

Beschreibung

dies heute serientypisch ist.

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochleistungsheizungswärmetauscher zur Klimatisierung der Fahrzeugkabine von Personenkraftfahrzeugen mit Hilfe des flüssigen Kühlmittels aus dem Kühlkreislauf der Antriebsmaschine oder anderen Wärmequellen des Kühl- und/oder Heizkreislaufs.

[0002] Ein weitverbreitetes Merkmal heutiger Personenkraftfahrzeuge ist es, dass diese speziell für Dieselfahrzeuge im Heiz-Klimagerät einen elektrischen PTC-Zuheizer zur weiteren Erwärmung der vom Heizungswärmetauscher erwärmten Kabinenluft vorsehen. Bei baugleichem Basis-Heiz-Klimagerät erhält die Diesel-Variante bei dieser Vorgehensweise einen PTC-Zuheizer und die Variante mit Otto-Motor nicht. Um die nicht unerheblichen Kosten für den PTC-Zuheizer einzusparen wird bei den meisten Fahrzeugherstellern in den Diesel-Varianten je nach Fahrzeugmarkt bezüglich des serienmäßigen Zuheizer-Einbaus differenziert oder ein Zuheizer wird gar nur als Option angeboten.

[0003] Eine ganze Reihe älterer und neuerer Patentanmeldungen des gleichnamigen Erfinders zeigt Wege auf, wie der PTC-Zuheizer an bestehenden Fahrzeugen eingespart bzw. an zukünftigen Fahrzeugen mit verbesserten Motorwirkungsgraden vermieden werden kann. Die hieraus resultierenden Kraftstoffeinsparpotentiale sind ebenso erheblich wie die damit einher gehenden Kosteneinsparungen.

[0004] Speziell in der Anmeldung DE 10 2007 017 567.3 offenbart der gleichnamige Erfinder diesbezüglich ganz besonders kosteneffiziente Wege, um dies in die Praxis umzusetzen. Von großer Bedeutung ist es hierbei, möglichst effiziente Heizungswärmetauscher zu realisieren, welche speziell auch bei relativ kleinem Kühlmitteldurchsatz noch eine sehr gute Heizleistung liefern.

[0005] Die Fertigung derartiger Heizungswärmetauscher ist nicht ganz einfach. Dies ist einer der Gründe, weshalb sich auch der Serienanlauf – basierend auf relativ altem und in Patentanmeldungen auch in vielen Details veröffentlichtem Basiswissen – doch ganz erheblich verzögert hat.

[0006] Die Anmeldung DE 10 2007 017 567.3 offenbart vor diesem Hintergrund großserientaugliche Ausgestaltungen brauchbarer Heizungswärmetauscher, um den PTC-Zuheizer entfallen zu lassen.

[0007] Insbesondere wird dabei der Bauraum des PTC-Zuheizers ausgenutzt, um eine passende Leistung des Heizungswärmetauschers zu realisieren. Gleichzeitig wird dabei das Lastenheft bezüglich der kühlmittel- und luftseitigen Druckverluste z. T. bewusst zu höheren Druckverlusten hin verschoben als

[0008] Ausgehend von diesem patentamtsinternen Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, bekannte Kfz-Serien-Heizungswärmetauscher und/oder neuartige Kfz-Heizungswärmetauscher mit bereits in der Basis sehr hohen Heizungswärmetauscherwirkungsgraden gemäß der DE 10 2007 017 567.3 bei kleinem bis mittlerem Kühlmitteldurchfluss weiter im Wirkungsgrad zu verbessern und damit den Auslegungsspielraum in Bezug auf die maximal mögliche Heizleistungssteigerung zu erweitern und/oder bei gleichem Heizungswärmetauscherwirkungsgrad und gleichem kühlmitel-seitigem Druckverlust den luftseitigen Druckverlust und/oder den Heizungswärmetauscherbauraum zu verringern.

[0009] Die Erfindung gemäß Patentanspruch 1 löst diese Aufgabe.

[0010] Die damit realisierbare weitere Verbesserung der Heizleistung führt vielfach auf Fahrzeug-Heizleistungswerte besser als mit heutigen PTC-Zuheizern. In vielen Fällen ist das aber gar nicht nötig, so dass man dann das neue Heizungswärmetauscherdesign zur Senkung der luftseitigen Druckverluste oder zur Reduktion des Bauraums verwenden kann.

[0011] Insbesondere sind die gezeigten Verbesserungen mit minimalem Kostenaufwand realisierbar.

[0012] Wesentlich ist dabei das Verständnis des Sachverhalts, dass die mit dem erfindungsgemäßen Design i. a. einhergehende Erhöhung der kühlmittel-seitigen Druckverluste und damit verbunden ein gewisser Abfall des Kühlmitteldurchflusses im Heizungs-zweig in gewissen Grenzen durchaus signifikant zur Verbesserung des Gesamtsystems d. h. der effektiven Fahrzeugheizleistung beiträgt.

[0013] Im Gegensatz zur DE 10 2007 017 567.3 konzentriert sich die vorliegende Anwendung ausschließlich auf einen 4-stufigen Kreuzgegenstromheizungswärmetauscher.

[0014] Dieser hat im Vergleich zum 3-Stufen-Kreuzgegenstromheizungswärmetauscher neben dem besonders hohen Wirkungsgrad insbesondere fertigungstechnische Vorteile. Insbesondere kann der Umlenkwasserkasten **200** einfacher und mit weniger Toleranzanforderungen gefertigt werden.

[0015] Die Erfindung hat in vielen Punkten Ähnlichkeit mit der noch nicht veröffentlichten DE 10 2008 003 151.8 und löst auch die gleiche Aufgabe. Sie bietet jedoch für manche Hersteller von Heizungswärmetauschern prinzipbedingte Fertigungsvorteile. Dies betrifft insbesondere den Verzicht auf den unte-

ren Wasserkasten und das Potential, die erfindungsgemäße Vorgehensweise auch bei Plattenwärmetauscherbauweise erfolgreich einzusetzen. Dies ist nicht zuletzt bei sehr großer Stückzahl ein wichtiger Aspekt der hilft, die Kosten weiter zu senken. Darüber hinaus erlauben die neuen Ausgestaltungen der vorliegenden Anmeldung eine weitere Vergrößerung des effektiven Matrixvolumens und/oder eine Absenkung des luftseitigen Druckverlustes.

[0016] Auch die neuen Ausgestaltungen liefern wieder zwangsläufig etwas mehr kühlmittelseitigen Druckverlust als ein konventioneller vierstufiger Heizungswärmetauscher mit konventioneller Wasserkastenumlenkung über die ganze Matrixbreite, d. h. ohne die Drossel- und Durchmischungsstelle **213**.

[0017] Ganz besonders vorteilhaft ist es, wie bereits auch in der DE 10 2008 003 151.8 beschrieben, dass die Drosselung des Heizungswärmetauscherkühlmitteledurchsatzes auf den anwendungsspezifischen Ziel-Kühlmitteldurchsatz durch eine Blende oder ein Überleitungsrohr **213** zwischen Stufe 2 und 3 erfolgt. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass das Kühlmittel vor oder bei der Überleitung von der zweiten zur dritten Wärmetauscherstufe in dieser Querschnittsverengung nicht nur etwas gedrosselt wird sondern zwangsläufig auch sehr gut durchmischt.

[0018] Diese Maßnahme zur Drosselung und Durchmischung zwischen Stufe 2 und 3 wirkt sich insbesondere positiv auf den Anlauf des Heizungswärmetauschers bei sehr kaltem Kühlmittel und ungleichmäßiger Luftbeaufschlagung aus, da auf diesem Wege jede einzelne Stufe homogenere Kühlmiteleintrittstemperaturen über die Wasserkastenbreite aufweist. Kühlmitteltemperaturinhomogenitäten verstärken sich durch diese Maßnahme im Kreuzgegenstrombetrieb weniger stark von Stufe zu Stufe, da ein Ausweichen der Kühlmittelströmung zu Kanälen mit höherer Kühlmitteltemperatur bzw. niedrigerer Kühlmittelviskosität weniger stark induziert wird.

[0019] Die kühlmittelseitige Drosselwirkung dieser Maßnahmen ist in vielen Anwendungen ein erwünschter Nebeneffekt, da sie die Kühlmitteltemperaturspreizung am Heizungswärmetauscher und gegebenenfalls auch am Motor erhöht und somit – bei hinreichender Dimensionierung des Heizungswärmetauschers – die Heizung verbessert.

[0020] Wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Überströmung von Stufe 2 nach Stufe 3 nicht – wie heute in Kfz-Heizungswärmetauschern zur Druckverlustminimierung üblich – über die gesamte Wasserkastenbreite erfolgt, sondern wenn zur Durchmischung der gesamte Kühlmittelvolumenstrom über eine gemeinsame Bohrung oder eine gemeinsame Verbindungsleitung zum Wasserkasten der nächsten Stufe geleitet wird. Die

Kühlmittelzuströmung erfolgt gemäß [Fig. 1](#) über den Einlass **211**, die erste Kreuzstromstufe wird durch die Flachrohrreihe **206** mit den Einzelkanälen **206a** und **206b** gebildet. Die Umlenkung zur 2. Gegenstromstufe erfolgt innerhalb des Doppelrohres **206** mittels des Übertrittsspalt **206sp**. Am Einfachsten wird dies dadurch bewerkstelligt, dass ein Doppelflachrohr **206** mittels Verschweißens der Trennnaht **206tn** bis nahe an das Rohrende gebildet wird. Eine kurze Unterbrechung der Schweißnaht von beispielsweise 10–15 mm Länge bildet dann an jedem einzelnen Doppelflachrohr die Strömungsumlenkung von Stufe 1 nach Stufe 2 bzw. von Stufe 3 nach Stufe 4. Stirnseitig werden die Doppelrohre **206** und **208** durch das Abdeckblech **260** verschlossen.

[0021] Die Überleitung von der zweiten zur dritten Kreuzstromstufe erfolgt über die Verbindungsöffnung **213** in welcher zwangsläufig eine Durchmischung und somit thermische Vergleichmäßigung des Kühlmittels vor der dritten Stufe erfolgt. Die Durchmischungsstelle **213** ist bevorzugt in den Wasserkasten **201** integriert. Wichtig ist dabei, dass eine weitgehende Temperaturvergleichmäßigung des Kühlmittels vor der dritten Stufe erfolgt. Je nach Einbaulage und Entlüftungsbedarf sorgt gegebenenfalls eine kleine zusätzliche Entlüftungsbohrung in den Wasserkasten-Trennwänden **250/252** für einen sicheren Betrieb.

[0022] In der DE 10 2007 017 567.3 des gleichnamigen Erfinders ist offenbart, dass es entgegen der allgemeinen Einschätzung der Fachwelt, bei geeigneter Systemauslegung durchaus kosteneffizient und kraftstoffeffizient ist, das Bauvolumen von Pkw-Großserien-Heizungswärmetauschern erheblich über das heute bekannte Maß hinaus zu vergrößern.

[0023] Der gleichzeitige Übergang zu 4-Kreuzgegenstromstufen anstelle heute maximal 2 Stufen in der Pkw-Großserie und der Einbau zusätzlicher Drosselstellen zur Homogenisierung der Wärmetauscherdurchströmung und Temperaturverteilung sind hierbei weitere bevorzugte Verbesserungsschritte. Wie entsprechende Fahrzeugversuche zeigen, lässt sich die damit i. a. einhergehende Zunahme des Druckverlustes im Heizungszweig mit bekannten Motorkühlmittelpumpenkennlinien handhaben. Dies ist insbesondere deshalb der Fall, weil sich in vielen Anwendungen eine Absenkung des Kühlmitteldurchflusses im Heizungszweig mit derartigen Hochleistungsheizungswärmetauschern vorteilhaft auf die Heizleistung auswirkt.

[0024] Der Hauptanspruch richtet sich ganz bewusst nur auf Hochleistungsheizungswärmetauscher mit einer gelöteten Wärmeübertragungsmatrix, bestehend aus kühlmittelseitigen Flachrohren und luftseitigen Rippen mit einer Vielzahl in Luftströmungsrichtung nacheinander folgender Turbulenz erzeu-

gender Einschnitte (Louvres), und mit genau vier im Kreuzgegenstrom in Reihe geschalteten Kreuzstromwärmetauschern.

[0025] Neben der 4-Stufigkeit ist der erfindungsgemäße Wärmetauscher dadurch gekennzeichnet, dass er interne Konstruktionsmerkmale aufweist, die einerseits den kühlmittelseitigen Druckverlust prinzipbedingt erhöhen und damit den Kühlmitteldurchsatz im Fahrzeug absenken, gleichzeitig aber mittels der Durchmischung zwischen Stufe 2 und 3 für einen reduzierten Wirkungsgradabfall bei kleinen bis mittleren Kühlmitteldurchsätzen sorgen.

[0026] Ein solches Konstruktionsmerkmal stellt der Überströmkanal **213** dar. Am einfachsten wird dieser durch eine Blendenbohrung **213** im Trennblech **251** dargestellt. Die mittlere Trennebene **251** des Anschlusswasserkastens **201** weist dabei bevorzugt einen blendenartigen Strömungsübertritt **213** zwischen Stufe 2 und 3 auf, in welchem das in den ersten beiden Stufen abgekühlte Kühlmittel gedrosselt und gleichzeitig weitgehend homogenisiert wird.

[0027] Die Umlenkung zwischen Stufe 1 und 2 sowie zwischen Stufe 3 und 4 am anderen kühlmittelseitigen Rohrende der Wärmetauschermatrix erfolgt ohne Quervermischung innerhalb der einzelnen Doppelflachrohre **206** und **208**.

[0028] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn wie in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) exemplarisch gezeigt, der Zuflussanschluss **211** und der Abflussanschluss **212** auf der gleichen Seite **300** des Anschlusswasserkastens **201** liegen und der Strömungsübertritt **213** der Trennebene **251** auf der gegenüberliegenden Seite **301** des Anschlusswasserkastens **201**, insbesondere nahe dem am weitesten von den Zu- und Abflussanschlüssen **211/212** entfernten Flachrohr der Wärmetauschermatrix. Diese Anordnung führt auf eine besonders gute Strömungsgleichverteilung auf die einzelnen Wärmetauscher-Flachrohre. Dies liegt u. a. daran, dass sich der dynamische Druck im Wasserkasten **201** aufgrund der Querströmung relativ zu den Wärmetauschermatrix-Flachrohren in Summe über alle vier Stufen weitgehend kompensiert. Symbolisch ist dies in [Fig. 3](#) durch die Länge der Strömungspfeile im Wasserkasten **201** angedeutet: Im Mittel über alle vier Stufen finden sich gleich viele lange und kurze Pfeile, d. h. Matrix-Flachrohreintritts- bzw. Austrittsstellen mit erhöhtem bzw. reduziertem dynamischem und damit auch gegenläufig variierendem statischem Druck.

[0029] Um eine gute Durchmischung zwischen Stufe 2 und 3 zu erhalten ist es bei vielen Anwendungen besonders vorteilhaft, wenn der Überströmquerschnitt **213** eine Strömungsquerschnittsfläche aufweist, die gleich oder kleiner als die Strömungsquerschnittsfläche des Zuflussanschlusses **211** ist. Damit

ist zusätzlich sichergestellt, dass der Wärmetauscher auch eine Mindestdrosselung des Kühlmitteldurchsatzes bewirkt, die bei kaltem wie bei warmer Kühlmittel präsent ist, d. h. der Heizungswärmetauscherdurchfluss variiert weniger in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur als Heizungswärmetauscher ohne die erfindungsgemäße interne Drosselung mittels des Überströmquerschnitts **213** und gegebenenfalls der kleinen Bauhöhe h_u des Umlenkwasserkastens.

[0030] Zur weiteren Optimierung des erfindungsgemäßen Heizungswärmetauschers wird man sich bei hohem Heizleistungsdefizit die bisher noch nicht veröffentlichten Ausführungen gemäß der deutschen Patentanwendung DE 10 200 017 567.3 zu Nutze machen, um die effektive Wärmetauschermatrix so groß wie möglich zu machen. Gelötete Vollaluminium-Heizungswärmetauscher mit hoher Packungsdichte der luftseitigen Rippen und der kühlmittelseitigen Flachrohre und unter signifikanter Vergrößerung des Matrix-Volumens einschließlich Ausnutzung des früher für den PTC vorgesehenen Bauraums sind hier maßgebliche Schritte, um den PTC-Zuheizer in vielen Anwendungen überflüssig zu machen.

[0031] Speziell die gute Strömungs- und Temperaturgleichverteilung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers und der Gewinn an Matrix-Volumen durch den Entfall des Umlenkwasserkastens liefern dabei zusätzliche Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung des Wärmetauscherwirkungsgrades.

[0032] Vor diesem Hintergrund stellt in vielen zukünftigen Fahrzeuganwendungen in der Pkw-Großserie ein erfindungsgemäßer Heizungswärmetauscher das derzeitige Optimum dar, der in einem Heiz-Klimagerät mit den Merkmalen der Patentanwendung DE 10 200 017 567.3 verwendet wird. Dieser weist bevorzugt ein solches Volumen V_{Matrix} der von der Heizungsluft umspülten Wärmetauschermatrix, einen solchen Mittenabstand der luftseitigen Rippen t_{Rippe} sowie einen solchen Mittenabstand der Kühlmittelflachrohre t_{Rohr} auf, dass das daraus gebildete spezifische Wärmetauschervolumen V_{Spec} , gebildet mit der Gleichung $V_{Spec} = V_{Matrix}/(t_{Rohr} + (4 \cdot t_{Rippe}))$, einen unteren Grenzwert von $0,140 \text{ m}^2$ übersteigt.

[0033] [Fig. 5–Fig. 7](#) ordnen einen solchen Wärmetauscher relativ zu heute am Markt unter Großserienbedingungen verwendeten Wärmetauschern ein. Weitere Details hierzu finden sich in der deutschen Patentanwendung DE 10 200 017 567.3.

[0034] Besonders wichtig ist im Hinblick hierauf die Tatsache, dass die vorliegende Patentanmeldung ein besonders einfach zu fertigendes konkretes Wärmetauscher-Design schützt und über den Entfall des Umlenkwasserkastens zusätzlichen Bauraum für

die Maximierung des Wärmetauschermatrixvolumens liefert.

[0035] Die Vierstufigkeit mit ihrer besonders hohen Effizienz wird hierdurch mit besonders geringem Bauaufwand realisierbar. Gleichzeitig bleiben trotz der Vierstufigkeit Druckreserven für die wärmetauscherinternen Konstruktionsmerkmale zur Optimierung der Strömungsgleichverteilung.

[0036] Bei Beachtung der bekannten Richtlinien für die Wärmetauscherentlüftung kann der erfindungsgemäße Heizungswärmetauscher in den verschiedensten Einbaulagen verbaut werden, gegebenenfalls mit zusätzlichen Entlüftungsbohrungen im mm-Bereich.

[0037] Ganz besonders vorteilhaft ist dabei eine Anordnung, bei dem der Wärmetauscher beim Ein- und Ausbau parallel zu den Wärmetauscherflachrohren verschoben wird. Ein solcher Wärmetauscher ist besonders bauraumeffizient, wenn der Anschlusswasserkasten **201** im eingebauten Zustand den Einbauschacht für den Ein- und Ausbau des Heizungswärmetauschers verschließt, insbesondere wenn er dabei zumindest teilweise aus dem Heizklimagerät herausragt. Die Stirnseite und die beiden Heizungswärmetauscherseitenflächen liegen dabei an den strömungsbestimmenden Innenwänden des Heizklimagerätes an und/oder sind dort – gegen Leckageluft an der Wärmetauschermatrix vorbei – abgedichtet. Neben den Vorteilen beim Ein- und Ausbau und bei der Abdichtung ist bei dieser Anordnung eine ganz besonders geringe Versperrung der Luftströmung vorhanden, d. h. der luftseitige Druckverlust ist durch den Entfall des Umlenkwasserkastens **200** und die weitgehend außerhalb des eigentlichen Luftströmungspfades befindliche Anordnung des Anschlusswasserkastens **201** besonders gering. Damit wird die effektive Wärmetauschermatrixgröße bei vielen fahrzeugtypischen Anwendungen maximal.

[0038] Anstelle zweier Doppelflachrohre kann bei entsprechend großer Stückzahl auch auf eine Plattenbauweise der Flachrohre oder des gesamten Wärmetauschers übergegangen werden.

[0039] Dabei werden z. B. die Flachrohre **206a**, **206b**, **208a** und **200b** mit Trennebenen **206tn** und **208tn** durch das Zusammenfügen vorgeformter Platten gebildet und die beiden die Vierstufigkeit definierenden Strömungsübertritte **206sp** und **208sp** dadurch ausgebildet, dass die Trennebenen **206tn** und **208tn** im Nahbereich der Flachrohrenden zur Strömungsumlenkung für die nachfolgende Gegenstromstufe eine Unterbrechung aufweisen.

[0040] Der Anschlusswasserkasten kann dabei analog zu **Fig. 1** dadurch gebildet werden, dass die einzelnen Flachrohrkanäle in ein entsprechendes

Lochbild eines Wasserkastenbodens eingebaut und abgedichtet sind und dass die Trennebenen **250**, **251** und **252** mittels Trennblechen und eines Wasserkastendeckels mit den Kühlmittelanschlüssen **211** und **212** gebildet werden.

[0041] **Fig. 4** und **Fig. 4a** zeigen eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung in Form eines Plattenwärmetauschers. Dabei wird der Anschlusswasserkasten **201** dadurch gebildet, dass die einzelnen Flachrohrkanäle so geformt sind, dass das Zusammenfügen der einzelnen wasserseitigen Wärmetauscherplatten gleichzeitig die Flachrohrkanäle **206a**, **206b**, **208a**, **208b** mit deren Übertrittsstellen **206sp** und **208sp** und die Sammelrohre **201a**, **201b**, **201c** und **201d** bilden. Das Sammelrohr **201a** dient als Anschluss für den Kühlmittelzufluss, das Sammelrohr **201d** als Anschluss für den Kühlmittelabfluss und die Überströmverbindung **213** nimmt die Drosselung und weitgehende Durchmischung des im Sammelrohr **201b** gesammelten Kühlmittels der zweiten Gegenstromstufe vor dem Eintritt in das Sammelrohr **201c** der dritten Gegenstromstufe vor. Auch hier erfolgt zwischen Stufe 2 und 3 ganz bewusst ein Sammeln des Kühlmittels und ein Durchmischen vor dem Einströmen in die dritte Stufe, um eine gewisse Drosselung und gleichzeitig eine möglichst gute Temperaturgleichverteilung sicherzustellen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007017567 [[0004](#), [0006](#), [0008](#), [0013](#), [0022](#)]
- DE 102008003151 [[0015](#), [0017](#)]
- DE 10200017567 [[0030](#), [0032](#), [0033](#)]

Patentansprüche

1. Hochleistungsheizungswärmetauscher zur Klimatisierung der Fahrzeugkabine von Personenkraftfahrzeugen mit Hilfe des flüssigen Kühlmittels aus dem Kühlkreislauf der Antriebsmaschine oder anderen Wärmequellen des Kühl- und/oder Heizkreislaufs, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieser

- eine gelötete Wärmeübertragungsmatrix bestehend aus kühlmittelseitigen Flachrohren und luftseitigen Rippen mit einer Vielzahl in Luftströmungsrichtung nacheinander folgender Turbulenz erzeugender Einschnitte (Louvres) aufweist und
- aus genau vier im Kreuzgegenstrom in Reihe geschalteten Kreuzstromwärmetauschern aufgebaut ist und
- am ersten kühlmittelseitigen Rohrende der Wärmetauschermatrix einen Anschlusswasserkasten **201** mit Zuflussanschluss **211** und Abflussanschluss **212** für das Kühlmittel aufweist, der durch 3 Trennebenen **250**, **251** und **252** zur Ausbildung der Kreuzgegenstromströmung aufgeteilt ist und
- am anderen kühlmittelseitigen Rohrende der Wärmetauschermatrix in die einzelnen kühlmittelseitigen Flachrohrkanäle integrierte, die Vierstufigkeit definierende, Kühlmittel-Übertittsspalte **206sp** zwischen Flachkanal **206a** und **206b** sowie **208sp** zwischen Flachkanal und **208a** und **208b** aufweist und
- dass die mittlere Trennebene **251** des Anschlusswasserkastens **201** einen blendenartigen Strömungsübertritt **213** zwischen Stufe 2 und 3 aufweist, in welchem das in den ersten beiden Stufen abgekühlte Kühlmittel gedrosselt und gleichzeitig weitgehend homogenisiert wird.

2. Heizungswärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuflussanschluss **211** und der Abflussanschluss **212** auf der gleichen Seite **300** des Anschlusswasserkastens **201** liegen und der Strömungsübertritt **213** der Trennebene **251** auf der gegenüberliegenden Seite **301** des Anschlusswasserkastens **201**, insbesondere nahe dem am weitesten von den Zu- und Abflussanschlüssen **211/212** entfernten Flachrohr der Wärmetauschermatrix.

3. Heizungswärmetauscher nach einem der Ansprüche 1–2, dadurch gekennzeichnet, dass dieser aus Doppelflachrohren **206** und **208** mit Trennnähten **206tn** und **208tn** aufgebaut ist und die beiden die Verstufigkeit definierenden Strömungsübertritte **206sp** und **208sp** der einzelnen Flachrohre dadurch ausgebildet werden, dass die Trennnähte **206tn** und **208tn** im Nahbereich der Flachrohrenden zur Strömungsumlenkung für die nachfolgende Gegenstromstufe eine Unterbrechung aufweisen.

4. Heizungswärmetauscher nach einem der Ansprüche 1–2, dadurch gekennzeichnet, dass die Flachrohre **206a**, **206b**, **208a** und **200b** mit Trenne-

benen **206tn** und **208tn** durch das Zusammenfügen vorgeformter Platten gebildet werden und dass die beiden die Vierstufigkeit definierenden Strömungsübertritte **206sp** und **208sp** dadurch ausgebildet werden, dass die Trennebenen **206tn** und **208tn** im Nahbereich der Flachrohrenden zur Strömungsumlenkung für die nachfolgende Gegenstromstufe eine Unterbrechung aufweisen.

5. Heizungswärmetauscher nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlusswasserkasten **201** dadurch gebildet wird, dass die einzelnen Flachrohrkanäle in ein entsprechendes Lochbild eines Wasserkastenbodens eingebaut und abgedichtet sind und dass die Trennebenen **250**, **251** und **252** mittels Trennwänden und eines Wasserkastendeckels mit den Kühlmittelanschlüssen **211** und **212** gebildet werden.

6. Heizungswärmetauscher nach einem der Ansprüche 1, 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlusswasserkasten **201** dadurch gebildet wird, dass die einzelnen Flachrohrkanäle so geformt sind, dass das Zusammenfügen der einzelnen wasserseitigen Wärmetauscherplatten gleichzeitig die Flachrohrkanäle **206a**, **206b**, **208a**, **208b** mit deren Übertrittsstellen **206sp** und **208sp** und die Sammelrohre **201a**, **201b**, **201c** und **201d** bilden.

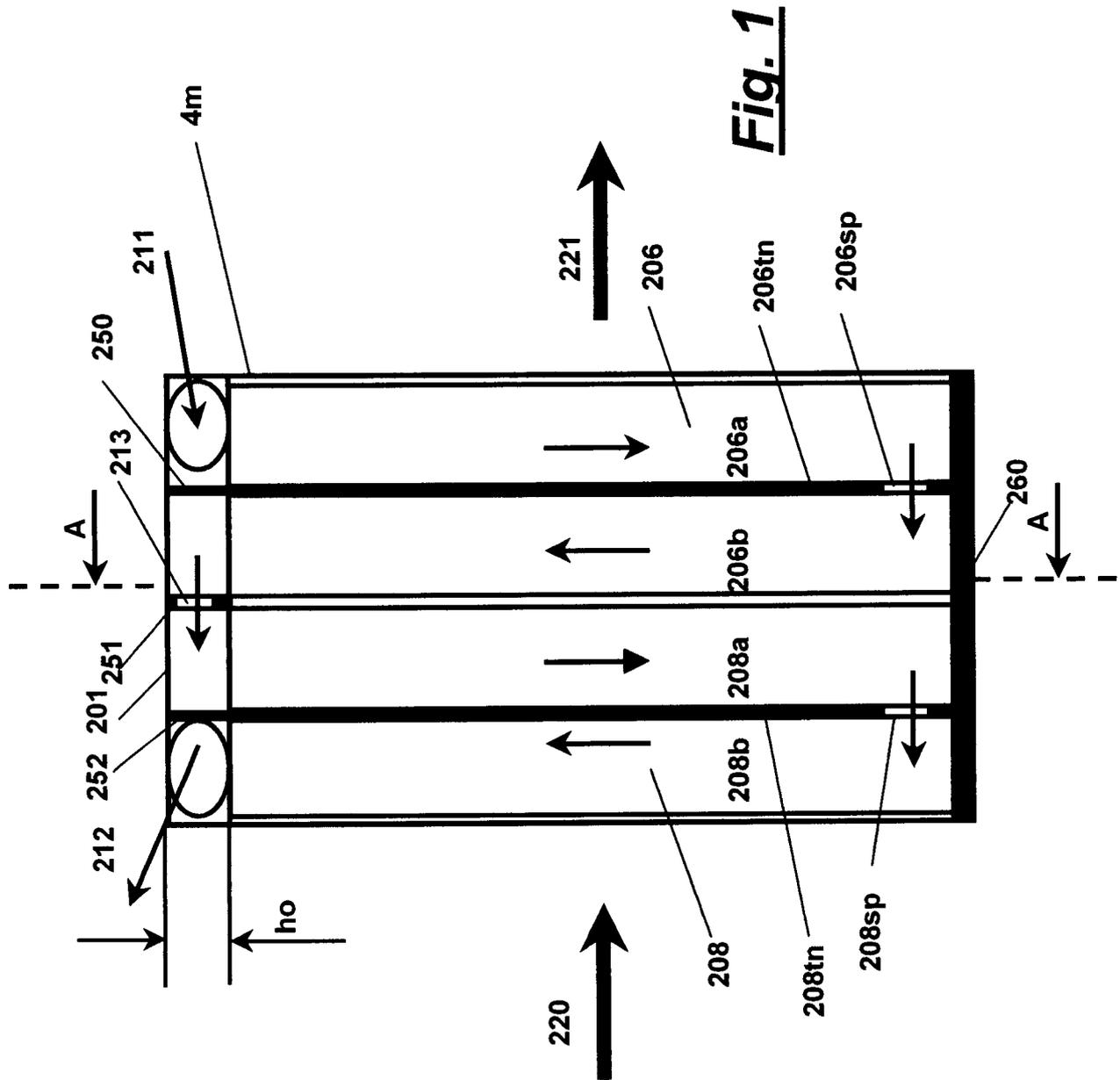
7. Heizungswärmetauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Sammelrohr **201a** als Anschluss für den Kühlmittelzufluss dient, das Sammelrohr **201d** als Anschluss für den Kühlmittelabfluss und dass die Überströmverbindung **213** die Drosselung und weitgehende Durchmischung des im Sammelrohr **201b** gesammelten Kühlmittels der zweiten Gegenstromstufe vor dem Eintritt in das Sammelrohr **201c** der dritten Gegenstromstufe vornimmt.

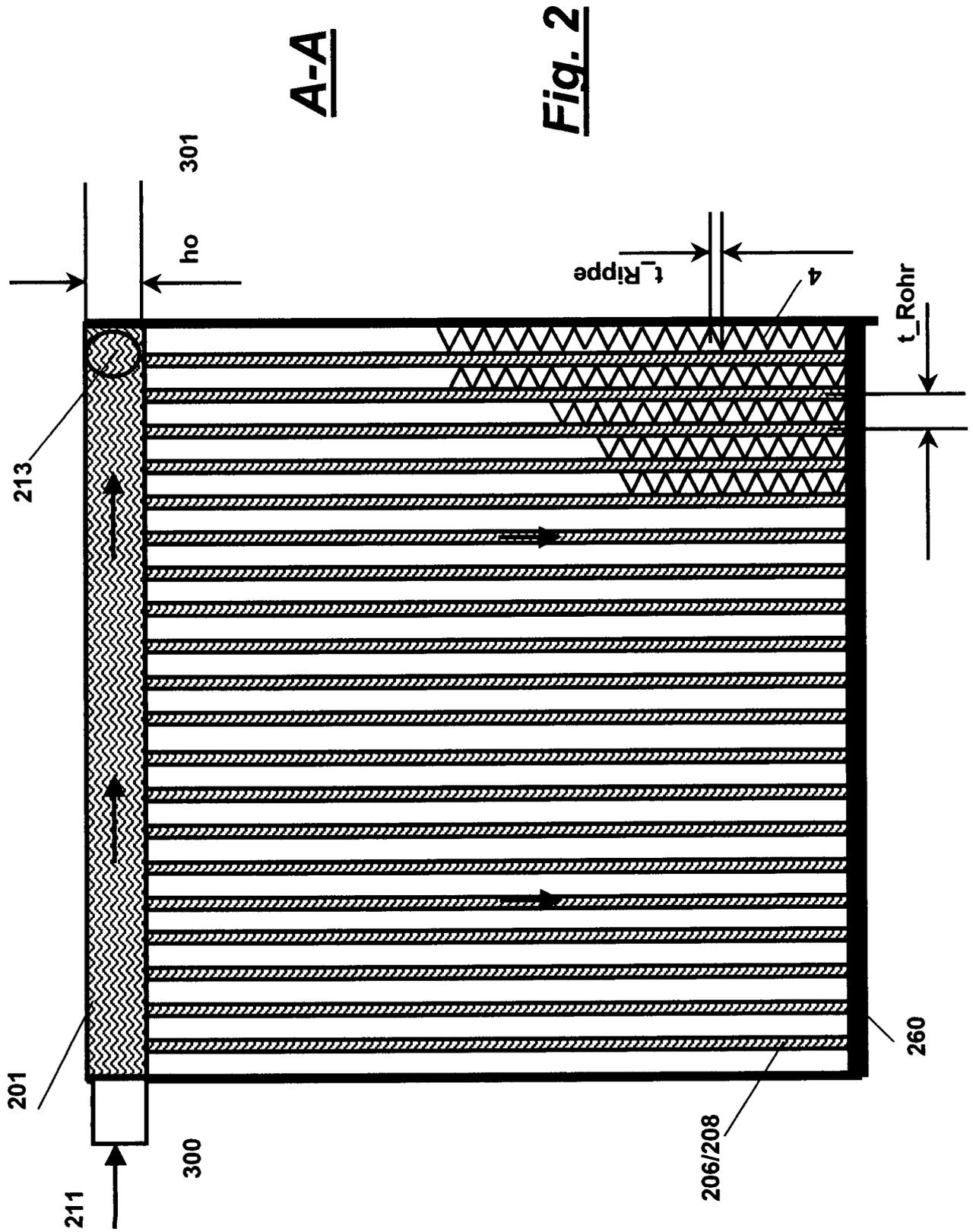
8. Heizungswärmetauscher nach einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, dass er in einem Heiz-Klimagerät mit den Merkmalen der deutschen Patentanwendung DE 10 200 017 567.3 verwendet wird und insbesondere, dass er ein solches Volumen V_{Matrix} der von der Heizungsluft umspülten Wärmetauschermatrix, einen solchen Mittenabstand der luftseitigen Rippen t_{Rippe} sowie einen solchen Mittenabstand der Kühlmittelflachrohre t_{Rohr} aufweist, dass das daraus gebildete spezifische Wärmetauschervolumen V_{Spec} , gebildet mit der Gleichung $V_{\text{Spec}} = V_{\text{Matrix}} / (t_{\text{Rohr}} + (4 \cdot t_{\text{Rippe}}))$, einen unteren Grenzwert von $0,140 \text{ m}^2$ übersteigt.

9. Heizklimagerät mit einem Heizungswärmetauscher nach einem der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlusswasserkasten **201** im eingebauten Zustand den Einbauschacht für den Ein- und Ausbau des Heizungswärmetauschers ver-

schließt und insbesondere dass er dabei zumindest teilweise aus dem Heizklimagerät herausragt.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen





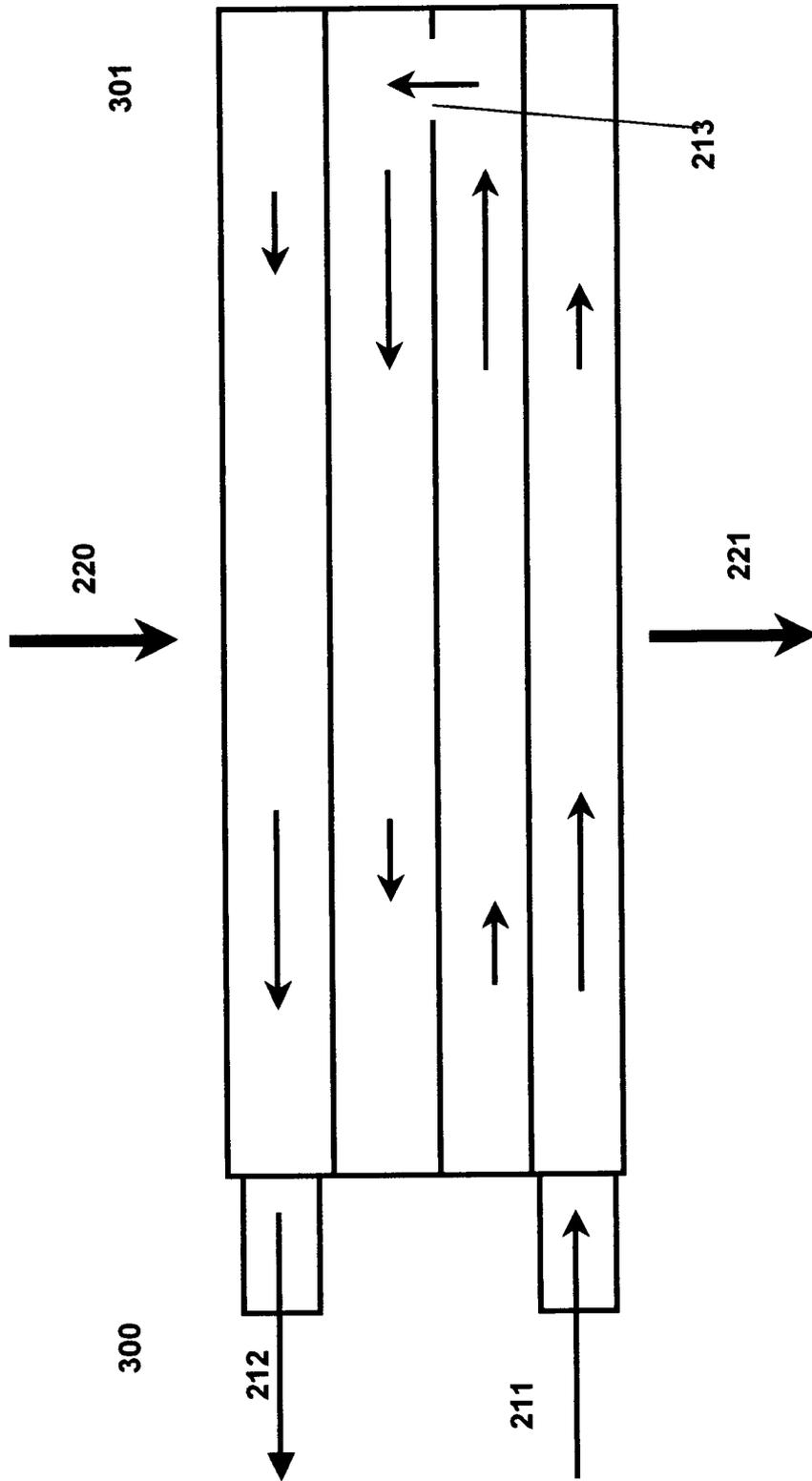


Fig. 3

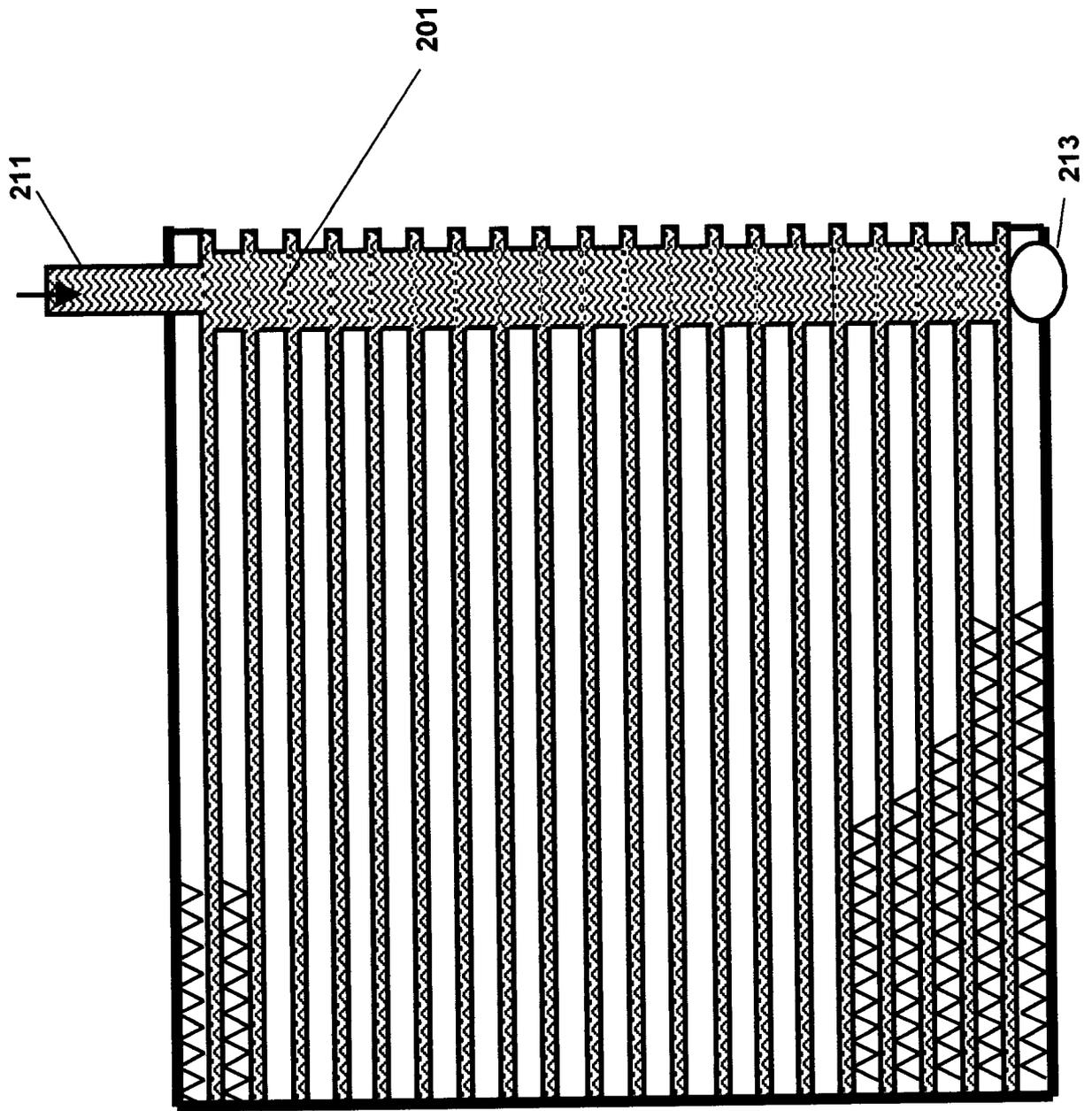


Fig. 4

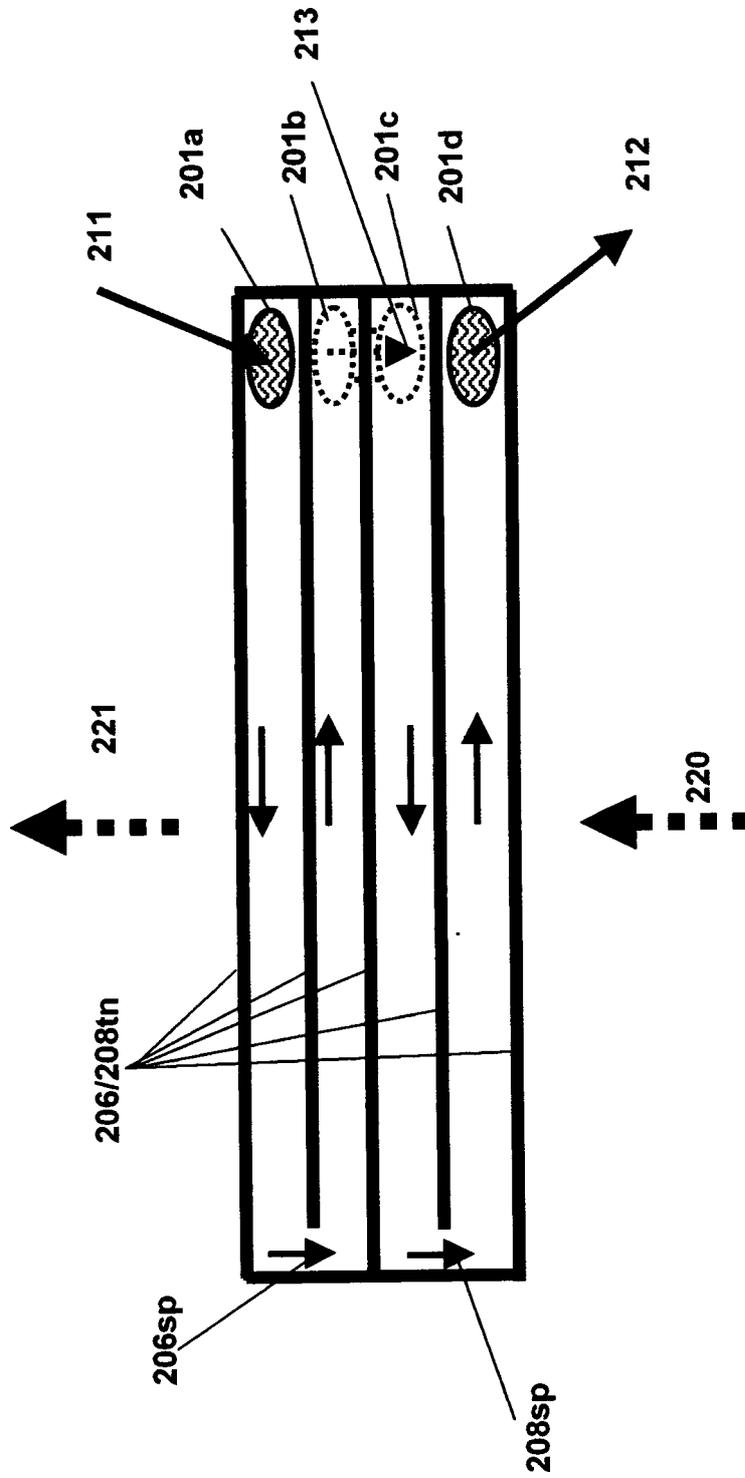


Fig. 4a

	Ford Ka	Ford Fiesta	Golf V	Ford Focus 2002 MY	Ford Focus II / C-Max	Audi A3	DC A-Klasse	Golf Plus	Audi A4	BMW 3er	Honda Odysse	BMW 5er	DC E-Klasse
Fahrzeug-Leergewicht (m)	800	1150	1340	1360	1380	1430	1460	1470	1480	1480	1930	1960	2000
Matrix-Volumen (V_Matrix) [dm ³]	0,908	0,908	1,132	1,491	1,606	1,132	1,132	0,723	1,466	0,976	1,016	0,930	0,987
Tiefe_Matrix (in Luftströmungsrichtung) [m]	0,018	0,018	0,034	0,042	0,045	0,034	0,034	0,027	0,042	0,027	0,021	0,026	0,026
Rohr-Mittlenabstand (t_Rohr) [m]	0,00895	0,00895	0,0105	0,00895	0,009	0,0105	0,0105	0,0052	0,01075	0,0052	0,00526	0,00642	0,00642
Rippen-Mittlenabstand (t_Rippe) [m]	0,00075	0,00091	0,00113	0,00098	0,00116	0,00113	0,00113	0,00128	0,00113	0,00085	0,00077	0,00098	0,00098
Spezifisches HWT-Matrixvolumen (=V_spec = V_Matrix / (t_Rohr + 4 * t_Rippe)) [m ²]	0,076	0,072	0,075	0,116	0,118	0,075	0,075	0,070	0,096	0,113	0,122	0,090	0,095

Fig. 5

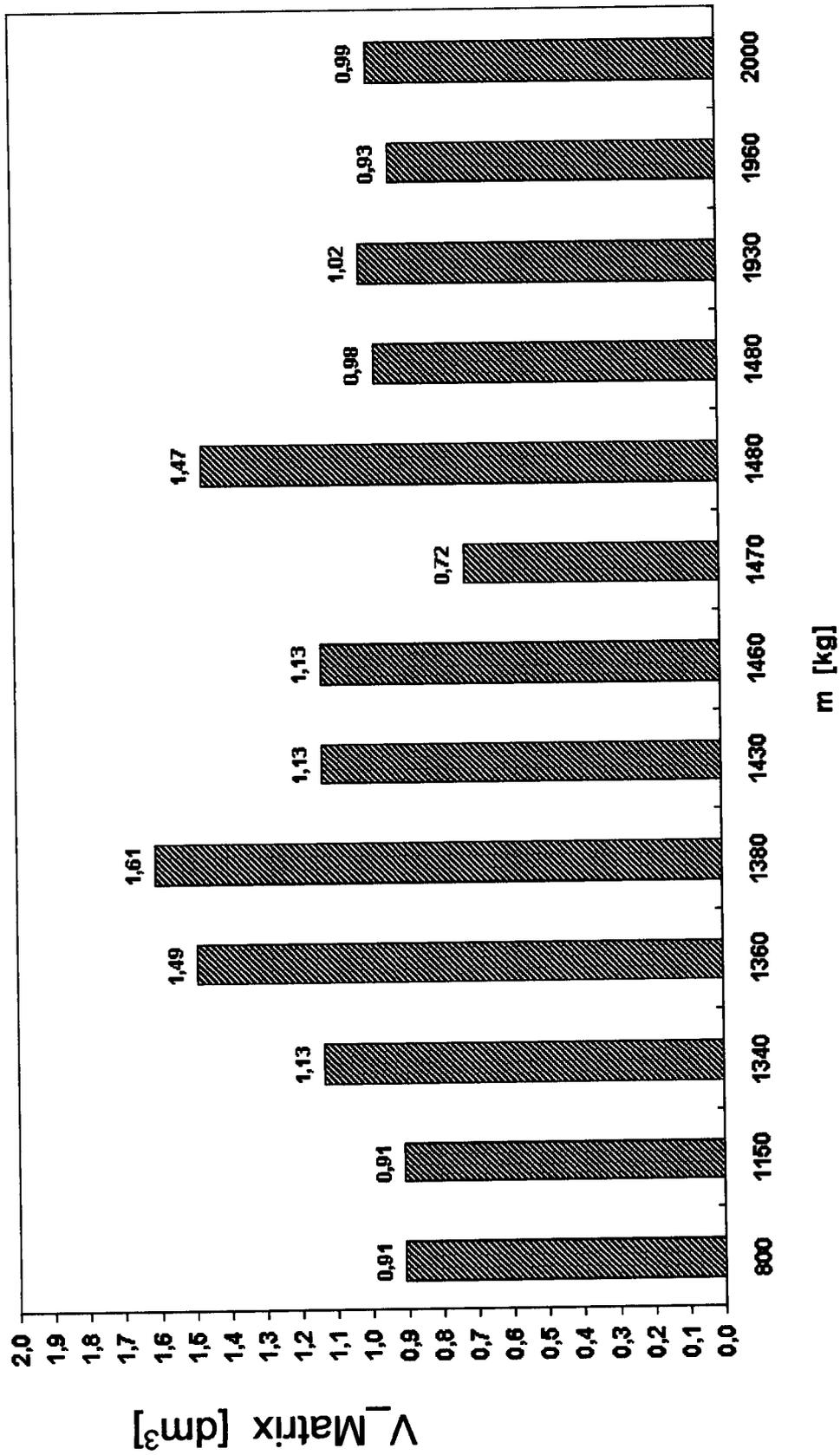


Fig. 6

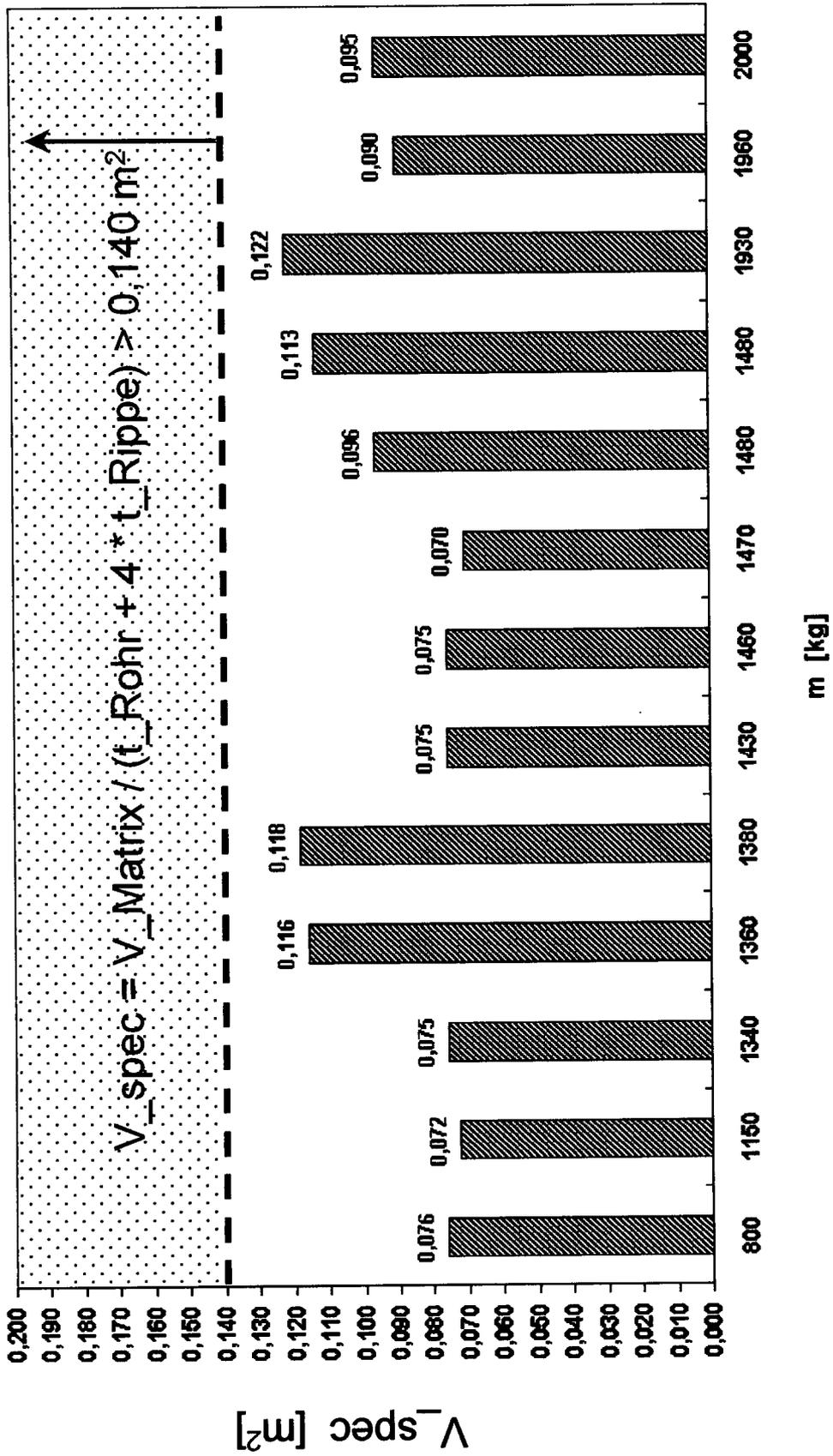


Fig. 7