



(10) **DE 10 2018 209 152 A1** 2019.12.12

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 209 152.8**

(22) Anmeldetag: **08.06.2018**

(43) Offenlegungstag: **12.12.2019**

(51) Int Cl.: **H02M 1/00 (2007.01)**  
**H05K 7/20 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover,  
DE**

(72) Erfinder:

**Mühlbauer, Klaus, Dr., 95688 Friedenfels, DE;  
Sprockhoff, Erik, 90419 Nürnberg, DE; Putke,  
Maik, 91322 Gräfenberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

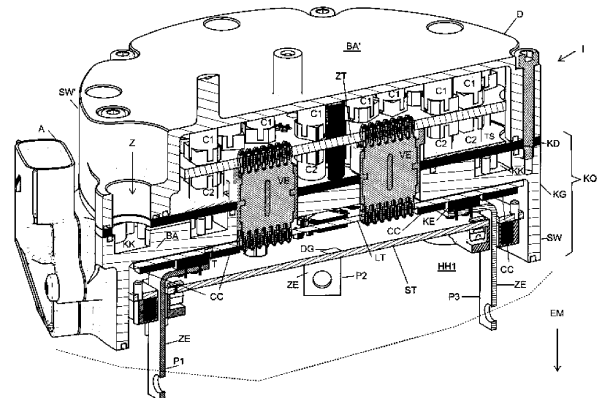
DE	196 45 636	C1
DE	10 2014 101 316	A1
US	7 830 689	B2
EP	2 757 665	B1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Inverter und Elektromotorvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Ein Inverter (I) ist mit einem Leistungsschalterträger (LT), einem Kondensatorträger (ZT) und einer Kühleranordnung (KO) ausgestattet. Der Kondensatorträger (ZT) und der Leistungsschalterträger (LT) sind an zwei entgegengesetzten Seiten der Kühleranordnung (KO) angeordnet und mit dieser wärmeübertragend verbunden. Eine Elektromotorvorrichtung ist mit einer elektrischen Maschine (EM) und dem Inverter (I) ausgestattet.



## Beschreibung

**[0001]** In Fahrzeugen, die einen elektrischen Antrieb aufweisen, sind elektrische Maschinen vorgesehen, die als Traktionsmaschine oder als Startergenerator ausgebildet sind. Die zunehmende Leistung erfordert einen kompakten Aufbau und eine effiziente Wärmeabfuhr, wobei es eine Aufgabe ist, eine Möglichkeit aufzuzeigen, einen Inverter und eine Elektromotorvorrichtung entsprechend kompakt und mit guter Wärmeabfuhr auszugestalten.

**[0002]** Diese Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche. Weitere Merkmale, Ausführungsformen, Eigenschaften und Vorteile ergeben sich mit der Beschreibung und der Figur.

**[0003]** Es wird ein Inverter mit einem Leistungsschalterträger, einem Kondensatorträger und einer Kühleranordnung vorgeschlagen. Die Kühleranordnung befindet sich zwischen den Trägern, so dass die Wärme von beiden Trägern effizient abgeführt werden kann. Der Kondensatorträger und der Leistungsschalterträger sind an zwei entgegengesetzten Seiten der Kühleranordnung angeordnet. Die Träger sind wärmeübertragend mit der Kühleranordnung verbunden. Die Träger und die Kühleranordnung fluchten miteinander bzw. haben eine gemeinsame Mittelachse. Die Träger bzw. deren Bauelemente stoßen direkt oder über ein Wärmeleitelement oder über eine Wärmeleitschicht an die Kühleranordnung an. Es kann ein Presssitz über die Träger bzw. deren Bauelemente vorgesehen sein, mittels dem diese an die Kühleranordnung angedrückt werden. Dadurch ergibt sich ein beidseitiger Wärmeübergang für die Kühleranordnung.

**[0004]** Der Kondensatorträger umfasst eine Platine und kann als bestückte Platine realisiert sein. Der Kondensatorträger kann auf der zur Kühleranordnung weisenden Seite mit Kondensatorbauelementen bestückt sein (ggf. auch auf der anderen Seite). Die Kondensatorbauelemente stoßen an die Kühleranordnung an, vorzugsweise über eine elastische wärmeübertragende Schicht, die eingerichtet sein kann, den Presssitz für Bauelemente des Kondensatorträgers zu realisieren. Die Kondensatorbauelemente des Kondensatorträgers bilden vorzugsweise Kapazitäten der Zwischenkreiskapazität des Inverters.

**[0005]** Der Leistungsschalterträger umfasst eine Platine und kann als bestückte Platine realisiert sein. Der Leistungsschalterträger kann auf der zur Kühleranordnung weisenden Seite mit Leistungshalbleiterschaltern bestückt sein (ggf. auch auf der anderen Seite). Alternativ oder zusätzlich können Leistungshalbleiterschaltern teilweise oder vollständig in dem Leistungsschalterträger eingelassen sein. Die Leistungshalbleiterschalter weisen Wärmeanbindungsflächen auf. Diese stoßen an die Kühleranordnung

an, vorzugsweise über eine elastische wärmeübertragende Schicht, die eingerichtet sein kann, den Presssitz für Bauelemente des Leistungsschalterträgers zu realisieren. Die Leistungshalbleiterschalter des Leistungsschalterträgers bilden vorzugsweise Halbleiterschalter des Inverters, insbesondere Halbleiterschalter einer BnC-Brücke, wobei n der doppelten Anzahl der Phasen des Inverters entspricht. So kann der Inverter beispielsweise dreiphasig und vorzugsweise sechsphasig ausgestaltet sein, insbesondere mit einer B6C-Brücke oder mit einer B12C-Brücke. Der Inverter kann sechsphasiger Inverter, als dreiphasiger Inverter oder als Inverter mit zwei dreiphasigen Inverterschaltungen ausgebildet sein. Der Inverter kann beispielsweise eine oder mehrere sechsphasige Brückenschaltungen aufweisen oder kann eine oder mehrere dreiphasige Brückenschaltungen aufweisen, insbesondere zwei dreiphasige Brückenschaltungen. Es können eine änderbare (schaltbare oder festverdrahtete) Konfigurationsverbindungenvorgesehen sein, um die gleichen Brückenschaltungen als sechsphasigen oder als ein- oder mehrfachen dreiphasigen Inverter auszugestalten. Der Leistungsschalterträger kann ein oder mehrere Kondensatorbauelemente aufweisen, die Teil der Zwischenkreiskapazität des Inverters sind bzw. zusammen mit den Kondensatorbauelementen des Kondensatorträgers die Zwischenkreiskapazität des Inverters bilden. Die ein oder mehreren Kondensatorbauelemente des Leistungsschalterträgers sind insbesondere Keramikkondensatoren. Die Kondensatorbauelemente des Kondensatorträgers sind insbesondere Folienkondensatoren.

**[0006]** Der Leistungsschalterträger und der Kondensatorträger sind durch die Kühleranordnung hindurch miteinander elektrisch verbunden. Die Kühleranordnung umfasst hierzu ein oder mehrere durchgehende Öffnungen. Durch jede Öffnung erstreckt sich ein Verbindungselement. Das Verbindungselement ist elektrisch leitend. Das Verbindungselement umfasst an einem und vorzugsweise allen beiden Enden ein oder vorzugsweise mehrere Stifte. Das Verbindungselement ist in den Leistungsschalterträger und vorzugsweise auch in den Kondensatorträger eingepresst. Hierbei sind die ein oder mehreren Pins in dem betreffenden Träger eingepresst. Die Pins erstrecken sich teilweise und vorzugsweise vollständig durch den betreffenden Träger. Vorzugsweise sind pro Phase des Inverters zwei individuelle Verbindungselemente vorgesehen. Ist der Inverter sechsphasig ausgestaltet, so sind vorzugsweise sechs Verbindungselemente vorgesehen, die den Leistungsschalterträger mit dem Kondensatorträger verbinden.

**[0007]** Der Leistungsschalterträger und der Kondensatorträger bilden zusammen ein Inverter-Leistungsteil. Das Inverter-Leistungsteil umfasst eine Zwischenkreiskapazität und eine damit verbundene steuerbare Brückenschaltung mit Leistungsschal-

tern. Die Zwischenkreiskapazität ist an einer Gleichspannungsseite via Brückenschaltung angeschlossen. Auf der Wechselstromseite des Inverters bestehen Phasenanschlüsse. Der Kondensatorträger weist zumindest einen Teil der Zwischenkreiskondensatorbauelemente auf. Die Bauelemente des Kondensatorträgers bilden somit einen Teil der Zwischenkreiskapazität oder bilden zusammen die Zwischenkreiskapazität. Wie erwähnt kann der Leistungsschalterträger ebenso Kapazitäten aufweisen, vorzugsweise Keramik Kondensatoren, die zusammen mit den Kondensatorbauelementen des Kondensatorträgers die Zwischenkreiskapazität bilden. Die Kondensatoren des Kondensatorträgers und ggf. des Leistungsschalterträgers, die die Zwischenkreiskapazität bilden, sind parallel miteinander verbunden. Die Zwischenkreiskondensatorbauelemente können sich somit ausschließlich auf dem Kondensatorträger befinden, oder können auf dem Kondensatorträger und auf dem Leistungsschalterträger vorgesehen sein. Die Kondensatorbauelemente aus dem Kondensatorträger sind vorzugsweise Folienkondensatoren. Die Kondensatorbauelemente, die ggf. auf dem Leistungsschalter sind, sind vorzugsweise keramische Kondensatoren. Die Zwischenkreiskondensatorbauelemente des Kondensatorträgers bilden einen Teil der Zwischenkreiskapazität des Inverter-Leistungsteils oder (falls keine Kondensatoren der Zwischenkreiskapazität auf dem Leistungsschalterträger sind) die Zwischenkreiskapazität vollständig aus.

**[0008]** Der Leistungsschalterträger weist Leistungsschalter des Inverter-Leistungsteils auf, insbesondere Halbleiterschalter bzw. Schaltelemente, die die Brückenschaltung des Inverter-Leistungsteils und somit des Inverters bilden. Neben dem Inverter-Leistungsteil umfasst der Inverter vorzugsweise auch einen Steuerteil. Die Leistungsschalter des Leistungsschalterträgers sind Halbleiterbauelemente, insbesondere Leistungshalbleiterbauelemente. Die Leistungsschalter des Leistungsschalterträgers können als MOSFETs oder als IGBTs ausgebildet sein, und können allgemein als Transistoren realisiert werden. Die Leistungsschalter sind insbesondere als sogenannte „Bare-Dies“ realisiert, d.h. als ungehäuste Halbleiterchips. Die Leistungsschalter können teilweise oder vollständig in einem Substrat bzw. in einer Platine des Leistungsschalterträgers eingebettet sein. Alternativ oder in Kombination hiermit können Leistungsschalter auf einer Oberfläche des Substrats (bzw. der Platine) oder auf beiden Oberflächen des Substrats (bzw. der Platine) angeordnet sein. Mit anderen Worten kann der Leistungsschalterträger bzw. deren Platine oder Substrat einseitig oder beidseitig mit den Leistungsschaltern (etwa mittels SMT) bestückt sein.

**[0009]** Der Inverter kann ferner einen Steuerungsträger umfassen. Der Steuerungsträger ist vorzugs-

weise an der Seite des Leistungsschalterträgers angeordnet, die der Kühleranordnung abgewandt ist. Somit ist der Leistungsschalterträger zwischen dem Steuerungsträger und der Kühleranordnung vorgesehen. Der Steuerungsträger weist eine Steuerschaltung auf, die mit den Leistungsschaltern des Leistungsschalterträgers ansteuernd verbunden ist. Die Steuerschaltung ist ausgebildet, die Leistungsschalter gemäß einem Inverterbetrieb anzusteuern. Im Inverterbetrieb erzeugen die Leistungsschalter einen Drehstrom an der Wechselstromseite des Inverters bzw. an den Phasenanschlüssen des Inverters.

**[0010]** Der Steuerungsschalter ist vorzugsweise über einen Steuerungsrahmen mit dem Leistungsträgerschalter verbunden. Der Steuerungsträger ist vorzugsweise in dem Steuerungsrahmen vorgesehen und wird von diesem gehalten. Der Steuerungsträger kann mechanisch mit der Kühleranordnung verbunden sein, mit der auch der Leistungsschalterträger verbunden ist. Dadurch ist der Leistungsschalterträger mit dem Steuerungsträger über den Steuerungsrahmen und der Kühleranordnung mechanisch verbunden. Ein Drehgeber kann auf dem Steuerungsträger montiert sein, vorzugsweise in der Mitte des Steuerungsträgers. Ferner kann der Steuerungsträger Öffnungen umfassen, durch die sich hindurch Verbindungselemente erstrecken. Dadurch können Phasenanschlüsse des Leistungsschalterträgers durch den Steuerungsträger hindurch herausgeführt werden, insbesondere zum Anschluss der elektrischen Maschine.

**[0011]** Der Inverter kann ferner einen Deckel aufweisen. Dieser ist auf der Innenseite des Kondensatorträgers vorgesehen, die der Kühleranordnung entgegengesetzt ist. Mit anderen Worten befindet sich zwischen dem Deckel bzw. einem Bodenabschnitt hiervon und der Kühleranordnung der Kondensatorträger. Der Deckel kann einen Bodenabschnitt und Seitenabschnitte aufweisen und somit einen Hohlraum bilden. Der Hohlraum wird vorzugsweise von der Kühleranordnung abgeschlossen. Der Deckel ist insbesondere thermisch leitend mit der Kühleranordnung verbunden. Der Deckel kann einen Bodenabschnitt aufweisen, der thermisch mit Kondensatoren des Kondensatorträgers verbunden ist, insbesondere durch direkten körperlichen Kontakt oder durch eine elastische, thermisch leitende Schicht, mittels der der Deckel bzw. dessen Bodenabschnitt auf die Kondensatoren aufgedrückt wird. Dies betrifft insbesondere Kondensatoren, die auf der Seite des Kondensatorträgers montiert sind, dem Leistungsschalterträger abgewandt ist. Der Kondensatorträger kann somit beidseitig mit Kondensatoren bestückt sein, die die Zwischenkreiskapazität vollständig oder teilweise ausbilden. Die Kondensatoren auf einer Seite werden von dem Bodenabschnitt des Deckels gekühlt, da dieser thermisch leitend mit der Kühleranordnung verbunden ist. Die Kondensatoren auf der anderen Seite

des Kondensatorträgers, das heißt auf der zum Leistungsschalterträger zugewandten Seite, werden von der Kühlanordnung gekühlt und sind mit dieser thermisch gekoppelt. Der Bodenabschnitt des Deckels ist über die Seitenwände thermisch mit der Kühlanordnung verbunden. Kondensatoren des Kondensatorträgers, die an den Deckel anstoßen (entweder direkt oder über eine thermisch leitende Schicht) können dadurch Wärme über den Deckel an die Kühlanordnung abgeben. Der Deckel umgreift den Kondensatorträger vorzugsweise vollständig. Der Deckel weist einen Hohlraum auf, in dem der Kondensatorträger vorgesehen ist, wobei dieser Hohlraum von der Kühlanordnung abgeschlossen wird.

**[0012]** Der Leistungsschalterträger, der Kondensatorträger und die Kühlanordnung sind nacheinander (in einer gemeinsamen axialen Richtung) nacheinander angeordnet und fluchten vorzugsweise miteinander. Vorzugsweise fluchtet auch der Steuerungsträger mit dem Leistungsschalterträger. Die genannten Träger können eine gemeinsame Mittelachse aufweisen. Die Kühlanordnung weist ein Kühlergehäuse und einen Kühlerdeckel auf. Auf einer Seite des Kühlergehäuses können Vertiefungen vorgesehen sein. Der Kühlerdeckel ist auf dieser Seite des Kühlgehäuses befestigt. Es ergibt sich ein geschlossener Hohlraum, wobei die Vertiefungen einen Kühlkanal bilden. Alternativ ist die Kühlanordnung einteilig ausgebildet und weist einen geschlossenen Kühlkanal auf.

**[0013]** Das Kühlergehäuse umfasst Seitenwände und einen sich daran anschließenden Bodenabschnitt. Der Bodenabschnitt fluchtet vorzugsweise mit dem Leistungsschalterträger. Der Bodenabschnitt weist vorzugsweise die Seite des Kühlergehäuses auf, in der die Vertiefungen vorgesehen sind. Das Kühlergehäuse umgreift einen zu einer Seite offenen Hohlraum, in dem sich vorzugsweise der Leistungsschalterträger befindet. Auch der Steuerungsträger kann sich innerhalb dieses Hohlraums befinden. Aus dem Hohlraum können sich Phasenanschlüsse hinaus erstrecken, nämlich zur offenen Seite des Hohlraums und über diese hinaus, insbesondere zum Anschluss der elektrischen Maschine. Die Phasenanschlüsse erstrecken sich durch den Steuerungsträger hindurch und sind auf dem Leistungsschalterträger befestigt, insbesondere auf der Seite des Leistungsschalterträgers, der der Kühlanordnung bzw. dessen Bodenabschnitt entgegengesetzt ist. Die Phasenanschlüsse erstrecken sich in eine Richtung, die der Richtung entspricht, in der die Träger nacheinander angeordnet sind. Die Phasenanschlüsse können jeweils ein Kontaktelement aufweisen, das auf dem Leistungsschalterträger (oder einem Schalterbauelement hiervon) aufgelötet ist, sowie ein Führungselement. Das Führungselement erstreckt sich durch den Steuerungsträger hindurch. Das Führungselement ist auf das Kontaktelement aufgepresst bzw. es besteht eine Einpressverbindung zwischen

dem Kontaktelement und Führungselement. Das Führungselement ist vorzugsweise L-förmig, wobei ein erster Abschnitt parallel zu dem Kontaktelement verläuft, und ein zweiter, hierzu gewinkelter Abschnitt sich zu einer Seite des Inverters erstreckt, insbesondere zu einer elektrischen Maschine.

**[0014]** Es wird ferner eine Elektromotorvorrichtung beschrieben, die ein wie hier erwähnten Inverter umfasst. Die Elektromotorvorrichtung ist mit einer elektrischen Maschine ausgestattet. Der Inverter und ein Stator der elektrischen Maschine fluchten miteinander. Die elektrische Maschine und insbesondere deren Stator sind auf der Seite des Leistungsschalterträgers bzw. des Steuerungsträgers vorgesehen, die der Kühlanordnung abgewandt ist. Die elektrische Maschine ist an der Seite der Kühlanordnung vorgesehen, an der der Hohlraum geöffnet ist. Die elektrische Maschine schließt den Hohlraum ab. Die Phasenverbindungen erstrecken sich von dem Leistungsschalterträger bis zu Anschlüssen der elektrischen Maschine, insbesondere bis zum Stator und vorzugsweise bis zu den Statoranschlüssen der elektrischen Maschine und sind mit der elektrischen Maschine elektrisch verbunden.

**[0015]** Die elektrische Maschine schließt sich an derjenigen Seite des Inverters an, an welcher sich der Leistungsschalterträger befindet.

**[0016]** Die Kühlanordnung kann ferner Anschlüsse zum Anschluss eines Kühlkreislaufs umfassen. Hierbei ist der Kühlkanal der Kühlanordnung fluidtechnisch mit den Anschlüssen verbunden. Zudem kann der Inverter eine elektrische Schnittstelle aufweisen, die sich an einer Seitenwand des Inverters befindet. Die Schnittstelle kann als Steckverbinder-element ausgestaltet sein.

**[0017]** Die hier genannten Träger umfassen vorzugsweise eine Platine, die bestückt ist. Der Leistungsschalterträger kann eine Platine aufweisen, die ein- und vorzugsweise beidseitig mit Leistungsschaltern bestückt ist, und die ferner Kondensatorbauelement aufweisen kann. Der Kondensatorträger kann ebenso eine Platine umfassen, die ein- und vorzugsweise beidseitig mit Kondensatorbauelementen bestückt ist. Der Steuerungsträger kann vorzugsweise eine Platine umfassen, die mit Bauelementen einer Steuerschaltung bestückt ist.

**[0018]** Die Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung einer Ausführungsform des hier beschriebenen Inverters sowie symbolhaft eine daran anschließbare elektrische Maschine zur Ausbildung einer Elektromotorvorrichtung.

**[0019]** In der Fig. 1 zeigt die Schnittdarstellung des Inverters I einen Leistungsschalterträger LT mit Leistungsschaltern, von denen nur ein Leistungsschal-

ter **T** symbolhaft dargestellt ist. In der Schnittebene kann eine Mittelachse des Inverters **I** und ggf. auch der elektrischen Maschine **EM** liegen. Der Leistungsschalter **T** ist in der Platine des Leistungsschalterträgers eingebettet. Der Leistungsschalterträger **LT** umfasst die Platine. Es können auch Transistoren auf einer Seite oder auf beiden, entgegengesetzten Seiten des Leistungsschalterträgers angeordnet sein. Ferner ist ein Kondensatorträger **ZT** vorgesehen, auf dem Kondensatoren **C1**, **C2** montiert sind. Die Kondensatoren **C1**, **C2** sind beidseitig auf einer Platine des Kondensatorträgers **ZT** montiert.

**[0020]** Eine Kühleranordnung **KO** des Inverters umfasst einen Kühlerdeckel **KD** und ein Kühlergehäuse **KG**. Der Kühlerdeckel **KD** ist auf dem Kühlergehäuse **KG** angeordnet. Auf der Seite des Kühlergehäuses **KG** auf dem der Deckel **KD** befestigt ist, sind Ausnehmungen vorgesehen, die einen Kühlkanal **KK** bilden. Dieser ist durch den Kühlerdeckel **KD** abgeschlossen, da der Kühlerdeckel abdichtend mit dem Kühlergehäuse **KG** verbunden ist. Auf der Seite des Kühlergehäuses, die dem Kühlerdeckel abgewandt sind erstreckt sich eine Seitenwand **SW**. Die Seitenwand **SW** erstreckt sich in eine Richtung, die von dem Kühlerdeckel **KD** wegführt. Der Kühlerdeckel ist auf einem Bodenabschnitt **BA** des Kühlergehäuses vorgesehen, von dem sich die Seitenwand **SW** wegerstreckt. Die Kühl... sind somit in dem Bodenabschnitt **BA** vorgesehen. Die sich von dem Bodenabschnitt **BA** wegerstreckende Seitenwand umgreift einen ersten, offenen Hohlraum **HH1**. Der Leistungsschalterträger **LT** befindet sich in diesem Hohlraum und ist auf dem Bodenabschnitt **BA** des Kühlergehäuses **KG** angeordnet, insbesondere auf der Seite des Bodenabschnitts **BA**, der entgegengesetzt ist zu der Seite, auf der sich der Kühlerdeckel **KD** befindet. Der Kühlerdeckel **KD** und das Kühlergehäuse **KG** bilden zusammen die Kühleranordnung **KO**.

**[0021]** Der Inverter **I** umfasst ferner einen Steuerungsträger **ST** und trägt eine symbolisch dargestellte Steuerschaltung **SS**. Der Steuerungsträger **ST** ist mit dem Leistungsschalterträger **LT** verbunden, insbesondere mit Steuereingängen der Leistungsschalter, von denen nur der Transistor **T** als ein Beispiel symbolisch dargestellt ist. Der Steuerungsträger **ST** wird (wie auch der Leistungsschalterträger **LT**) von der Seitenwand **SW** des Kühlergehäuses **KG** umgriffen. Der Steuerungsträger **ST** ist hierbei auf einer Seite des Leistungsschalterträgers **LT** vorgesehen, die dem Bodenabschnitt **BA** der Kühleranordnung **KO** ist.

**[0022]** Es führen Phasenverbindungen von dem Leistungsschalterträger **LT** durch den Steuerungsträger **ST** hindurch. Aufgrund der Schnittdarstellung, die nur eine Hälfte des Inverters zeigt, sind nur die Phasenverbindungen **P1**, **P2** und **P3** dargestellt, nämlich die Phasenverbindungen der hinteren, dargestellten

Inverterhälfte. Die dargestellte Inverterhälfte befindet sich unterhalb der Zeichenebene. Es bestehen in dem dargestellten Beispiel noch weitere **3** Phasenverbindungen der nicht dargestellten Inverterhälfte, die sich oberhalb der Zeichenebene befindet. Die Phasenverbindungen **P1** bis **P3** gehen über eine gedachte Fläche hinaus, die die Seitenwände **SW** der Kühleranordnung **KO** abschließt, das heißt über die Endebene hinaus, die durch die Endflächen der Seitenwand **SW** gehen. Mit anderen Worten erstrecken sich die Phasenverbindungen, von denen die Phasenverbindungen **P1** bis **P3** zeichnerisch dargestellt sind, über die Seite des Inverters **I** hinaus, an der sich die elektrische Maschine **EM** anschließt. In der **Fig. 1** ist diese Seite bzw. die Fläche, an der der Inverter **I** (bis auf Teile der Phasenverbindungen) endet, mit einer gestrichelten Linie symbolhaft dargestellt. In dem Steuerungsträger **ST** sind Ausnehmungen, durch die sich die Phasenverbindungen **P1** - **P3** hindurch erstrecken. Die Phasenverbindungen umfassen Kontaktelemente **KE**, die auf den Leistungsschalterträger **LT** aufgelötet sind oder auf andere Weise montiert sind. Jeweils eine Phasenverbindung umfasst ein (individuelles) Kontaktelement. Ferner umfassen die Phasenverbindungen (insbesondere die dargestellten Phasenverbindungen **P1** bis **P3**) Zuführungselemente **ZE**, die einen gewinkelten Verlauf haben.

**[0023]** Ein erster Abschnitt der Zuführungselemente **ZE** ist mit den Kontaktelementen verbunden und verläuft entlang einer Oberfläche des betreffenden Kontaktelements **KE**. Ein weiterer Abschnitt erstreckt sich von dem Leistungsschalterträger **LT** weg und insbesondere durch Ausnehmungen in dem Steuerungsträger **ST** hindurch bis zur elektrischen Maschine **EM**. Die dargestellten Phasenverbinder sind L-förmig mit einem Knick von 90°. Die Phasenverbindung erstreckt sich entlang der normalen des Leistungsschalterträgers **LT** und somit auch parallel zu den Seitenwänden der Kühleranordnung **KO**.

**[0024]** Der Kondensatorträger **ZT** und der Leistungsschalterträger **LT** befinden sich auf unterschiedlichen Seiten des Kühlerdeckels bzw. des Bodenabschnitts **BA** des Kühlergehäuses **KG**. Die Kondensatorbauelemente **C1**, welche sich auf der von der Kühleranordnung **KO** wegweisenden Seite des Kondensatorträgers **CT** befinden werden gekühlt von einem Deckel **D** des Inverters. Dieser umfasst einen Bodenabschnitt **BA'** und Seitenwände **SW'**. Die Kondensatoren **C1** sind thermisch an den Bodenabschnitt **BA** des Deckels **D** und somit an den Deckel **D** selbst gekoppelt, insbesondere indem deren Oberseiten an den Bodenabschnitt **BA'** des Deckels **D** anstoßen. Die auf entgegengesetzter Seite montierten Kondensatoren **C2** stoßen an den Bodenabschnitt **BA** der Kühleranordnung **KO** an und werden somit über die Kühleranordnung **KO** gekühlt. Hierbei ist eine elastische, thermisch leitende Schicht **TS** vorgesehen, die zwischen Kopfseiten der Kondensatoren **C2** und dem

Kühldeckel **KD** bzw. der Kühleranordnung **KO** vorgesehen ist. Die Schicht **TS** ist elastisch, sodass zwischen den Kondensatoren **C2** und der Kühleranordnung **KO** Presssitz besteht. Die Kondensatoren **C1** werden über den Bodenabschnitt **BA'** des Deckels **D** und über die Seitenwände **SW'** entfernt, da die Seitenwände **SW'** eine Verbindung zwischen dem Bodenabschnitt **BA'** und der Kühleranordnung **KO** herstellen. Hierbei stößt die Stirnfläche der Seitenwände **SW'** auf den Kühlerdeckel **KD** der Kühleranordnung **KO**. Der Kondensatorträger **ZT** ist beidseitig bestückt, wobei auch einseitig bestückte Kondensatorträger verwendet werden können, etwa Kondensatorträger, die auf der Seite des Deckels **D** des Inverters **I** oder auf der entgegengesetzten Seite bestückt sind.

[0025] Der Kühlkanal **KK** erstreckt sich oberhalb des symbolhaft dargestellten Transistors **T** (stellvertretend für mehrere Transistoren bzw. Leistungsschalter), sodass diese direkt durch den Leistungsschalterträger **LT** hindurch entwärmt werden. Auch die Kondensatoren **C2** sind oberhalb des Kühlkanals **KK** vorgesehen. Somit sind die Kondensatoren **C2** und der Transistor **T** (stellvertretend für mehrere Transistoren bzw. Leistungsschalter) nicht gegenüber dem Kühlkanal **KK** seitlich versetzt, sodass sich eine direkte, durch die betreffenden Träger bzw. den Kühlerdeckel **KD** hindurchführende Entwärmung ergibt.

[0026] Die Kondensatoren **C1**, **C2** sind elektrisch über Verbindungselemente **VE** mit dem Leistungsschalterträger **LT** verbunden. Die Verbindungselemente **VE** erstrecken sich von dem Kondensatorträger **ZT** zum Leistungsschalterträger **LT**. Die Verbindungselemente umfassen einen leitenden Körper, von dem aus zu beiden Seiten Pingruppen abgehen, die durch den Kondensatorträger auf einer Seite und durch den Leistungsschalterträger **LT** auf entgegengesetzter Seite hindurchgehen. Die Pingruppen umfassen bzw. Stifte, die federnd ausgebildet sind, insbesondere in axialer Richtung federnd, sodass sich ein Presssitz zwischen Verbindungselementen und den Trägern ergibt, insbesondere zwischen den Stiften bzw. Pins der Verbindungselemente und den jeweiligen Platinen der Träger **ZT** und **LT**. Die Verbindungselemente **VE** erstrecken sich durch den Deckel **KD** und den Bodenabschnitt **BA** des Kühlergehäuses **KG** hindurch. Zur Vermeidung von Kurzschlüssen sind die elektrisch leitenden Abschnitte der Verbindungselemente **VE** mit einem Isolator ummantelt, sodass in radialer Richtung gesehen zwischen den leitenden Abschnitten der Verbindungselemente und der Kühleranordnung durchgehend eine Isolationschicht vorgesehen ist. Die Verbindungselemente **VE** liegen zur Übertragung eines positiven und eines negativen Potentials zwischen dem Leistungsschalterträgers **LT** und dem Kondensatorträger **ZT**. Die Verbindungselemente sind somit in zwei Gruppen aufgeteilt, wobei jede Gruppe ein von zwei Potentialen

überträgt. Die Verbindungselemente sind entlang eines Kreises angeordnet, insbesondere äquidistant.

[0027] Ferner sind vorzugsweise auch auf dem Leistungsschalterträger Kondensatoren **CC** vorgesehen. Der Leistungsschalterträger kann einseitig oder doppelseitig mit Kondensatoren bestückt sein, insbesondere auf einer Seite, die auch mit Leistungsschaltern bzw. Transistoren bestückt ist. Es ist möglich, dass auch Kondensatoren in der Platine des Leistungsschalterträgers eingebettet sind. Kondensatoren **CC** des Leistungsschalterträgers sind vorzugsweise mit einer Gleichstromseite der Brückenschaltung verbunden, die von dem Leistungsschalterträger **LT** gebildet wird. Die Kondensatoren **CC** des Leistungsschalterträgers sind vorzugsweise als keramische Kondensatoren ausgebildet. Die dargestellten Kondensatoren **CC** sind auf der Seite des Leistungsschalterträgers montiert, die von dem Kühlerdeckel **KD** abgewandt ist.

[0028] Die auf dem Leistungsschalterträger **LT** vorgesehenen Kondensatoren sind vorzugsweise neben den dort befindlichen Transistoren angeordnet, sodass sich kurze Verbindungswege ergeben. Diese Kondensatoren bilden zusammen mit den Kondensatoren **C1** und **C2** die Zwischenkreiskapazität des Inverters.

[0029] Der Steuerungsträger umfasst zudem einen symbolhaft dargestellten Drehgeber **GG**, der sich vorzugsweise in der Mitte des Steuerungsträgers **ST** und somit in der Mitte der (umlaufenden) Seitenwand **SW** bzw. dessen umlaufende oder einbeschriebene Kontur befindet. Der Drehgeber ist auf der Platine des Steuerungsträgers montiert. Eine Welle einer angeschlossenen elektrischen Maschine **EM** kann mechanisch mit dem Drehgeber verbunden sein, so dass der Drehgeber **DG** die Drehung der Welle der elektrischen Maschine **EM** erfassen kann. Eine Mittelachse des Inverters **I** geht durch den Drehgeber **DG** (insbesondere durch einen bewegungssensitiven Bereich hiervon) hindurch.

[0030] In dem Kühlergehäuse **KG** sind wie erwähnt der Steuerungsträger **ST** und der Leistungsschalterträger **LT** angeordnet. Diese fluchten miteinander und haben vorzugsweise den gleichen Umriss, wobei auch die Umrisse miteinander fluchten (entlang der Mittelachse des Inverters **I** gesehen). Auch der jenseits des Kühlerdeckels **KD** angeordnete Kondensatorträger **ZT** ist entlang der gleichen Mittelachse (insbesondere die Mittelachse des Inverters) wie der Leistungsschalterträger **LT** angeordnet. Der Kondensatorträger **ZT** ist bezogen auf die Mittelachse des Inverters **I** nicht seitlich zu dem Leistungsschalterträger **LT** versetzt. Die Seitenwand **SW'** des Deckels **D** des Inverters **I** und die Seitenwand **SW** der Kühleranordnung **KO** haben eine im Wesentlichen hohlzylindrische Form, wobei seitliche Einbuchtungen, et-

wa zur Zuführung zum Kühlkanal, bei dieser Betrachtung der zylindrischen Form nicht berücksichtigt sind. Ferner ist zu erkennen, dass der Kühlkanal und somit der Bodenabschnitt des Kühlergehäuses **KG** der Kühleranordnung **KO** eine Ringform aufweist, wobei der innere, freie Abschnitt des Rings teilweise von Verbindungselementen **VE** belegt ist. Durch das Innere des Rings erstrecken sich somit Verbindungselemente **VE**. Es können sich jedoch auch Abschnitte des Kühlerdeckels und des Bodenabschnitts **BA** des Kühlergehäuses **KG** in das Innere des Rings hinein erstrecken. Der Kühlkanal erstreckt sich durch den Ring hindurch (d.h. entlang des Radialverlaufs des Rings), wobei dieser Ring von dem Bodenabschnitt **BA** gebildet wird. Zu beiden Seiten des Kühlkanals befinden sich Komponenten des Inverters, insbesondere Kondensatoren **C2** und Transistoren.

**[0031]** Es können wie dargestellt Transistoren vorgesehen sein, die direkt an den Abschnitt des Kühlergehäuses **KG** anstoßen, durch den der Kühlkanal **KK** verläuft, d.h. die nicht seitlich zu dem Kühlkanal **KK** versetzt sind. Zudem kann vorgesehen sein, dass der Leistungsschalterträger **LT** nur einseitig mit Leistungsschaltern bestückt ist, insbesondere auf der Seite, die zum Bodenabschnitt **BA** hinweist. Der Kühlkanal **KK** erstreckt sich innerhalb eines Rings, der von dem Bodenabschnitt **BA** der Kühleranordnung **KO** gebildet wird. Es kann auch ein Teil des Bodenabschnitts, hier mittig dargestellt, in das Innere des Rings hineinragen, insbesondere um die Verbindungselemente **VE** seitlich zu stabilisieren. Die Verbindungselemente **VE** zwischen dem Kondensatorträger **ZT** und dem Leistungsschalterträger **LT** sind vorzugsweise im Presssitz in dem Bodenabschnitt **BA** des Kühlerdeckels **KD** eingesteckt.

**[0032]** Ferner ist eine (elektrische) Anschlussschnittstelle **A** dargestellt, die sich seitlich an die Seitenwand **SW** der Kühleranordnung **KO** anschließt. Zudem ist ein Zugang **Z** dargestellt, der zu dem Kühlkanal **KK** führt. Da der Zugang senkrecht zum Kühlerdeckel **KD** verläuft, befindet sich an dieser Stelle in der Seitenwand **SW** des Deckels **D** des Inverters **I** eine Einbuchtung, um einen Zugriff zum Zugang **Z** zu ermöglichen.

**[0033]** Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung des hier dargestellten Inverters im Folgenden dargelegt, wobei die Zuordnung zu den Bezugszeichen optional ist. Zunächst wird eine Kühleranordnung **KO** vorgesehen, sowie ein Leistungsschalterträger **LT** und ein Kondensatorträger **ZT**. Die beiden Träger werden von entgegengesetzten Seiten des Bodenabschnitts **BA** der Kühleranordnung **KO** aus zusammengeführt, wobei Verbindungselemente **VE** bei diesem Zusammenführen jeweils Presssitze mit den beiden Trägern **ZT** und **LT** herstellen. Es werden Phasenverbindungen (insbesondere die dargestellten Phasenverbindungen **P1** bis **P3**) an dem Leistungsschalterträger

befestigt, vorzugsweise vor dem Verbinden des Leistungsschalterträgers **LT** mit dem Kondensatorträger **ZT** mit Hilfe der Verbindungselemente **VE**. Zudem wird ein Deckel **D** des Inverters **I** auf der Kühleranordnung **KO** befestigt, insbesondere nach dem Verbinden des Kondensatorträgers **ZT** mit dem Leistungsschalterträger **LT** mittels der Verbindungselemente **VE**. Hierzu kann eine Schraubverbindung verwendet werden. Nachdem die Phasenverbindungen (insbesondere die dargestellten Phasenverbindungen **P1** bis **P3**) über die Seitenwand **SW** der Kühleranordnung **KO** hinausragen, kann eine elektrische Maschine an dem Inverter **I** befestigt werden und die Phasenverbindungen des Inverters **I** können mit entsprechenden Anschlüssen der elektrischen Maschine **EM** elektrisch verbunden werden. Wird der letzte Schritt ausgeführt, dann ergibt sich die Elektromotorvorrichtung, wie sie hierin beschrieben ist. Durch das Befestigen des Kondensatorträgers **ZT** ergibt sich eine thermische Verbindung zwischen den Kondensatoren **C2** und der Kühleranordnung **KO**. Die Kondensatoren **C2** sind hierbei diejenigen, die auf dem Kondensatorträger **ZT** befestigt sind und zur Kühleranordnung **KO** hinweisen. Die Länge der Verbindungselemente **VE** ist daher derart gewählt, dass die auf dem Kondensatorträger **ZT** befestigten Kondensatorelemente **C2** an die Kühleranordnung anstoßen, wenn die Verbindungselemente montiert sind. Bei Befestigen des Deckels ergibt sich eine thermische Verbindung zwischen den Kondensatoren **C1** und dem Deckel. Auch hier sind die Kondensatoren **C1** und der Deckel derart dimensioniert, dass sich eine direkte körperliche Anordnung der Kondensatoren **C1** an den Deckel **D** ergibt.

### Patentansprüche

1. Inverter (I) mit einem Leistungsschalterträger (LT), einem Kondensatorträger (ZT) und einer Kühleranordnung (KO), wobei der Kondensatorträger (ZT) und der Leistungsschalterträger (LT) an zwei entgegengesetzten Seiten der Kühleranordnung (KO) angeordnet sind und mit dieser wärmeübertragend verbunden sind.
2. Inverter (I) nach Anspruch 1, wobei der Leistungsschalterträger (LT) und der Kondensatorträger (ZT) durch die Kühleranordnung (KO) hindurch miteinander elektrisch verbunden sind und zusammen einen Inverter-Leistungsteil bilden, bei dem der Kondensatorträger zumindest einen Teil der Zwischenkreiskondensatorbauelemente aufweist, die zumindest einen Teil einer Zwischenkreiskapazität des Inverter-Leistungsteils bilden, und der Leistungsschalterträger Leistungsschalter des Inverter-Leistungsteils aufweist.
3. Inverter (I) nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Steuerungsträger (ST) an der Seite des Leistungs-

schalterträgers (LT) angeordnet ist, die der Kühleranordnung abgewandt ist.

4. Inverter (I) nach Anspruch 3, wobei der Steuerungsträger über einem Steuerungsrahmen mit dem Leistungsschalterträger (LT) verbunden ist.

5. Inverter (I) nach Anspruch 3 oder 4, wobei in der Mitte des Steuerungsträgers ein Drehgeber befestigt ist.

6. Inverter (I) nach einem der vorangehenden Ansprüche, der ferner einen Deckel (D) aufweist, der auf derjenigen Seite des Kondensatorträgers (ZT) vorgesehen ist, die der Kühlanordnung (KO) entgegengesetzt ist.

7. Inverter (I) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Leistungsschalterträger (LT), der Kondensatorträger (ZT) und die Kühleranordnung (KO) nacheinander angeordnet sind und miteinander fluchten.

8. Elektromotorvorrichtung mit einer elektrischen Maschine (EM) und einem Inverter (I) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Inverter (I) und ein Stator der elektrischen Maschine (EM) miteinander fluchten.

9. Elektromotorvorrichtung nach Anspruch 8, wobei oder die elektrische Maschine (EM) sich an derjenigen Seite des Inverters (I) anschließt, an welcher sich der Leistungsschalterträger (LT) befindet.

Es folgt eine Seite Zeichnungen



