zur Ausführung des Verfahrens. Ebenso betrifft die vorliegende Erfindung ein Computerprogrammprodukt zur Ausführung des Verfahrens sowie ein Speichermedium mit einem solchen Computerprogrammprodukt.

[0002] Bei Schienenfahrzeugen wird zur Kühlung eines Kompressors vielfach ein Kompressorlüfter als Kühleinrichtung verwendet, um die verdichtete Luft als durch den Kompressor zu verdichtendes Fluid zu kühlen und den Kompressor vor einer Überhitzung zu schützen. Üblicherweise ist der Kompressorlüfter dabei starr oder über eine Visco-Kupplung mit dem Kompressorantrieb verbunden, so dass der Kompressorlüfter in Abhängigkeit der Drehzahl des Kompressors betrieben wird.

[0003] Bei hohen Umgebungstemperaturen und ungünstigen Raumverhältnissen kommt es dennoch häufig zu einer Überhitzung des Kompressors. Umgekehrt besteht durch die direkte Kopplung durch die damit bei hohen Kompressordrehzahlen eingebrachte hohe Kühlleistung bei niedrigen Ansaugtemperaturen und kurzen Betriebszeiten das Risiko einer internen Eisbildung bzw. Kondensatansammlungen und damit einhergehenden Betriebseinschränkungen sowie erhöhtem Verschleiß und erhöhter Korrosion. Hieraus ergibt sich ein Zielkonflikt, der mit herkömmlichen Kühlsystemen aufgrund der Kopplung der Kompressorlüfterdrehzahl an die Kompressordrehzahl nicht gelöst werden kann.

[0004] Zudem kann der Betrieb eines Kompressorlüfters bei hohen Drehzahlen des Kompressors bzw. insgesamt hoch angesetzter Kompressorlüfterdrehzahl bzw. einer Kompressorlüfterdrehzahl in einem Schallemission fördernden Frequenzband zu entsprechend hohen Schallemissionen führen.

[0005] In Anbetracht der vorstehenden Ausführungen ist es somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein gegenüber dem Stand der Technik, insbesondere im Hinblick auf eine bedarfsangepasste Kühlung des Kompressors und/oder reduzierte Schallemissionen, verbessertes Kompressorsystem zur Verfügung zu stellen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Erfindungsgemäß weist ein Kompressorsystem für ein Schienenfahrzeug eine Kompressoreinheit, eine Kühleinrichtung und eine Steuerungsvorrichtung auf. Die Steuerungsvorrichtung ist dabei dazu konfiguriert, die Kühleinrichtung unabhängig vom Betrieb eines Kompressors der Kompressoreinheit anzusteuern. Zudem ist die Steuerungsvorrichtung dazu konfiguriert, die Kühleinrichtung bei einem Einschalten des Kompressors zumindest erst zeitverzögert zu aktivieren oder zumindest erst mit einer Mindestleistung zu betreiben.

[0008] Der Grundgedanke der vorliegenden Erfindung basiert demnach einerseits auf einer grundsätzlich vom Betrieb des Kompressors unabhängigen Ansteuerung der Kühleinrichtung. Die unabhängige Ansteuerung der Kühleinrichtung kann dabei derart erfolgen, dass beispielsweise separate Antriebskomponenten für die Kühleinrichtung angesteuert werden und/oder die Kühleinrichtung mit dem Kompressorantrieb nur selektiv, insbesondere unter Ansteuerung verschiedener Getriebestufen, gekoppelt wird.

[0009] Andererseits wird die Kühleinrichtung aber auch ungeachtet der vom Betrieb des Kompressors unabhängigen Ansteuerung im Sinne einer Leistung der Kühleinrichtung auch unabhängig von der Aktivierung des Kompressors an sich angesteuert. Konkret wird bei einem Einschalten des Kompressors die Kühleinrichtung zunächst nicht gleichzeitig aktiviert bzw. zunächst lediglich mit einer Mindestleistung betrieben. Sofern die Kühleinrichtung zunächst lediglich mit einer Mindestleistung betrieben wird, so entspricht diese Mindestleistung einer Betriebsstufe der Kühleinrichtung, die zu einem Mindestniveau korrespondiert, das einen Mindestbetrieb der Kühleinrichtung darstellt. Dieser Mindestbetrieb kann beispielsweise ein häufiges Ein- und Ausschalten der Kühleinrichtung verhindern oder eine Reaktionszeit hinsichtlich einer später erforderlichen Leistungserhöhung der Kühleinrichtung verringern. In diesem Kontext ist die Mindestleistung insbesondere eine Leistung, die geringer als die üblicherweise für eine Drehzahl des Kompressors im längerfristigen Fahrbetrieb des Schienenfahrzeugs vorgesehene Leistung der Kühleinrichtung ist.

[0010] Die Aufhebung der Zurückhaltung der Kühleinrichtung kann dann an verschiedene Kriterien geknüpft werden, wie dies im Folgenden noch in Bezug auf vorteilhafte Ausgestaltungen des Kompressorsystems beschrieben wird. Sofern solche Kriterien nicht zutreffen, kann die Zurückhaltung der Kühleinrichtung aber auch beibehalten werden. Hierdurch können zum Beispiel der Energieverbrauch, erhöhte Schallemissionen oder aber auch das Risiko einer internen Eisbildung bzw. Kondensatansammlungen und damit einhergehenden Betriebseinschränkungen sowie erhöhtem Verschleiß und erhöhter Korrosion reduziert werden.

[0011] In einer Ausgestaltung ist die Steuerungsvorrichtung dazu konfiguriert, die zeitverzögerte Aktivierung oder den Betrieb mit der Mindestleistung der Kühleinrichtung in Abhängigkeit eines vorbestimmten Betriebsmodus des Schienenfahrzeugs vorzusehen.

[0012] Verschiedene Betriebsmodi können mit erwartbaren Kompressordrehzahlen und einem damit verbundenen Kühlungserfordernis durch die Kühleinrichtung in Verbindung gebracht werden. Insbesondere können hiermit verbundene vergleichsweise kurze Erhöhungen der Kompressordrehzahl antizipiert werden, die keine signifikanten Auswirkungen auf die langfristige Temperaturentwicklung haben. Entsprechend kann beispielsweise in einem solchen Betriebsmodus auf eine sofortige Reaktion der Kühleinrichtung auf eine Veränderung der

Kompressordrehzahl oder dergleichen verzichtet und die vorstehende zumindest zeitweise Rückhaltung der Kühleinrichtung eingesetzt bzw. aufrechterhalten werden.

[0013] In anderen Betriebsmodi kann auch ein Schutz vor Schallemissionen im Vordergrund stehen, so dass durch die zumindest zweitweise Rückhaltung der Kühleinrichtung die Schallemission verringert werden kann.

[0014] Insbesondere ist der vorbestimmte Betriebsmodus zumindest ein Abstellmodus mit Ausgleich von Druckverlusten durch das Kompressorsystem, ein Nachtmodus und/oder ein Betriebsmodus bei geringen Umgebungstemperaturen.

[0015] In einem Abstellmodus des Schienenfahrzeugs, das aufgerüstet abgestellt wird, muss beispielsweise der Kompressor nur für kurze Zeit betrieben werden, um einen maßgeblich durch Leckage bestimmten Druckverlust in zumindest einem Luftreservoir des Schienenfahrzeugs auszugleichen. Die Betriebszeit kann als ausreichend kurz und selten erachtet werden, um eine Temperaturentwicklung bei deaktivierter oder nur mit der Mindestleistung betriebener Kühleinrichtung als tolerierbar anzunehmen. Alternativ oder ergänzend kann der Nachtmodus die Annahme betreffen, dass die Außentemperaturen nachts geringer als tagsüber sind, so dass das Risiko einer Überhitzung sinkt. In diesem Zusammenhang kann der Nachtmodus an weitere Bedingungen geknüpft sein, wie beispielsweise einen jahreszeitenabhängigen Betrieb, der erwartbare Außentemperaturen gemäß Jahreszeit oder Monat berücksichtigt. Der Nachtmodus kann aber auch alternativ oder ergänzend auf tolerierbare Schallemissionen gerichtet sein. Diesbezüglich kann die Zurückhaltung der Kühleinrichtung gerade eine Reduzierung der Schallemissionen unterstützen. In vergleichbarer Weise kann die Zurückhaltung dann beispielsweise auch an einen Betriebsmodus gebunden sein, der das Durchfahren einer Ortschaft oder anderer Lärmschutzbereiche berücksichtigt. Nochmals bezugnehmend auf die Einschätzung einer Temperaturentwicklung bzw. eines Überhitzungsrisikos kann der vorbestimmte Betriebsmodus aber auch ein Betriebsmodus bei geringen Umgebungstemperaturen sein. Dieser kann auf erwartbare oder tatsächlich erfasste aktuelle Umgebungstemperaturen gerichtet sein, wie beispielsweise einen Sommermodus oder Wintermodus. Neben einer erwartbaren und/oder tatsächlich aktuell erfassten Temperatur kann der vorbestimmte Betriebsmodus auch eine entsprechende Sonneneinstrahlung und damit verbundene Temperaturentwicklung betreffen.

[0016] Gemäß den vorstehenden Ausführungen betrifft der Betriebsmodus zur zumindest zeitweisen Zurückhaltung der Kühleinrichtung einen Betriebsmodus mit vergleichsweise geringen Kompressorbetriebszeiten und/oder Kompressorleistungen, wie einen Abstellmodus, und/oder einen Betriebsmodus, bei dem Schallemissionsgrenzwerte zu berücksichtigen sind, wie einen Nachtmodus, und/oder einen Betriebsmodus, bei dem Umgebungstemperaturen unter einem vorbestimmten Umgebungstemperaturgrenzwert liegen und/oder die

Kompressoreinheit nicht durch direkte Sonneneinstrahlung erwärmt wird. Der Betriebsmodus, bei dem die Umgebungstemperaturen unter einem vorbestimmten Umgebungstemperaturgrenzwert liegen und/oder die Kompressoreinheit nicht durch direkte Sonneneinstrahlung erwärmt wird, kann ein voreingestellter Betriebsmodus sein oder sich durch entsprechende Erfassungseinheiten und Datenverarbeitung indirekt ergeben.

[0017] In einer Ausgestaltung entspricht die Mindestleistung zum Betrieb der Kühleinrichtung einer Leistung mit einer maximalen vorbestimmten Schallemission des Kompressorsystems, insbesondere einer maximalen vorbestimmten Schallemission kleiner oder gleich 60 dB(A) in 7,5 m Entfernung.

[0018] Hierüber kann beispielsweise in einem Nachtmodus und/oder in einem vorbestimmten Betriebsmodus, der mit einer Begrenzung einer Schallemission und ggf. vorbestimmten Ruhezeiten einhergeht, eine für den jeweiligen Betriebsmodus maximal vorbestimmte Schallemission eingehalten werden. Mit anderen Worten ist die Mindestleistung auf eine Leistung begrenzt, bei der der Betrieb der Kühleinrichtung in Verbindung mit dem Kompressorsystem, wie beispielsweise unter weiterer Berücksichtigung der Schallemission durch den Kompressor, die maximal vorbestimmte Schallemission insgesamt für das Kompressorsystem nicht überschreitet. Insbesondere korrespondiert die Mindestleistung zum Betrieb der Kühleinrichtung zum Beispiel in Bezug auf den später noch beschriebenen elektrisch angetriebenen Lüfter zu einer Drehzahl dieses Lüfters, die in einem Frequenzband mit niedriger Schallemission liegt. Da hier im Hinblick auf eine maximale vorbestimmte Schallemission das Kompressorsystem insgesamt betrachtet wird, kann die Mindestleistung zum Betrieb der Kühleinrichtung in Abhängigkeit der jeweiligen Schallemission anderer Komponenten des Kompressorsystems anpassbar sein. Mit anderen Worten kann die Mindestleistung erhöht werden, wenn die anderweitigen Schallemission vergleichsweise gering sind und umgekehrt.

[0019] In einer Ausgestaltung weist die Kühleinrichtung zumindest einen abschaltbaren und/oder entkoppelbaren Lüfter, insbesondere einen elektrisch angetriebenen Lüfter, auf, wobei sich eine Leistung der Kühleinrichtung zumindest auf eine Drehzahl des Lüfters bezieht.

[0020] Der abschaltbare Lüfter bezieht sich dabei auf einen Lüfter, der grundsätzlich separat ansteuerbar und abschaltbar ist. Im Gegensatz dazu betrifft der entkoppelbare Lüfter einen Lüfter, der zumindest auch durch den Antrieb des Kompressors angetrieben werden kann. Der entkoppelbare Lüfter kann ergänzend auch nach Entkopplung vom Antrieb des Kompressors durch eine andere Antriebseinheit weiterbetrieben werden. Letztlich ist aber auch der entkoppelbare Lüfter durch Entkopplung oder ergänzend gemäß Abschaltung der anderen Antriebseinheit abschaltbar. Die begriffliche Unterscheidung bezieht sich somit im Wesentlichen auf die Koppel- bzw. Entkoppelbarkeit. Diese begriffliche Unterscheidung

dung ist auch auf den nachfolgend beschriebenen Luftkühler anwendbar.

[0021] Die Kühlleistung des zumindest einen Lüfters korrespondiert dabei zur Drehzahl des Lüfters. Bei anderen Kühleinrichtungen, wie beispielsweise Kühlkanälen oder dergleichen, korrespondiert die Kühlleistung dann zu einer Durchflussgeschwindigkeit bzw. Durchflussrate des Kühlmediums.

[0022] Der Lüfter ist insbesondere axial zur Kompressoreinheit angeordnet. Mit anderen Worten wird der Strom eines Kühlmediums von dem Lüfter in Richtung der Kompressoreinheit verstärkt. Die axiale Richtung bezieht sich somit auf eine durch den Lüfter bewirkte Strömungsrichtung durch die Kompressoreinheit, insbesondere den Kompressor der Kompressoreinheit. Somit kann nicht nur ein Gehäuse der Kompressoreinheit bzw. des Kompressors an sich gekühlt werden, sondern auch der Kompressor selbst. In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das Kühlmedium bzw. Luft von dem Lüfter durch den Kompressor geleitet, um Kompressorkomponenten, wie beispielsweise einen Kompressorzylinder gezielt direkt zu kühlen.

[0023] Das Prinzip der axialen oder auch seriellen Anordnung des Lüfters in Bezug auf die Kompressoreinheit, insbesondere den Kompressor, ist ein weiterer Erfindungsgedanke, der auch unabhängig der im Übrigen hier dargestellten Ansteuerungsprinzipien weiterverfolgt werden kann. Hierbei ist die axiale Anordnung des Lüfters wiederum mit allen hier offenbarten Merkmalen kombinierbar, auch wenn axiale Anordnung des Lüfters hiervon nicht zwingend abhängig ist.

[0024] In einer Ausgestaltung weist die Kühleinrichtung zumindest einen abschaltbaren und/oder entkoppelbaren Luftkühler auf, wobei sich eine Leistung der Kühleinrichtung zumindest auf eine Kühlleistung des Luftkühlers bezieht.

[0025] Der Luftkühler ist beispielsweise dem vorstehenden Lüfter in Strömungsrichtung der Luft zur Kühlung der Kompressoreinheit stromaufwärts vorgelagert. Über den Luftkühler kann die Temperatur der durch den Lüfter der Kompressoreinheit zugeführten Luft beeinflusst, insbesondere abgesenkt werden. Der Luftkühler kann aber auch ohne weiteren Lüfter vorgesehen sein, wobei die gekühlte Luft dann anderweitig zur Kompressoreinheit geströmt wird.

[0026] Die Leistung der Kühleinrichtung bezieht sich dabei beschränkt auf den Luftkühler auf die Kühlleistung des zumindest einen Luftkühlers. Bei Kombination von Luftkühler und Lüfter bezieht sich dann die Leistung der Kühleinrichtung auf die Gesamtleistung durch den zumindest einen Luftkühler und den zumindest einen Lüfter.

[0027] Sofern ein anderes fluides Medium als Luft zur Kühlung verwendet wird, kann anstelle des zumindest einen Luftkühlers auch ein anderer Kühler eingesetzt werden.

[0028] In einer Ausgestaltung weist das Kompressorsystem zumindest eine Temperaturerfassungseinheit

und/oder zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit auf. Die Steuerungsvorrichtung ist dabei dazu konfiguriert, die Kühleinrichtung zeitverzögert zu aktivieren oder mit einer Leistung, die gleich oder größer als die Mindestleistung ist, zu betreiben, wenn eine durch die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit erfasste und/oder durch die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit abgeschätzte Temperatur eine vorbestimmte Grenztemperatur einmalig oder über einen vorbestimmten Zeitraum überschreitet oder gleich der vorbestimmten Grenztemperatur ist.

[0029] Demnach wird die Zurückhaltung der Kühleinrichtung gemäß vorbestimmter Kriterien aufgehoben. Das vorbestimmte Kriterium ist hier das Erreichen oder Überschreiten einer vorbestimmten Grenztemperatur. Alternativ oder ergänzend kann die Zurückhaltung der Kühleinrichtung aber auch durch andere Kriterien eingeleitet werden, wie beispielsweise eine Änderung des Betriebsmodus.

[0030] Die aktuelle Temperatur, die dann mit dem vorbestimmten Grenzwert zu vergleichen ist, kann durch die Temperaturerfassungseinheit erfasst werden. Die Temperaturerfassungseinheit verfügt hierzu beispielsweise über zumindest einen Temperatursensor und/oder zumindest einen Sensor, der eine die aktuelle Temperatur repräsentierende Größe detektiert. Alternativ wird die aktuelle Temperatur durch die Temperaturabschätzungseinheit abgeschätzt. Die Abschätzung der aktuellen Temperatur kann beispielsweise auf aktuellen Betriebsdaten der Kompressoreinheit, Wetterdaten in Bezug auf Umgebungstemperaturen und/oder anderweitigen Temperaturindikatoren basieren. Bei einer parallelen Erfassung durch die Temperaturerfassungseinheit und Abschätzung durch die Temperaturabschätzungseinheit können zudem Plausibilitätsprüfungen der Temperaturergebnisdaten vorgenommen werden. Zudem kann die Temperaturerfassungseinheit redundant zur Temperaturabschätzungseinheit vorgesehen sein und umgekehrt. Demnach müssen die Temperaturerfassungseinheit und die Temperaturabschätzungseinheit nicht permanent gleichzeitig betrieben werden, sondern können im Sinne einer Plausibilität anderweitig getaktet oder im Sinne einer Redundanz abwechselnd genutzt werden. Zudem kann die Temperaturerfassungseinheit auch nur in kritischen Temperaturbereichen und/oder Betriebsmodi genutzt werden, bei denen eine exakte Temperaturerfassung maßgeblich ist. Weniger kritische Temperaturbereiche und/oder Betriebsmodi können dann umgekehrt über eine Temperaturabschätzung abgedeckt werden.

[0031] Die Temperaturerfassungseinheit und/oder die Temperaturabschätzungseinheit können Teil der Steuerungsvorrichtung oder als separate Einheiten ausgebildet sein. In vergleichbarer Weise kann die Temperaturerfassungseinheit Teil der Temperaturabschätzungseinheit bzw. umgekehrt sein. Alternativ können die Temperaturerfassungseinheit und die Temperaturabschätzungseinheit als separate Einheiten ausgebildet sein.

[0032] Das Erreichen oder Überschreiten des vorbestimmten Grenzwerts kann auch als Einschaltkriterium für die Kühleinrichtung verstanden werden. Das Einschalten bezieht sich dabei auf ein Einschalten im Sinne einer zeitverzögerten Aktivierung der Kühleinrichtung oder einer Leistungserhöhung im Sinne eines Betriebs mit gegenüber der Mindestleistung erhöhter Leistung der Kühleinrichtung. Das Erreichen oder Überschreiten des vorbestimmten Grenzwerts kann auch an ein Zeitkriterium und/oder Häufigkeitskriterium gekoppelt werden. Somit kann beispielsweise ein kurzfristiges und einmaliges Erreichen oder Überschreiten des vorbestimmten Grenzwerts noch keine Ansteuerung zur zeitverzögerten Aktivierung oder Erhöhung der Leistung der Kühleinrichtung zur Folge haben. Die Ansteuerung zur zeitverzögerten Aktivierung oder Erhöhung der Leistung der Kühleinrichtung wird jedoch umgekehrt bei einem Erreichen oder Überschreiten des vorbestimmten Grenzwerts über einen vorbestimmten Zeitraum und/oder bei Erreichen oder Überschreiten einer vorbestimmten Häufigkeit innerhalb dieses oder eines anderen vorbestimmten Zeitraums ausgeführt.

[0033] Es können dabei auch stufenweise Einschaltkriterien vorgesehen sein, die zunächst eine zeitverzögerte Aktivierung auf die Mindestleistung gemäß einem ersten Einschaltkriterium und einen anschließenden oder direkten Betrieb der Kühleinrichtung bei einem Nominalwert der Leistung bewirken. Zum Beispiel kann ein Erreichen oder Überschreiten eines ersten Grenzwerts zu einem zeitverzögerten Betrieb der Kühleinrichtung mit der Mindestleistung führen, während ein höherer zweiter kritischer Grenzwert dann bei Erreichen oder Überschreiten zum Betrieb der Kühleinrichtung mit der Nominaleistung führt. Der Nominalwert bzw. die Nominaleistung betrifft eine Leistung, die üblicherweise zum Betrieb der Kühleinrichtung vorgesehen wird, um die Temperatur nach Erreichen oder Überschreiten eines Grenzwerts innerhalb eines vorbestimmten Zeitraums wieder auf ein tolerierbares Maß zu begrenzen. Der Nominalwert bzw. die Nominaleistung kann gemäß verschiedener Betriebsmodi und anderweitigen Vorgaben anpassbar sein. Bei der Verwendung des zumindest einen Lüfters als Teil der Kühleinrichtung bezieht sich beispielsweise der Nominalwert auf eine Nominaldrehzahl des zumindest einen Lüfters.

[0034] In einer Ausgestaltung ist die Steuerungsvorrichtung dazu konfiguriert, die Kühleinrichtung nach Abschalten des Kompressors und/oder nachdem die durch die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit erfasste und/oder durch die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit abgeschätzte Temperatur eine vorbestimmte Grenztemperatur einmalig oder über einen vorbestimmten Zeitraum wieder unterschreitet in einem Nachlaufbetrieb, insbesondere zumindest mit der Mindestleistung, zu betreiben.

[0035] Der Nachlaufbetrieb stellt somit eine zeitverzögerte Deaktivierung der Kühleinrichtung nach einem Abschalten des Kompressors dar. Diese zum weiteren

Nachkühlen vorsehbare zeitverzögerte Deaktivierung der Kühleinrichtung erfolgt insbesondere mit der Mindestleistung, um die Leistung und ggf. damit verbundene Schallemissionen oder das Risiko einer Unterkühlung verringern zu können.

[0036] Auch hier kann das Unterschreiten der vorbestimmten Grenztemperatur an ein Zeitkriterium und/oder Häufigkeitskriterium geknüpft sein, wie dies bereits zum Erreichen oder Überschreiten der vorbestimmten Grenztemperatur vorstehend beschrieben wurde. Die Zeitkriterien und/oder Häufigkeitskriterien in Bezug auf eine Unterschreitung des vorbestimmten Grenzwerts können dabei andere sein, als die Zeitkriterien und/oder Häufigkeitskriterien für ein Erreichen oder Überschreiten des vorbestimmten Grenzwerts.

[0037] Insbesondere sind bzw. ist die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit und/oder die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit dazu konfiguriert, zumindest eine Austrittstemperatur eines Kühlmediums aus der Kühleinrichtung, insbesondere aus dem vorstehend beschriebenen Luftkühler zu erfassen bzw. abzuschätzen. Alternativ oder ergänzend sind bzw. ist die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit und/oder die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit dazu konfiguriert, eine Temperaturdifferenz zwischen der Austrittstemperatur des Kühlmediums aus der Kühleinrichtung und einer Ansaugtemperatur der Kompressoreinheit zu erfassen bzw. abzuschätzen. Weiterhin alternativ oder ergänzend sind bzw. ist die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit und/oder die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit dazu konfiguriert, eine Umgebungstemperatur zu erfassen bzw. abzuschätzen. Weiterhin alternativ oder ergänzend sind bzw. ist die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit und/oder die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit dazu konfiguriert, eine Temperaturdifferenz zwischen der Austrittstemperatur des Kühlmediums aus der Kühleinrichtung und der Umgebungstemperatur zu erfassen bzw. abzuschätzen. Weiterhin alternativ oder ergänzend sind bzw. ist die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit und/oder die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit dazu konfiguriert, eine Bauteiltemperatur, insbesondere eine Temperatur einer Zylinderwand, eines Kolbens und oder eines Kolbenrings eines Kolbenkompressors der Kompressoreinheit zu erfassen bzw. abzuschätzen. Dabei sind bzw. ist die Temperaturerfassungseinheit, die Temperaturabschätzungseinheit und/oder die Steuerungsvorrichtung dazu konfiguriert, zumindest den vorbestimmten Grenzwert gemäß einer Grenztemperatur bzw. Grenztemperaturdifferenz, die zumindest einer dieser erfassten und/oder abgeschätzten Temperaturen bzw. Temperaturdifferenzen entspricht, zur Ansteuerung der Kühleinrichtung vorzuhalten.

[0038] Die Aufhebung der Zurückhaltung der Kühleinrichtung erfolgt somit gemäß des Erreichens oder Überschreitens der vorstehenden Grenztemperaturen bzw. Grenztemperaturdifferenzen entsprechend ihrer Erfas-

sung und/oder Abschätzung. Der Vergleich des jeweils vorbestimmten Grenzwerts mit den erfassten und/oder abgeschätzten Temperaturen bzw. Temperaturdifferenzen erfolgt entweder über die Steuerungsvorrichtung, die die entsprechenden Daten der Temperaturerfassungseinheit und/oder der Temperaturabschätzungseinheit empfängt, oder bereits durch die Temperaturerfassungseinheit und/oder die Temperaturabschätzungseinheit. Hierzu sind die jeweiligen vorbestimmten Grenzwerte als Grundlage des Vergleichs in der Temperaturerfassungseinheit, der Temperaturabschätzungseinheit und/oder der Steuerungsvorrichtung beispielsweise in einer Datenbank hinterlegt. Die vorbestimmten Grenzwerte können auch durch Anwendereingaben und/oder Steuerungsvorgaben, wie beispielsweise einem Betriebsmodus des Schienenfahrzeugs, anpassbar sein.

[0039] Beispielsweise wird bei Erreichen oder Überschreiten einer auf die Austrittstemperatur eines Kühlmediums aus der Kühleinrichtung, wie einer Austrittstemperatur der Luft aus dem zumindest einen Luftkühler und/oder dem zumindest einen Lüfter, die Kühleinrichtung aktiviert und mit einem Nominalwert betrieben oder auf diesen erhöht, um eine Überhitzung der Kompressoreinheit zu vermeiden.

[0040] Selbst wenn das aus der Kühleinrichtung austretende Kühlmedium eine vergleichsweise geringe Temperatur aufweist, kann gemäß einer Temperaturdifferenz im Verhältnis zu einer Ansaugtemperatur der Kompressoreinheit ein Überhitzungsrisiko bestehen, so dass diese Temperaturdifferenz alternativ oder ergänzend als vorbestimmter Grenzwert überwacht und zur Ansteuerung der Kühleinrichtung genutzt werden kann.

[0041] In vergleichbarer Weise kann eine Umgebungstemperatur das Risiko einer Überhitzung der Kompressoreinheit erhöhen, so dass die Umgebungstemperatur an sich und/oder die Temperaturdifferenz zwischen der Austrittstemperatur des Kühlmediums aus der Kühleinrichtung und der Umgebungstemperatur alternativ oder ergänzend zur Ansteuerung der Kühleinrichtung genutzt werden kann. Je größer die Temperaturdifferenz ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Temperatur des Kühlmediums für die Kühlung der Kompressoreinheit nicht ausreichend ist.

[0042] Gerade auch hinsichtlich negativer Temperatureffekte auf den Verschleiß von Bauteilen der Kompressoreinheit oder des Kompressors kann die Ansteuerung der Kühleinrichtung alternativ oder ergänzend auf einer Überwachung einer Bauteiltemperatur beruhen. Dies betrifft insbesondere Bauteile, die bei einem Betrieb des Kompressors eine Relativbewegung ausführen oder dieser ausgesetzt sind. Entsprechend können bzw. kann zum Beispiel eine vorbestimmte Zylinderwandtemperatur, Kolbentemperatur und/oder Kolbenringtemperatur eines Kolbenkompressors als Kompressor der Kompressoreinheit als vorbestimmte Grenzwerte bzw. vorbestimmter Grenzwert festgelegt werden. Die Bauteiltemperaturen bzw. Bauteiltemperatur werden bzw. wird dann zum Vergleich erfasst und/oder abgeschätzt.

[0043] Letztlich erfolgt die Aufhebung der Zurückhaltung der Kühleinrichtung aber eben auch erst in dem Fall, in dem gemäß Festlegung des vorbestimmten Grenzwerts oder der vorbestimmten Grenzwerte ein Ausbleiben einer Kühlung oder eine verminderte Kühlung nicht mehr ausreichend ist. Der jeweilige vorbestimmte Grenzwert kann je nach Betriebsmodus und/oder geänderter Vorgaben anpassbar sein. Im Rahmen der Aufhebung der Zurückhaltung der Kühleinrichtung kann die Leistung der Kühleinrichtung dann grundsätzlich bedarfsgerecht angepasst werden, um eine der vorstehenden Temperaturen und/oder Temperaturdifferenzen in einem vorbestimmten Fenster zwischen einem oberen und unteren Wert zu halten. Der jeweilige obere Wert korrespondiert insbesondere zu dem entsprechenden vorbestimmten Grenzwert.

[0044] In einer Ausgestaltung ist die Steuerungsvorrichtung dazu konfiguriert, in vorbestimmten Zeitintervallen die Kühleinrichtung wieder zu deaktivieren oder den Betrieb der Kühleinrichtung wieder auf die Mindestleistung zu begrenzen.

[0045] Die erneute Deaktivierung der Kühleinrichtung oder der Betrieb der Kühleinrichtung bei verminderter Leistung gemäß der Mindestleistung entspricht somit einer erneuten Aufnahme der Zurückhaltung der Kühleinrichtung. Hierdurch kann verhindert werden, dass die Kompressoreinheit unterkühlt. Das dafür vorbestimmte Zeitintervall kann wiederum an einen Betriebsmodus und/oder an eine jeweils aktuelle erfasste und/oder abgeschätzte Temperatur gekoppelt sein. Die Steuerungsvorrichtung kann derart konfiguriert sein, dass nach dem vorbestimmten Zeitintervall die Zurückhaltung der Kühleinrichtung dauerhaft vorgesehen wird. Alternativ kann eine erneute Rückhaltung und Wiederaufhebung der Rückhaltung wiederholt in vorbestimmten Zeitintervallen erfolgen. Die Zeitintervalle können dabei veränderlich, vorzugsweise einstellbar, sein.

[0046] Die erneute Rückhaltung der Kühleinrichtung kann aber alternativ oder ergänzend auch gemäß des Erreichens oder Unterschreitens einer vorbestimmten Unterkühlungsgrenztemperatur durch die Steuerungsvorrichtung angesteuert werden.

[0047] Grundsätzlich kann durch Vermeidung eines zu geringen Temperaturniveaus gerade bei ölfreien Kompressoren eine Belastung der Lager und Gleitpartner im Kolben-Zylinder-Bereich vermieden werden. Entsprechend können bzw. kann das vorstehende Zeitintervall und/oder die vorbestimmte Unterkühlungsgrenztemperatur an eine Betriebsdauer des Kompressors gekoppelt sein. Je kürzer die Betriebsdauer des Kompressors ist, desto kürzer ist das vorstehende Zeitintervall für eine erneute Rückhaltung und/oder desto höher ist die die vorbestimmte Unterkühlungsgrenztemperatur.

[0048] In einer Ausgestaltung ist die Steuerungsvorrichtung dazu konfiguriert, die Kühleinrichtung zumindest über eine vorbestimmte Zeitdauer zu aktivieren oder mit einer Leistung, die größer als die Mindestleistung ist, zu betreiben.

[0049] Durch die Aufhebung der Zurückhaltung der Kühleinrichtung über die zumindest eine vorbestimmte Zeitdauer können bzw. kann eine hochfrequente Ein- und Ausschaltung bzw. ein hochfrequenter Leistungswechsel, der die Kühleinrichtung belastet, und/oder ein zu geringes Temperaturniveau vermieden werden. Dies betrifft sowohl die initiale zeitverzögerte Aktivierung der Kühleinrichtung oder die Aufhebung des initialen Betriebs der Kühleinrichtung mit der Mindestleistung als auch eine erneute Aufhebung der Rückhaltung. Die vorbestimmte Zeitdauer für eine Aufhebung der Zurückhaltung kann gemäß einem Betriebsmodus, erfasster und/oder abgeschätzter Temperaturen anpassbar sein.

[0050] In einer Ausgestaltung weist das Kompressorsystem eine schallreduzierende Kapselung, insbesondere eine schallreduzierende Kapselung für die Kompressoreinheit, den vorstehend beschriebenen Lüfter und/oder den vorstehend beschriebenen Luftkühler, auf. Die Steuerungsvorrichtung ist dabei dazu konfiguriert, die Mindestleistung und eine minimale Leistung zum Betrieb der Kühleinrichtung auf die schallreduzierende Kapselung anzupassen.

[0051] In Bezug auf eine Zurückhaltung der Kühleinrichtung aus Gründen der Reduzierung einer Schallemission des Kompressorsystems kann eine schallreduzierende Kapselung des Kompressorsystems die Ansteuerung der Zurückhaltung und deren Aufhebung beeinflussen. Beispielsweise kann die Mindestleistung im Hinblick auf eine Schallemission bei einer schallreduzierenden Kapselung höher sein als ohne schallreduzierende Kapselung. Entsprechend können auch vorbestimmte Grenzwerte zur Aufhebung der Rückhaltung der Kühleinrichtung niedriger angesetzt werden. Die schallreduzierende Kapselung kann auf die Kompressoreinheit und/oder die Kühleinrichtung insgesamt oder einzelne Komponenten der Kompressoreinheit und/oder der Kühleinrichtung, wie beispielsweise den Lüfter und/oder den Luftkühler, angewendet werden. Sofern zum Beispiel für verschiedene Komponenten der Kühleinrichtung unterschiedliche oder teilweise gar keine schallreduzierenden Kapselungen vorgesehen sind, können hierfür in der Steuerungsvorrichtung auch unterschiedliche vorbestimmte Grenzwerte und/oder Kriterien für die Aufhebung und Wiedereinsetzung der Rückhaltung der Kühleinrichtung hinterlegt werden.

[0052] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Ansteuerung eines vorstehend beschriebenen Kompressorsystems, umfassend die Schritte:

Einschalten des Kompressors,
Zurückhalten eines Aktivierens der Kühleinrichtung oder Betreiben der Kühleinrichtung mit der Mindestleistung, wobei
das Zurückhalten des Aktivierens oder das Betreiben mit der Mindestleistung solange erfolgt, bis

eine vorbestimmte Zeitdauer bei eingeschalte-

tem Kompressor verstrichen ist, und/oder eine erfasste und/oder abgeschätzte Temperatur gleich oder größer einer Grenztemperatur ist.

[0053] Demnach wird die Zurückhaltung der Kühleinrichtung aufgehoben, wenn der Kompressor zumindest eine vorbestimmte Zeitdauer betrieben wird, die ein nicht mehr tolerierbares erhöhtes Temperaturniveau erwarten lässt. Alternativ oder ergänzend wird die Zurückhaltung der Kühleinrichtung aufgehoben, wenn tatsächlich gemäß einer erfassten und/oder abgeschätzten Temperatur ein vorbestimmter Grenzwert, wie vorstehend beschrieben, erreicht oder überschritten wird. Folglich kann die Kompressoreinheit trotz anfänglicher Zurückhaltung der Kühleinrichtung sicher gegen eine Überhitzung geschützt werden.

[0054] Die bei vorstehender Beschreibung des Kompressorsystems beschriebenen Verfahrensmerkmale bzw. mit Verfahrensmerkmalen gleichsetzbaren Vorrichtungsmerkmale betreffen gleichermaßen vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens. Umgekehrt betreffen bei vorstehender Beschreibung des Verfahrens beschriebene Vorrichtungsmerkmale bzw. mit Vorrichtungsmerkmalen gleichsetzbare Verfahrensmerkmale ebenso vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kompressorsystems.

[0055] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Schienenfahrzeug mit einem vorstehend beschriebenen Kompressorsystem bzw. ist dazu ausgebildet, das vorstehend beschriebene Verfahren auszuführen.

[0056] Die Steuerungsvorrichtung kann dabei eine lokale Steuerungsvorrichtung für jede Kompressoreinheit eines Schienenfahrzeugs sein. Alternativ kann die Steuerungsvorrichtung eine zentrale Steuerungsvorrichtung des Schienenfahrzeugs sein, die aber bei mehr als einer Kompressoreinheit zumindest unterschiedliche Ansteuerungsbedarfe der jeweiligen Kühleinrichtung berücksichtigt.

[0057] Die Steuerungsvorrichtung kann ferner dazu ausgebildet sein, weitere fahrzeugseitige und/oder streckenseitige Informationen zur Ansteuerung der Kühleinrichtung zu berücksichtigen. Insbesondere kann die Steuerungsvorrichtung zum Empfang von Wetterdaten, die zu erwartbaren Umgebungstemperaturen korrespondieren, und/oder anderweitiger Daten, die hinsichtlich einer Temperaturentwicklung und/oder Schallemission (beispielsweise das Durchfahren von Bahnhöfen) relevant sind, ausgebildet sein.

[0058] Die bei vorstehender Beschreibung des Kompressorsystems oder des Verfahrens beschriebenen Schienenfahrzeugmerkmale bzw. mit Schienenfahrzeugmerkmalen gleichsetzbare Vorrichtungs- und/oder Verfahrensmerkmale betreffen gleichermaßen vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs.

[0059] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Computerprogrammprodukt mit

Codemitteln, die, wenn sie auf einer Datenverarbeitungseinheit ausgeführt werden, diese dazu veranlassen, das vorstehend beschriebene Verfahren auszuführen.

[0060] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Speichermedium zum Auslesen durch eine Datenverarbeitungseinheit, wobei das Speichermedium ein vorstehend beschriebenes Computerprogrammprodukt aufweist.

[0061] Mit dem Computerprogrammprodukt bzw. Speichermedium wird vorteilhafterweise die Möglichkeit geschaffen, bestehende Datenverarbeitungseinheiten zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens auszubilden. Somit kann auch ein Schienenfahrzeug das eine Datenverarbeitungseinheit aufweist, zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgebildet werden.

[0062] Die vorstehend und nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung sind nicht begrenzend auf den Gegenstand der Erfindung anzusehen. Vielmehr können weitere erfindungsgemäße Gegenstände durch Ergänzen, Weglassen oder Vertauschen einzelner Merkmale erhalten werden.

[0063] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter Zuhilfenahme der beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Im Einzelnen zeigt

[0064] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kompressorsystems für ein Schienenfahrzeug gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

[0065] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Kompressorsystems 1 für ein Schienenfahrzeug gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Das Kompressorsystem 1 umfasst ein Kompressoreinheit 20 mit einem Kompressor 21, eine Kühleinrichtung 10 mit einer schallreduzierenden Kapselung 13, in der ein Luftkühler 11 als Vorkühler für ein Kühlmedium und ein elektrisch angetriebener Lüfter 12, der die Luft aus dem Luftkühler 11 zur Kühlung der Kompressoreinheit 20 weiterleitet, angeordnet sind.

[0066] Der Kompressor 21 wird über einen Kompressorantrieb 30, wie einen elektrischen Motor, angetrieben. Die durch den Kompressor 21 verdichtete Luft als Arbeitsmedium wird einer Lufttrocknereinheit 40 zur Reduzierung der relativen Luftfeuchtigkeit der verdichteten Luft zugeführt, um nachgelagerten feuchtigkeitsbedingten Negativeffekten, wie einem entsprechenden Korrosionsrisiko, entgegenzuwirken. Die Kompressoreinheit 20 kann beispielsweise je nach Bauart des Kompressors 21 auch noch weitere Komponenten enthalten. In der exemplarischen Ausführungsform handelt es sich um einen ölfreien Kolbenkompressor. In alternativen Ausführungsformen kann auch ein ölgeschmierter Kompressor vorgesehen sein, wobei die Kompressionseinheit 20 in diesem Fall auch eine Ölabscheideeinheit beinhalten kann.

[0067] Die Kühleinrichtung 10 dient der Kühlung der

Kompressoreinheit 20, was sich letztlich auch auf die Lufttrocknereinheit 40 auswirkt. Zur Ansteuerung der Kühleinrichtung 10 umfasst das Kompressorsystem 1 eine Steuerungsvorrichtung 50, die zur Ansteuerung wiederum Daten einer signaltechnisch daran angeordneten Temperaturerfassungseinheit 60 und einer signaltechnisch daran angeordneten Temperaturabschätzungseinheit 70 erhält, worauf im Folgenden noch eingegangen wird. Die Steuerungsvorrichtung 50 steuert hier die Lüfterdrehzahl des Lüfters 12. In alternativen Ausführungsformen kann die Steuerungsvorrichtung 50 alternativ oder ergänzend auch eine Kühlleistung des Luftkühlers 12 steuern.

[0068] Zur Reduzierung einer Schallemission durch den Lüfter 12 trotz schallreduzierender Kapselung 13 ist die Steuerungsvorrichtung 50 in der vorliegenden Ausführungsform derart konfiguriert, dass sie den elektrisch betriebenen Lüfter 12 in einem Abstellmodus und in einem Nachtmodus bei einem Einschalten des Kompressors 21 in einem ausgeschalteten Zustand belässt. In alternativen Ausführungsformen kann die Steuerungsvorrichtung 50 den Lüfter 12 auch mit einer Mindestlüfterdrehzahl betreiben, die eine Mindestkühlung erlaubt, aber hinsichtlich einer Schallemission durch die schallreduzierende Kapselung 13 auf einem tolerierbaren Niveau bleibt. Der Abstellmodus ist dabei ein Betriebsmodus, bei dem das Schienenfahrzeug aufgerüstet abgestellt wird und ein Betrieb des Kompressors 21 lediglich eines Befüllens eines Druckluftreservoirs gemäß eingetretener Verluste dient. Entsprechend der damit einhergehenden vergleichsweise kurzen Betriebsdauer des Kompressors 21 kann ein Ausbleiben einer Kühlung durch den Lüfter 12 zunächst als vertretbar angenommen werden. Der Nachtmodus bezieht sich wiederum auf einen Betriebsmodus, bei dem einerseits das Temperaturniveau generell niedriger als tagsüber anzunehmen ist, so dass auch hier ein Ausbleiben einer Kühlung durch den Lüfter 12 zunächst als vertretbar angenommen werden kann. Andererseits ist aber auch der Nachtmodus an eine reduzierte Schallemission gebunden, zumindest in Bereichen, die einer Schallschutzverordnung oder vergleichbaren Bestimmungen unterliegen. In alternativen Ausführungsformen kann eine schallreduzierende Kapselung des gesamten Kompressorsystems oder alternativ oder ergänzend der Kompressoreinheit und/oder anderer Komponenten des Kompressorsystems vorgesehen sein.

[0069] Trotz vergleichsweise kurzer Betriebszeiten des Kompressors und/oder vergleichsweise geringer Umgebungstemperaturen kann es dennoch zu einer Überhitzung der Kompressoreinheit 20 kommen. Um einer solchen Überhitzung entgegenwirken zu können, kann die Rückhaltung des Lüfters 12 durch die Steuerungsvorrichtung 50 aufgehoben werden und eine Temperaturregelung eingreifen, wenn ein vorbestimmter Grenzwert einer überwachten Größe überschritten wird. Beispielsweise wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel im Abstellmodus eine Zylinderwandtemperatur als

Bauteiltemperatur durch die Temperaturerfassungseinheit 60 erfasst. Diese kann in alternativen Ausführungsbeispielen alternativ oder ergänzend auch durch die Temperaturabschätzungseinheit 70 auf Basis von Betriebsdaten des Kompressors und Zustandsdaten des Zylinders und/oder Kolbens und/oder Kolbenrings abgeschätzt werden. In der Steuerungsvorrichtung 50 ist zudem ein vorbestimmter Grenzwert für die Zylinderwandtemperatur gespeichert. Erreicht oder überschreitet nun die von der Temperaturerfassungseinheit 60 erfasste aktuelle Zylinderwandtemperatur den vorbestimmten Grenzwert für die Zylinderwandtemperatur, so hebt die Steuerungsvorrichtung 50 die Rückhaltung des Lüfters 12 auf. Der Lüfter 12 wird dann mit einer Nominallüfterdrehzahl betrieben, die zu der erfassten Zylinderwandtemperatur korrespondiert, um diese innerhalb eines vorbestimmten Zeitfensters wieder auf eine Zylinderwandtemperatur unterhalb des vorbestimmten Grenzwerts zu beschränken. Um eine Unterkühlung der Kompressoreinheit 20 zu verhindern, ist in der Steuerungsvorrichtung 50 aber auch ein vorbestimmter Minimalgrenzwert der Zylinderwandtemperatur hinterlegt. Wird dieser vorbestimmte Minimalgrenzwert erreicht oder unterschritten, wird der Lüfter 12 über die Steuerungsvorrichtung 12 wieder ausgeschaltet.

[0070] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebene Ausführungsform beschränkt. Insbesondere sind zu der Ausführungsform, anderweitig beschriebenen Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung beschriebene Merkmale untereinander kombinierbar, sofern sie sich nicht vernünftigerweise ausschließen. Insbesondere kann die vorliegende Erfindung eine Rückhaltung der Kühleinrichtung grundsätzlich dann vorsehen, wenn nur ein kurzfristiger Betrieb des Kompressors, insbesondere bei geringer Kompressorleistung, vorgesehen ist, wie im Abstellmodus, und/oder wenn, insbesondere nachts und insbesondere im Abstellmodus, Schallschutzvorschriften bzw. Ruhezeiten gelten, und/oder wenn die Umgebungstemperaturen unter einem definierten Umgebungstemperaturgrenzwert liegen und der Kompressor nicht durch direkte Sonneneinstrahlung erwärmt wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0071]

- | | |
|----|-------------------------------|
| 1 | Kompressorsystem |
| 10 | Kühleinrichtung |
| 11 | Luftkühler (Vorkühler) |
| 12 | Lüfter |
| 13 | Kapselung |
| 20 | Kompressoreinheit |
| 21 | Kompressor |
| 30 | Kompressorantrieb |
| 40 | Lufttrocknereinheit |
| 50 | Steuerungsvorrichtung |
| 60 | Temperaturerfassungseinheit |
| 70 | Temperaturabschätzungseinheit |

Patentansprüche

1. Kompressorsystem (1) für ein Schienenfahrzeug, aufweisend:
 - eine Kompressoreinheit (20),
 - eine Kühleinrichtung (10) und
 - eine Steuerungsvorrichtung (50), wobei die Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert ist, die Kühleinrichtung (10) unabhängig vom Betrieb eines Kompressors (21) der Kompressoreinheit (20) anzusteuern, und wobei die Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert ist, die Kühleinrichtung (10) bei einem Einschalten des Kompressors (21) zumindest erst zeitverzögert zu aktivieren oder zumindest erst mit einer Mindestleistung zu betreiben.
2. Kompressorsystem (1) nach Anspruch 1, wobei die Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert ist, die zeitverzögerte Aktivierung oder den Betrieb mit der Mindestleistung der Kühleinrichtung (10) in Abhängigkeit eines vorbestimmten Betriebsmodus des Schienenfahrzeugs vorzusehen.
3. Kompressorsystem (1) nach Anspruch 2, wobei der vorbestimmte Betriebsmodus zumindest ein Abstellmodus mit Ausgleich von Druckverlusten durch das Kompressorsystem (1), ein Nachtmodus und/oder ein Betriebsmodus bei geringen Umgebungstemperaturen ist.
4. Kompressorsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mindestleistung zum Betrieb der Kühleinrichtung (10) einer Leistung mit einer maximalen vorbestimmten Schallemission des Kompressorsystems (1), insbesondere einer maximalen vorbestimmten Schallemission kleiner oder gleich 60 dB(A) in 7,5 m Entfernung, entspricht.
5. Kompressorsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühleinrichtung (10) zumindest einen abschaltbaren und/oder entkoppelbaren Lüfter (12), insbesondere einen elektrisch angetriebenen Lüfter, umfasst, wobei sich eine Leistung der Kühleinrichtung (10) zumindest auf eine Drehzahl des Lüfters (12) bezieht, insbesondere auf die Drehzahl eines axial zur Kompressoreinheit (20) angeordneten Lüfters.
6. Kompressorsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühleinrichtung (10) zumindest einen abschaltbaren und/oder entkoppelbaren Luftkühler (11) umfasst, wobei sich eine Leistung der Kühleinrichtung (10) zumindest auf eine Kühlleistung des Luftkühlers (11) bezieht.

7. Kompressorsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

das Kompressorsystem (1) zumindest eine Temperaturerfassungseinheit (60) und/oder zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit (70) aufweist, und wobei

die Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert ist, die Kühleinrichtung (10) zeitverzögert zu aktivieren oder mit einer Leistung, die gleich oder größer als die Mindestleistung ist, zu betreiben, wenn eine durch die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit (60) erfasste und/oder durch die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit (70) abgeschätzte Temperatur eine vorbestimmte Grenztemperatur einmalig oder über einen vorbestimmten Zeitraum überschreitet oder gleich der vorbestimmten Grenztemperatur ist.

8. Kompressorsystem (1) nach Anspruch 7, wobei die Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert ist, die Kühleinrichtung (10) nach Abschalten des Kompressors (21) und/oder nachdem die durch die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit (60) erfasste und/oder durch die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit (70) abgeschätzte Temperatur eine vorbestimmte Grenztemperatur einmalig oder über einen vorbestimmten Zeitraum wieder unterschreitet in einem Nachlaufbetrieb, insbesondere zumindest mit der Mindestleistung, zu betreiben.

9. Kompressorsystem (1) nach Anspruch 7 oder 8, wobei

die zumindest eine Temperaturerfassungseinheit (60) und/oder die zumindest eine Temperaturabschätzungseinheit (70) dazu konfiguriert sind/ist, zumindest

eine Austrittstemperatur eines Kühlmediums aus der Kühleinrichtung (10), insbesondere aus dem Luftkühler (11) nach Anspruch 6,

eine Temperaturdifferenz zwischen der Austrittstemperatur des Kühlmediums aus der Kühleinrichtung (10) und einer Ansaugtemperatur der Kompressoreinheit (20),

eine Umgebungstemperatur,

eine Temperaturdifferenz zwischen der Austrittstemperatur des Kühlmediums aus der Kühleinrichtung (10) und der Umgebungstemperatur, und/oder

eine Bauteiltemperatur, insbesondere eine Temperatur einer Zylinderwand, eines Kolbens und oder eines Kolbenrings eines Kolbenkompressors der Kompressoreinheit (20),

zu erfassen bzw. abzuschätzen, und wobei die Temperaturerfassungseinheit (60), die Temperaturabschätzungseinheit (70) und/oder die

Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert sind/ist, zumindest den vorbestimmten Grenzwert gemäß einer Grenztemperatur und/oder Grenztemperaturdifferenz, die zumindest einer der erfassten und/oder abgeschätzten Temperaturen bzw. Temperaturdifferenzen entspricht, zur Ansteuerung der Kühleinrichtung (10) vorzuhalten.

10. Kompressorsystem (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei

die Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert ist, in vorbestimmten Zeitintervallen die Kühleinrichtung (10) wieder zu deaktivieren oder den Betrieb der Kühleinrichtung (10) wieder auf die Mindestleistung zu begrenzen.

11. Kompressorsystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

das Kompressorsystem eine schallreduzierende Kapselung (13), insbesondere eine schallreduzierende Kapselung für die Kompressoreinheit (20), den Lüfter (12) nach Anspruch 5 und/oder den Luftkühler (11) nach Anspruch 6, aufweist, und wobei

die Steuerungsvorrichtung (50) dazu konfiguriert ist, die Mindestleistung und eine minimale Leistung zum Betrieb der Kühleinrichtung (10) auf die schallreduzierende Kapselung (13) anzupassen.

12. Verfahren zur Ansteuerung eines Kompressorsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend die Schritte:

Einschalten des Kompressors (21),
Zurückhalten eines Aktivierens der Kühleinrichtung (10) oder Betreiben der Kühleinrichtung (10) mit der Mindestleistung, wobei das Zurückhalten des Aktivierens oder das Betreiben mit der Mindestleistung solange erfolgt, bis

eine vorbestimmte Zeitdauer bei eingeschaltetem Kompressor (21) verstrichen ist, und/oder eine erfasste und/oder abgeschätzte Temperatur gleich oder größer einer Grenztemperatur ist.

13. Schienenfahrzeug mit einem Kompressorsystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, oder wobei das Schienenfahrzeug dazu ausgebildet ist, das Verfahren nach Anspruch 12 auszuführen.

14. Computerprogrammprodukt mit Codemitteln, die, wenn sie auf einer Datenverarbeitungseinheit ausgeführt werden, diese dazu veranlassen, das Verfahren nach Anspruch 12 auszuführen.

15. Speichermedium zum Auslesen durch eine Datenverarbeitungseinheit, wobei das Speichermedium ein Computerprogrammprodukt nach Anspruch 14 aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

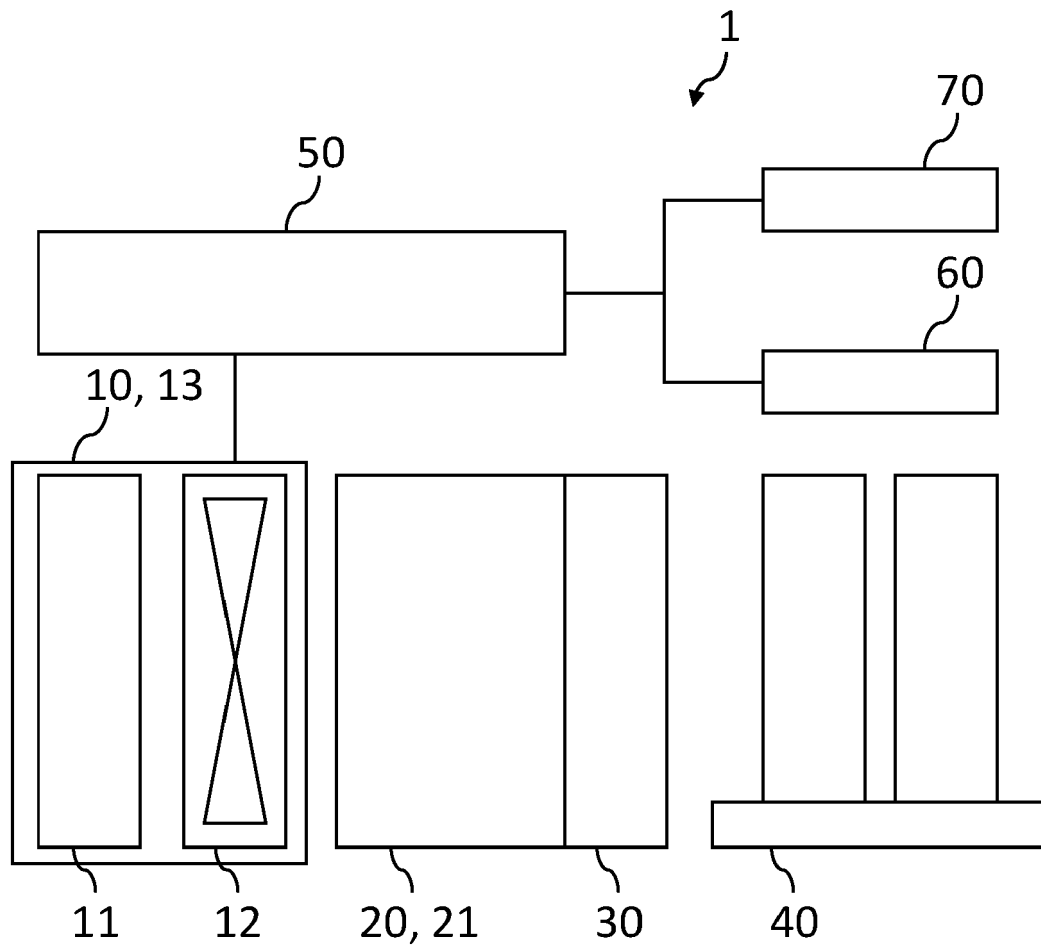


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 3717

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2016 100705 A1 (KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR SCHIENENFAHRZEUGE GMBH [DE]) 20. Juli 2017 (2017-07-20) * Absätze [0001], [0007], [0008], [0012], [0025]; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-15	INV. F04B39/06 F04B49/06 F04D27/02 F04D29/58
A	DE 10 2013 113555 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME FÜR SCHIENENFAHRZEUGE GMBH [DE]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) * Anspruch 1; Abbildung 1 *	1,12-15	
A	DE 10 2019 131921 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 27. Mai 2021 (2021-05-27) * Anspruch 1; Abbildung 1 *	1,12-15	
A	US 2010/232980 A1 (TANAKA HIDEHARU [JP] ET AL) 16. September 2010 (2010-09-16) * Absätze [0026] - [0029], [0033]; Ansprüche 1,2; Abbildung 1 *	1,12-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B B60T F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Juni 2023	Prüfer de Martino, Marcello
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 16 3717

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-06-2023

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016100705 A1	20-07-2017	CN 108698585 A	23-10-2018
		DE 102016100705 A1	20-07-2017
		EP 3405370 A1	28-11-2018
		JP 6646156 B2	14-02-2020
		JP 2019503301 A	07-02-2019
		KR 20180102619 A	17-09-2018
		RU 2712386 C1	28-01-2020
		US 2019039589 A1	07-02-2019
		WO 2017125320 A1	27-07-2017

DE 102013113555 A1	11-06-2015	AU 2014359379 A1	23-06-2016
		CA 2932637 A1	11-06-2015
		CN 105934583 A	07-09-2016
		DE 102013113555 A1	11-06-2015
		EP 3077671 A1	12-10-2016
		HK 1223140 A1	21-07-2017
		JP 6293281 B2	14-03-2018
		JP 2016540925 A	28-12-2016
		KR 20160093668 A	08-08-2016
		RU 2638231 C1	12-12-2017
US 2016311420 A1	27-10-2016		
WO 2015082430 A1	11-06-2015		

DE 102019131921 A1	27-05-2021	CN 114729629 A	08-07-2022
		DE 102019131921 A1	27-05-2021
		EP 4065844 A1	05-10-2022
		JP 2023503991 A	01-02-2023
		KR 20220099575 A	13-07-2022
		US 2023003212 A1	05-01-2023
WO 2021104877 A1	03-06-2021		

US 2010232980 A1	16-09-2010	CN 101832256 A	15-09-2010
		JP 5410123 B2	05-02-2014
		JP 2010216284 A	30-09-2010
		US 2010232980 A1	16-09-2010

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82