

Anordnung für die direkte Flüssigkeitskühlung einer IT-Infrastruktur

Die Erfindung geht aus von einer Anordnung für die direkte Flüssigkeitskühlung (Direct Liquid Cooling - DLC) einer IT-Infrastruktur, wobei die Anordnung mindestens ein IT-Rack mit einer Mehrzahl in Höhenrichtung des IT-Racks übereinander angeordneter Einschübe für Einschubgeräte einer direkten Flüssigkeitskühlung und/oder einer IT-Infrastruktur aufweist. Eine derartige Anordnung mit als Einschubgeräte ausgebildeten Kühlmittelverteilungseinheiten ist aus der US 11,395,443 B2 bekannt. Eine ähnliche Anordnung beschreibt die US 2007/0274043 A1.

Die US 9,668,382 B2 und die US 11,310,939 B2 beschreiben bekannte Kühlmittelverteilungseinheiten (Coolant Distribution Unit - CDU), bei denen sämtliche für die Bereitstellung einer gekühlten Flüssigkeit erforderlichen Komponenten in einem als Einschubgerät ausgebildeten Gehäuse untergebracht sind, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf: redundante Pumpen, ein Wärmetauscher, ein Ausdehnungsgefäß, ein Druck- und/oder Temperatursensor, ein Dreiwegeventil mit Bypass-Ventil, eine AC-Stromversorgung, ein Steuergerät, ein Serviceventil, ein Filter, ein automatischer Entlüfter, ein Druckbegrenzungsventil. Für die Rückkühlung der CDU kann das Einschubgerät einen Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher und einen Anschluss für den Vorlauf und einen Anschluss für den Rücklauf gekühlter Flüssigkeit aufweisen. Anstelle eines Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher kann ein Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher vorgesehen sein, der mit einem Lüfter, vorzugsweise einem Filterlüfter, mit Luft aus der Umgebung des Einschubgeräts für die Rückkühlung der Kühlflüssigkeit der direkten Flüssigkeitskühlung beaufschlagt wird.

Die bekannten Anordnungen haben den Nachteil, dass die Kühlmittelverteilungseinheit aufgrund ihrer Komplexität störungsanfällig und kostenintensiv ist. Demgemäß ist auch der Austausch im Versagensfall mit hohen Kosten verbunden.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung der eingangs beschriebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass sie störungsunanfällig und im Versagensfall bei geringen Kosten ersetzt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen jeweils vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

Die Anordnung kann demgemäß eine direkte Flüssigkeitskühlung mit wenigstens zwei unterschiedlichen Einschubgeräten aufweisen, die in jeweils einem der Einschübe eingeschoben sind. Insbesondere kann die im Stand der Technik als Kühlmittelverteilungseinheit vorgesehene und als ein einziges Gerät, etwa ein Einschubgerät ausgebildete Baugruppe modular aufgebaut sein, mit mindestens zwei unterschiedlichen Einschubgeräten, die in jeweils einem der Einschübe eingeschoben sind. Mindestens zwei Baugruppen der Kühlmittelverteilungseinheit können unabhängig voneinander ausgebildet sein und damit unabhängig voneinander ausgetauscht werden.

Die direkte Flüssigkeitskühlung kann mehrere Baugruppen aufweist, von denen wenigstens zwei als unterschiedliche Einschubgeräte ausgebildet sind. Die unterschiedlichen Einschubgeräte können funktionale Baugruppen einer Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) sein. Es kann somit die bei einer Kühlmittelverteilungseinheit aus dem Stand der Technik bekannte Vereinigung der funktionalen Baugruppen in einem einzigen Baugruppengehäuse aufgelöst werden, wobei sich mehrere, unabhängig voneinander ausgebildete Baugruppen ergeben. Diese Baugruppen können jeweils als ein Einschubgerät mit einem eigenen Gehäuse ausgebildet sein.

Die als unterschiedliche Einschubgeräte ausgebildeten Baugruppen können sich funktional ergänzen. Insbesondere weisen die mindestens zwei unterschiedlichen Einschubgeräte eine unterschiedliche Funktion In Bezug auf die direkte Flüssigkeitskühlung auf, vorzugsweise eine unterschiedliche Funktion einer Kühlmittelverteilungseinheit (CDU).

Die mindestens zwei als unterschiedliche Einschubgeräte ausgebildeten Baugruppen können derart zusammenwirken, dass sie gemeinsam die Funktion einer Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) aufweisen. Beispielsweise kann eine erste der beiden Baugruppen eine Pumpeinheit sein und die zweite Baugruppe eine Kühlmittelverteilungseinheit, die sämtliche funktionalen Baugruppen einer Kühlmittelverteilungseinheit, jedoch keine Pumpe aufweist. Die Pumpeinheit kann mehrere redundante Pumpen aufweisen. Es können mehrere Pumpeinheiten

vorgesehen sein, die jeweils ein Einschubgerät bilden. Die mehreren Pumpeinheiten können redundant ausgebildet sein, sowohl untereinander als auch bezogen auf jede Pumpeinheit, indem jede Pumpeinheit mehrere Pumpen aufweist.

Die Einschubgeräte, insbesondere die funktionale Baugruppen einer Kühlmittelverteilungseinheit bildenden Einschubgeräte, können ausgewählt sein aus: eine Pumpeinheit (RPU) für Kühlmittel, vorzugsweise mit 2N redundanten Pumpen, ein Wärmetauscher, ein Ausdehnungsgefäß, ein Druck- und/oder Temperatursensor, ein Dreiwegeventil mit Bypass-Ventil, eine AC-Stromversorgung, ein Steuergerät, ein Serviceventil, ein Filter, vorzugsweise ein Filterlüfter, ein automatischer Entlüfter, ein Druckbegrenzungsventil. Die Einschubgeräte können mehrfach, vorzugsweise untereinander redundant, bereitgestellt sein, besonders bevorzugt als voneinander unabhängige Einschubgeräte.

Die Einschubgeräte können zumindest teilweise hot-swap-fähig ausgebildet sein, vorzugsweise in Bezug auf eine Anbindung an einen Kühlmittelkreislauf der direkten Flüssigkeitskühlung und/oder eine Anbindung an eine Stromversorgung. Beispielsweise kann eine Stromversorgung, etwa eine unterbrechungsfreie Spannungsversorgung (USV) oder ein Netzteil/eine Stromversorgungseinheit (PSU) als ein Einschubgerät ausgebildet sein, insbesondere als ein hot-swap-fähiges Einschubgerät.

Eine Pumpeinheit (Reservoir Pumping Unit - RPU) der direkten Flüssigkeitskühlung kann als wenigstens eines der wenigstens zwei Einschubgeräte ausgebildet ist. Vorzugsweise weist die Pumpeinheit mehrere der Einschubgeräte auf oder wird aus mehreren Einschubgeräten gebildet, wobei die Einschubgeräte vorzugsweise Gleichteile sind. Die Gleichteile weisen vorzugsweise dieselbe Funktion auf. Im Falle einer Pumpeinheit weisen die Gleichteile eine Pumpleistung auf. Die Gleichteile können dieselbe Pumpleistung aufweisen. Die Pumpeinheiten können in Reihe geschaltet sein. Ihre Pumpleistungen können sich addieren. Im Versagensfall einer der Pumpeinheiten können die übrige Pumpeinheit oder die übrigen Pumpeinheiten die Pumpleistung der ausgefallenen Pumpeinheit übernehmen.

Wenn die mehreren Einschubgeräte der Pumpeinheit Gleichteile sind, können sie in Bezug auf ihre Pumpleistung für ein Kühlmittel der direkten Flüssigkeitskühlung redundant sind, vorzugsweise in Reihe geschaltet sein. Die mehreren Einschubgeräte der Pumpeinheit können dazu eingerichtet sein, dass bei einem Ausfall eines der

mehreren Einschubgeräte der Pumpeinheit von den verbleibenden Einschubgeräten der Pumpeinheit eine erforderliche Pumpleistung bereitgestellt ist.

Eines der Einschubgeräte kann eine Stromversorgung, vorzugsweise eine Gleichspannungsversorgung für in den Einschüben aufgenommene Einschubgeräte sein. Die Gleichspannungsversorgung kann einen Gleichrichter und eine Stromverteilung aufweisen, beispielsweise eine Stromschiene, die entlang einer Rückseite des IT-Racks in Höhenrichtung des IT-Racks verläuft und von dem Gleichrichter mit einer Gleichspannung beaufschlagt ist. Wenigstens eines der in den Einschüben aufgenommenen Einschubgerät der direkten Flüssigkeitskühlung kann mit der Stromverteilung, insbesondere der Stromschiene, elektrisch kontaktiert sein. Das Einschubgerät benötigt dann selbst keine Stromversorgungseinheit, etwa ein Netzteil, wodurch das Einschubgerät kostengünstiger in der Bereitstellung und weniger störungsanfällig ist sowie ein geringeres Baumaß aufweist.

Die Stromverteilung kann bei einer Ausführungsform eine Stromschiene sein, beispielsweise eine Kupferschiene, besonders bevorzugt eine Stromschiene, die in einem Berührungsschutz aufgenommen ist, der Kontaktöffnungen für die elektrische Kontaktierung der Stromschiene aufweist. Die Stromverteilung, insbesondere die Stromschiene, ist besonders bevorzugt als eine gerade Leiste ausgeführt. Die Einschubgeräte, insbesondere, jedoch nicht ausschließlich die Einschubgerät der direkten Flüssigkeitskühlung, können mit Gleichspannung betrieben werden. Es kann eine Gleichspannungsversorgung in dem IT-Rack bereitgestellt werden, die sich zumindest in der Höhenrichtung des IT-Racks erstreckt und mit der in die Einschübe eingeschobene Einschubgeräte mit Gleichspannung versorgt werden können. Die Gleichspannungsversorgung, insbesondere die Stromverteilung, etwa eine Stromschiene, kann eine Selbstkontaktierung aufweisen. Dazu können die Stromverteilung, etwa eine Stromschiene, und die Einschubgeräte an ihrer der Stromverteilung zugewandten Rückseite komplementäre Kontaktelemente aufweisen, die in Eingriff gelangen, wenn die Einschubgeräte in einer vollständig in die Einschübe eingeschobenen Position angeordnet sind, wobei die elektrische Kontaktierung außer Eingriff ist, wenn die Einschubgeräte in einer nicht vollständig eingeschobenen Position in die Einschübe eingeschoben sind.

Die Anordnung kann Bestandteil eines IT-Schranks, einer IT-Schrankreihe oder eines Rechenzentrums sein. Die Anordnung kann somit insbesondere Bestandteil eines

Schaltschrankgehäuses sein. Das Schaltschrankgehäuse kann in bekannter Weise neben der direkten Flüssigkeitskühlung eine Luftkühlung für die in dem Schaltschrank aufgenommenen kühlbedürftigen Komponenten aufweisen. Dazu kann das Schaltschrankgehäuse von gekühlter Luft durchsetzt werden. Es kann vorgesehen sein, dass das Schaltschrankgehäuse an einer Luftaustrittsseite, beispielsweise an einer Vorderseite oder einer Rückseite, einen Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher aufweist. Der Wärmetauscher kann beispielsweise als ein Rücktürwärmeübertrager ausgebildet sein. Damit kann beim Durchströmen des Schaltschranks erwärmte Luft als gekühlte Luft in die Schaltschrankumgebung abgegeben werden. Alternativ oder zusätzlich kann gekühlte Luft beispielsweise in einer Schaltschrankreihe in Kaltgang-Warmgang-Konfiguration, aus einem Kaltgang über eine Vorder- oder Rückseite des Schaltschranks in das Gehäuse eintreten und an der gegenüberliegenden Seite als erwärmte Luft in den Warmgang eintreten. Die gekühlte Luft kann beispielsweise von einem in einem Doppelboden des Rechenzentrums angeordneten Luft-Flüssigkeit-Wärmeübertrager in den Kaltgang abgegeben werden. Die gekühlte Luft kann auch in anderer Weise in dem Kaltgang bereitgestellt werden.

Für eine weitere Erhöhung der Wartungsfreundlichkeit der direkten Flüssigkeitskühlung kann die direkte Flüssigkeitskühlung modular aufgebaut sein, mit mehreren miteinander verschalteten Baugruppen, die jeweils eines der Einschubgeräte sein können. Dies ermöglicht Ausführungsformen der direkten Flüssigkeitskühlung, bei denen besonders störungsanfällige Baugruppen bzw. Module redundant bereitgestellt sind. So können beispielsweise mehrere Pumpmodule für den Flüssigkeitstransport vorgesehen sein. Die Pumpmodule können parallelgeschaltet sein. Jedes der Pumpmodule kann mehrere Pumpen aufweisen, die wiederum bevorzugt parallelgeschaltet sind.

Bei einer Ausführungsform weist die direkte Flüssigkeitskühlung wenigstens ein Pumpmodul auf, welches unabhängig von weiteren funktionalen Modulen der Flüssigkeitskühlung ausgebildet ist. Das wenigstens eine Modul beziehungsweise eines der Module der direkten Flüssigkeitskühlung kann ein Einschubgerät der direkten Flüssigkeitskühlung sein. Optional kann das Einschubgerät in der zuvor beschriebenen Weise an die Gleichspannungsversorgung angeschlossen ist. Es kann jedoch auch eine eigene Spannungsversorgung, beispielsweise ein Netzteil, aufweisen.

Wenn die Anordnung für die Versorgung einer direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) mit elektrischer Energie Bestandteil eines Schaltschrankgehäuses, einer Schaltschrankreihe, oder eines Rechenzentrums und weiterhin eine Luftkühlung mit wenigstens einem Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher vorgesehen ist, kann vorgesehen sein, dass ein Rücklauf des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers an einen Vorlauf der direkten Flüssigkeitskühlung, insbesondere an einen Vorlauf eines Flüssigkeits-Flüssigkeits-Wärmetauschers der direkten Flüssigkeitskühlung, angeschlossen ist. Auf diese Weise ist es möglich, dass die aus dem Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher austretende erwärmte Flüssigkeit immer noch als Wärmesenke für die Rückkühlung der Kühlflüssigkeit des Primärkreislaufes der direkten Flüssigkeitskühlung verwendet wird. Dies ist deshalb möglich, da Flüssigkeitskühlungen mit einer im Vergleich zu der den Schaltschrank durchsetzenden Luft einer Luftkühlung höheren Vorlauftemperatur betrieben werden können, um insbesondere noch eine effektive Wärmeübertragung von der kühlbedürftigen Komponente an die Flüssigkeit des Primärkreislaufes der Flüssigkeitskühlung zu ermöglichen.

Bei einer Ausführungsform kann der Rücklauf eines in einer Schaltschranktür aufgenommenen Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers an einen Vorlauf eines Flüssigkeits-Flüssigkeits-Wärmetauschers der direkten Flüssigkeitskühlung, insbesondere an den Außenkreis der direkten Flüssigkeitskühlung angeschlossen sein. Der Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher kann auch eine alternative Position in Bezug auf den Schaltschrank, eine Schaltschrankreihe oder ein Rechenzentrum, welche die DLC aufweisen, einnehmen. Beispielsweise kann der Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher in einem Doppelboden eines Rechenzentrums angeordnet und dazu eingerichtet sein, in einen Kaltgang gekühlte Luft einzublasen, die zuvor als erwärmte Luft aus dem Warmgang heraus sowie durch den Doppelboden und den Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher hindurch geleitet wurde. Der Wärmetauscher kann auch Bestandteil eines Inline-Kühlgeräts sein, welches in eine Schaltschrankreihe eingereiht ist. Die Schaltschrankreihe kann beispielsweise einen Kaltgang von einem Warmgang trennen, wobei über die Rückseite des Inline-Kühlgeräts erwärmte Luft aus dem Warmgang eingesogen, durch den Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher in dem Inline-Kühlgerät hindurchgeleitet und an der Vorderseite als gekühlte Luft in den Kaltgang ausgeblasen wird.

Bei einer Ausführungsform ist die Anordnung Bestandteil eines Schaltschrankgehäuses oder eines IT-Racks, in dem außer den Komponenten der erfindungsgemäßen

Anordnung ausschließlich Komponenten einer Flüssigkeitskühlung und optional Komponenten einer Luft-Flüssigkeits-Kühlung angeordnet sind. Ein derartiges Schaltschrankgehäuse oder ein derartiges IT-Rack kann Bestandteil einer Schaltschrankreihe sein, beispielsweise in eine Reihe aus Schaltschränken oder IT-Racks eingereiht und dazu eingerichtet sein, gekühlte Flüssigkeit für eine Flüssigkeitskühlung von in benachbarten Schaltschrankgehäusen oder in IT-Racks aufgenommene Komponenten bereitzustellen. Optional kann das die Anordnung aufweisende Schaltschrankgehäuse oder IT-Rack auch mindestens einen Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher für die Bereitstellung gekühlter Luft zur Kühlung der genannten Komponenten aufweisen. Der Flüssigkeitskreislauf des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers kann mit einem Flüssigkeitskreislauf des Außenkreises eines Flüssigkeits-Flüssigkeits-Wärmetauschers der Flüssigkeitskühlung in der zuvor beschriebenen Weise verschaltet sein, insbesondere derart, dass der Rücklauf des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers mit dem Vorlauf des Außenkreises des Flüssigkeits-Flüssigkeits-Wärmetauschers verbunden ist. Der Rücklauf des Außenkreises des Flüssigkeits-Flüssigkeits-Wärmetauschers kann mit einer Rückkühlung verbunden sein, beispielsweise mit einem Chiller. Der Vorlauf des Chillers kann mit dem Vorlauf des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers verbunden sein. Der Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher und der Flüssigkeits-Flüssigkeits-Wärmetauscher der direkten Flüssigkeitskühlung können jedoch auch unabhängig voneinander ausgebildet und jeweils mit dem Rückkühler für die Bereitstellung gekühlter Flüssigkeit verbunden sein. Es kann auch auf dem Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher verzichtet werden und lediglich eine Flüssigkeitskühlung realisiert sein.

Wenn die Anordnung eine Gleichspannungsversorgung aufweist, können entlang einer Stromverteilung, insbesondere einer Stromschiene in der Höhenrichtung zueinander beabstandet mehrere erste Blindkupplungssteckverbinder für den werkzeuglosen Anschluss von Baugruppen der direkten Flüssigkeitskühlung und/oder einer IT-Infrastruktur an die Stromverteilung, beispielsweise eine Stromschiene, angeordnet sein. Die in den Einschüben aufzunehmenden Einschubgeräte können zu den ersten Blindkupplungssteckverbindern komplementäre Steckverbinder aufweisen. Die zueinander komplementären Steckverbinder können eine Selbstzentrierung aufweisen, so dass bei dem Einschieben der Einschubgeräte in die Einschübe mit dem Erreichen einer vollständig eingeschobenen Position der Einschubgeräte in den Einschüben eine sichere Kontaktierung zwischen den Einschubgeräten und der Stromschiene erreicht wird.

Die direkte Flüssigkeitskühlung kann mindestens einen Kühlmittelverteilerkanal aufweisen, der entlang der Rückseite des IT-Racks in der Höhenrichtung des IT-Racks verläuft, wobei entlang des Kühlmittelverteilerkanals in der Höhenrichtung zueinander beabstandet eine Mehrzahl zweiter Blindkupplungssteckverbinder für den werkzeuglosen Anschluss von Baugruppen der direkten Flüssigkeitskühlung und/oder einer IT-Infrastruktur an den Kühlmittelverteilerkanal angeordnet sind.

Die Einschübe können eine Linearführung für Baugruppen der direkten Flüssigkeitskühlung und/oder einer IT-Infrastruktur aufweisen, wobei sich die Linearführung parallel zu einer Steckrichtung der ersten und/oder zweiten Blindkupplungssteckverbinder erstreckt.

Die direkte Flüssigkeitskühlung kann mehrere Einschubgeräte aufweisen, die in jeweils einem der Einschübe aufgenommen sind, und von denen wenigstens zwei Einschubgeräte als redundante Einschubgeräte ausgebildet sind, vorzugsweise redundante Pumpeinheiten, beispielsweise als jeweils eine Reservoir-Pumping-Unit (RPU). Sämtliche der Einschubgeräte, vorzugsweise jedoch wenigstens eines der Einschubgeräte der direkten Flüssigkeitskühlung kann mit einer Stromverteilung, insbesondere einer Stromschiene, kontaktiert sein, insbesondere über eine Blindkupplungssteckverbindung, so dass im Versagensfall ein einfacher Austausch möglich ist.

Eines der Einschubgeräte kann ein Gleichrichter sein. Der Gleichrichter kann beispielsweise als eine Power Supply Unit (PSU) ausgebildet sein, die als ein Einschubgerät in einem der Einschübe aufgenommen ist. Die PSU kann an einer der Stromverteilung zugewandten Rückseite einen Blindkupplungssteckverbinder aufweisen, über den die PSU mit einer Stromverteilung elektrisch verbunden ist, um die Stromverteilung, beispielsweise eine Stromschiene der Stromverteilung, mit Gleichspannung zu beaufschlagen.

Das wenigstens eine Einschubgerät der direkten Flüssigkeitskühlung kann eine Kühlmittelverteilungseinheit (Coolant Distribution Unit – CDU) oder wenigstens eine Baugruppe einer Kühlmittelverteilungseinheit sein. Vorzugsweise weist die Kühlmittelverteilungseinheit mehrere unabhängig voneinander ausgebildete Baugruppen auf. Vorzugsweise kann die Kühlmittelverteilungseinheit wenigstens zwei

redundante Baugruppen aufweisen. Die redundanten Baugruppen können als Gleichteile ausgebildet und parallelgeschaltet sein. Besonders bevorzugt weist die Kühlmittelverteilungseinheit wenigstens zwei Baugruppen mit unterschiedlicher Funktionalität auf. Die Baugruppen können jeweils als ein Einschubgerät für die Aufnahme in einem der Einschübe ausgebildet sein.

Baugruppen der Kühlmittelverteilungseinheit (Coolant Distribution Unit – CDU) können beispielsweise sein: wenigstens eine Pumpeinheit für Kühlmittel, mit vorzugsweise 2N redundanten Pumpen, wenigstens ein Wärmetauscher, wenigstens ein Ausdehnungsgefäß, wenigstens ein Druck- und/oder Temperatursensor, wenigstens ein Dreiwegeventil mit Bypass-Ventil, wenigstens eine AC-Stromversorgung, wenigstens ein Steuergerät, wenigstens ein Serviceventil, wenigstens ein Filter, vorzugsweise ein Filterlüfter, wenigstens ein automatischer Entlüfter, wenigstens ein Druckbegrenzungsventil. Einzelne der Baugruppen können als ein eigenes Einschubgerät ausgebildet sein. Es können mehrere Baugruppen ein gemeinsames Einschubgerät bilden. Die Baugruppen können hot-swap-fähig ausgebildet sein, vorzugsweise in Bezug auf eine Anbindung an einen Kühlmittelkreislauf, sofern vorhanden, und/oder eine Anbindung an eine Stromversorgung, sofern vorhanden.

Es kann vorgesehen sein, dass die Pumpeinheit der CDU als ein eigenes Einschubgerät ausgebildet ist. Vorzugsweise weist die Pumpeinheit mehrere Einschubgeräte auf. Die mehreren Einschubgeräte der Pumpeinheit können Gleichteile sein. Die mehreren Einschubgeräte der Pumpeinheit können in Bezug auf ihre Pumpleistung für das Kühlmittel in Reihe geschaltet sein. Die mehreren Pumpeinheiten können so konfiguriert sein, dass auch bei einem Ausfall einer der mehreren Pumpeinheiten von den verbleibenden Pumpeinheiten die erforderliche Pumpleistung bereitgestellt werden kann. Dazu kann vorgesehen sein, dass die mehreren Pumpeinheiten im Normalbetrieb, d. h. wenn keine der mehreren Pumpeinheiten ausgefallen ist, bei einer herabgesetzten Pumpleistung betrieben werden. Bei dem Ausfall einer der Pumpeinheiten können die verbleibenden Pumpeinheiten ihre Pumpleistung hochregeln, sodass die durch den Ausfall entfallende Pumpleistung kompensiert wird. Nachdem die ausgefallene Pumpeinheit ausgetauscht wurde, können die mehreren Pumpeinheiten wieder in den Normalbetrieb übergehen.

Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) sind häufig sämtliche der zuvor genannten Baugruppen, soweit diese in dem jeweiligen

Anwendungsfall erforderlich sind, in demselben Gehäuse angeordnet, mithin als ein einziges Gerät ausgebildet, sodass bei Ausfall einer der genannten Baugruppen die gesamte CDU ausgetauscht werden muss. Dies führt zur Unterbrechung der von der CDU bereitgestellten Kühlleistung und damit gegebenenfalls zum Ausfall der IT-Infrastruktur, die von der CDU gekühlt ist.

Wenigstens eine der Baugruppen der Kühlmittelverteilungseinheit, vorzugsweise ein Steuergerät und/oder ein Ausdehnungsgefäß der Kühlmittelverteilungseinheit, kann außerhalb eines Gehäuses der Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) und innerhalb oder außerhalb des IT-Racks angeordnet sein. Beispielsweise kann ein Ausdehnungsgefäß der Kühlmittelverteilungseinheit auf einem Dach des IT-Racks angeordnet sein.

Die wenigstens eine Baugruppe der Kühlmittelverteilungseinheit kann ein Steuergerät der Kühlmittelverteilungseinheit sein, das an die Stromversorgung, insbesondere die Stromschiene elektrisch angeschlossen und vorzugsweise als ein Einschubgerät ausgebildet ist, das in einem der Einschübe aufgenommen ist.

Die wenigstens eine Baugruppe der Kühlmittelverteilungseinheit kann ein Ausdehnungsgefäß sein, das an einen Kühlmittelverteilerkanal der direkten Flüssigkeitskühlung, vorzugsweise unmittelbar, fluidisch angeschlossen ist. Dabei kann das Ausdehnungsgefäß besonders bevorzugt außerhalb des IT-Racks angeordnet sein, beispielsweise auf dem Dach des IT-Racks.

Mehrere Baugruppen der Kühlmittelverteilungseinheit können als einzelne Einschubgeräte in jeweils einem Einschub aufgenommen sein. Dabei können die als voneinander unabhängige Einschubgeräte ausgebildeten Baugruppen der Kühlmittelverteilungseinheit mindestens zwei gleichartige oder baugleiche Baugruppen umfassen, vorzugsweise mehrere gleichartige oder baugleiche Pumpeinheiten, beispielsweise RPU's, der Kühlmittelverteilungseinheit. Beispielsweise können mindestens zwei der gleichartigen oder baugleichen Pumpeinheiten als redundante Pumpeinheiten ausgeführt sein. Zur Herstellung der Redundanz können die Pumpeneinheiten parallelgeschaltet sein.

Das wenigstens eine Einschubgerät kann eine Baugruppe der direkten Flüssigkeitskühlung sein, bei der das Einschubgerät ein Gehäuse aufweist, in dem wenigstens zwei redundante, vorzugsweise parallel geschaltete, Pumpen angeordnet sind. Das Gehäuse kann im Übrigen wenigstens frei von einem Verdichter, einem

Expansionsmittel und einem Verflüssiger sein. Vorzugsweise kann das Gehäuse frei von sämtlichen weiteren aktiven Komponenten einer Kältemaschine sein. Auf diese Weise kann eine Ausführungsform der Erfindung bereitgestellt werden, bei der die besonders störungsanfälligen Pumpeneinheiten einfach und im laufenden Betrieb ausgetauscht werden können. Dies kann dadurch weiter optimiert werden, dass nicht nur eines der Einschubgeräte mit wenigstens zwei redundanten Pumpen vorgesehen ist, sondern gleich mehrere dieser Einschubgeräte, die besonders bevorzugt in fluidisch parallelgeschalteter Weise einen Kühlmittelverteilerkanal mit gekühltem Kühlmittel beaufschlagen.

Bei einer Ausführungsform kann zusätzlich zu den wenigstens zwei redundanten Pumpen ein Wärmeübertrager in dem Gehäuse aufgenommen sein. Dabei kann für die Komponentenkühlung einer IT-Infrastruktur mit den redundanten Pumpen Kühlflüssigkeit durch einen Innenkreis des Wärmeübertragers gefördert oder förderbar sein. Wenn der Wärmeübertrager ein Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher ist, kann ein Außenkreis des Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher mit einem Rückkühler für Kühlflüssigkeit verbunden oder verbindbar sein. Alternativ kann in der bereits beschriebenen Weise der Außenkreis der Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher an den Rücklauf eines Luft-Flüssigkeit-Wärmetauschers einer vorhandenen IT-Infrastruktur angeschlossen sein.

Das Gehäuse kann an einer Außenseite wenigstens einen Vorlauf und einen ersten Rücklauf für den Anschluss des Innenkreises an einen Kühlmittelverteilerkanal der direkten Flüssigkeitskühlung aufweisen. Weiterhin kann an der Außenseite, vorzugsweise an einer der Stromverteilung zugewandten Rückseite des Gehäuses ein einpoliger oder zweipoliger elektrischer Kontakt für den elektrischen Anschluss an die Stromverteilung, etwa eine Stromschiene, vorhanden sein. Wenn der Wärmeübertrager ein Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher ist, können vorzugsweise ein zweiter Vorlauf und ein zweiter Rücklauf für den Anschluss des Außenkreises an einen Rückkühler vorgesehen sein. Vorzugsweise können sämtliche der Vorläufe und Rückläufe sowie der elektrische Kontakt als Blindkupplungssteckverbinder ausgebildet sein.

Wenigstens ein weiteres Einschubgerät kann in wenigstens einem weiteren der Einschübe aufgenommen oder aufnehmbar sein. Dabei kann das wenigstens eine

weitere Einschubgerät ein Server oder eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (Backup Battery Unit - BBU) sein.

Die direkte Flüssigkeitskühlung kann wenigstens ein weiteres Einschubgerät aufweisen, vorzugsweise eine kühlmittelführende Baugruppe einer Kühlmittelverteilungseinheit der direkten Flüssigkeitskühlung. Das Einschubgerät kann ein Wärmeübertrager sein oder einen solchen aufweisen. Weiterhin kann das Einschubgerät ein Ausdehnungsgefäß sein oder ein solches aufweisen. Das weitere Einschubgerät soll hierbei kontaktfrei zu der Stromschiene in einem der Einschübe aufgenommen sein.

Die Einschubgeräte und die weiteren Einschubgeräte können standardisierte Gehäuse aufweisen, die insbesondere hinsichtlich ihrer Abmessung in der Tiefenrichtung, mithin in Einschubrichtung der Einschubgeräte in die Einschübe, eine gleiche Abmessung aufweisen. Weiterhin bevorzugt sind die an den der Stromschiene zugewandten Rückseiten ausgebildeten ersten Blindkupplungssteckverbinder unabhängig vom Einschubgerätetyp gleichartig ausgebildet.

In den Einschüben des IT-Racks können ausschließlich Einschubgeräte der direkten Flüssigkeitskühlung aufgenommen sein. Mithin kann das IT-Rack in eine Schaltschrankreihe der kühlbedürftigen Komponenten eingereiht sein. Dazu kann das ausschließlich Einschubgeräte der Flüssigkeitskühlung aufnehmende IT-Rack über geeignete Schnittstellen, beispielsweise Anreihverbinder zu benachbarten IT-Racks der Schaltschrankreihe aufweisen, einschließlich fluidischer Übergänge zwischen dem ausschließlich die Einschubgeräte der Flüssigkeitskühlung aufweisenden IT-Rack und den benachbarten IT-Racks der Schaltschrankreihe, welche beispielsweise kühlbedürftige Server aufnehmen können.

Wenigstens eines der Einschubgeräte kann ein Wärmeübertrager sein oder einen solchen aufweisen, vorzugsweise einen Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher, ein Ausdehnungsgefäß, eine Pumpeinheit, ein Steuergerät oder eine Gleichspannungsversorgung.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand der nachstehenden Figuren erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 in schematischer Darstellung eine direkte Flüssigkeitskühlung;

- Figur 2 eine beispielhafte Ausführungsform eines als Pumpeinheit ausgebildeten Einschubgeräts;
- Figur 3 eine beispielhafte Ausführungsform einer direkten Flüssigkeitskühlung mit zusätzlicher Rücktür-Luftkühlung;
- Figur 4 in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines Einschubgeräts;
- Figur 5 eine weitere Ausführungsform eines Einschubgeräts;
- Figur 6 noch eine weitere Ausführungsform eines Einschubgeräts;
- Figur 7 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung in der Vorderansicht (a) und Seitenansicht (b); und
- Figur 8 noch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung in der Seitenansicht auf das IT-Rack.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine direkte Flüssigkeitskühlung (DLC). Von einem Rückkühler 16, der beispielsweise als ein Chiller, mit oder ohne Kältemaschine, ausgebildet sein kann, wird gekühlte Flüssigkeit bereitgestellt. Der Rückkühler 16 weist dazu insbesondere einen Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher sowie mindestens einen Lüfter auf, mit dem Umgebungsluft durch den Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher transportiert wird. Die von dem Rückkühler bereitgestellte gekühlte Flüssigkeit wird einer Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) zugeführt, insbesondere über den Vorlauf eines Außenkreises der CDU. Über einen Rücklauf des Außenkreises verlässt die von dem Rückkühler bereitgestellte Flüssigkeit die CDU als erwärmte Flüssigkeit und der Außenkreis der CDU, welcher zugleich den Flüssigkeitskreislauf des Rückkühlers 16 bildet, ist mit dem Bezugszeichen 17 gekennzeichnet.

Die Kühlmittelverteilungseinheit CDU weist insbesondere einen Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher sowie wenigstens eine Pumpe auf, um Flüssigkeit durch den Innenkreis 15 der CDU zu transportieren. Der Vorlauf des Innenkreises der CDU ist mit einem Rücklauf eines Kühlmittelverteilerkanals und der Rücklauf des

Innenkreises 15 der CDU mit einem Vorlauf des Kühlmittelverteilerkanals 7 verbunden. Der Kühlmittelverteilerkanal 7 kann in der Längsrichtung, mithin in der Vertikalrichtung zueinander beabstandet mehrere Anschlüsse einerseits an einen Vorlauf des Kühlmittelverteilerkanals 7, über den gekühltes Kühlmittel bereitgestellt wird, und andererseits an einen Rücklauf des Kühlmittelverteilerkanals 7, über den erwärmtes Kühlmittel abgeführt wird, aufweisen. Die Einschubgeräte 2 können beispielsweise Servereinschübe einer IT-Infrastruktur sein, die beispielsweise in der aus der US 2007/0274043 A1 bekannten Weise an den Verteilerkanal 7 angeschlossen sind. In den Einschubgeräten überströmt die Kühlflüssigkeit, die vorzugsweise ein elektrisch nicht leitendes Kältemittel ist, die kühlbedürftigen Komponenten, beispielsweise CPUs, oder GPUs, oder ein sonstiges Bauteil, welches eine hohe Verlustleistung und im Übrigen eine hohe Temperaturempfindlichkeit aufweist, so dass eine Luftkühlung aufgrund der geringeren Wärmeleitfähigkeit von Luft im Vergleich zu Flüssigkeit ungeeignet ist.

Figur 2 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Einschubgeräts, welches in einer erfindungsgemäßen Anordnung Verwendung finden kann. Das Einschubgerät 2.1 weist ein Gehäuse 13 auf, welches beispielsweise in Bezug auf seine Abmessungen standardisiert sein kann, beispielsweise zumindest dahingehend, dass mit dem Einschieben des Einschubgeräts 2.1 in einen Einschub eines IT-Racks sowohl eine Kontaktierung der ersten als auch der zweiten Blindkupplungsteckverbindung 6.1, 6.2 für die elektrische Kontaktierung der Stromverteilung einerseits und die fluidische Verbindung an die direkte Flüssigkeitskühlung, insbesondere einen Kühlmittelverteilerkanal, selbsttätig, das heißt insbesondere werkzeuglos erfolgen kann. In dem Gehäuse 13 sind drei redundante Pumpen 14 angeordnet, die insbesondere parallel zueinander verschaltet sind. In dem Gehäuse 13 ist weiterhin ein Wärmeübertrager 12, insbesondere ein Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher angeordnet. Die einzigen aktiven Komponenten innerhalb des Gehäuses 13 sind somit die Pumpen 14, die in dreifacher Ausführung und parallelgeschaltet vorgesehen sind. Die in Figur 2 gezeigte Pumpeneinheit weist somit eine sehr hohe Ausfallunempfindlichkeit auf. Aufgrund der Verwendung der ersten und der zweiten Blindkupplungssteckverbinder 6.1, 6.2 ist die gesamte Einheit, das heißt das Einschubgerät 2.1, im Versagensfall sämtlicher Pumpen oder bei nachlassender Pumpenleistung schnell und ohne relevante Ausfallzeiten austauschbar. Eine weitere Redundanz der direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) kann dadurch erreicht werden, dass gleich mehrere der in Figur 2 gezeigten Einschubgeräte 2.1 vorgesehen sind, die

wiederum untereinander parallelgeschaltet sind, so dass selbst bei dem Versagen sämtlicher der vorliegend drei Pumpen 14 eines der mehreren Einschubgeräte 2.1 der Weiterbetrieb der DLC gesichert ist und Ausfallzeiten im Wesentlichen vollständig vermieden werden können.

Die Figur 3 zeigt eine Ausführungsform, bei der die erfindungsgemäße Anordnung in einem Schaltschrankgehäuse aufgenommen ist, das nach der Bauart eines IT-Schranks mit mehreren 19-Zoll-Einschüben ausgebildet ist, die vertikal übereinander angeordnet sind. Die Einschubgeräte 2.1 in den Einschüben 2 des IT-Racks 1 sind teilweise von Servern und teilweise von Einbaugeräten 2.1 der direkten Flüssigkeitskühlung belegt. Beispielsweise ist ein oberster Einschub 2 des IT-Racks 1 von einer Gleichspannungsversorgung 3 belegt, die als ein Einbaugerät 2.1 bereitgestellt ist. Ein unterer Einschub 2 ist von einer Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) belegt. An einer Rückseite des IT-Racks 1 ist ein Kühlmittelverteilerkanal 7 mit seiner Vorlaufleitung und seiner Rücklaufleitung angeordnet. Die Vorlaufleitung und die Rücklaufleitung des Kühlmittelverteilerkanals 7 sind an die Kühlmittelverteilungseinheit CDU angeschlossen. An der Rückseite des IT-Racks 1 ist ein Rücktürwärmetauscher 200 angeschlossen. Dieser weist einen Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher und mehrere Lüfter auf. Mit Hilfe des Rücktürwärmetauschers wird gekühlte Luft über die Vorderseite des IT-Racks 1 durch das IT-Rack 1 hindurch, an den kühlbedürftigen Servereinschüben 2.1 vorbei in den Rücktürwärmetauscher 200 eingesogen, wo die erwärmte Luft den Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher passiert und als gekühlte Luft in die Umgebung des Gehäuses ausgeblasen wird. Der Vorlauf des Luft-Flüssigkeit-Wärmetauschers des Rücktürkühlgeräts 200 wird von einem Rückkühler 16, beispielsweise einem Chiller, gespeist. Der Rücklauf des Luft-Flüssigkeit-Wärmetauschers des Rücktürkühlgeräts 200 ist an einen Vorlauf eines Außenkreises der CDU angeschlossen. Die von den Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher abgegebene, erwärmte Flüssigkeit dient somit als Warmesenke in Bezug auf die CDU. In der CDU ist ein Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmeübertrager 12 angeordnet, über den Wärme von einem Innenkreis der CDU, mit dem die CDU an den Kühlmittelverteilerkanal 7 angeschlossen ist, an den Außenkreis der CDU übertragen ist.

Sämtliche Einschubgeräte 2.1, außer die Gleichspannungsversorgung 3 selbst, können als Gleichstromgeräte, die beispielsweise bei einer Betriebsspannung von 48 V betrieben werden, ausgebildet sein. Die gesamte Stromverteilung innerhalb des IT-Racks kann somit auf einen im Vergleich zur Netzspannung weniger gefährlichen

Gleichspannungsniveau erfolgen, wodurch die Betriebssicherheit des IT-Racks erhöht wird.

Der modulare Aufbau der direkten Flüssigkeitskühlung erlaubt es weiter, dass beispielsweise auch das Ausdehnungsgefäß 10 in einer für den Betrieb vorteilhaften Weise auf einer Oberseite des IT-Racks 1, das heißt insbesondere oberhalb des Kühlmittelverteilerkanals 7, angeordnet werden kann.

Die Figuren 4 bis 6 zeigen unterschiedliche Ausbaustufen eines Einschubgeräts 2.1, welches als Pumpeinheit (RPU) bei der Ausführungsform gemäß Figur 4 ausgebildet ist. Die in Figur 4 gezeigte RPU weist lediglich zwei parallel geschaltete Pumpen 14, die mit zwei Netzteilen 19, jeweils eines für jede der Pumpen 14, in einem Gehäuse 13 aufgenommen sind. Ein erster Blindkupplungssteckverbinder 6.1 dient für den Anschluss an die Gleichspannungsquelle und ein Paar zweiter Blindkupplungssteckverbinder 6.2 für den Anschluss an den Innenkreis der DLC, so dass mit der in Figur 4 gezeigten Pumpeinheit (RPU) der Kühlmittelverteilerkanal (nicht dargestellt) der DLC mit gekühltem Kühlmittel beaufschlagt werden kann.

In Erweiterung der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform ist bei der in Figur 5 gezeigten Ausführungsform nicht nur ein Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher 12 vorgesehen, sondern darüber hinaus sind die Pumpen 14 dreifach redundant ausgebildet. Entsprechend sind auch drei Netzteile 19 für die unabhängige Versorgung der drei Pumpen 14 vorgesehen. Die in Figur 5 gezeigte Ausführungsform eignet sich beispielsweise für den Einsatz in einem Schaltschrank gemäß Figur 3, bei dem der Außenkreis der CDU an einem Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher angeschlossen ist, beispielsweise an einen solchen Wärmetauscher eines Rücktürkühlgeräts 200.

Von der Ausführungsform gemäß Figur 5 wiederum abweichend ist bei der Ausführungsform in Figur 6 anstelle eines Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauschers für die Rückkühlung des Kühlmittels ein Luft-Flüssigkeit-Wärmetauscher 12 sowie ein Paar Lüfter 20 vorgesehen. Im Übrigen ist auch ein Ausdehnungsgefäß 10 in dem Gehäuse angeordnet. Ein Paar redundanter Pumpen 14 ist von einem Paar voneinander unabhängiger Netzteile 19 gespeist.

Figur 7 zeigt in der Vorderansicht (a) und in der Seitenansicht (b) eine beispielhafte Ausführungsform einer Anordnung für die Versorgung einer direkten

Flüssigkeitskühlung mit elektrischer Energie. Die Anordnung weist ein IT-Rack 1 auf, das eine Mehrzahl in der Höhenrichtung z übereinander angeordneter Einschübe 2 für Einschubgeräte 2.1 einer direkten Flüssigkeitskühlung aufweist. Neben den Einschubgeräten 2.1 für die direkte Flüssigkeitskühlung sind auch weitere Einschubgeräte 2.1 vorgesehen, die vorliegend als Server ausgebildet sind. Auch der Gleichrichter PSU ist als ein Einschubgerät 2.1 ausgebildet. Entlang der Rückseite R des IT-Racks 1 erstreckt sich als die Stromverteilung 5 eine Stromschiene einer Gleichspannungsversorgung 3 für die Einschübe 2 beziehungsweise darin aufgenommener Einschubgeräte 2.1. Die Stromschiene ist von dem Gleichrichter PSU gespeist, insbesondere mit einer Gleichspannung beaufschlagt. Die Einschubgeräte 2.1 der direkten Flüssigkeitskühlung DLC soweit sie einer Versorgung mit elektrischer Energie bedürfen, sind in jeweils einem der Einschübe 2 aufgenommen und mit der Stromschiene elektrisch kontaktiert. Das Ausdehnungsgefäß 10, welches keine elektrische Stromversorgung benötigt, ist an einer aus physikalischer Sicht vorteilhaften Position auf der Oberseite, das heißt im Übrigen außerhalb des IT-Racks 1 angeordnet. Ein Steuergerät 9 ist unabhängig von anderen Baugruppen der DLC als ein separates Einschubgerät ausgebildet und unmittelbar an der Gleichspannungsversorgung 3, insbesondere an der Stromschiene der Stromverteilung 5 kontaktiert. Die Einschubgeräte 2.1 weisen erste Blindkupplungssteckverbinder 6.1 für den werkzeuglosen Anschluss der Einschubgeräte 2.1 an die Stromschiene auf. Komplementäre Blindkupplungssteckverbinder können an der der Stromschiene zugewandten Rückseite von Gehäusen der Einschubgeräte 2.1 angeordnet sein. In analoger Weise können für den Anschluss an einen Vorlauf und einen Rücklauf des Kühlmittelverteilerkanals 7 an der Rückseite zweite Blindkupplungssteckverbinder, die Flüssigkeitsführend sind, angeordnet sein.

Während die in Figur 7 gezeigte Ausführungsform sowohl Servereinbauten und damit kühlbedürftige Komponenten als auch verschiedene Baugruppen einer direkten Flüssigkeitskühlung DLC für die Kühlung der Server aufweist, ist bei der in Figur 8 gezeigten Ausführungsform das IT-Rack 1 ausschließlich mit Komponenten einer direkten Flüssigkeitskühlung DLC bestückt. Insbesondere sind mehrere der Einschubgeräte 2.1 als redundante Pumpeinheiten RPU ausgebildet. Diese können beispielsweise als eine der Ausführungsformen gemäß den Figuren 2 und 4 ausgebildet sein. Die zwei Einschubgeräte 2.1 bilden den Wärmetauscher 12 sowie das Ausdehnungsgefäß 10. Auch die Gleichspannungsversorgung 3 ist als ein Einschubgerät ausgebildet, wie auch das Steuergerät 9. Die

Gleichspannungsversorgung 3 ist die einzige Komponente der in Figur 8 gezeigten Anordnung, die mit Netzspannung versorgt ist. Im Übrigen wird durch die Anordnung sichergestellt, dass sämtliche Komponenten und Vorrichtungen für die Stromverteilung, insbesondere die Stromschiene 5 auf einer niedrigen Gleichspannung liegen, beispielsweise 48 V.

Die in der zuvor genannten Beschreibung gegebenen Merkmale können in beliebiger Kombination für die Realisierung von Ausführungsformen der Erfindung relevant sein, wobei der Schutzbereich allein durch die Ansprüche bestimmt ist.

Bezugszeichenliste:

1	IT-Rack
2	Einschub
2.1	Einschubgerät
3	Gleichspannungsversorgung
5	Stromschiene
6.1	erster Blindkupplungssteckverbinder
6.2	zweiter Blindkupplungssteckverbinder
7	Kühlmittelverteilerkanal
8	Linearführung
9	Steuergerät
10	Ausdehnungsgefäß
11	weiteres Einschubgerät
12	Wärmeübertrager
13	Gehäuse
14	Pumpe
15	Innenkreis
16	Rückkühler
17	Außenkreis
19	Netzteil
20	Lüfter
200	Rüchtürkühlgerät
BBU	Unterbrechung freier Stromversorgung
CDU	Kühlmittelverteilungseinheit
DLC	direkte Flüssigkeitskühlung
PSU	Gleichrichter
RPU	Pumpeneinheit
R	Rückseite
x	Steckrichtung
z	Höhenrichtung

Ansprüche:

1. Anordnung für die direkte Flüssigkeitskühlung (DLC) einer IT-Infrastruktur, wobei die Anordnung mindestens ein IT-Rack (1) mit einer Mehrzahl in Höhenrichtung (z) des IT-Racks (1) übereinander angeordneter Einschübe (2) für Einschubgeräte (2.1) einer direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) und/oder einer IT-Infrastruktur aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die direkte Flüssigkeitskühlung (DLC) wenigstens zwei unterschiedliche Einschubgeräte (2.1) aufweist, die in jeweils einem der Einschübe (2) eingeschoben sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, bei der die direkte Flüssigkeitskühlung (DLC) mehrere Baugruppen aufweist, von denen wenigstens zwei als unterschiedliche Einschubgeräte (2.1) ausgebildet sind.
3. Anordnung nach Anspruch 2, bei der die Einschubgeräte (2.1) ausgewählt sind aus: eine Pumpeinheit (RPU) für Kühlmittel, vorzugsweise mit 2N redundanten Pumpen, ein Wärmetauscher, ein Ausdehnungsgefäß, ein Druck- und/oder Temperatursensor, ein Dreiwegeventil mit Bypass-Ventil, eine AC-Stromversorgung, ein Steuergerät, ein Serviceventil, ein Filter, vorzugsweise ein Filterlüfter, ein automatischer Entlüfter, ein Druckbegrenzungsventil.
4. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der die Einschubgeräte (2.1) hot-swap-fähig ausgebildet sein, vorzugsweise in Bezug auf eine Anbindung an einen Kühlmittelkreislauf der direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) und/oder eine Anbindung an eine Stromversorgung.
5. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der eine Pumpeinheit (RPU) der direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) als wenigstens eines der wenigstens zwei Einschubgeräte (2.1) ausgebildet ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, bei der die Pumpeinheit (RPU) mehrere der Einschubgeräte (2.1) bildet, wobei die von der Pumpeinheit (RPU) gebildeten Einschubgeräte (2.1) vorzugsweise Gleichteile sind.

7. Anordnung nach Anspruch 6, bei der die mehreren Einschubgeräte (2.1) der Pumpeinheit (RPU) Gleichteile sind, die vorzugsweise in Bezug auf ihre Pumpleistung für ein Kühlmittel der direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) redundant sind, vorzugsweise in Reihe geschaltet sein.
8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, bei der die mehreren Einschubgeräte (2.1) der Pumpeinheit (RPU) dazu eingerichtet sind, dass bei einem Ausfall eines der mehreren Einschubgeräte (2.1) der Pumpeinheit (RPU) von den verbleibenden Einschubgeräten (2.1) der Pumpeinheit (RPU) eine erforderliche Pumpleistung bereitgestellt ist.
9. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der wenigstens ein erstes der Einschubgeräte (2.1) der direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) eine Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) und das zweite eine Baugruppe einer Kühlmittelverteilungseinheit (CDU) ist, wobei das erste Einschubgerät (2.1) frei von der Baugruppe ist.
10. Anordnung nach Anspruch 9, bei der die wenigstens eine Baugruppe der Kühlmittelverteilungseinheit (CDU), vorzugsweise ein Steuergerät (9) und/oder ein Ausdehnungsgefäß (10) der Kühlmittelverteilungseinheit (CDU), außerhalb eines Gehäuses (13) des ersten Einschubgeräts (2.1) und innerhalb oder außerhalb des IT-Racks (1) angeordnet.
11. Anordnung nach Anspruch 10, bei der in dem Fall, dass die wenigstens eine Baugruppe innerhalb des IT-Tracks (1) angeordnet ist, die Baugruppe eines der wenigstens zwei Einschubgeräte (2.1) ist, die in wenigstens einen der Einschübe (2) eingeschoben sind.
12. Anordnung nach Anspruch 10 oder 11, bei der die wenigstens eine Baugruppe ein Ausdehnungsgefäß (10) ist, das an einen Kühlmittelverteilerkanal (7) der direkten Flüssigkeitskühlung (DLC), vorzugsweise unmittelbar, fluidisch angeschlossen ist, wobei das Ausdehnungsgefäß (10) besonders bevorzugt außerhalb des IT-Racks (1) angeordnet ist.
13. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der die als einzelne Einschubgeräte (2.1) ausgebildeten Baugruppen der direkten Flüssigkeitskühlung (DLC) mindestens zwei gleichartige oder baugleiche

Baugruppen aufweisen, vorzugsweise mehrere gleichartige oder baugleiche Pumpeinheiten (RPU), von denen besonders bevorzugt mindestens zwei der gleichartigen oder baugleichen Pumpeinheiten (RPU) als redundante Pumpeinheiten (RPU) ausgeführt sind.

14. Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei der wenigstens eines der Einschubgeräte (2.1) ein Gehäuse (13) aufweist, in dem wenigstens zwei redundante, vorzugsweise parallel geschaltete, Pumpen (14) angeordnet sind, wobei das Gehäuse (13) im Übrigen wenigstens frei von einem Verdichter, einem Expansionsmittel und einem Verflüssiger ist, und vorzugsweise frei von sämtlichen weiteren aktiven Komponenten einer Kältemaschine.
15. Anordnung nach Anspruch 14, bei der weiterhin wenigstens ein Wärmeübertrager (12) in dem Gehäuse (13) aufgenommen ist, wobei für die Komponentenkühlung einer IT-Infrastruktur mit den redundanten Pumpen (14) Kühlflüssigkeit durch einen Innenkreis (15) des Wärmeübertragers (12) gefördert oder förderbar ist, und wobei, wenn der Wärmeübertrager (12) ein Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher ist, vorzugsweise ein Außenkreis (17) des Flüssigkeit-Flüssigkeit-Wärmetauscher mit einem Rückkühler (16) für Kühlflüssigkeit verbunden oder verbindbar ist.