

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50140/2021
(22) Anmeldetag: 01.03.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2022

(51) Int. Cl.: **H01M 8/04007** (2016.01)
B60K 11/04 (2006.01)
H01M 8/1018 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3614474 A1
US 2020009960 A1
EP 0318885 B1
DE 4227565 C1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Mayr Johannes Dr.
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.
8020 Graz (AT)

(54) **Kühlvorrichtung zur wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems eines Antriebs eines Fahrzeugs**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung (10) zur wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems (100) eines Antriebs eines Fahrzeugs (200), aufweisend eine Radiatorvorrichtung (20) mit Kühlkanälen (22) zur Führung eines Kühlmittels (K) als Teil eines Kühlkreislaufs (150) für das Brennstoffzellensystem (100) und mit einem Einlassabschnitt (40) für einen Einlass einer Luftströmung (LS) entlang einer Einlassrichtung (ER), wobei die Radiatorvorrichtung (20) wenigstens zwei getrennte Radiatorabschnitte (24) mit unterschiedlichen Durchlassrichtungen (DR) quer zur Einlassrichtung (ER) für die Luftströmung (LS) aufweist zum Kühlen des Kühlmittels (K) in den Kühlkanälen (22), und wobei zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten (24) ein Einlassspalt (30) zum Führen der Luftströmung (LS) vom Einlassabschnitt (40) zu den Radiatorabschnitten (24) ausgebildet ist, weiter aufweisend eine Sprühhvorrichtung (50) mit wenigstens einem Sprühventil (52) mit einer Sprührichtung (SR) in die Luftströmung (LS) im Einlassabschnitt (40) und/oder im Einlassspalt (30) und mit einem Wasserkanal (54) für eine Zuführung von Wasser (W) zum wenigstens einen Sprühventil (52).

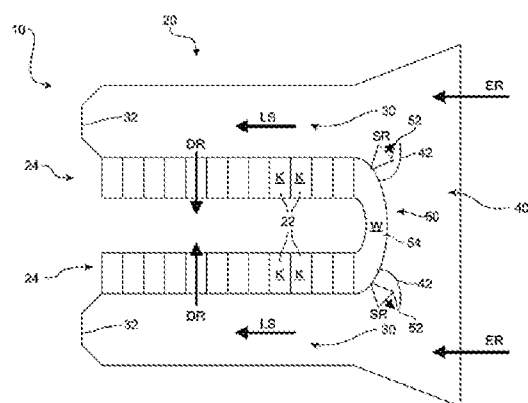


Fig. 1

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung (10) zur wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems (100) eines Antriebs eines Fahrzeugs (200), aufweisend eine Radiatorvorrichtung (20) mit Kühlkanälen (22) zur Führung eines Kühlmittels (K) als Teil eines Kühlkreislaufs (150) für das Brennstoffzellensystem (100) und mit einem Einlassabschnitt (40) für einen Einlass einer Luftströmung (LS) entlang einer Einlassrichtung (ER), wobei die Radiatorvorrichtung (20) wenigstens zwei getrennte Radiatorabschnitte (24) mit unterschiedlichen Durchlassrichtungen (DR) quer zur Einlassrichtung (ER) für die Luftströmung (LS) aufweist zum Kühlen des Kühlmittels (K) in den Kühlkanälen (22), und wobei zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten (24) ein Einlassspalt (30) zum Führen der Luftströmung (LS) vom Einlassabschnitt (40) zu den Radiatorabschnitten (24) ausgebildet ist, weiter aufweisend eine Sprühvorrichtung (50) mit wenigstens einem Sprühventil (52) mit einer Sprührichtung (SR) in die Luftströmung (LS) im Einlassabschnitt (40) und/oder im Einlassspalt (30) und mit einem Wasserkanal (54) für eine Zuführung von Wasser (W) zum wenigstens einen Sprühventil (52).

Fig. 1

Kühlvorrichtung zur wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems eines Antriebs eines Fahrzeugs

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung zur wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems eines Antriebs eines Fahrzeugs, ein Fahrzeug mit einer solchen Kühlvorrichtung sowie ein Verfahren für eine Kühlung eines Brennstoffzellensystems eines Fahrzeugs.

Es ist bekannt, dass Fahrzeuge in naher Zukunft von Brennstoffzellensystemen angetrieben oder im Antrieb unterstützt werden sollen. Solche Brennstoffzellensysteme sind üblicherweise mit einem Brennstoffzellenstapel mit einer Vielzahl einzelner Brennstoffzellen ausgestattet. Um die Brennstoffzellen zu betreiben, werden sie mit Brenngas versorgt und es stellt sich eine Betriebstemperatur ein. Brennstoffzellensysteme, beispielsweise mit dem Brenngas Wasserstoff, können dabei eine Betriebstemperatur von circa 100 C° aufweisen. Um einem unerwünscht hohen Temperaturwert im Betrieb des Brennstoffzellensystems entgegenzuwirken, sind die bekannten Brennstoffzellensysteme mit Kühlkreisläufen ausgestattet. Solche Kühlkreisläufe führen üblicherweise ein Kühlmittel im Kreislauf, um über einen Wärmetauscher im Brennstoffzellenstapel Wärme aus diesem in das Kühlmittel zu übertragen. Das erwärmte Kühlmittel wird zu einem Radiator am Fahrzeug transportiert und dort durch Wärmeaustausch mit durchströmender Umgebungsluft wieder gekühlt. Das auf diese Weise wieder gekühlte Kühlmittel kann als Rücklauf zurückgeführt werden.

Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass ein solcher Kühlkreislauf über die gesamte Breite der Betriebsweise des Brennstoffzellensystems ausgelegt werden muss. Insbesondere muss also auch die Kühlfunktion gegeben sein, wenn das Brennstoffzellensystem in einer Spitzenlastsituation betrieben wird. Solche Spitzenlasten treten beispielsweise bei voll beladenen Nutzfahrzeugen bei Bergfahrten oder in kurzen Anfahrssituationen auf. Die längste Zeitspanne werden solche Brennstoffzellensysteme bei Nutzfahrzeugen jedoch deutlich unterhalb der Spitzenlast betrieben. Dadurch, dass die bekannten Kühlvorrichtungen in der Auslegung an der Spitzenlast orientiert sind, müssen sie sehr groß, sehr schwer und sehr kostenintensiv ausgebildet werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise die Kühlung zu gewährleisten und für die gesamte Betriebsspanne in kleinerer, leichter und/oder kostengünstiger Weise die Kühlvorrichtung auszubilden. Bevorzugt ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine sehr große durchströmte Radiatorfläche zu schaffen mit entsprechend niedrigem Druckverlust am Radiator, wobei insbesondere eine kompakte Bauweise eine Integration in bestehende Fahrzeugarchitekturen erlaubt.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst, durch eine Kühlvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 13 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Fahrzeug sowie dem erfindungsgemäßen Verfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen werden kann.

Eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung dient der wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems eines Antriebs eines Fahrzeugs. Hierfür weist die Kühlvorrichtung eine Radiatorvorrichtung mit Kühlkanälen zur Führung eines Kühlmittels als Teil eines Kühlkreislaufes für das Brennstoffzellensystem auf. Darüber hinaus ist ein Einlassabschnitt für einen Einlass einer Luftströmung entlang einer Einlassrichtung vorgesehen. Die Radiatorvorrichtung ist mit wenigstens zwei getrennten Radiatorabschnitten mit unterschiedlichen Durchlassrichtungen quer zur Einlassrichtung für die Luftströmung ausgestattet, um das Kühlmittel in den Kühlkanälen zu kühlen. Dabei ist zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten ein Einlassspalt zum Führen der Luftströmung vom Einlassabschnitt zu den Radiatorabschnitten ausgebildet. Weiter weist die Kühlvorrichtung eine Sprühvorrichtung mit wenigstens einem Sprühventil, mit einer Sprührichtung in die Luftströmung im Einlassabschnitt und/oder im Einlassspalt und einen Wasserkanal für eine Zuführung von Wasser zu mindestens einem Sprühventil auf.

Eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung basiert auf grundsätzlich vorhandenen Kühlvorrichtungen eines Brennstoffzellensystems. Hier wird ein Kühlkreislauf eingesetzt, als Teil des Brennstoffzellensystems, welcher ein Kühlmittel im Kreislauf fördert. Dieses Kühlmittel, welches auch als primäres Kühlmittel bezeichnet werden kann, kann Wärme über einen Wärmetauscher im Brennstoffzellenstapel aufnehmen und zum Radiator der Kühlvorrichtung führen. Ebenfalls in bekannter Weise, durchströmt das erwärmte Kühlmittel die einzelnen Kühlkanäle des Radiators und kann dort durch Wärmeaustausch mit durchströmender Luftströmung wieder gekühlt werden. Für das Durchströmen der Luftströmung kann der Radiator Bohrungen und/oder Luftkanäle aufweisen, welche die Kühlkanäle wärmeübertragend kontaktieren. Anschließend wird das gekühlte Kühlmittel wieder dem Brennstoffzellenstapel im Kreislauf zur neuen Aufnahme von Wärme zurückgeführt.

Ein erfindungsgemäßer Kerngedanke beruht nun darauf, die Radiatorvorrichtung mit separaten Radiatorabschnitten auszugestalten. Die einzelnen Radiatorabschnitte sind dabei separat voneinander ausgebildet und so zueinander angeordnet, dass sie eine Durchlassrichtung quer zur Einlassrichtung für die Luftströmung aufweisen. Mit anderen Worten wird eine solche Radiatorvorrichtung beispielsweise im Frontbereich eines Fahrzeuges quer, insbesondere senkrecht, zur Fahrtrichtung angeordnet. Ähnlich bekannten Kühlergrills von Fahrzeugen, strömt also Luftströmung beim Fahren des Fahrzeugs, entgegen der Fahrtrichtung des Fahrzeugs, entlang der Einlassrichtung in den Einlassabschnitt ein. Bei den bekannten Radiatorvorrichtungen folgt die Luftströmung dieser Einlassrichtung entlang der Fahrtrichtung des Fahrzeugs durch die Radiatorvorrichtung hindurch und wird auf diese Weise auf der Rückseite der Radiatorvorrichtung in erwärmter Form austreten.

Im Gegensatz zu den bekannten Radiatorvorrichtungen wird durch die Aufteilung in separate Radiatorabschnitte nun ein Umlenken der Luftströmung möglich. Die Luftströmung wird quer zur Einlassrichtung in die Durchlassrichtungen umgelenkt und durchströmt damit quer zur Einlassrichtung die mindestens zwei getrennten Radiatorabschnitte. Die Wärmeübertragung findet dabei in identischer Weise statt, sodass Wärme vom Kühlmittel in den Kühlkanälen der Radiatorabschnitte an die durchströmende Luftströmung abgegeben wird.

Durch das Querstellen der einzelnen Radiatorabschnitte, insbesondere senkrecht zur Einlassrichtung und damit parallel zueinander, kann die gesamte Radiatorfläche deutlich erhöht werden, ohne die Breite der gesamten Radiatorvorrichtung signifikant zu vergrößern. Es ist also möglich, bei begrenzter Breite der Front eines Fahrzeugs, eine deutlich vergrößerte Radiatorfläche für den Wärmeübergang zur Verfügung zu stellen im Vergleich zu den bekannten Lösungen zur Verfügung zu stellen.

Wie bereits erläutert worden ist, ist bei dem Betrieb eines Brennstoffzellensystems für den Antrieb eines Fahrzeugs der überwiegende Regelbetrieb von Spitzenlastsituationen zu unterscheiden. Somit wird es erfindungsgemäß möglich, den Regelbetrieb in der beschriebenen Weise durch die Radiatorabschnitte zu kühlen. Ist eine Spitzenlastsituation vorhanden, reicht diese normale Kühlfunktion nicht aus. Es ist also ein zusätzliches Kühlen notwendig. Diese Zusatzkühlmenge wird erfindungsgemäß durch die Sprühhvorrichtung gewährleistet. Die Sprühhvorrichtung erlaubt es, ein sekundäres Kühlmittel in Form von Wasser in den Einlassabschnitt und/oder in den Einlassspalt zu sprühen. Damit wird die eingetretene Luftströmung im Vergleich zur Umgebungstemperatur abgekühlt. Dieses Abkühlen der Luftströmung erfolgt noch bevor die Luftströmung durch die einzelnen Radiatorabschnitte tritt. Es ist somit möglich, die Temperaturdifferenz zwischen der Luftströmung beim Durchtritt durch die Radiatorabschnitte und der Temperatur des Kühlmittels in den Kühlkanälen, zu erhöhen und damit die Kühlleistung durch den vergrößerten Temperaturgradienten zu verstärken. Befindet sich also ein Brennstoffzellensystem in einer Spitzenlastsituation, führt dies dazu, dass das Kühlmittel mit einer höheren Temperatur in die Kühlkanäle der Radiatorabschnitte befördert wird. Um möglichst gleichbleibend einen Kühleffekt und eine reduzierte Temperatur nach den Kühlkanälen für das Kühlmittel zu erreichen, wird nun durch das Verwenden der Sprühhvorrichtung, die Temperaturdifferenz zur durchströmenden Luftströmung vergrößert, sodass auf diese Weise ein erhöhter Kühleffekt zur gleichen oder im Wesentlichen gleichen Kühltemperatur im Rücklauf des gekühlten Kühlmittels führt.

Wie aus der voranstehenden Erläuterung ersichtlich wird, können nun die Radiatorvorrichtung und insbesondere die einzelnen Radiatorabschnitte, trotz sehr kompakter Bauweise, mit einer hohen Kühlleistung durch eine hohe Radiatorfläche ausgestattet werden. Darüber hinaus kann diese Kühlleistung auf die normale Betriebsweise des Brennstoffzellensystems begrenzt werden, da Spitzenlastsituationen mit zusätzli-

chem Kühlbedarf durch zusätzliche Kühlleistungen aus der Sprühvorrichtung abgedeckt werden können. Die Sprühvorrichtung ist dabei sehr klein und kompakt ausgebildet und trägt insbesondere nicht oder nur in sehr geringer Weise, zur Vergrößerung der Kühlvorrichtung bei. Das Wasser, welches im Wasserkanal für die Sprühventile verwendet wird, kann von einem separaten Wasserbehälter zur Verfügung gestellt werden. Jedoch ist es auch denkbar, dass dieses Wasser aus anderen Bereichen des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt wird, insbesondere in Form von Produktwasser, welches im Abgasstrom des Brennstoffzellensystems bei dessen Betrieb vorhanden ist.

Erfindungsgemäß werden also die einzelnen Radiatorabschnitte im Vergleich zu den bekannten Lösungen winklig gestellt, insbesondere im Wesentlichen senkrecht gestellt. Dabei sind die Radiatorabschnitte sozusagen entlang oder im Wesentlichen entlang der Einlassrichtung im Einlassabschnitt und damit entlang oder im Wesentlichen entlang der Fahrtrichtung eines Fahrzeugs ausgerichtet. Jedoch ist es auch denkbar, dass eine winklige Anordnung von bis zu beispielsweise 45° oder sogar bis zu 60° für einzelne Radiatorabschnitte vorgesehen ist. Auch ist ein Überlappen oder zumindest teilweises Überlappen einzelner Radiatorabschnitte in Querrichtung im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar.

Die erfindungsgemäßen Vorteile werden bereits dann erzielt, wenn eine gesamte Radiatorvorrichtung in wenigstens zwei separate und voneinander getrennte Radiatorabschnitte aufgeteilt wird. Auch kann eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung sowohl passiv als auch aktiv, beispielsweise durch den Einsatz eines später noch erläuterten Lüfterrades, betrieben werden. In Summe kann eine verbesserte Kühlleistung mit gleichbleibendem oder reduziertem Bauraum erzielt werden. Darüber hinaus ist eine Zusatzkühlung in sehr einfacher, kostengünstiger und effizienter Weise durch die Sprühvorrichtung möglich. Es ist noch darauf hinzuweisen, dass insbesondere eine senkrechte Anordnung der Radiatorabschnitte entlang einer Höhenrichtung des Fahrzeugs bevorzugt sein kann. Dies führt dazu, dass bei größeren Fahrzeugen entsprechend größerer vorhandener Bauraum in dieser Höhenrichtung sehr einfach verwendet werden kann, da eine Höhenskalierung und damit eine Verlängerung der Radiatorabschnitte sowie der Sprühvorrichtung sehr einfach und kostengünstig konstruktiv umsetzbar ist.

Vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung die Radiatorabschnitte jeweils mehrere Kühlkanäle aufweisen, welche sich insbesondere entlang einer Höhenrichtung der Kühlvorrichtung erstrecken und plattenförmig ausgebildet sind, wobei die Durchlassrichtung quer, insbesondere senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht, zur Höhenrichtung ausgerichtet ist. Bei dieser Ausführungsform handelt es sich um eine besonders kompakte und einfache Ausgestaltung der Kühlvorrichtung. Die plattenförmigen Radiatorabschnitte können dabei in einer Durchlassrichtung quer zur Höhenrichtung entsprechende Durchlassöffnungen oder Durchlasskanäle für die Luftströmung aufweisen. Die plattenförmige Anordnung nebeneinander führt zu einer parallelen oder im Wesentlichen parallelen Anordnung der Radiatorabschnitte zueinander. Die Kompaktheit in der Breitenrichtung wird dabei deutlich vergrößert. Nicht zuletzt ist hier bereits gut zu erkennen, dass entlang der Höhenrichtung durch eine Vergrößerung der Länge der Radiatorabschnitte und der Kühlkanäle entsprechend sehr einfach und kostengünstig eine konstruktive Vergrößerung der Kühlvorrichtung und damit auch der Kühlleistung erzielt werden kann. Die Durchströmung der Kühlkanäle erfolgt dabei vorzugsweise von unten nach oben ebenfalls entlang der Höhenrichtung.

Vorteile bringt es darüber hinaus mit sich, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung die Durchlassrichtung der Radiatorabschnitte senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht zur Einlassrichtung ausgerichtet ist. Ähnlich der parallelen oder im Wesentlichen parallelen Anordnung der Radiatorabschnitte gemäß dem voranstehenden Absatz wird auf diese Weise eine sehr kompakte Bauweise der Kühlvorrichtung erzielt. Ein weiterer Vorteil ist es, dass sich bei dieser Ausgestaltung Partikel in Form von Wassertropfen, Feststoffen oder anderen Verunreinigungen, wie beispielsweise Insekten, durch die Massenträgheit entlang der Einlassrichtung auch nach dem Umlenken der Luftströmung weiter entlang der Einlassrichtung bewegen. Es ist also auch möglich, große Tropfen abzufangen. Auf diese Weise ist es möglich, eine Abtrennung solcher Partikel aus dem Luftstrom zu erzielen, bevor diese Luftströmung durch die Radiatorabschnitte hindurchdringt. Dies verhindert zum einen, einen erhöhten Verschleiß der Radiatorabschnitte, zum anderen auch ein vollständiges oder temporäres Blockieren der Durchlassöffnungen in den Radiatorabschnitten. Insbesondere dann, wenn die Sprühvorrichtung eingesetzt wird, wird eine aktive Befuchtung und damit eine Sprühkühlung der Luftströmung erfolgen. So kann es sein, dass sich größere Wassertröpfchen in der Luftströmung bilden, die bei einer solchen

Ausführungsform nicht auf die Radiatorabschnitte gelangen, sondern vielmehr entlang der Einlassrichtung trotz Umlenken der Luftströmung in die Durchlassrichtung weitergetragen werden. Es erfolgt also ein Abtrennen dieser Wassertröpfchen und damit ein Vermeiden eines Blockierens der Radiatorabschnitte.

Vorteilhaft ist es ebenfalls, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung die Radiatorvorrichtung sekundäre Kühlkanäle eines sekundären Kühlkreislafs aufweist. Während grundsätzlich eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung ihre Vorteile bereits für einen einzigen Kühlkreislauf zur Verfügung stellt, können auch mehrere Kühlkreisläufe in einer solchen Radiatorvorrichtung kombiniert werden. So können unterschiedliche Kühlkanäle als primäre Kühlkanäle und andere Kühlkanäle als sekundäre Kühlkanäle ausgebildet werden. Bevorzugt ist es, wenn komplette Radiatorabschnitte ausschließlich spezifisch einem dieser Kühlkreisläufe zugewiesen sind. So kann beispielsweise ein Brennstoffzellensystem einen heißen Kühlkreislauf und einen mittleren Kühlkreislauf mit mittleren Temperaturen aufweisen. Die einzelnen Radiatorabschnitte können spezifisch diesen unterschiedlichen Kühlkreisläufen des Brennstoffzellensystems konstruktiv zugewiesen sein. Auch eine Integration eines Kühlkreislafs einer Klimaanlage des Fahrzeugs ist hier denkbar. Dabei ist noch darauf hinzuweisen, dass die Ausbildung sekundärer Kühlkanäle eines sekundären Kühlkreislafs konstruktiv fest vorgegeben sein kann. Jedoch ist es auch denkbar, dass mithilfe einer oder mehrerer Ventilvorrichtungen eine Schaltbarkeit gegeben ist, wie sie nachfolgend noch erläutert wird.

So kann es von Vorteil sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung gemäß dem voranstehenden Absatz, die Kühlkanäle und die sekundären Kühlkanäle über Ventilvorrichtungen schaltbar ausgebildet sind. Dies kann im einfachsten Fall ein Ein- und ein Ausschalten eines Radiatorabschnitts für den jeweiligen Kühlkreislauf darstellen. Auch ist ein qualitatives Schalten möglich, um den Volumenstrom durch den jeweiligen Radiatorabschnitt spezifisch für den jeweiligen Kühlkreislauf qualitativ variieren zu können. Auch ist ein komplexes Verschalten der einzelnen Radiatorabschnitte mit den einzelnen Kühlkreisläufen denkbar, sodass je nach aktueller Temperatursituation im jeweiligen Kühlkreislauf, eine größere Anzahl oder eine geringere Anzahl von Radiatorabschnitten diesem Kühlkreislauf flexibel zugewiesen werden kann. Insbesondere kann dabei in den unterschiedlichsten Situationen die

maximale Kühlleistung aller Radiatorabschnitte auf die einzelnen Kühlkreisläufe flexibel oder im Wesentlichen flexibel angepasst werden.

Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung die Sprühvorrichtung neben einem Einlassspalt angeordnet ist, insbesondere zwischen zwei benachbarten Einlassspalten, und sich insbesondere der Wasserkanal und der Einlassspalt entlang der Höhenrichtung der Kühlvorrichtung erstrecken. Sind beispielsweise 2, 4, insbesondere in gerader Zahl alternierend, mehrere Radiatorabschnitte vorgesehen, so können sich Einlassspalte und eine Abdeckung eines gemeinsamen Wasserkanals zwischen den Radiatorabschnitten abwechseln. Dies führt zu einer modularen Aufbauweise, welche auch in der Breite im Wesentlichen beliebig erweiterbar ist. Der Wasserkanal kann auch als sogenanntes Common-Rail und gemeinsame Wasserversorgung bezeichnet werden, welche in der Lage ist, Sprühventile auf beiden Seiten, also für jeweils zwei benachbarte Einlassspalte, über die gesamte Höhenrichtung mit Wasser zu versorgen. Dies erlaubt es, mit einer sehr einfachen Konstruktionsweise eine sehr breite Zusatzkühlung über eine Vielzahl von einzelnen Sprühventilen zu gewährleisten.

Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung der Wasserkanal der Sprühvorrichtung einen Anschluss an einen Wasserspeicher und/oder an einen Abgasabschnitt des Brennstoffzellensystems zum Aufnehmen von Produktwasser aus dem Abgas des Brennstoffzellensystems aufweist. Darunter ist zu verstehen, dass insbesondere Wasser von außen nachgefüllt und zwischengespeichert werden kann. Auch ein Zwischenspeichern von Produktwasser, welches beim Betrieb des Brennstoffzellensystems entsteht, ist hier denkbar. So kann beispielsweise flüssiges Produktwasser im Abgasstrom des Brennstoffzellenstapels und/oder gasförmiges Produktwasser in kondensierter Weise in diesen Wasserspeicher zurückgeführt werden. Dies führt zu einer weiteren Reduktion der Komplexität und einer Erhöhung der Einsatzflexibilität einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung.

Erfindungsgemäß bringt es weitere Vorteile mit sich, wenn bei der Kühlvorrichtung zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten, insbesondere entlang der Einlassrichtung am Ende der Radiatorabschnitte, eine Auffangrinne angeordnet ist, für ein Auffangen von flüssigem Wasser aus der Sprühvorrichtung. Bei dieser Auffangrinne handelt es sich also um eine Art Drainagevorrichtung, welche Wasser,

welches nicht zur zusätzlichen Kühlung der Luftströmung verwendet worden ist, auf fängt und in definierter Weise abführt. Diese Auffangrinne erstreckt sich vorzugsweise entlang der Höhenrichtung, sodass eine Schwerkraftförderung des aufgefangenen Wassers in der Rinne nach unten möglich ist. Am unteren Ende dieser Auffangrinnen können entsprechende Auffangbehälter vorgesehen sein, welche in der Lage sind, das aufgefangene und abgeführte Wasser aufzunehmen und entweder an die Umgebung abzuführen oder einer weiteren Nutzung zuzuführen.

Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einer Kühlvorrichtung gemäß dem voranstehenden Absatz, die Auffangrinne einen Anschluss an den Wasserkanal der Sprühvorrichtung aufweist, für ein Überführen von aufgefangenem Wasser in den Wasserkanal. Ein solcher Anschluss kann direkt oder indirekt zur Verfügung gestellt sein und dient dazu, das aufgefangene Wasser in dem Wasserkanal nochmals wiederzuverwenden. Auch kann auf diese Weise Luftfeuchtigkeit oder eingebrachte Regentropfen, welche über die Auffangrinne abgeführt werden, ebenfalls der Zusatzkühlung zugeführt werden. Dies ist insbesondere korreliert mit einer Schwerkraftförderung für das in der Auffangrinne aufgefangene Wasser, wie sie im voranstehenden Absatz erläutert worden ist.

Weiter von Vorteil kann es sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung im Einlassabschnitt, insbesondere benachbart zu den Sprühventilen, eine Schutzwandung angeordnet ist, für einen Schutz der Sprühventile und/oder der Radiatorabschnitte gegen mechanische Beschädigung. Eintretende Partikel, beispielsweise Steinschlag oder Insekten, werden auf diese Weise abgebremst oder am weiteren Eintritt vollständig gehindert, sodass die Sprühventile selbst, aber auch die Radiatorabschnitte, vor mechanischer Beschädigung durch solche Partikel geschützt sind. Darüber hinaus kann eine solche Schutzwandung auch dazu dienen, dass das versprühte Wasser nicht nach vorne aus dem Einlassabschnitt entweicht, sondern der gewünschten Zusatzkühlung in der Luftströmung vollständig oder im Wesentlichen vollständig zur Verfügung gestellt wird.

Ebenfalls Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung die Kühlkanäle der Radiatorabschnitte parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Neben einer kostengünstigen und einfachen Fertigungsmöglichkeit für die Radiatorabschnitte führt dies zu einem verbesserten Strömungsverlauf

des Kühlmittels in den Kühlkanälen und einem verbesserten Wärmeübergang zu der durchströmenden Luftströmung. Die gleiche Wärmeübertragungsfunktionalität wird dabei vorzugsweise für alle Kühlkanäle gewährleistet, sodass nach dem Durchströmen der Kühlkanäle im Rücklaufbereich der Kühlkanäle, für alle Radiatorabschnitte und für alle Kühlkanäle eine identische oder im Wesentlichen identische Rücklauf-temperatur erreicht werden kann. Dies harmonisiert und homogenisiert die Kühlfunktion einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung.

Vorteile bringt es darüber hinaus mit sich, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung für eine aktive Förderung der Luftströmung durch die Radiatorabschnitte eine gemeinsame Lüftervorrichtung vor dem Einlassabschnitt, im Einlassabschnitt und/oder nach den Radiatorabschnitten angeordnet ist. Bevorzugt ist dabei die Anordnung einer solchen Lüftervorrichtung nach den Radiatorabschnitten, sodass sie ebenfalls vor mechanischer Beschädigung durch entsprechend eintretende Partikel geschützt ist. Dies führt zu einer aktiven Unterstützung der Luftströmung, wenn ein Lüfterrad einer solchen Lüftervorrichtung in Betrieb genommen wird. Befindet sich das Fahrzeug beispielsweise in einem Standbetrieb oder im Stau, so findet nur eine sehr reduzierte passive Luftströmung durch die Radiatorabschnitte statt. Erfindungsgemäß kann bei dieser Ausführungsform auch in solchen Sondersituationen die Luftströmung aktiv erzeugt oder zumindest unterstützt werden. Bei sehr heißen Außentemperaturen kann auch bei Fahrbetrieb und bestehender passiver Luftströmung, diese noch weiter verstärkt werden, um einen gewünschten starken Kühleffekt zur Verfügung zu stellen.

Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Fahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, mit einem Brennstoffzellensystem für den Antrieb oder eine Unterstützung des Antriebs des Fahrzeugs. Ein solches Fahrzeug weist eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung zur Kühlung des Brennstoffzellensystems auf. Damit bringt ein erfindungsgemäßes Fahrzeug die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung erläutert worden sind. Das Brennstoffzellensystem ist mit dem bereits erläuterten Kühlkreislauf ausgestattet, wobei ein Teil dieses Kühlkreislaufs durch die Kühlkanäle der Radiatorabschnitte zur Verfügung gestellt wird. Auch weitere Kühlkreisläufe, zum Beispiel des gleichen Brennstoffzellensystems und/oder eines separaten Klimaanlage-Systems des Fahr-

zeugs, können hier in die Kühlvorrichtung integriert und insbesondere spezifisch einzelnen Radiatorabschnitten zugewiesen sein.

Es kann vorteilhaft sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Fahrzeug die Kühlvorrichtung in einem Frontabschnitt des Fahrzeugs angeordnet ist. So kann beispielsweise hinter dem Kühlergrill eines Fahrzeugs die Kühlvorrichtung angeordnet sein, sodass im Fahrbetrieb eine passive Anströmung durch den Fahrtwind die Luftströmung zur Verfügung stellt. Auch ist dieser Bereich üblicherweise für die Kühlvorrichtung freigehalten, sodass auch ein Nachrüsten bestehender Fahrzeugkonstruktionen möglich ist. Es ist damit eine direkte Anströmung im Fahrbetrieb möglich und eine Intensivierung der passiv erzeugten und zur Verfügung gestellten Luftströmung.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren für eine Kühlung eines Brennstoffzellensystems eines Fahrzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung, aufweisend die folgenden Schritte:

- Fördern eines Kühlmittels in einem Kühlkreislauf zur Aufnahme von Wärme im Brennstoffzellensystem,
- Fördern des erwärmten Kühlmittels in die Kühlkanäle der Radiatorabschnitte,
- Durchführen einer Sprühkühlung mittels der Sprühvorrichtung für die Luftströmung vor dem Durchströmen der Radiatorabschnitte.

Damit bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf ein erfindungsgemäßes Fahrzeug sowie mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung erläutert worden sind. Die Zusatzkühlung in Form der Sprühkühlung kann vorzugsweise schaltbar sein, sodass diese nur in Spitzenlastsituationen bei erhöhtem Kühlbedarf, eingeschaltet wird.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung,
- Fig. 2 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung,
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung,
- Fig. 4 die Ausführungsform der Figur 3 in einer Ansicht entlang der Einlassrichtung,
- Fig. 5 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fahrzeugs und
- Fig. 6 die Ausführungsform der Figur 5 in Frontansicht.

Figur 1 zeigt schematisch eine besonders einfache erfindungsgemäße Kühlvorrichtung 10. Diese ist mit einer Radiatorvorrichtung 20 mit hier zwei separaten Radiatorabschnitten 24 ausgestattet. Die Radiatorabschnitte 24 sind plattenförmig ausgebildet und parallel zueinander angeordnet. Ein trichterförmiger Einlassabschnitt 40 erlaubt es, dass Luftströmung LS in den Einlassabschnitt 40 eindringt. Diese Luftströmung LS folgt der Einlassrichtung ER in die Einlassspalte 30 oberhalb und unterhalb, bezogen auf die Einlassrichtung ER links und rechts der beiden Radiatorabschnitte 24. In diesen Einlassspalten 30 erfolgt ein Umlenken der Luftströmung LS in die Durchlassrichtung DR, wobei beim Durchtritt durch die Radiatorabschnitte 24, Kühlmittel K in den Kühlkanälen 22 gekühlt wird. Auf der Rückseite, in Figur 1 links dargestellt, tritt auf diese Weise erwärmte Luftströmung LS wieder aus, und wird insbesondere der Umgebung des Fahrzeugs 200 zugeführt.

Neben dieser hauptsächlichen Kühlfunktion kann mithilfe einer Sprühhvorrichtung 50 eine Sprühkühlung als Zusatzkühlung zur Verfügung gestellt werden. Für jeden Einlassspalt 30 ist hier mindestens ein Sprühventil 52 mit einer Sprührichtung SR vorgesehen, welche die eintretende Luftströmung LS mit Wasser W aus dem gemeinsamen Wasserkanal 54 befeuchten kann. Dabei ist diese Sprühkühlung vorzugsweise qualitativ oder quantitativ schaltbar, sodass diese Zusatzkühlung ein- und ausgeschaltet oder sogar qualitativ variiert werden kann.

Weiter zeigt die Figur 1 entlang der Einlassrichtung ER am Ende des jeweiligen Einlassspaltes 30 eine Auffangrinne 32. Diese Auffangrinne 32 dient dazu, Partikel, aber auch Wassertropfen, aufzufangen und nach unten, in der Figur 1 in die Bildebene hinein, abzuführen. Diese aufgefundenen Partikel werden entweder an die Umgebung abgeführt oder Wasser W, welches auf diese Weise mit Schwerkraftförderung nach unten abgeführt wird, in den Wasserkanal 54 zurückgeführt.

Figur 2 zeigt eine Variante, welche grundsätzlich auf der Lösung der Figur 1 basiert, jedoch insgesamt acht separate Radiatorabschnitte 24 aufweist. Die entsprechende Kühlleistung ist damit deutlich verstärkt und insbesondere ist gut zu erkennen, dass in der Breite des Fahrzeugs (in Figur 2 in der Ausrichtung von oben nach unten) eine sehr geringe Vergrößerung der Erstreckung der Radiatorvorrichtung 20 zu einer sehr starken Vergrößerung der Radiatorfläche führt. Die Funktionalität der Figur 2 entspricht der der Figur 1, jedoch mit deutlich verstärkter Kühlleistung.

Figur 3 basiert auf der Ausführungsform der Figur 2, wobei jedoch hier zusätzlich eine Lüftervorrichtung 60 vorgesehen ist. Diese Lüftervorrichtung 60 ist hinter den Radiatorabschnitten 24 angeordnet und arbeitet also im Saugbetrieb für die Unterstützung der Luftströmung LS. Auf diese Weise wird es möglich, auch im Standbetrieb im Stau oder bei geringer Geschwindigkeit, eine erzwungene Luftströmung LS mit entsprechendem Kühleffekt zur Verfügung zu stellen.

Figur 4 zeigt die Frontansicht entlang der Einlassrichtung ER der Figur 3. Hier ist gut zu erkennen, wie sich die einzelnen Radiatorabschnitte 24 entlang der Höhenrichtung HR erstrecken. Diese Höhenrichtung HR ist auch eine Variationsmöglichkeit, um konstruktiv einfach die Kühlvorrichtung 10 nach oben zu verlängern. Hier ist auch gut die Integration mehrerer Kühlkreisläufe 150, 160 und 170 zu erkennen. Während der Hauptkühlkreislauf 150 des Brennstoffzellensystems 100 die Großzahl der Radiatorabschnitte 24 von unten nach oben durch die Kühlkanäle 22 durchströmt, sind die beiden Radiatorabschnitte 24 am linken und am rechten Rand für sekundäre Kühlkreisläufe 160 und 170 vorgesehen. Dabei können, hier nicht dargestellt, Ventilvorrichtungen eine Schaltbarkeit für die einzelnen Kühlkreisläufe 150, 160 und 170 und die einzelnen Radiatorabschnitte 24 zur Verfügung stellen. Die einzelnen Sprühventile 52 der Sprühvorrichtungen 50 sind über die gesamte Höhenrichtung HR angeordnet. Auch ist hier noch gut zu erkennen, dass am, in Schwerkraftrichtung ge-

sehen unteren, Ende der Radiatorabschnitte 24, ein Ende einer Auffangrinne 32 vorgesehen ist, um aufgefangenes Wasser W abzuführen oder den Wasserkanälen 54 der Sprühvorrichtungen 50 zurückführen zu können.

Die Figuren 5 und 6 zeigen beispielhaft ein Fahrzeug 200. Dieses ist im Frontabschnitt 210 mit einer Kühlvorrichtung 10 mit entsprechender Radiatorvorrichtung 20 ausgestattet. Für den Antrieb des Fahrzeugs 200 ist ein Brennstoffzellensystem 100 mit einem Brennstoffzellenstapel 110 vorgesehen. Bei dieser Ausführungsform ist darüber hinaus noch eine Rückführung von Wasser W als Produktwasser aus einem Abgasabschnitt 140 des Brennstoffzellensystems 100 vorgesehen. Auch kann hier ein Zwischenspeicher 142 für das gewonnene Produktwasser vor Erreichen der Radiatorabschnitte 20 zur Verfügung gestellt sein.

Die voranstehende Erläuterung beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

10	Kühlvorrichtung
20	Radiatorvorrichtung
22	Kühlkanal
24	Radiatorabschnitt
26	sekundärer Kühlkanal
30	Einlassspalt
32	Auffangrinne
40	Einlassabschnitt
42	Schutzwandung
50	Sprühvorrichtung
52	Sprühventil
54	Wasserkanal
60	Lüftervorrichtung
100	Brennstoffzellensystem
110	Brennstoffzellenstapel
140	Abgasabschnitt
142	Wasserspeicher
150	Kühlkreislauf
160	sekundärer Kühlkreislauf
170	weiterer sekundärer Kühlkreislauf
200	Fahrzeug
210	Frontabschnitt
LS	Luftströmung
ER	Einlassrichtung
DR	Durchlassrichtung
SR	Sprührichtung
HR	Höhenrichtung
K	Kühlmittel
W	Wasser

Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung (10) zur wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems (100) eines Antriebs eines Fahrzeugs (200), aufweisend eine Radiatorvorrichtung (20) mit Kühlkanälen (22) zur Führung eines Kühlmittels (K) als Teil eines Kühlkreislaufs (150) für das Brennstoffzellensystem (100) und mit einem Einlassabschnitt (40) für einen Einlass einer Luftströmung (LS) entlang einer Einlassrichtung (ER), wobei die Radiatorvorrichtung (20) wenigstens zwei getrennte Radiatorabschnitte (24) mit unterschiedlichen Durchlassrichtungen (DR) quer zur Einlassrichtung (ER) für die Luftströmung (LS) aufweist zum Kühlen des Kühlmittels (K) in den Kühlkanälen (22), und wobei zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten (24) ein Einlassspalt (30) zum Führen der Luftströmung (LS) vom Einlassabschnitt (40) zu den Radiatorabschnitten (24) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sprühvorrichtung (50) mit wenigstens einem Sprühventil (52) mit einer Sprührichtung (SR) in die Luftströmung (LS) im Einlassabschnitt (40) und/oder im Einlassspalt (30) und mit einem Wasserkanal (54) für eine Zuführung von Wasser (W) zum wenigstens einen Sprühventil (52) vorgesehen ist.
2. Kühlvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radiatorabschnitte (24) jeweils mehrere Kühlkanäle (22) aufweisen, welche sich insbesondere entlang einer Höhenrichtung (HR) der Kühlvorrichtung (10) erstrecken, und plattenförmig ausgebildet sind, wobei die Durchlassrichtung (DR) quer, insbesondere senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht, zur Höhenrichtung (HR) ausgerichtet ist.
3. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchlassrichtung (DR) der Radiatorabschnitte (24) senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht zur Einlassrichtung (ER) ausgerichtet ist.
4. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radiatorvorrichtung (20) sekundäre Kühlkanäle (26) eines sekundären Kühlkreislaufs (160, 170) aufweist.

5. Kühlvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkanäle (22) und die sekundären Kühlkanäle (26) über Ventilvorrichtungen schaltbar ausgebildet sind.
6. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühvorrichtung (50) neben einem Einlassspalt (30) angeordnet ist, insbesondere zwischen zwei benachbarten Einlassspalten (30) und sich insbesondere der Wasserkanal (54) und der Einlassspalt (30) entlang der Höhenrichtung (HR) der Kühlvorrichtung (10) erstrecken.
7. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserkanal (54) der Sprühvorrichtung (50) einen Anschluss an einen Wasserspeicher (142) und/oder an einen Abgasabschnitt (140) des Brennstoffzellensystems (100) zum Aufnehmen von Produktwasser aus dem Abgas des Brennstoffzellensystems (100) aufweist.
8. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten (24), insbesondere entlang der Einlassrichtung (ER) am Ende der Radiatorabschnitte (24), eine Auffangrinne (32) angeordnet ist für ein Auffangen von flüssigem Wasser aus der Sprühvorrichtung (50).
9. Kühlvorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auffangrinne (32) einen Anschluss an den Wasserkanal (54) der Sprühvorrichtung (50) aufweist für ein Überführen von aufgefangenem Wasser in den Wasserkanal (50).
10. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Einlassabschnitt (40), insbesondere benachbart zu den Sprühventilen (52), eine Schutzwandung (42) angeordnet ist für einen Schutz der Sprühventile (52) und/oder der Radiatorabschnitte (24) gegen mechanische Beschädigung durch Partikel.

11. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkanäle (22) der Radiatorabschnitte (24) parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
12. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine aktive Förderung der Luftströmung (LS) durch die Radiatorabschnitte (24) eine gemeinsame Lüftervorrichtung (60) vor dem Einlassabschnitt (40), im Einlassabschnitt (40) und/oder nach den Radiatorabschnitten (24) angeordnet ist.
13. Fahrzeug (200), insbesondere Nutzfahrzeug, mit einem Brennstoffzellensystem (100) für den Antrieb oder eine Unterstützung des Antriebs des Fahrzeugs (200), aufweisend eine Kühlvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 12 zur Kühlung des Brennstoffzellensystems (100).
14. Fahrzeug (200) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlvorrichtung (10) in einem Frontabschnitt (210) des Fahrzeugs (200) angeordnet ist.
15. Verfahren für eine Kühlung eines Brennstoffzellensystems (100) eines Fahrzeugs (200) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 13 oder 14, aufweisend die folgenden Schritte:
 - Fördern eines Kühlmittels (K) in einem Kühlkreislauf (150) zur Aufnahme von Wärme im Brennstoffzellensystem (100),
 - Fördern des erwärmten Kühlmittels (K) in die Kühlkanäle (22) der Radiatorabschnitte (24),
 - Durchführen einer Sprühkühlung mittels der Sprühvorrichtung (50) für die Luftströmung (LS) vor dem Durchströmen der Radiatorabschnitte (24).

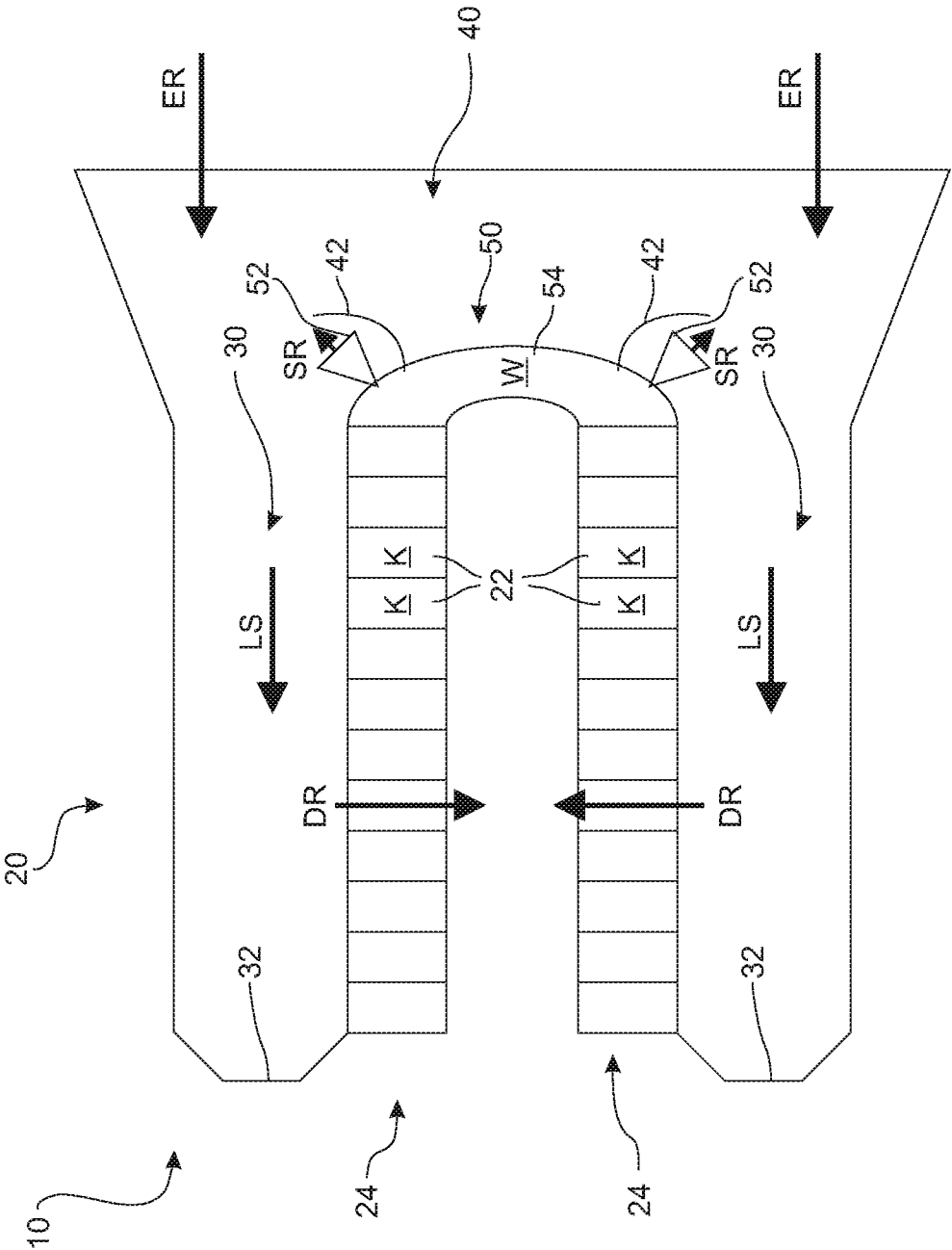


Fig. 1

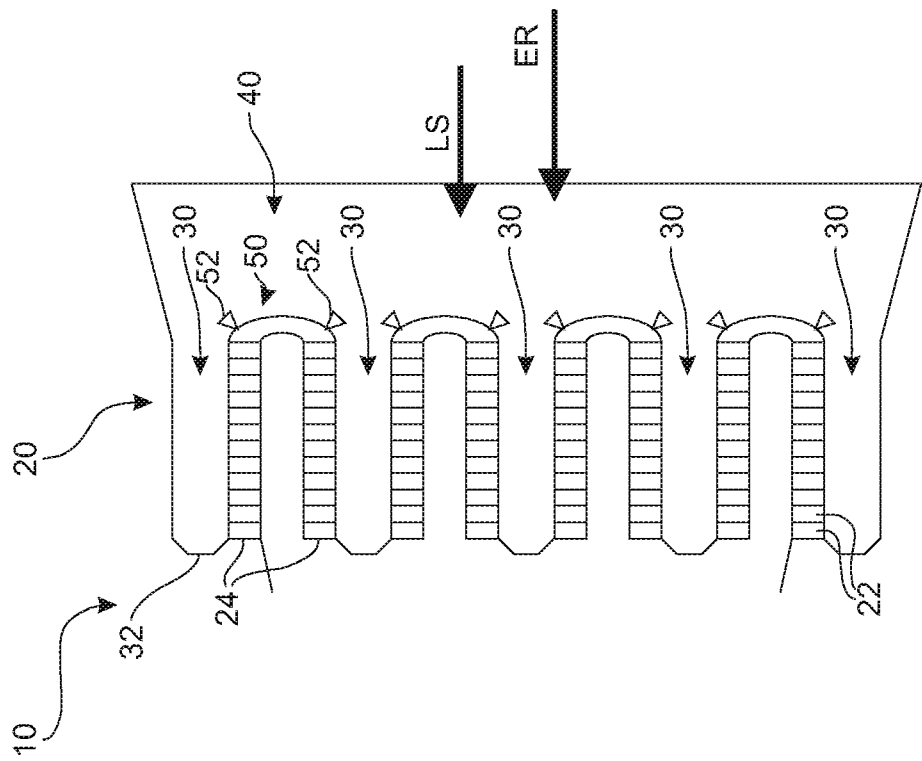


Fig. 2

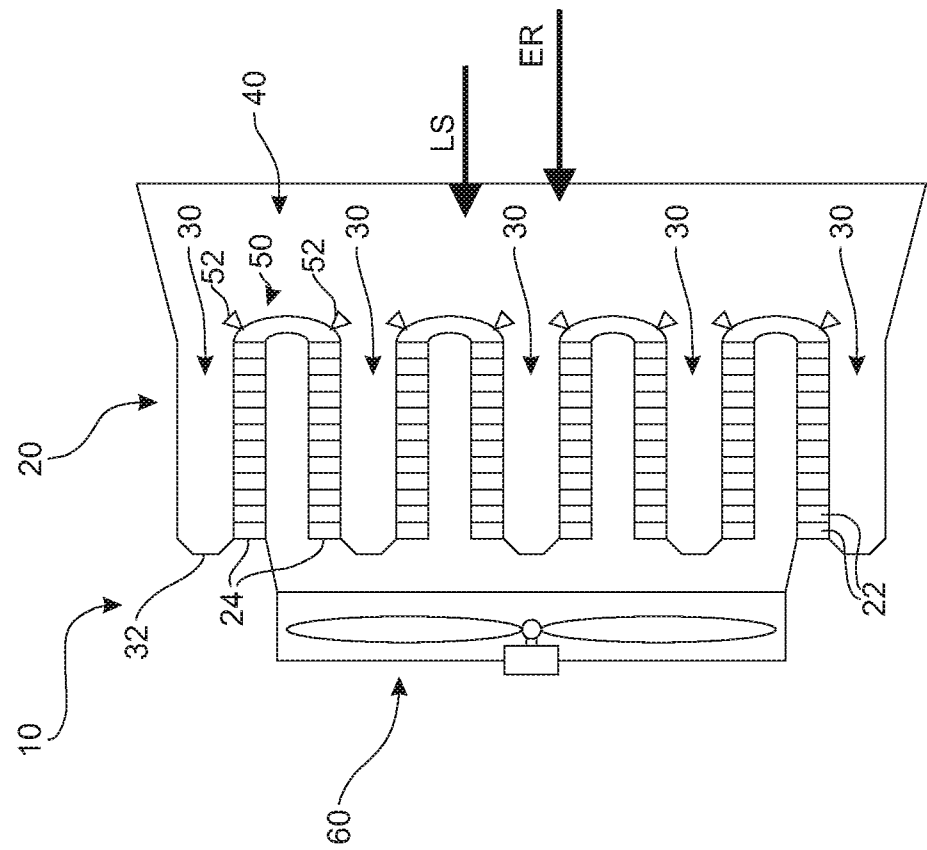


Fig. 3

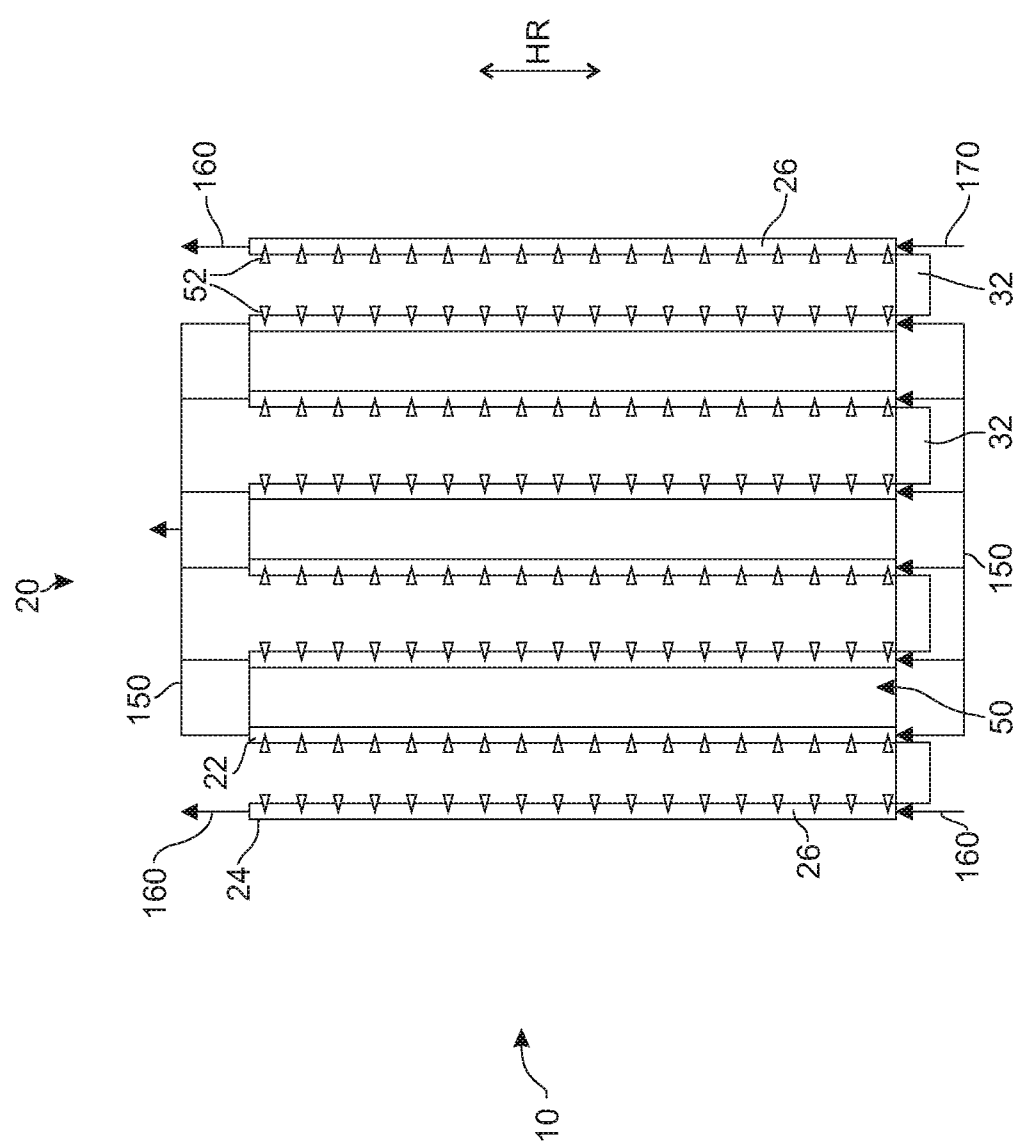


Fig. 4

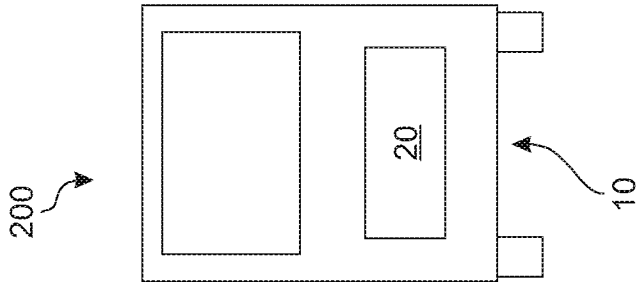


Fig. 6

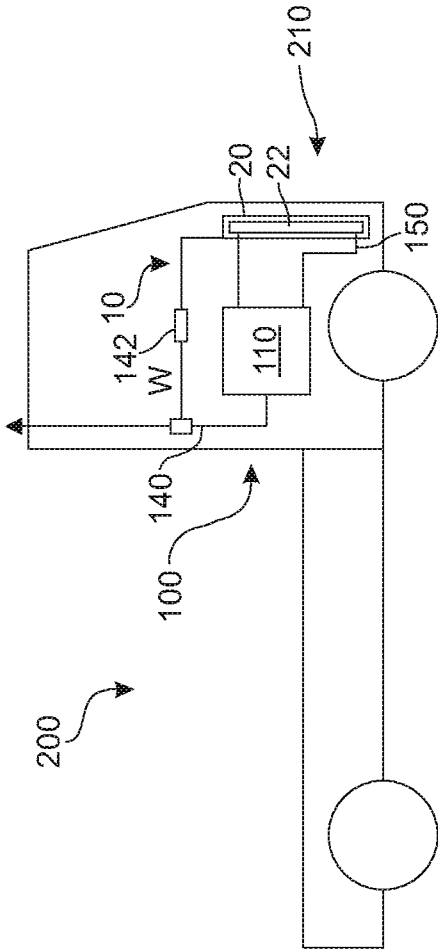


Fig. 5

Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung (10) zur wenigstens teilweisen Kühlung eines Brennstoffzellensystems (100) eines Antriebs eines Fahrzeugs (200), aufweisend eine Radiatorvorrichtung (20) mit Kühlkanälen (22) zur Führung eines Kühlmittels (K) als Teil eines Kühlkreislaufs (150) für das Brennstoffzellensystem (100) und mit einem Einlassabschnitt (40) für einen Einlass einer Luftströmung (LS) entlang einer Einlassrichtung (ER), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radiatorvorrichtung (20) wenigstens zwei getrennte Radiatorabschnitte (24) mit unterschiedlichen Durchlassrichtungen (DR) quer zur Einlassrichtung (ER) für die Luftströmung (LS) aufweist zum Kühlen des Kühlmittels (K) in den Kühlkanälen (22), und wobei zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten (24) ein Einlassspalt (30) zum Führen der Luftströmung (LS) vom Einlassabschnitt (40) zu den Radiatorabschnitten (24) ausgebildet ist, wobei eine Sprühvorrichtung (50) mit wenigstens einem Sprühventil (52) mit einer Sprührichtung (SR) in die Luftströmung (LS) im Einlassabschnitt (40) und/oder im Einlassspalt (30) und mit einem Wasserkanal (54) für eine Zuführung von Wasser (W) zum wenigstens einen Sprühventil (52) vorgesehen ist.
2. Kühlvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radiatorabschnitte (24) jeweils mehrere Kühlkanäle (22) aufweisen, welche sich insbesondere entlang einer Höhenrichtung (HR) der Kühlvorrichtung (10) erstrecken, und plattenförmig ausgebildet sind, wobei die Durchlassrichtung (DR) quer, insbesondere senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht, zur Höhenrichtung (HR) ausgerichtet ist.
3. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchlassrichtung (DR) der Radiatorabschnitte (24) senkrecht oder im Wesentlichen senkrecht zur Einlassrichtung (ER) ausgerichtet ist.
4. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radiatorvorrichtung (20) sekundäre Kühlkanäle (26) eines sekundären Kühlkreislaufs (160, 170) aufweist.

5. Kühlvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkanäle (22) und die sekundären Kühlkanäle (26) über Ventilvorrichtungen schaltbar ausgebildet sind.
6. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühvorrichtung (50) neben einem Einlassspalt (30) angeordnet ist, insbesondere zwischen zwei benachbarten Einlassspalten (30) und sich insbesondere der Wasserkanal (54) und der Einlassspalt (30) entlang der Höhenrichtung (HR) der Kühlvorrichtung (10) erstrecken.
7. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserkanal (54) der Sprühvorrichtung (50) einen Anschluss an einen Wasserspeicher (142) und/oder an einen Abgasabschnitt (140) des Brennstoffzellensystems (100) zum Aufnehmen von Produktwasser aus dem Abgas des Brennstoffzellensystems (100) aufweist.
8. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den wenigstens zwei Radiatorabschnitten (24), insbesondere entlang der Einlassrichtung (ER) am Ende der Radiatorabschnitte (24), eine Auffangrinne (32) angeordnet ist für ein Auffangen von flüssigem Wasser aus der Sprühvorrichtung (50).
9. Kühlvorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auffangrinne (32) einen Anschluss an den Wasserkanal (54) der Sprühvorrichtung (50) aufweist für ein Überführen von aufgefangenem Wasser in den Wasserkanal (50).
10. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Einlassabschnitt (40), insbesondere benachbart zu den Sprühventilen (52), eine Schutzwandung (42) angeordnet ist für einen Schutz der Sprühventile (52) und/oder der Radiatorabschnitte (24) gegen mechanische Beschädigung durch Partikel.

11. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlkanäle (22) der Radiatorabschnitte (24) parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
12. Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine aktive Förderung der Luftströmung (LS) durch die Radiatorabschnitte (24) eine gemeinsame Lüftervorrichtung (60) vor dem Einlassabschnitt (40), im Einlassabschnitt (40) und/oder nach den Radiatorabschnitten (24) angeordnet ist.
13. Fahrzeug (200), insbesondere Nutzfahrzeug, mit einem Brennstoffzellensystem (100) für den Antrieb oder eine Unterstützung des Antriebs des Fahrzeugs (200), aufweisend eine Kühlvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 12 zur Kühlung des Brennstoffzellensystems (100).
14. Fahrzeug (200) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlvorrichtung (10) in einem Frontabschnitt (210) des Fahrzeugs (200) angeordnet ist.
15. Verfahren für eine Kühlung eines Brennstoffzellensystems (100) eines Fahrzeugs (200) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 13 oder 14, aufweisend die folgenden Schritte:
 - Fördern eines Kühlmittels (K) in einem Kühlkreislauf (150) zur Aufnahme von Wärme im Brennstoffzellensystem (100),
 - Fördern des erwärmten Kühlmittels (K) in die Kühlkanäle (22) der Radiatorabschnitte (24),
 - Durchführen einer Sprühkühlung mittels der Sprühvorrichtung (50) für die Luftströmung (LS) vor dem Durchströmen der Radiatorabschnitte (24).