

(19)



(11)

EP 2 667 132 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.2013 Patentblatt 2013/48

(51) Int Cl.:
F27B 9/20 (2006.01) F27B 9/24 (2006.01)
F27B 9/30 (2006.01) F27D 99/00 (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **13167263.6**

(22) Anmeldetag: **10.05.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Grewe, Jochem**
33154 Salzkotten (DE)

(74) Vertreter: **Gripenstroh, Jörg**
Bockermann Ksoll
Gripenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(30) Priorität: **25.05.2012 DE 102012104537**

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(54) **Ofenanlage sowie Verfahren zum Betreiben der Ofenanlage**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ofenanlage (1) sowie ein Verfahren zum Betreiben der Ofenanlage (1), wobei mit einem getakteten oder kontinuierlichen Transportprozess Leichtmetallbauteile (2) durch die Ofenanlage (1) befördert werden und innerhalb der Ofenanlage (1) mittels einer Luft- oder Gasströmung (L) erwärmt und ggf. abgekühlt werden. Dazu erfolgt eine

kontinuierliche Luft-/Gaszirkulation, wobei der Luft- oder Gasstrom die Platinen überströmt und dabei erwärmt sowie ggf. abkühlt. Erfindungsgemäß bilden jeweils die in die Ofenanlage (1) eintretenden und aus der Ofenanlage (1) austretenden Platinen eine Dichtfunktion aus, so dass die in der Ofenanlage (1) zirkulierte Luft-/Gasströmung nicht aus dieser entweicht.

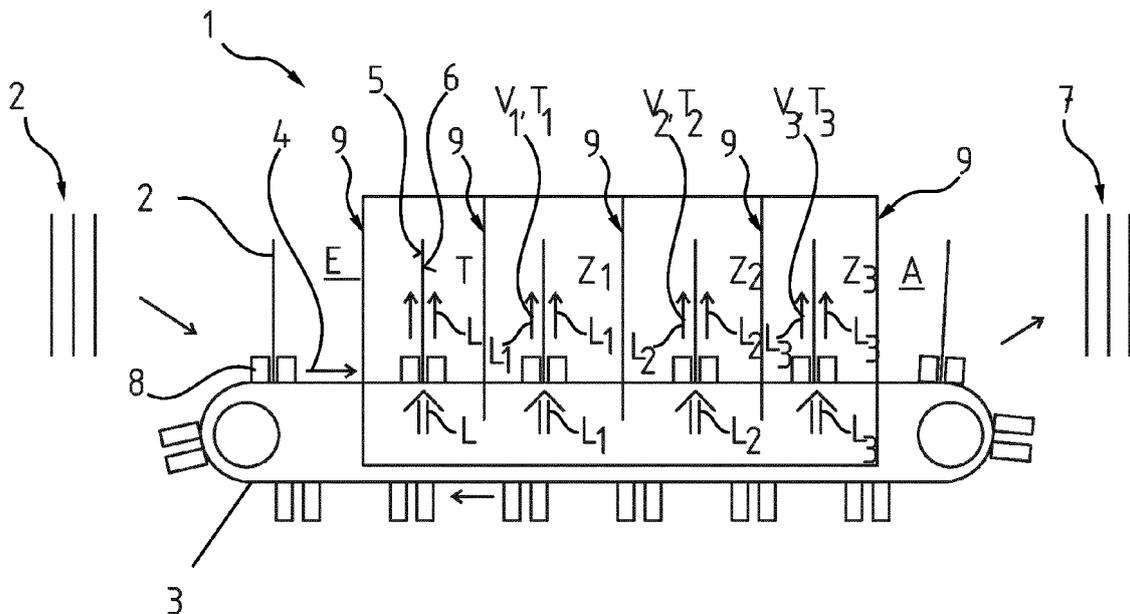


Fig. 1

EP 2 667 132 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ofenanlage zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 1, 16.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 11, 25.

[0003] Zur Herstellung von Kraftfahrzeugbauteilen ist bereits seit vielen Jahrzehnten der Einsatz von Blechbauteilen bekannt. Die Blechbauteile werden zunächst umgeformt und dann zu einzelnen Baugruppen bzw. zu einer gesamten Karosserie zusammengefügt. Kraftfahrzeugkarosserien sind heutzutage überwiegend als selbsttragende Karosserien ausgebildet, weshalb die Blechbauteile nicht nur ästhetische oder formgebende Aufgaben übernehmen, sondern auch Steifigkeitseigenschaften besitzen müssen, um der Kraftfahrzeugkarosserie im Betrieb eine hinreichende Steifigkeit zu verleihen. Ebenfalls werden an die Kraftfahrzeugstrukturbauteile Anforderungen an das Crashverhalten gestellt. So müssen sie durch gezielte Formung in einem Aufprallfall Aufprallenergie in Umformenergie dissipieren.

[0004] Als bevorzugter Werkstoff hat sich Stahl aufgrund seiner günstigen Herstellbarkeit bei gleichzeitig hoher Steifigkeit herausgestellt. Insbesondere die Warmumform- und Presshärte-technologie verleiht dem Stahl hochfeste oder gar höchstfeste Eigenschaften, weshalb es weiterhin möglich war, das spezifische Eigengewicht der Bauteile zu senken, und gleichzeitig die Festigkeitswerte zu erhöhen.

[0005] Heutzutage werden jedoch an Kraftfahrzeuge nicht nur ästhetische und sicherheitsrelevante Erwartungen gestellt, es werden vielmehr auch ökologische und wirtschaftliche Aspekte zum Betreiben des Kraftfahrzeugs in den Vordergrund gestellt. So ist es insbesondere wichtig, dass das Kraftfahrzeug einen geringen Kraftstoffverbrauch bei gleichzeitig ebenfalls geringem CO₂-Ausstoß besitzt. Hierzu gibt es verschiedenste Ansätze, beispielsweise die Verwendung neuer Antriebsmethoden wie dem Hybridantrieb oder aber eine besondere Formgebung, sodass das Kraftfahrzeug einen geringen Luftwiderstand besitzt.

[0006] Ein weiterer Ansatz ist die Verwendung von Leichtmetallbauteilen zur Senkung des spezifischen Eigengewichts der Kraftfahrzeugkarosserie und somit des gesamten Kraftfahrzeugs. Hierbei werden insbesondere Leichtmetallbauteile aus Aluminiumlegierungen eingesetzt.

[0007] Für bestimmte Anwendungen, beispielsweise bei hohen Umformgraden oder bei der Einstellung gezielter Festigkeitswerte in Aluminiumbauteilen ist es notwendig, die Platinen vor der Umformung und/oder in Zwischenstufen während der Umformung und/oder Formteile nach der Umformung thermisch zu beeinflussen.

[0008] Aus dem Stand der Technik sind Durchlauföfen bekannt, beispielsweise aus der DE 10 2010 019 215 A1. Solche Durchlauföfen weisen ein Transportsystem auf, auf dem Blechbauteile oder aber Blechplatinen kontinuierlich durch eine Ofenanlage befördert werden und innerhalb der Ofenanlage erwärmt werden. Hierbei gibt es zahlreiche Ansätze, beispielsweise die Infrarotwärmerung oder aber auch eine induktive Erwärmung des Bauteils oder aber der Platine innerhalb der Ofenanlage.

[0009] Werden solche Ofenanlagen jedoch für Leichtmetalllegierungen verwendet, sind einige Verfahren ineffizient, da das Aluminium z.B. die Wärmestrahlung reflektiert oder technisch unpraktikabel, da sich z.B. Formplatinen oder -teile nur ungleichmäßig erwärmen lassen und sich stark verziehen häufig aber vor allem stark verlustbehaftet, da ein großer Teil der eingebrachten Energie nicht genutzt wird. Ein weiterer Nachteil ist der hohe Platzbedarf der meisten Anlagen.

[0010] Die Ofenanlagen können mithin nur uneffektiv betrieben werden, was die Produktionskosten des ohnehin gegenüber Stahl teureren Leichtmetallwerkstoffs weiter steigert.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ausgehend vom Stand der Technik, eine Ofenanlage zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen sowie ein Verfahren zum Betreiben der Ofenanlage bereitzustellen, mit dem eine effiziente Massenfertigung von Leichtmetallbauteilen durchführbar ist und die kostengünstig betreibbar ist.

[0012] Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Ofenanlage zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 1 und 16 gelöst.

[0013] Der verfahrenstechnische Teil der Aufgabe wird weiterhin mit einem Verfahren zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen gemäß den Merkmalen im Patentanspruch 11 und 25 gelöst.

[0014] Vorteilhafte Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung sind Bestandteil der abhängigen Patentansprüche.

[0015] Die erfindungsgemäße Ofenanlage zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen, wobei die Leichtmetallbauteile kontinuierlich durch die Ofenanlage beförderbar sind und die Ofenanlage eine Wärmequelle aufweist ist dadurch gekennzeichnet, dass in der Ofenanlage ein Luftstrom umwälzbar ist und mithin nur die an die Platine oder das Bauteil sowie als Verlustströme auftretende Energie nachgesetzt werden muss, wobei die Leichtmetallbauteile in der Ofenanlage konvektiv durch den Luftstrom erwärmt sind und ein jeweils in die Ofenanlage eintretendes Leichtmetallbauteil und ein jeweils aus der Ofenanlage austretendes Leichtmetallbauteil als Dichtschott den Luftstrom an einem Entweichen aus der Ofenanlage hindern.

[0016] Die erfindungsgemäße Ofenanlage nutzt zum thermischen Behandeln, insbesondere zum Erwärmen der Leichtmetallbauteile das Konvektionsprinzip. Bei einem Leichtmetallbauteil kann es sich im Rahmen der Erfindung um ein

bereits fertig umgeformtes Bauteil handeln, aber auch um ein Bauteil in einem Zwischenformstadium oder gar um eine Platine, die im Anschluss an die thermische Behandlung umgeformt wird.

5 **[0017]** Bevorzugt werden mit der erfindungsgemäßen Ofenanlage Leichtmetallbauteile aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere aus einer Aluminiumknetlegierung behandelt. Die jeweiligen Bauteile werden auf einem zeitlich getaktet oder kontinuierlich laufenden Förderer gestellt, und treten dann einzeln hintereinander in gleichmäßigem Abstand und bevorzugt in regelmäßigen Abständen durch zusätzliche Schottblenden separiert in die Ofenanlage ein. Die Ofenanlage ist dabei in einem Eintritt derart ausgebildet, dass ein jeweils in die Ofenanlage eintretendes Leichtmetallbauteil sowie an einem Austritt eines jeweils aus der Ofenanlage austretendes Leichtmetallbauteil als Dichtschott fungiert, so dass der innerhalb der Ofenanlage umgewälzte Luftstrom nicht aus der Ofenanlage entweicht. Jeweils bei einem Übergang von einem Bauteil im Eintrittsbereich zu dem nächsten in den Eintrittsbereich eintretenden Bauteil, und bei analogem Prinzip am Austritt der Ofenanlage kommt es zu Verlusten aufgrund des Abstands der einzelnen Bauteile untereinander. Darüber hinaus treten Überströmverluste auch an einem Spalt zwischen Bauteil oder Schott und den angrenzenden Abschlüssen auf. Aufgrund der Möglichkeit, eine Anzahl von Bauteilen auf einer kurzen Strecke getaktet oder kontinuierlich durch die Ofenanlage zu fördern, können besonders kurze Taktzeiten von wenigen Sekunden realisiert werden, so dass mit der Ofenanlage effektiv große Mengen von thermisch zu behandelnden Leichtmetallbauteilen gehandhabt werden können.

10 **[0018]** Im Rahmen der Erfindung ist bei dieser und allen nachfolgend beschriebenen Ausführungsvarianten der Ofenanlage eine Förderung der zu erwärmenden Bauteile derart möglich, dass die Förderung kontinuierlich durchgeführt wird, so dass keine Unterbrechung erfolgt. Somit werden kontinuierlich Bauteile am Eintritt der Ofenanlage auf das Förderband aufgesetzt, durch die Ofenanlage transportiert und am Austritt der Ofenanlage von den Transportern wieder entnommen.

15 **[0019]** Im Rahmen der Erfindung ist die kontinuierliche Förderung dennoch auch derart zu verstehen, dass sie im Takt der Produktion mit vorgeschalteten und nachgeschalteten Produktionsanlagen arbeitet. Beispielsweise kann das Förderband jeweils zum Aufsetzen eines neuen Bauteils und dann auch gegebenenfalls zur gleichzeitigen Entnahme am Austritt der Ofenanlage des erwärmten Bauteils kurz angehalten werden und so dann wieder anfahren, bis zum nächsten Bauteil.

20 **[0020]** Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, die Fördergeschwindigkeit der Bauteile durch die Ofenanlage nicht nur in Abhängigkeit der Verweildauer der Bauteile innerhalb der Ofenanlage selbst zu wählen, sondern auch derart an den Produktionsprozess anzupassen, dass immer in einer ausreichenden Menge wärmebehandelte Bauteile zur Weiterverarbeitung bereitgestellt werden.

25 **[0021]** Innerhalb der erfindungsgemäßen Ofenanlage sind eine oder mehrere Wärmequellen angeordnet, die mindestens eine vorbestimmte Temperatur erzeugen. Bei der Temperatur handelt es sich bevorzugt um eine Temperatur zwischen 100°C und 600°C, die dann durch eine Umwälzeinrichtung, insbesondere durch eine innerhalb der Ofenanlage angeordneten Luftumwälzeinrichtung in Verbindung mit einem in der Ofenanlage ausgebildeten Kanalsystem eine Luftströmung erzeugt, die über durch die Ofenanlage beförderten Leichtmetallbauteile strömt. Der erwärmte Luftstrom tauscht dann aufgrund der erzwungen Konvektion mit der Oberfläche der Leichtmetallbauteile Wärme aus, so dass es zu einem Wärmeübergang von Luftstrom zu Leichtmetallbauteil kommt. Hierbei nutzt die erfindungsgemäße Ofenanlage die hohe Wärmeleitfähigkeit von Aluminium in Verbindung mit der relativ zur Masse des Leichtmetallbauteils selber großen Oberfläche, so dass innerhalb kürzester Zeit eine thermische Behandlung, insbesondere eine Erwärmung des Leichtmetallbauteils durchführbar ist.

30 **[0022]** Am Austritt der Ofenanlage ist dann wieder ein Austrittsbereich derart ausgebildet, dass der Luftstrom an einem Entweichen aus der Ofenanlage durch die aus der Ofenanlage austretenden Leichtmetallbauteile gehindert wird.

35 **[0023]** Für die Konvektionsbeheizung können sowohl fremderwärmte Luft als auch heiße Abgasströme genutzt werden. Der Luftstrom kann im Rahmen der Erfindung jede Art von Gasstrom sein, beispielsweise auch der Strom eines Reaktionsgases.

40 **[0024]** Insgesamt bietet die erfindungsgemäße Ofenanlage den Vorteil, dass nicht die gesamte Anlage gerade bei einem Anfahren zu Produktionsbeginn zunächst aufgeheizt werden muss, sondern lediglich die in der Ofenanlage umgewälzte Luft muss entsprechend temperiert werden. Die erfindungsgemäße Ofenanlage kann somit mit einem effektiven Wirkungsgrad arbeiten, bei deutlich geringeren Energiekosten in Relation zu einer Erwärmungsanlage, die nach dem Wärmestrahlungs- oder aber auch dem Induktionsprinzip arbeitet. Gerade durch das Umwälzen des Luftstroms und das Verhindern des Entweichens des Luftstroms ist es in Verbindung mit einer thermischen Kapselung der Ofenanlage möglich, den einmal erwärmten Luftstrom durch die Wärmequelle beim Umwälzen immer wieder nur gering nachzuwärmen, wodurch die Energiekosten beim Betreiben der erfindungsgemäßen Ofenanlage sehr gering sind.

45 **[0025]** Insbesondere ist die Wärmequelle als Elektroheizung ausgebildet und/oder als Brennstoffheizung. Die Wärmequelle ist innerhalb der Ofenanlage nach und/oder vor der Umwälzanlage eingerichtet. Der so erwärmte Luftstrom oder Gasstrom wird besonders bevorzugt direkt an die Leichtmetallbauteile weitergegeben, so dass keine Strömungsverluste zwischen direkt von der Wärmequelle erwärmtem Luftstrom und einem langen Strömungskanalsystem entstehen. Nach Passieren des Luftstroms der Leichtmetallbauteile trifft dieser auf ein Kanalsystem und wird wiederum der

Umwälzeinrichtung zugeführt, wobei er kurz vor oder nach der Umwälzeinrichtung dann wiederum durch eine dort angeordnete Wärmequelle auf die gewünschte Temperatur nacherwärmt wird.

[0026] Die Wahl der Wärmequelle als Elektroheizung oder aber als Brennstoffheizung ist insbesondere von der Energieverfügbarkeit, den Energiekosten sowie der Größe der erfindungsgemäßen Ofenanlage abhängig. Bei kleineren Stückzahlen ist es sinnvoll, eine Elektroheizung zu verwenden. Im Rahmen der Erfindung können jedoch auch beide Heizungsarten kombiniert werden, so dass die Ofenanlage modular für verschiedene Einsatzzwecke nutzbar ist.

[0027] Weiterhin bevorzugt sind die Umwälzeinrichtungen als Umluftgebläse innerhalb der Ofenanlage angeordnet. Je nach zu erzeugender Temperatur können die Umluftgebläse beispielsweise auch erst in dem Kanalsystem oder aber nach Passieren des Luftstroms der Leichtmetallbauteile angeordnet sein, so dass der zunächst mitunter bis zu 600° C heiße Luftstrom oder Gasstrom sich an den Leichtmetallbauteilen abgekühlt hat, bevor er die Umluftgebläse passiert. Die Umluftgebläse sind somit nicht den Temperaturmaxima von mehr als 400° C oder gar mehr als 500° C ausgesetzt, sondern können in einem warmen Luftstrom bei circa 100° C bis 400° C betrieben werden.

[0028] Im Rahmen der Erfindung sind die Umluftgebläse dann in verschiedenen Gebläsestufen nutzbar, so dass die Luft- oder Gasstromgeschwindigkeit, mit der der Luftstrom über die Leichtmetallbauteile strömt, einstellbar ist. Dieser erlaubt in Verbindung mit einer Temperaturregelung zwei Einstellparameter, so dass die Erwärmung der Leichtmetallbauteile durch die Strömungsgeschwindigkeit und/oder die Temperatur des Luftstroms einstellbar sind.

[0029] Weiterhin bevorzugt ist die Ofenanlage thermisch gekapselt, wobei weiterhin bevorzugt an dem Eintritt und/oder dem Austritt der Ofenanlage Dichtelemente angeordnet sind, wobei die Dichtelemente ganz besonders bevorzugt als austauschbare Formblenden ausgebildet sind. Die thermische Kapselung ist beispielsweise eine Mantelisolierung der Ofenanlage, so dass Restwärme nicht nach Passieren der Leichtmetallbauteile oder aber bei Passieren des Kanalsystems aus der Ofenanlage entweicht.

[0030] Weiterhin ist gerade bei der getakteten oder kontinuierlichen Massenförderung von Leichtmetallbauteilen in die Ofenanlage hinein und aus der Ofenanlage heraus der Eingangs- und der Ausgangsbereich, mithin der Eintritt und der Austritt, kritisch, da hier Wärme, aber auch aufgrund des Konvektionsprinzips der erfindungsgemäßen Ofenanlage der Luftstrom entweichen kann. Hierzu sind der Eintritt und der Austritt jeweils so ausgebildet, dass aufeinander folgende Leichtmetallbauteile, die kontinuierlich in die Ofenanlage eintreten bzw. aus dieser austreten, den Eintritt und/oder den Austritt derart abdichten, dass eine zu geringe Luftmenge des innerhalb der Ofenanlage zirkulierenden Luftstroms entweicht. Unvermeidbar durch Spalte an Ein- und Austritt nach außen übertretender heißer Luft-/Gasstrom kann durch übergreifende Hauben aufgefangen und der Umwälzung wieder zugeführt werden, wodurch sich der Wirkungsgrad weiter steigern lässt.

[0031] Bei Nutzung der Bauteilgeometrie zur Abdichtung zur Erhöhung der Dichtigkeit sind Dichtelemente an dem Eintritt und/oder an dem Austritt ausgebildet, wobei die Dichtelemente bevorzugt als Formblende ausgebildet sind. Bei Verwendung verschiedener Leichtmetallbauteile, insbesondere bei verschiedenen großen Platinen ist es somit durch Austausch der Formblenden möglich, dass jeweils die Querschnittsfläche bzw. die orthogonal zur Förderrichtung sich aufspannende Querspanntfläche der Leichtmetallbauteile derart durch die Formblenden abzubilden, dass an einem umlaufenden Randbereich nur ein geringes Spaltmaß entsteht. Die erfindungsgemäße Ofenanlage ist somit optional für Leichtmetallbauteile mit verschiedenen geometrischen Abmessungen nutzbar.

[0032] Weiterhin bevorzugt sind in der Ofenanlage mindestens zwei Temperaturzonen ausgebildet, wobei die Leichtmetallbauteile als Dichtschott zwischen den Zonen nutzbar sind, insbesondere sind an einem Übertritt zwischen den Zonen austauschbare Formblenden angeordnet. Im Rahmen der Erfindung ist somit bei einer Ofenanlage mit zwei voneinander verschiedenen Temperaturzonen eine erste Temperaturzone und eine zweite Temperaturzone derart ausgebildet, dass das jeweils von der einen Zone in die andere Zone übertretende Leichtmetallbauteil als Dichtschott eines Übertritts, analog dem Prinzip am Eintritt oder aber am Austritt der Ofenanlage fungiert. Auch hier sind austauschbare Formblenden angeordnet, so dass bei Leichtmetallbauteilen mit voneinander verschiedenen geometrischen Abmessungen eine hohe Luftdichtigkeit auch zwischen den Zonen ausgebildet ist.

[0033] In den jeweiligen Temperaturzonen kann dann wiederum durch Wahl der Luftströmungsgeschwindigkeit und/oder der Lufttemperatur eine voneinander verschiedene thermische Wärmebehandlung erfolgen. Im Rahmen der Erfindung können dann beispielsweise auch zwei Umluftgebläse angeordnet sein, die in der jeweiligen Zone voneinander verschiedene Strömungsgeschwindigkeiten erzeugen. Ebenfalls können zwei Wärmequellen zur Erzeugung verschiedener Temperaturen innerhalb der Ofenanlage angeordnet sein. Im Rahmen der Erfindung kann die Ofenanlage auch 3, 4, 5 oder mehr Zonen aufweisen, wobei es wiederum möglich ist, entsprechend einer jeden Zone ein Umluftgebläse und eine Wärmequelle zuzuordnen. Im Rahmen der Erfindung ist es ebenfalls möglich, über veränderliche Querschnittsdüsen an den Zonen zugeordneten Luftdüsen die Strömungsgeschwindigkeit innerhalb einer jeweiligen Zone individuell einzustellen, so dass nur ein Umluftgebläse verwendet wird. Im Rahmen der Erfindung kann eine Temperaturzone auch als eine Abkühlzone ausgebildet sein, so dass hier ein in Relation zu der Wärmebehandlungszone kalter Luftstrom von beispielsweise nur 50° C oder aber auch von nur 10° C die Leichtmetallbauteile umströmt.

[0034] Besonders bevorzugt weisen die Formblenden eine Öffnung auf, die im Wesentlichen einer orthogonal zu der Förderrichtung angeordneten Querspanntfläche der Leichtmetallbauteile entsprechen. Hiermit wird sichergestellt, dass

auch bei einer leicht schräg gestellten Leichtmetallplatine nur geringe Spaltmaße beim Durchtritt der Platine durch die Formblende gegeben sind, so dass eine Verlustströmung der Luft vermieden wird.

[0035] Weiterhin weist die Ofenanlage im Bereich ihres Eintritts eine Trocknungszone auf und/oder im Bereich ihres Austritts eine Abkühlzone. Hierdurch ist es möglich, in der Trocknungszone zunächst ein auf den Leichtmetallbauteilen befindliches Schmiermittel oder eine sonstige Beschichtung zu trocknen oder aber von den Leichtmetallbauteilen zu entfernen. Anschließend werden die Leichtmetallbauteile in der mindestens einen Temperaturzone thermisch behandelt und optional dann in einer am Austritt der Ofenanlage befindlichen Abkühlzone wiederum abgekühlt. Die Abkühlung kann dabei auf eine Bauteiltemperatur von 100° C oder gar 50° C oder auch auf Raumtemperatur erfolgen. Hierdurch kann z.B. eine thermische Behandlung, Lösungsglühung, Auslagerung, Rückglüfung, kontrolliert abgeschlossen werden.

[0036] Weiterhin bevorzugt wird der umgewälzte Luftstrom innerhalb der Ofenanlage beim Passieren der Leichtmetallbauteile flächig über diese geleitet, so dass der Luftstrom die Leichtmetallbauteile flächig überströmt. Während des Überströmens findet dabei ein Wärmeaustausch der erwärmten/kalten Luft oder des warmen Gases auf das in Relation hierzu kältere oder wärmere Leichtmetallbauteil statt. Im Rahmen der Erfindung wird insbesondere die Vorderseite, aber auch aufgrund des kontinuierlichen Passierens des Leichtmetallbauteils dessen Rückseite von dem Luftstrom überströmt, so dass eine gleichmäßige Erwärmung von beiden Seiten stattfindet. Die jeweils in dem Leichtmetallbauteil eingestellte Temperatur kann dann wiederum durch Wahl von voneinander verschiedenen Lufttemperaturen oder aber auch von voneinander verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten eingestellt werden. Dabei ist es möglich, bei nur einer Temperaturzone die Parameter Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit zu verstellen, so dass verschiedene Bauteile auf der gleichen Ofenanlage thermisch behandelbar sind. Im Falle von zwei oder mehr Temperaturzonen ist es auch möglich, die Strömungsgeschwindigkeit sowie die Temperatur in jeder einzelnen Zone individuell einzustellen.

[0037] Weiterhin bevorzugt werden die Leichtmetallbauteile auf einem Transportband, insbesondere auf einem Kettenförderer, durch die Ofenanlage transportiert. Im Rahmen der Erfindung weist das Transportband, insbesondere der Kettenförderer, Aufnahmen mit Fixierungen auf, in die die Leichtmetallbauteile, insbesondere in Form von Platinen im Wesentlichen vertikal orientiert lagerbar sind. Darüber hinaus wird die Anlage hierdurch kompakter, so dass die Luftströmung die Bauteile im Wesentlichen in die vertikale Orientierung von unten nach oben oder aber von oben nach unten überströmt. Die Transportrichtung erfolgt dann im Wesentlichen in horizontaler Richtung, so dass die vertikal orientierten Bauteile zwischen den Zonen und am Eintritt und am Austritt die jeweilige Strömungsleit- und Dichtfunktion übernehmen. Bauteile in einem Winkel anordnenbar.

[0038] Bevorzugt sind die Leichtmetallbauteile selber auf eine Temperatur zwischen 200° und 450° C innerhalb der Ofenanlage erwärmbar. Hierbei finden dann metallurgische Prozesse der jeweils verwendeten Aluminiumlegierung, insbesondere Aluminiumknetlegierung statt, die später eine gute Umformbarkeit oder aber ein entsprechendes homogenes Gefüge mit den gewünschten Festigkeitseigenschaften erzeugt.

[0039] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen in einer Ofenanlage, wobei die Ofenanlage mindestens eines der zuvor genannten Merkmale aufweist und das Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Bestücken eines Transportbandes mit einer Vielzahl von hintereinander gereihten Leichtmetallbauteilen, insbesondere Leichtmetallplatinen
- Befördern der Leichtmetallbauteile durch die Ofenanlage, wobei an einem Eintritt der Ofenanlage die Eintrittsöffnung durch das jeweils die Eintrittsöffnung passierende Leichtmetallbauteil abgedichtet wird,
- Erzeugen eines kontinuierlich umgewälzten warmen Luftstromes und Überströmen der Leichtmetallbauteile in mindestens einer Temperaturzone innerhalb der Ofenanlage, während das Leichtmetallbauteil getaktet oder kontinuierlich weiter durch die Ofenanlage transportiert wird,
- Austreten der thermisch behandelten Leichtmetallbauteile aus der Ofenanlage, wobei an einem Austrittsbereich der Ofenanlage eine Austrittsöffnung durch das jeweils die Austrittsöffnung passierende Leichtmetallbauteil abgedichtet wird.

[0040] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, insbesondere hintereinander gereichte Leichtmetallbauteile, ganz besonders bevorzugt Leichtmetallplatinen auf einem Transportband bereitzustellen und kontinuierlich durch eine Ofenanlage zu führen. Innerhalb der Ofenanlage wird dann ein warmer Luft- oder Gasstrom mit Hilfe einer Wärmequelle erzeugt und durch ein Umluftgebläse in Zirkulation versetzt, so dass der warme Luft- oder Gasstrom die Leichtmetallbauteile überströmt. Das Leichtmetallbauteil selber erwärmt sich dann aufgrund der an der Oberfläche des Leichtmetallbauteils, insbesondere an einer Oberseite und auch einer Unterseite des Leichtmetallbauteils erzwungenen Konvektion, wodurch sich das Leichtmetallbauteil, insbesondere bei Verwendung einer Aluminiumlegierung aufgrund

der guten Wärmeleitfähigkeit in besonders kurzer Zeit von mitunter nur wenigen Sekunden erwärmen lässt.

[0041] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass an einem Eintritt und auch an einem Austritt der Ofenanlage die jeweilige Eintrittsöffnung bzw. Austrittsöffnung durch das jeweilig passierende Leichtmetallbauteil abgedichtet wird, so dass der innerhalb der Ofenanlage erzeugte Luft- oder Gasstrom kaum an die die Ofenanlage umgebende Luft entweicht. Im Rahmen der Erfindung können dann auch jeweils zwei oder drei die Eintrittsöffnung nacheinander passierende Leichtmetallbauteile gleichsam eine Dichtfunktion übernehmen. Gleiches gilt für die Austrittsöffnung.

[0042] Innerhalb der Ofenanlage selber ist es möglich, durch Wahl der Strömungsgeschwindigkeit des Luft- oder Gasstroms und/oder der Luft- oder Gastemperatur des Luft- oder Gasstroms die Erwärmung des Leichtmetallbauteils einzustellen. Auch können zwei, drei oder mehr Temperaturzonen innerhalb der Ofenanlage unterteilt sein, wobei in jeder Zone dann durch die Parameter Strömungsgeschwindigkeit des Luftstroms oder aber auch Temperatur des Luftstroms unterschiedliche Erwärmungseffekte an dem Leichtmetallbauteil ausgeführt werden.

[0043] Die thermisch behandelten Leichtmetallbauteile können im Rahmen der Erfindung insbesondere in einer Taktzeit von weniger als 15 Sekunden pro Bauteil einem weiteren Verarbeitungsverfahren zugeführt werden.

[0044] Weiterhin bevorzugt weist die Ofenanlage eine Trocknungszone sowie eine Abkühlzone auf, wobei in der Trocknungszone die die Trocknungszone passierenden Leichtmetallbauteile getrocknet werden, insbesondere wird ein auf den Leichtmetallbauteilen vorhandenes Schmiermittel abgetrocknet. Ferner kann in einer Abkühlzone das Leichtmetallbauteil auf eine Kaltauslagerungstemperatur abgekühlt werden. Im Rahmen der Erfindung ist besonders bevorzugt eine Abkühlzone am Ende der Ofenanlage angeordnet, es können jedoch auch zwischen den einzelnen Temperaturzonen eine oder mehrere Abkühlzonen angeordnet werden, so dass ein erwärmtes Bauteil abgekühlt wird und anschließend wieder erwärmt wird.

[0045] Weiterhin bevorzugt werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die in der Ofenanlage, insbesondere im Eintritt und im Austritt, aber auch an einem Übertritt zwischen den Zonen im Falle einer Mehrzonenofenanlage angeordneten Formblenden in Abhängigkeit der zu behandelnden Leichtmetallbauteile ausgetauscht. Die Formblenden werden insbesondere derart gewählt, dass eine Querspanfläche, welche orthogonal zur Transportrichtung angeordnet ist, in Verbindung mit dem jeweils die Formblende passierenden Leichtmetallbauteil oder aber auch mit zwei oder drei passierenden Leichtmetallbauteilen bestmöglich abdichtet, so dass der Luftstrom nicht entweichen kann.

[0046] Die zuvor genannten Merkmale sind im Rahmen der Erfindung beliebig untereinander kombinierbar mit den damit einhergehenden Merkmalen, ohne deren Rahmen zu verlassen. Ebenfalls sind die zuvor beschriebenen Parameter auf die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen uneingeschränkt anwendbar.

[0047] In einer weiteren Ausführungsvariante wird die erfindungsgemäße Aufgabe mit einer Ofenanlage zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen, wobei die Leichtmetallbauteile kontinuierlich durch die Ofenanlage beförderbar sind und die Ofenanlage eine Wärmequelle aufweist, dadurch gelöst, dass in der Ofenanlage ein Luftstrom umwälzbar ist, wobei die Leichtmetallbauteile in der Ofenanlage konvektiv durch den Luftstrom erwärmbar sind und die Leichtmetallbauteile auf einer Fördereinrichtung durch die Ofenanlage transportierbar sind, wobei in Abständen zueinander Trennwände auf der Fördereinrichtung angeordnet sind und mindestens ein Leichtmetallbauteil zwischen zwei Trennwänden anordenbar ist.

[0048] Die bereits zuvor genannten Merkmale bezüglich beispielsweise unterschiedlicher Temperaturzonen, der Wärmequelle selber, der Strömungsgeschwindigkeit oder Luftstromtemperatur oder aber auch der Dichtelemente in Form von Formblenden sind auch mit der zweiten Ausführungsvariante kombinierbar, ohne dabei den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Im Unterschied zur ersten Ausführungsvariante, in der die Leichtmetallbauteile selber als Dichtschott angeordnet sind, werden in der zweiten Ausführungsvariante entsprechende Trennwände auf der Fördereinrichtung angeordnet. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, eine Mischform aus der ersten und der zweiten Ausführungsvariante auszubilden, wonach die Trennwände jeweils als größeres Leichtmetallbauteil in der Ofenanlage erwärmt werden und zwischen den Trennwänden, mithin zwischen den größeren Leichtmetallbauteilen, kleinere Leichtmetallbauteile oder aber auch komplex geformte Leichtmetallbauteile anordenbar sind.

[0049] Gerade hierdurch ergibt sich auch der Vorteil der zweiten Ausführungsvariante, wonach zwischen den beiden Trennwänden jeweils Leichtmetallbauteile anordenbar sind, die verschieden große Bauteilabmessungen aufweisen können, wobei die äußere Geometrie der Leichtmetallbauteile kleiner sein muss als die äußeren Abmessungen der Trennwände, so dass in einem kontinuierlichem Beförderungsprozess die Trennwände eine dichtende Funktion einnehmen und die Leichtmetallbauteile nicht über die Trennwände hinüberstehen.

[0050] Ferner ist es möglich, gleichzeitig zwei, drei oder auch vier oder mehr Leichtmetallbauteile zwischen zwei Trennwänden anzuordnen und gleichzeitig wärmezubehandeln, wobei die Leichtmetallbauteile auch dreidimensional komplex geformte Geometrien aufweisen können.

[0051] Im Rahmen der Erfindung kann die Ofenanlage bei dem Einsatz von Trennwänden und dem Anordnen von mindestens einem Leichtmetallbauteile jeweils zwischen zwei Trennwänden für verschiedene Produktionsserien genutzt werden, ohne dabei umgerüstet werden zu müssen. So ist es beispielsweise möglich, in ihren äußeren Abmessungen voneinander verschieden große Leichtmetallbauteile, insbesondere Leichtmetallplatinen, direkt nacheinander durch die erfindungsgemäße Ofenanlage zu befördern, wobei die Dichtfunktion durch die Trennwände übernommen wird und die

Platinen einfach in Steck- oder Aufnahmeverrichtungen zwischen den Trennwänden einsetzbar sind. Hierdurch ist die erfindungsgemäße Ofenanlage flexibel einsetzbar, ohne dass Rüstzeiten zur Umrüstung der Ofenanlage auf eine neue Produktionsserie vonnöten sind. Dies spart Anschaffungs- und Unterhaltskosten der erfindungsgemäßen Ofenanlage.

[0052] Ferner weist die Ofenanlage auch in der Ausführungsvariante mit Trennwänden optional mindestens zwei voneinander verschiedene Temperaturzonen auf, in denen die Bauteile auf voneinander verschiedene Temperaturen erwärmt werden. So ist es beispielsweise möglich, das Bauteil zunächst stufenweise zu erwärmen und/oder stufenweise abzukühlen.

[0053] Im Rahmen der Erfindung sind die Trennwände insbesondere derart ausgebildet, dass sie als Dichtschott fungieren, wobei bei Passieren einer Trennwand eines Eintritts und/oder eines Austritts und/oder eines Übertritts eine Abdichtung erfolgt, so dass der Luftstrom an einem Entweichen aus der Ofenanlage gehindert ist, insbesondere erfolgt eine kontinuierliche Abdichtung durch zwei aufeinander folgende Trennwände an dem Eintritt und/oder dem Austritt und/oder dem Übertritt. Der Übertritt ist dabei im Rahmen der Erfindung zwischen zwei Temperaturzonen angeordnet, so dass das zu befördernde Bauteil von der einen Temperaturzone in die andere Temperaturzone übertritt.

[0054] Im Rahmen der Erfindung erfolgt somit bei im Wesentlichen in einem Winkel zwischen vorzugsweise 10° und 85° angeordneten Trennwänden zu der Förderrichtung eine Abdichtung durch zwei aufeinander folgende Trennwände.

[0055] Die Trennwände sind bevorzugt im Rahmen der Erfindung derart angeordnet, dass durch ihre Winkellage grundsätzlich der Eintritt und/oder der Austritt und/oder der Übertritt durch zwei Trennwände im Wesentlichen abgedichtet ist, so dass ein jeweiliger Luftstrom an einem Entweichen aus der Ofenanlage oder aber an einem Übertritt von der einen Temperaturzone in die andere Temperaturzone gehindert ist.

[0056] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante sind die Trennwände auf der Fördereinrichtung austauschbar angeordnet. Im Rahmen der Erfindung ist es somit möglich, voneinander verschieden große Trennwände auf der Fördereinrichtung selbst anzuordnen oder aber auch den Abstand zwischen zwei Trennwänden zu variieren. So können beispielsweise bei gleichzeitigem Erwärmen von zwei, drei, vier oder mehr Leichtmetallbauteilen die Trennwände in einem größeren Abstand auf der Fördereinrichtung angeordnet sein, wohingegen bei Erwärmen von nur einem Leichtmetallbauteil zwischen zwei Trennwänden die Trennwände in einem Abstand zueinander angeordnet werden können, der nur einen geringen Spalt zwischen Trennwand, Bauteil und Bauteil und nächster Trennwand belässt, so dass der Luftstrom über das Leichtmetallbauteil strömen kann.

[0057] Im Rahmen der Erfindung ist die Fördereinrichtung insbesondere als Kettenförderer oder aber als Förderband ausgebildet. Hierdurch ist es möglich, die Fördereinrichtung kontinuierlich zu betreiben, wobei in einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante die Trennwände vor dem Eintritt auf den Kettenförderer anordnenbar sind und nach dem Austritt von dem Kettenförderer entnehmbar sind. Hierdurch wird erreicht, dass bei einem Rücklauf des Kettenförderers nur ein geringer Platzbedarf benötigt wird, der ansonsten durch gegenüber dem Kettenförderer abstehende Trennwände deutlich größer wäre. Es wird somit eine deutlich kleinere Rücklaufquerschnittsfläche benötigt in Relation zu der Querschnittsfläche der Fördereinrichtung durch die Ofenanlage, wobei auf die Fördereinrichtung entsprechende Trennwände aufgesetzt sind.

[0058] Weiterhin bevorzugt ist der Luftstrom in der Ofenanlage von den Trennwänden selbst leitbar, insbesondere sind zwei voneinander verschiedene Luftströme in zwei voneinander verschiedenen Temperaturzonen durch eine Trennwand separierbar, wobei der Luftstrom die Leichtmetallbauteile flächig überströmt. Hierdurch ist es möglich, im Rahmen der Erfindung jeweils einen Luftstrom in einer separaten Temperaturzone aufgrund der sehr guten Wärmeeigenschaften des Werkstoffes Aluminiums derart gezielt auszunutzen, dass in der Temperaturzone durch Überströmen des Luftstromes des Leichtmetallbauteils in diesem gezielt die gewünschte Temperatur einstellbar ist.

[0059] Durch die Trennwände ist es wiederum möglich, voneinander verschiedene Temperaturzonen zu separieren, wobei die einzelnen Luftströme durch die Trennwände derart geleitet werden, dass sie im Wesentlichen nicht in eine andere Temperaturzone übertreten. Im Rahmen der Erfindung können die Trennwände weiterhin bevorzugt isoliert ausgebildet sein, so dass durch die Trennwand selber die Wärmeleitung von einer Temperaturzone in die zweite Temperaturzone gering gehalten wird. Weiterhin können die Trennwände im Rahmen der Erfindung besonders bevorzugt beschichtet sein, so dass die Trennwände von dem ebenfalls die Trennwände überströmenden Luftstrom nur eine geringe Wärmeenergie aufnehmen. Insbesondere handelt es sich dabei um eine thermisch isolierende Beschichtung.

[0060] Weiterhin bevorzugt sind die Trennwände in einem Winkel auf der Fördereinrichtung angeordnet, insbesondere in einem Winkel zwischen 10° und 80°, besonders bevorzugt in einem Winkel zwischen 20° und 70°, ganz besonders bevorzugt in einem Winkel zwischen 30° und 60° und vorzugsweise in einem Winkel zwischen 40° und 50°. Hierdurch ergeben sich im Rahmen der Erfindung zwei Vorteile. Zum einen ist es möglich, durch die Anordnung in einem Winkel durch zwei aufeinander folgende Trennwände in einem Eintritt und/oder Austritt und/oder Übertritt eine kontinuierliche Abdichtung zu gewährleisten. Ein zweiter Vorteil ist, dass durch die Winkelanordnung die Luftströme von voneinander verschiedenen Temperaturzonen ebenfalls voneinander separiert werden.

[0061] Weiterer Bestandteil der Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben einer Ofenanlage, wobei die Ofenanlage eine kontinuierliche Fördereinrichtung für Leichtmetallbauteile aufweist und auf der Fördereinrichtung mindestens zwei Trennwände angeordnet sind, wobei jeweils ein Leichtmetallbauteil zwischen zwei Trennwänden positioniert wird und

anschließend die Ofenanlage durchläuft, wobei weiterhin insbesondere voneinander verschiedene Temperaturzonen durch die Trennwände separiert werden. Im Rahmen der Erfindung erfolgt somit eine Abdichtung des Innenraums der Ofenanlage durch die kontinuierlich auf der Fördereinrichtung laufenden Trennwände, wobei die zwischen den Trennwänden angeordneten Leichtmetallbauteile durch einen innerhalb der Ofenanlage umgewälzten Luftstrom thermisch behandelt werden.

[0062] Hierzu dichten insbesondere jeweils zwei aufeinander folgende Trennwände den Eintrittsbereich und/oder den Austrittsbereich und/oder einen Übertrittsbereich ab, wobei der in der Ofenanlage umgewälzte Luftstrom, insbesondere in der jeweiligen Temperaturzone der Ofenanlage umgewälzte Luftstrom an einem Entweichen aus der Ofenanlage oder aber an einem Übertreten in eine andere Temperaturzone gehindert werden.

[0063] Die erfindungsgemäße Ofenanlage zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen, wobei die Leichtmetallbauteile kontinuierlich durch die Ofenanlage beförderbar sind und die Ofenanlage eine Wärmequelle aufweist, ist in einer dritten Ausführungsvariante dadurch gekennzeichnet, dass in der Ofenanlage ein Luftstrom umwälzbar ist, wobei die Leichtmetallbauteile in der Ofenanlage konvektiv durch den Luftstrom erwärmbar sind und die Leichtmetallbauteile auf einer Fördereinrichtung durch die Ofenanlage transportierbar sind, wobei ein Eintritt und/oder ein Austritt der Ofenanlage durch relativbewegliche Schotte abgedichtet sind.

[0064] Die relativbeweglichen Schotts sind hierzu insbesondere als schnellöffnende und schnellschließende Schotts ausgebildet, wobei die Schotte als Relativbewegung besonders bevorzugt eine translatorische Bewegung ausführen. Mithin wird ein auf die Fördereinrichtung aufgesetztes Leichtmetallbauteil in Richtung der Ofenanlage befördert und kurz vor Eintritt in die Ofenanlage öffnet das Schott, sodann tritt das Leichtmetallbauteil in die Ofenanlage ein und unmittelbar nach Eintritt in die Ofenanlage schließt das Schott wiederum. Durch diese Ausführungsvariante ist es möglich, unabhängig von den äußeren Abmessungen Leichtmetallbauteile verschiedener Größe durch die Ofenanlage zu befördern.

[0065] Die bereits eingangs genannten Merkmale bezüglich der Wärmequelle, des Umluftgebläses sowie der einstellbaren Temperaturen und der voneinander verschiedenen Temperaturzonen gelten für die dritte Ausführungsvariante analog.

[0066] Weiterhin bevorzugt ist zwischen zwei voneinander verschiedenen Temperaturzonen ein relativbewegliches Schott angeordnet. Somit ist es im Rahmen der Erfindung vorstellbar, dass am Eintritt, an mindestens einem Übertritt zwischen zwei voneinander verschiedenen Temperaturzonen und an einem Austritt der erfindungsgemäßen Ofenanlage drei relativbewegliche Schotts anzuordnen, die jeweils bei Passieren eines Leichtmetallbauteils kurzzeitig öffnen und sofort wieder schließen. Die Schotts sind dabei im Rahmen der Erfindung zeitgleich ansteuerbar, insbesondere bietet sich diese Ausführungsform an bei in kontinuierlichen Abständen auf der Fördereinrichtung angeordneten Leichtmetallbauteilen. Alle Schotts öffnen dann gleichzeitig, es treten in der Ausführungsvariante mit drei Schotts sodann drei Leichtmetallbauteile in einen jeweils nächstliegenden Raum der Ofenanlage ein und die Schotts schließen darauf wiederum. Insbesondere bei einem Abschalten oder Herunterfahren des umgewälzten Luftstroms ist diese Ausführungsform von Vorteil. Im Rahmen der Erfindung kann aber auch jedes Schott einzeln und somit separat geöffnet und geschlossen werden. Insbesondere bei auf der Fördereinrichtung diskontinuierlich angeordneten Leichtmetallbauteilen ist ein individuelles Öffnen und Schließen eines jeden Schotts von Vorteil.

[0067] Im Rahmen der Erfindung ist ein relativbewegliches, insbesondere schnell öffnendes Schott bevorzugt als Schiebetor ausgebildet, wobei das Schott bezogen auf die Förderrichtung der Leichtmetallbauteile nach oben oder aber zu einer Seite verfahrbar ist, wobei das Schott weiterhin bevorzugt insbesondere zweiteilig ausgebildet ist, so dass jeweils ein Teil des Schotts zu einer Seite der Ofenanlage verschiebbar ist. Insbesondere bei einer zweigeteilten Ausführungsvariante des relativbeweglichen Schotts wird ein zu langer Verfahrensweg zum Öffnen gegenüber einem einteiligen Schott vermieden. So ist es selbst bei Öffnungsgrößen von 1 m oder mehr möglich durch die Zweiteilung des Schotts, dass jedes Schott in diesem Fall nur um 0,5 m geöffnet und sodann wieder geschlossen werden muss. Hierdurch verkürzt sich insbesondere bei Zweiteiligkeit des Schotts die Öffnungs- und Schließzeit.

[0068] Zum Öffnen und Schließen des Schotts ist insbesondere ein Aktuator an dieses angeschlossen, wobei der Aktuator weiterhin vorzugsweise eine lineare Bewegung ausführt und pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch antreibbar ist. Auch ist ein elektromechanisch antreibbarer Aktuator im Rahmen der Erfindung möglich. Der Aktuator sollte selbst mechanisch robust und einfach ausgebildet sein, so dass er aufgrund der thermischen Belastungen der Ofenanlage gegenüber thermischen Ausdehnungen unanfällig ist und gegebenenfalls Steuerungselektronik möglichst im Randbereich oder aber außerhalb der Ofenanlage selbst angeordnet ist, wodurch hier aufgrund der thermischen Belastungen keine Defekte auftreten.

[0069] Hierzu ist es im Rahmen der Erfindung insbesondere möglich, dass die Ofenanlage von einer Hülle umgeben ist, wobei die Schotte selbst insbesondere innerhalb der Hülle angeordnet sind oder aber dass die Schotte die Hülle durchgreifen und zum Öffnen und Schließen in einem Schlitz durch die Hülle bewegbar sind. In erster Ausführungsvariante wird insbesondere bei Schotts an einem Übertrittsbereich von einer Temperaturzone in eine zweite Temperaturzone, die innerhalb der Hülle angeordnet sind, ein Entweichen von Wärmeenergie durch Schlitze zum Öffnen und Schließen der Schotts vermieden. Dies ist jedoch nur bei kleineren Öffnungsweiten der Schotte praktikabel, um die

äußeren Abmessungen der Hülle ebenfalls klein bzw. gering zu halten. Ist jedoch eine Öffnung der Schotts von 1 m oder mehr notwendig, ist es im Rahmen der Erfindung von Vorteil, wenn die Schotts durch einen jeweiligen Schlitz der Hülle bewegbar sind. Die Schotts verlassen dann zumindest teilweise beim Öffnen den Innenbereich der Ofenanlage und kehren beim Schließen wiederum in diesen zurück.

5 **[0070]** Weiterhin bevorzugt sind zur Reduzierung des Wärmeverlusts durch den Schlitz thermische Isolierungsmaßnahmen im Schlitzbereich vorgesehen. Beispielsweise ist dies eine thermische Abdichtung. Weiterhin bevorzugt sind die Schotts selber beschichtet und/oder thermisch isoliert ausgebildet. Hierdurch ist es wiederum möglich, über das Schott selber zum einen den Wärmeeintrag aufgrund des über das Schott streifenden Luftstroms gering zu halten und zum anderen die Wärme an einem Austritt mittels Wärmeleitung durch das Schott am Eintritt und/oder Austritt zu hindern und die voneinander verschiedenen Temperaturzonen durch ein wärmeisoliertes Schott an einem Wärmeübergang von einer Temperaturzone in die nächste durch Wärmeleitung über das Schott ebenfalls zu hindern.

10 **[0071]** Weiterer Bestandteil der Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben der Ofenanlage mit relativbeweglichen Schotts, wobei die Fördereinrichtung mit einem Leichtmetallbauteil bestückt wird und das Leichtmetallbauteil in die Ofenanlage befördert wird, wobei das Schott am Eintritt der Ofenanlage kurz vor Eintreten des Leichtmetallbauteils geöffnet wird und direkt nach Eintreten des Leichtmetallbauteils geschlossen wird und/oder wobei das Schott am Austritt der Ofenanlage kurz vor Austreten des Leichtmetallbauteils geöffnet wird und direkt nach Austreten des Leichtmetallbauteils aus der Ofenanlage wieder geschlossen wird.

15 **[0072]** Im Rahmen der Erfindung ist es weiterhin vorteilhaft, wenn der innerhalb der Ofenanlage umgewälzte Luftstrom beim Öffnen eines Schotts ausgesetzt oder reduziert wird und nach dem Schließen des Schotts wieder angefahren oder aber erhöht wird. Hierdurch wird verhindert, dass der Wärmeaustritt aus der Ofenanlage oder aber der Wärmeübertritt in voneinander verschiedene Temperaturzonen während des Öffnens und Schließens des Schotts auf ein Minimum reduziert wird. Die Energiekosten zum Betreiben der Anlage werden hierdurch reduziert.

20 **[0073]** Weiterhin ist es im Rahmen der Erfindung auch möglich, dass bei Öffnen eines Schotts zwei oder auch mehr Leichtmetallbauteile das Schott passieren und nach dem Passieren der Leichtmetallbauteile das Schott wiederum geschlossen wird. Hierdurch ist die erfindungsgemäße Ofenanlage und das Verfahren zum Betreiben der Ofenanlage derart flexibel einsetzbar, dass verschiedene Produktionslinien an zu erwärmenden Metallbauteilen ohne lange Rüstzeiten mit der Ofenanlage thermisch behandelbar sind. So ist es beispielsweise möglich, Leichtmetallbauteile mit verschiedenen äußeren geometrischen Abmessungen, in Platinenform oder aber auch dreidimensional komplex geformte Metallbauteile mit der gleichen Ofenanlage thermisch zu behandeln, ohne dass die Ofenanlage umgerüstet oder modifiziert werden muss.

25 **[0074]** Im Rahmen der Erfindung ist es weiterhin vorteilhaft, dass die relativbeweglichen Schotts durch eine Steuerung nur so weit geöffnet werden, dass eine hinreichend große Öffnungsfläche zum Passieren des Bauteils mit seinen äußeren geometrischen Abmessungen geschaffen ist. Sodann wird nach Passieren des Bauteils das Schott bzw. die Schotts wieder geschlossen. Somit ist es möglich, beispielsweise bei einer 1 m² großen Platine einen Öffnungsbereich freizugeben, der entsprechend geringfügig größer ist als 1 m². Bei einer Platine, die jedoch nur 1/4 m² groß ist, ist es möglich, die Schotts nur derart zu öffnen, dass ein Öffnungsbereich von etwas mehr als 1/4 m² gegeben ist, so dass die Platine den Öffnungsbereich passieren kann und anschließend das Schott wieder geschlossen wird.

30 **[0075]** So ist es im Rahmen der Erfindung besonders bevorzugt möglich, ein in drei Richtungen öffnendes Schott zu wählen, so dass das Schott aus zwei zu jeder Seite der Fördereinrichtung fahrenden Schotts ausgebildet ist und einem senkrecht nach oben zur Fördereinrichtung verfahrbaren Schott ausgebildet ist, so dass die jeweiligen Öffnungsflächen individuell einstellbar sind. Der Energieaustritt über Spalte beim Passieren der Bauteile in die Ofenanlage wird hierdurch auf ein Minimum reduziert.

35 **[0076]** Im Rahmen der Erfindung ist es bei allen drei zuvor beschriebenen Ausführungsvarianten erfindungsgemäß möglich, die Leichtmetallbauteile in einem Winkel auf der Fördereinrichtung anzuordnen, insbesondere in einem Winkel zwischen 30° und 90°, so dass viele Bauteile aufeinander folgend kontinuierlich durch die Ofenanlage beförderbar sind, wobei die äußere Längenausdehnung der Ofenanlage jedoch maximal einige Meter und nicht bei auf der Fördereinrichtung flächig aufgelegten Platinen, mithin Platinen oder aber Leichtmetallbauteilen, die in ihrer Längenausdehnung sich in Förderrichtung erstrecken, ein Platzbedarf von einer Ofenanlage von mithin bis zu mehreren Dutzend oder sogar mehreren hundert Metern benötigt wird. Der Luftstrom ist dann im Rahmen der Erfindung von unten nach oben oder aber von oben nach unten innerhalb der Ofenanlage umwälzbar und überströmt dabei die in einem Winkel zu der Fördereinrichtung die darauf angeordneten Platinen sowie gegebenenfalls die dazwischen angeordneten Trennwände. Insgesamt lässt sich hierdurch eine Ofenanlage mit kompakten Bauraumabmessungen und universeller Nutzung für die thermische Behandlung von Leichtmetallbauteilen mit verschiedenartigen geometrischen Abmessungen bereitstellen.

40 **[0077]** Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung sind Bestandteil der nachfolgenden Beschreibung. Bevorzugte Ausführungsvarianten werden in den schematischen Figuren dargestellt. Diese dienen dem einfachen Verständnis der Erfindung. Es zeigen:

- Figur 1 die erfindungsgemäße Ofenanlage in einer Seitenansicht;
- Figur 2 eine erfindungsgemäße Formblende in einer Draufsicht;
- 5 Figur 3 eine Stirnansicht auf den Eintrittsbereich einer Ofenanlage;
- Figur 4 eine Stirnansicht bei verschieden großen Platinen;
- Figur 5 eine Querschnittsansicht durch die Ofenanlage mit Kettenförderer und Wärmequelle;
- 10 Figur 6 eine erfindungsgemäße Ofenanlage in einer Seitenansicht mit mitlaufenden Trennwänden;
- Figur 7 eine erfindungsgemäße Ofenanlage mit mitlaufenden Trennwänden;
- 15 Figur 8 eine erfindungsgemäße Ofenanlage mit relativbeweglichen Schotts;
- Figur 9 eine erfindungsgemäße Ofenanlage in einer Draufsicht mit relativbeweglichen Schotts und
- Figur 10a und b relativbewegliche Schotts in einer erfindungsgemäßen Ofenanlage.
- 20

[0078] In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet, auch wenn eine wiederholte Beschreibung aus Vereinfachungsgründen entfällt.

[0079] Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Ofenanlage 1 zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen 2 in Form von Platinen. Ein Transportband 3 wird mit den Leichtmetallbauteilen 2 bestückt und transportiert die Leichtmetallbauteile 2 in Transportrichtung 4 in die Ofenanlage 1 hinein.

25

[0080] Hierzu weist die Ofenanlage 1 einen Eintritt E auf, durch den die Leichtmetallbauteile 2 in die Ofenanlage 1 eintreten. Gleiches gilt für den Austritt A, hier weist die Ofenanlage 1 einen Austritt A auf.

[0081] Innerhalb der Ofenanlage 1 trifft das Leichtmetallbauteil 2 dann zunächst auf eine Trocknungszone T, in der das Leichtmetallbauteil 2 von einem etwaigen Schmiermittel getrocknet wird. Innerhalb der Trocknungszone T zirkuliert ein Luftstrom L, der sowohl eine Vorderseite 5 als auch eine Rückseite 6 des Leichtmetallbauteils 2 umströmt. Von der Trocknungszone T tritt das Leichtmetallbauteil 2 in eine erste Temperaturzone Z1 über, in der wiederum ein Luftstrom L1 die Vorderseite 5 und die Rückseite 6 des Leichtmetallbauteils 2 umströmt. Der Luftstrom L1 in der ersten Temperaturzone Z1 weist dazu eine Strömungsgeschwindigkeit v1 sowie eine Temperatur T1 auf, mit der das Leichtmetallbauteil 2 umströmt wird und somit eine vorgegebene Bauteiltemperatur innerhalb der Temperaturzone Z1 erfährt.

30

[0082] Anschließend tritt das Leichtmetallbauteil 2 in eine zweite Temperaturzone Z2 ein, in der es wiederum mit einem Luftstrom L2 an einer Vorderseite 5 und einer Rückseite 6 überströmt wird, wobei der Luftstrom L2 der zweiten Temperaturzone Z2 eine zweite Strömungsgeschwindigkeit v2 und eine zweite Temperatur T2 aufweist. Hierdurch wird eine Bauteiltemperatur des Leichtmetallbauteils 2 beim Passieren der zweiten Temperaturzone Z2 eingestellt.

35

[0083] Nach der zweiten Temperaturzone Z2 tritt das Leichtmetallbauteil 2 in eine Abkühlzone Z3 über, wobei das Leichtmetallbauteil 2 in der Abkühlzone Z3 wiederum mit einem Luftstrom L3 an Vorderseite 5 und Rückseite 6 überströmt wird, der eine dritte Strömungsgeschwindigkeit v3 sowie eine dritte Temperatur T3 aufweist, wobei insbesondere die Temperatur T3 niedriger ist als die Temperatur T1 und T2 sowie die Strömungsgeschwindigkeit v3 höher ist als die Strömungsgeschwindigkeiten v1 und v2. Hierdurch wird das Bauteil in der hier dargestellten Variante in der Abkühlzone Z3 auf eine Abkühltemperatur abgekühlt. Danach tritt das Bauteil an einem Austritt A aus der Ofenanlage 1 aus und wird entnommen und somit als thermisch behandeltes Bauteil 7 einer nicht näher dargestellten Weiterverarbeitung zugeführt.

40

[0084] Die einzelnen Luftströme L können aus einem nicht näher dargestellten Umluftgebläse erzeugt werden und dann mittels Variation eines Querschnitts oder aber eines Ventils die Strömungsgeschwindigkeit v1, v2, v3 der jeweiligen Zone angepasst eingestellt werden. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, jeder Zone ein eigenes Umluftgebläse zuzuordnen. Gleiches gilt für die Temperatur. Diese kann von einer Wärmequelle erhitzt werden oder aber auch von verschiedenen Wärmequellen, beispielsweise ist jeder Temperaturzone Z1, Z2 eine separate Wärmequelle zugeordnet.

45

[0085] In der Figur 1 dargestellten Variante sind die Leichtmetallbauteile 2 in Form von Platinen zwischen Steckvorrichtungen 8 angeordnet, so dass sie im Wesentlichen vertikal orientiert in Transportrichtung 4 durch die Ofenanlage 1 transportiert werden. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, wie in Figur 2 dargestellt, die Platinen im Wesentlichen in einem Winkel α durch die Ofenanlage 1 zu befördern. Sowohl am Eintritt E, als auch am Austritt A, genauso wie zwischen den einzelnen Zonen sind Formblenden 9 angeordnet, wobei die Formblenden 9 näher dargestellt sind in Figur 3.

50

[0086] Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Formblende 9 in einer Draufsicht. Das Leichtmetallbauteil 2 passiert in Transportrichtung 4, also auf die Bildebene bezogen in diese hinein, die Formblende 9, wobei zwischen dem äußeren Rand 10 des Leichtmetallbauteils 2 und der Öffnung 11 ein Spalt 12 verbleibt, den es zu minimieren gilt, so dass möglichst wenig des Luftstroms L über den Spalt 12 aus den Temperaturzonen Z1, Z2 oder aber aus dem Eintritt E oder Austritt A der Ofenanlage 1 entweichen kann.

[0087] Das Leichtmetallbauteil 2 gemäß Figur 3 weist eine asymmetrische Konfiguration auf, es ist jedoch auch möglich, große und kleine viereckige Platinen durch Austausch der Formblenden 9 durch die Ofenanlage 1 zu führen. Dies ist in Figur 4 dargestellt, in der ein kleines Leichtmetallbauteil 2 durch die Formblende 9 erfasst ist, und durch die gestrichelte Linie angedeutet, durch Austausch der Formblende 9 auch ein in den geometrischen Abmessungen größeres Leichtmetallbauteil 2 durch die Ofenanlage 1 beförderbar ist, wobei jeweils zwischen dem Leichtmetallbauteil 2 und der Formblende 9 ein geringer Spalt 12 verbleibt.

[0088] Ferner zeigt Figur 5 eine Querschnittsansicht durch die erfindungsgemäße Ofenanlage 1, wobei das Leichtmetallbauteil 2 durch die Ofenanlage 1 in Transportrichtung 4 befördert wird und in der Querschnittsansicht eine Draufsicht auf eine Formblende 9 dargestellt ist. Es ist beispielsweise dargestellt ein Querschnitt durch die Temperaturzone Z1. Im unteren Teil der Ofenanlage 1 befindet sich ein Umluftgebläse 13, das die Luftzirkulation innerhalb der Temperaturzone Z1 erzeugt. Der von dem Umluftgebläse 13 umgewälzte Luftstrom L passiert ein Heizregister 14 und wird dort erwärmt und strömt im Anschluss daran über das Leichtmetallbauteil 2. In einem oberen Bereich wird der Luftstrom L gesammelt und wiederum dem Umluftgebläse 13 zugeführt. Hier dargestellt sind ebenfalls Zusatzheizaggregate 15, mit denen es möglich ist, den Luftstrom L entsprechend zusätzlich zu heizen oder aber auch ausschließlich zu heizen, so dass die Wärmequelle dem Umluftgebläse 13 vorgeschaltet und nicht wie das Heizregister 14 nachgeschaltet ist.

[0089] Figur 6 zeigt eine erfindungsgemäße Ofenanlage 1 in einer zweiten Ausführungsvariante, wobei die Ofenanlage 1 wiederum eine Fördereinrichtung (4) in Form eines Transportbandes 3 aufweist, welches Leichtmetallbauteile 2 in Form von Platinen 2, 2a, 2b, 2c in Transportrichtung 4 durch die Ofenanlage 1 befördert. Hierzu werden die Leichtmetallbauteile 2 auf dem Transportband 3 positioniert und treten durch einen Eintritt E in Transportrichtung 4 in die Ofenanlage 1 ein. In gleichmäßigen Abständen a sind Trennwände 16 auf dem Transportband 3 angeordnet, wobei jeweils zwischen zwei Trennwänden 16 hier dargestellt zwei Leichtmetallbauteile 2 angeordnet sind. Die Ofenanlage 1 gemäß Figur 6 weist eine Trocknungszone T sowie eine erste Temperaturzone Z1 und eine zweite Temperaturzone Z2 auf, wobei durch die Trocknungszone und die Temperaturzonen Z1, Z2 jeweils ein Luftstrom L, L1, L2 über die Vorderseite 5 und die Rückseite 6 der Leichtmetallbauteile 2 strömt.

[0090] Ein erfindungswesentlicher Vorteil der zweiten Ausführungsvariante gemäß Figur 6 ist, dass auch Leichtmetallbauteile 2 mit andersartigen Geometrien gegenüber einer Platine 2, 2a, 2b, 2c durch die Ofenanlage 1 transportierbar sind. So ist es beispielsweise möglich, längere Platinen 2a gegenüber den Leichtmetallbauteilen 2 durch die Ofenanlage 1 zu befördern. Ebenfalls ist es möglich, gewellte oder aber geriffelte Platinen 2b oder aber auch dreidimensional geformte Bauteile 2c durch die Ofenanlage zu befördern. Durch die Trennwände 16 wird jeweils eine Abdichtung an Eintritt E und Austritt A sowie zwischen den Temperaturzonen T, Z1, Z2 vorgenommen.

[0091] Figur 7 zeigt eine analoge Ausführungsvariante zu Figur 6, wobei hier zwischen den Trennwänden 16 jeweils nur ein Leichtmetallbauteil 2, 2b, 2c angeordnet ist. Im Rahmen der Erfindung ist es hierzu weiterhin möglich, die Abstände a, a1, a2 der einzelnen Trennwände 16 zueinander zu variieren, wobei dann $a \neq a1 \neq a2$ angeordnet sein kann. Die Trennwände 16 gemäß Figur 6 und Figur 7 sind bevorzugt vor dem Eintritt E in die Ofenanlage 1 auf das Transportband 3 aufsetzbar und nach Austritt A aus der Ofenanlage 1 von dem Transportband 3 demontierbar. Hierdurch ist der Rücklauf 17 des Transportbandes 3 nur mit einer geringen Bauhöhe h zu versehen.

[0092] Figur 8 zeigt eine dritte Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Ofenanlage 1, wobei hier relativbewegliche Schotts 18 am Eintritt E sowie am Austritt A und auch an Übertritten Ü zwischen den einzelnen Temperaturzonen T, Z1, Z2 vorhanden sind. So ist es möglich, mit den Schotts 18 eine Relativbewegung R auszuführen, um den auf dem Transportband 3 positionierten Leichtmetallbauteilen 2 einen Transport in Transportrichtung 4 zu ermöglichen. Auch bei den erfindungsgemäßen relativbeweglichen Schotts 18 ist es möglich, Bauteile bzw. Platinen 2, 2a, 2b mit voneinander verschiedenen Längen, so beispielsweise längere Platinen 2a, oder aber auch gewellte Bauteile 2b in ein und derselben Ofenanlage 1 thermisch zu behandeln.

[0093] In der in Figur 8 dargestellten Ausführungsvariante sind die Platinen 2a, 2b auf jeweiligen Steckvorrichtungen 8 im Wesentlichen in einem 90°-Winkel zu der Transportrichtung 4 auf dem Transportband 3 angeordnet. Es ist jedoch auch möglich, die Platinen 2a, 2b, wie in Figur 2, 6 oder 7 dargestellt, in einem Winkel α auf dem Transportband 3 anzuordnen. Hierzu sind dann nicht näher dargestellte Steckvorrichtungen 8 oder sonstige Positionierungsmittel auf dem Transportband 3 oder aber an den Bauteilen oder Platinen selber zum Einstecken auf dem Transportband 3, beispielsweise einem Kettenförderer, vorgesehen. Die jeweils relativbeweglichen Schotts 18 sind in Figur 8 dargestellt in Bezug auf die Transportrichtung 4 sowie die Ofenanlage 1 nach oben relativbeweglich ausgebildet.

[0094] Figur 9 zeigt eine weitere Ausführungsvariante mit relativbeweglichen Schotts 19a, 19b, wobei die Schotts 19a, 19b hier zweigeteilt ausgebildet sind und ebenfalls relativbeweglich in der Ofenanlage 1 angeordnet sind. Das zweigeteilte Schott 19a, 19b führt somit mit einem Teil 19a eine Relativbewegung R zu einer Seite und mit dem zweiten Teil 19b

EP 2 667 132 A2

eine Relativbewegung R zu der gegenüberliegenden Seite aus. Die in Figur 9 dargestellte Ansicht auf eine erfindungsgemäße Ofenanlage 1 von oben ermöglicht somit den Leichtmetallbauteilen 2 durch das Öffnen der Schotts 19a, 19b einen Durchtritt in Transportrichtung 4. Auch hier weist die Ofenanlage 1 zwei voneinander verschiedene Temperaturzonen Z1, Z2 auf, in denen jeweils nicht näher dargestellt ein Luftstrom umwälzbar ist und konvektiv die durch die Ofenanlage 1 beförderten Leichtmetallbauteile 2 thermisch behandelt. Ferner weist die in Figur 9 dargestellte Ofenanlage 1 eine Hülle 20 auf, die die gesamte Ofenanlage 1 umgibt, wobei die Schotts 19a, 19b innerhalb der Hülle 20 relativbeweglich sind. In der Detailansicht von Figur 9 ist ferner die Stirnseite des zweigeteilten Schotts 19a, 19b dargestellt, wobei hier verschiedene Arten von Dichtlabirynthen 21 ausgebildet sein können, die ein Übertreten des umgewälzten Luftstroms L1, L2, L3 und/oder der Wärme zwischen den zwei voneinander verschiedenen Temperaturzonen Z1, Z2, Z3 oder aber an einem Austreten der Wärme aus dem Eintritt E oder Austritt A verhindern. Beispielsweise können die Dichtlabirynthe U-förmig oder aber auch C-förmig im Querschnitt ausgebildet sein.

[0095] In Figur 10a und 10b ist eine weitere Ausführungsvariante der relativbeweglichen Schotts 18 dargestellt, wobei die Schotts 18 hier durch einen Schlitz 22 in der Hülle 20 die Relativbewegung R ausführen. In Figur 10b ist das Schott 18 ferner dargestellt mit einem Aktuator 23 gekoppelt, der die Relativbewegung R als Linearbewegung ausführt, wobei nur eine Koppelstange 24 durch den Schlitz 22 in der Hülle 20 geführt wird, so dass das mögliche Entweichen eines Luftstroms L1, L2, L3 und/oder von Wärme aus dem Inneren des Ofenraums vermieden wird.

Bezugszeichen:

- 1 - Ofenanlage
- 2 - Leichtmetallbauteil
- 2a - längere Platine
- 2b - gewellte Platine
- 2c - Bauteil
- 3 - Transportband
- 4 - Transportrichtung
- 5 - Vorderseite zu 2
- 6 - Rückseite zu 2
- 7 - thermisch behandeltes Leichtmetallbauteil
- 8 - Steckvorrichtung
- 9 - Formblende
- 10- äußerer Rand zu 2
- 11 - Öffnung zu 9
- 12 - Spalt
- 13 - Umluftgebläse
- 14 - Heizregister
- 15 - Zusatzheizaggregat
- 16 - Trennwand
- 17 - Rücklauf
- 18 - Schott
- 19a - zweigeteiltes Schott
- 19b - zweigeteiltes Schott
- 20 - Hülle
- 21 - Dichtlabirynth
- 22 - Schlitz
- 23 - Aktuator
- 24 - Koppelstange
- a - Abstand
- a1 - Abstand
- a2 - Abstand
- A - Austritt
- E - Eintritt
- h - Bauhöhe zu 17
- T - Trocknungszone
- L - Luftstrom

(fortgesetzt)

- L1 - Luftstrom zu Z1
L2 - Luftstrom zu Z2
L3 - Luftstrom zu Z3
Z1 - erste Temperaturzone
Z2 - zweite Temperaturzone
Z3 - Abkühlzone
v1 - Strömungsgeschwindigkeit von L1 in Z1
v2 - Strömungsgeschwindigkeit von L2 in Z2
v3 - Strömungsgeschwindigkeit von L3 in Z3
T1 - Temperatur von L1 in Z1
T2 - Temperatur von L2 in Z2
T3 - Temperatur von L3 in Z3
R - Relativbewegung
 α - Winkel

Patentansprüche

1. Ofenanlage (1) zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen (2), wobei die Leichtmetallbauteile (2) kontinuierlich durch die Ofenanlage (1) beförderbar sind, und die Ofenanlage (1) eine Wärmequelle aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Ofenanlage (1) ein Luftstrom (L) umwälzbar ist, wobei die Leichtmetallbauteile (2) in der Ofenanlage (1) konvektiv durch den Luftstrom (L) erwärmbar sind und ein jeweils in die Ofenanlage (1) eintretendes Leichtmetallbauteil (2) und ein jeweils aus der Ofenanlage (1) austretendes Leichtmetallbauteil (2) als Dichtschott den Luftstrom (L) an einem Entweichen aus der Ofenanlage (1) hindernd ausgebildet sind.
2. Ofenanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmequelle als Elektroheizung ausgebildet ist und/oder dass die Wärmequelle als Brennstoffheizung ausgebildet ist.
3. Ofenanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Umluftgebläse (13) den Luftstrom (L) innerhalb der Ofenanlage (1) erzeugt.
4. Ofenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ofenanlage (1) thermisch gekapselt ist, vorzugsweise sind an dem Eintritt (E) und/oder Austritt (A) Dichtelemente angeordnet, insbesondere sind die Dichtelemente als austauschbare Formblenden (9) ausgebildet.
5. Ofenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ofenanlage (1) mindestens zwei Temperaturzonen (Z1, Z2) aufweist, wobei die Leichtmetallbauteile (2) als Dichtschott zwischen den Zonen (Z1, Z2, Z3) nutzbar sind, insbesondere sind an einem Übertritt zwischen den Zonen (Z1, Z2, Z3) austauschbare Formblenden (9) angeordnet.
6. Ofenanlage nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formblenden (9) eine Öffnung (11) aufweisen, die im Wesentlichen einer orthogonal zu der Förderrichtung (4) angeordneten Querspanfläche der Leichtmetallbauteile (2) entsprechen.
7. Ofenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ofenanlage (1) im Bereich Ihres Eintritts (E) eine Trocknungszone aufweist und/oder dass die Ofenanlage (1) in Bereich Ihres Austritts (A) eine Abkühlzone (Z3) aufweist.
8. Ofenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der umgewälzte Luftstrom (L) die Leichtmetallbauteile (2) beim Passieren der Ofenanlage (1) flächig überströmt, insbesondere erfolgt das Überströmen in den verschiedenen Temperaturzonen (Z1, Z2) mit voneinander verschiedenen Lufttemperaturen und/oder mit voneinander verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten.
9. Ofenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leichtmetallbauteile (2) auf einem Transportband (3), insbesondere auf einem Kettenförderer durch die Ofenanlage (1) transportierbar sind.

10. Ofenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leichtmetallbauteile (2) auf eine Temperatur zwischen 200 und 450°C erwärmbar sind.
- 5 11. Verfahren zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen (2) in einer Ofenanlage (1) nach mindestens Anspruch 1, **gekennzeichnet, durch** folgende Verfahrensschritte:
- Bestücken eines Transportbandes (3) mit einer Vielzahl von hintereinander gereihten Leichtmetallbauteilen (2), insbesondere Leichtmetallplatinen
 - 10 - Befördern der Leichtmetallbauteile (2) **durch** die Ofenanlage (1), wobei an einem Eintritt (E) der Ofenanlage (1) die Eintrittsöffnung **durch** das jeweils die Eintrittsöffnung passierende Leichtmetallbauteil (2) abgedichtet wird,
 - Erzeugen eines kontinuierlich umgewälzten warmen Luftstromes (L) und Überströmen der Leichtmetallbauteile (2) in mindestens einer Temperaturzone (Z1, Z2) innerhalb der Ofenanlage (1), während das Leichtmetallbauteil (2) kontinuierlich weiter **durch** die Ofenanlage (1) transportiert wird,
 - 15 - Austreten der thermisch behandelten Leichtmetallbauteile (2) aus der Ofenanlage (1), wobei an einem Austrittsbereich der Ofenanlage (1) eine Austrittsöffnung **durch** das jeweils die Austrittsöffnung passierende Leichtmetallbauteil (2) abgedichtet wird.
- 20 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmung der Leichtmetallbauteile (2) durch Wahl der Strömungsgeschwindigkeit des Luftstromes (L) und/oder der Lufttemperatur in den einzelnen Temperaturzonen (Z1, Z2) eingestellt wird.
- 25 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leichtmetallbauteile (2) in einer Taktzeit von weniger als 15 Sekunden einem weiteren Verarbeitungsverfahren zugeführt werden.
- 30 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leichtmetallbauteile (2) in der Trocknungszone von Schmiermittel getrocknet werden und/oder in der Abkühlzone auf eine Kaltauslagerungstemperatur abgekühlt werden.
- 35 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formblenden (9) in Abhängigkeit der zu behandelnden Leichtmetallbauteile (2) ausgetauscht werden.
- 40 16. Ofenanlage zum thermischen Behandeln von Leichtmetallbauteilen, wobei die Leichtmetallbauteile (2) kontinuierlich durch die Ofenanlage (1) beförderbar sind, und die Ofenanlage (1) eine Wärmequelle aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Ofenanlage (1) ein Luftstrom (L) umwälzbar ist, wobei die Leichtmetallbauteile (2) in der Ofenanlage (1) konvektiv durch den Luftstrom (L) erwärmbar sind und die Leichtmetallbauteile (2) auf einer Fördereinrichtung (4) durch die Ofenanlage (1) transportierbar sind, wobei in Abständen (a) zueinander Trennwände (16) auf der Fördereinrichtung (4) angeordnet sind und mindestens ein Leichtmetallbauteil (2) zwischen zwei Trennwänden (16) anordenbar ist.
- 45 17. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Ofenanlage (1) mindestens zwei Temperaturzonen (Z1, Z2) ausgebildet sind, wobei die Temperaturzonen (Z1, Z2) voneinander verschiedene Temperaturen (T1, T2) aufweisen.
- 50 18. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwände (16) als Dichtschott ausgebildet sind, wobei bei Passieren einer Trennwand (16) eines Eintritts (E) und/oder eines Austritts (A) und/oder einem Übertritt eine Abdichtung erfolgt, so dass der Luftstrom (L) an einem Entweichen aus der Ofenanlage (1) gehindert ist, insbesondere erfolgt eine kontinuierliche Abdichtung durch zwei aufeinander folgende Trennwände (16) an dem Eintritt (E) und/oder Austritt (A) und/oder Übertritt.
- 55 19. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr Leichtmetallbauteile (2) zwischen zwei Trennwänden (16) anordenbar sind.
20. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwände (16) auf der Fördereinrichtung (4) austauschbar sind.
21. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fördereinrichtung (4) ein Kettenförderer oder ein Förderband ist.

EP 2 667 132 A2

22. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwände (16) vor dem Eintritt (E) auf dem Kettenförderer anordnenbar sind und nach dem Austritt (A) von dem Kettenförderer entnehmbar sind.
- 5 23. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Luftstrom (L) in der Ofenanlage (1) von den Trennwänden (16) leitbar ist, insbesondere sind zwei voneinander verschiedene Luftströme (L, L1, L2, L3) in zwei voneinander verschiedenen Temperaturzonen (Z1, Z2) durch eine Trennwand (16) separierbar und dass der Luftstrom (L, L1, L2, L3) die Leichtmetallbauteile (2) flächig überströmt.
- 10 24. Ofenanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennwände (16) unter einem Winkel auf der Fördereinrichtung (4) angeordnet sind, insbesondere einem Winkel zwischen 10 und 80 Grad, besonders bevorzugt einem Winkel zwischen 20 und 70 Grad, ganz besonders bevorzugt einem Winkel zwischen 30 und 60 Grad und vorzugsweise zwischen 40 und 50 Grad.
- 15 25. Verfahren zum Betrieben einer Ofenanlage nach mindestens Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Leichtmetallbauteil (2) zwischen zwei Trennwänden (16) auf der Fördereinrichtung (4) positioniert wird und anschließend die Ofenanlage (1) durchläuft, wobei voneinander verschiedene Temperaturzonen (Z1, Z2, Z3) durch die Trennwände (16) separiert werden.
- 20 26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils zwei aufeinanderfolgende Trennwände (16) den Eintrittsbereich (E) und/oder den Austrittsbereich (A) und/oder einen Übertrittsbereich abdichten und so der in der Ofenanlage (1), insbesondere in der Temperaturzone (Z1, Z2, Z3) umgewälzte Luftstrom (L1, L2, L3) an einem Entweichen oder Übertreten gehindert werden.

25

30

35

40

45

50

55

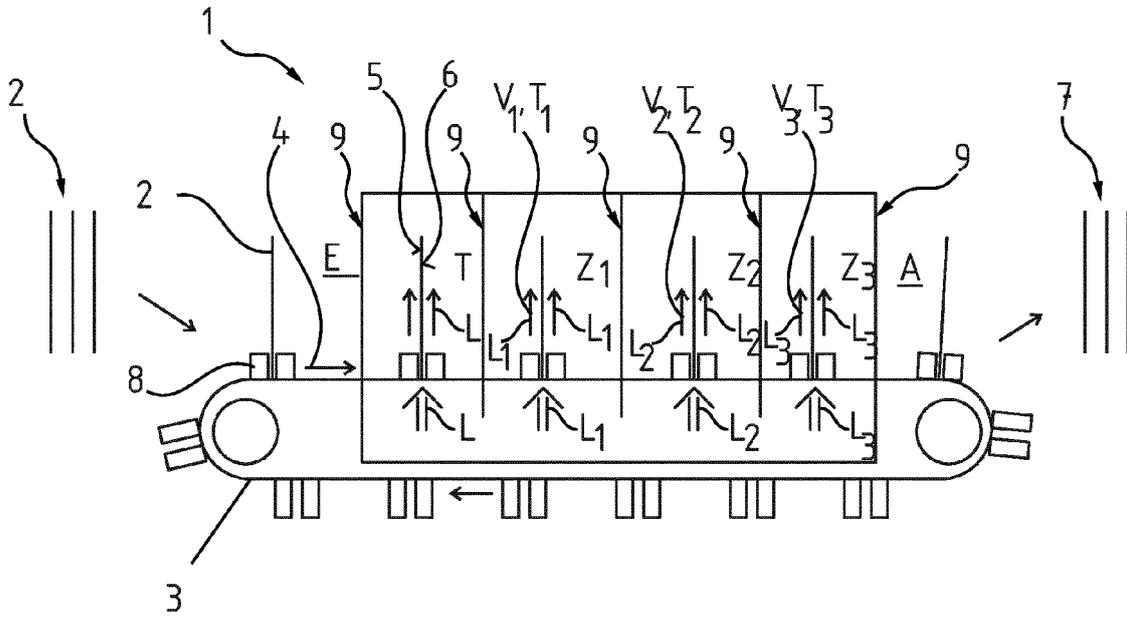


Fig. 1

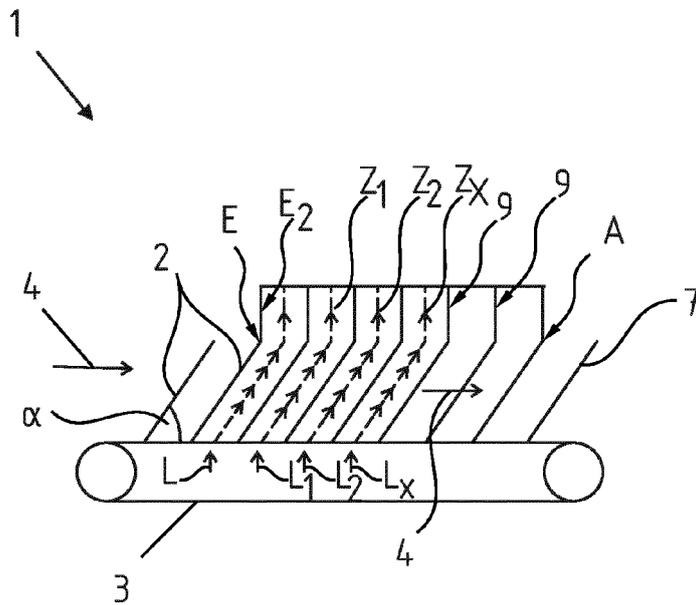


Fig. 2

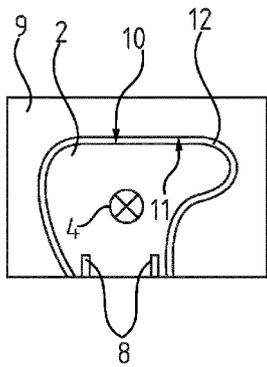


Fig. 3

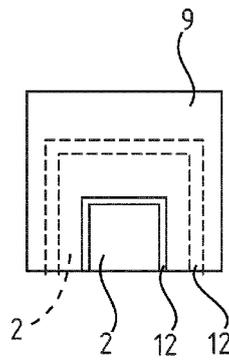


Fig. 4

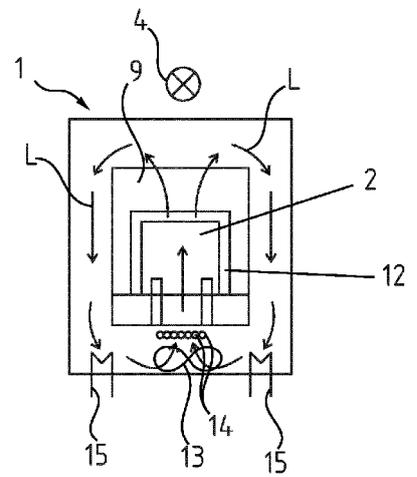


Fig. 5

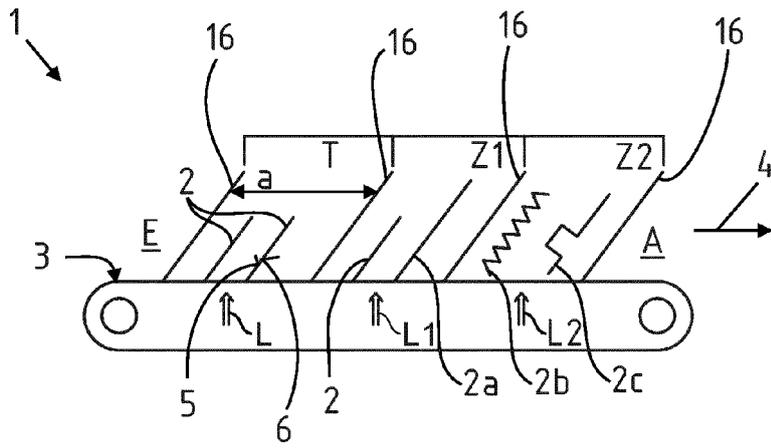


Fig. 6

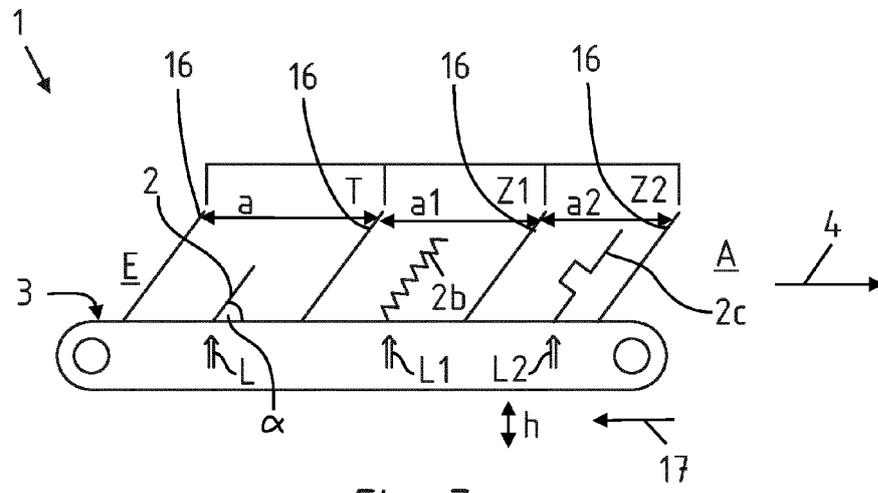


Fig. 7

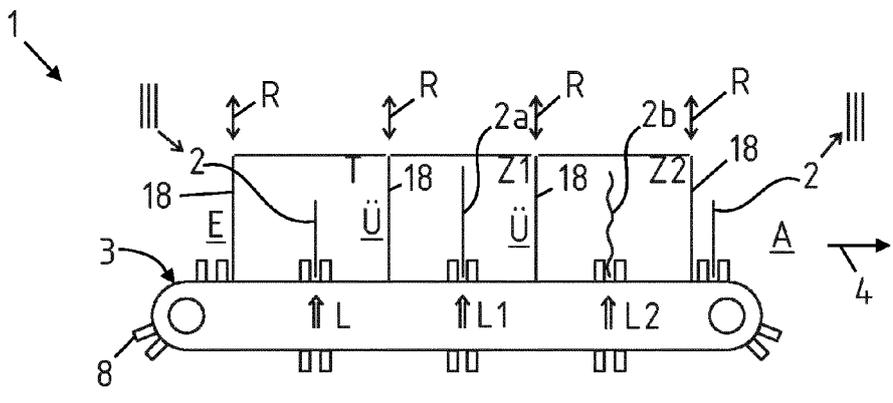
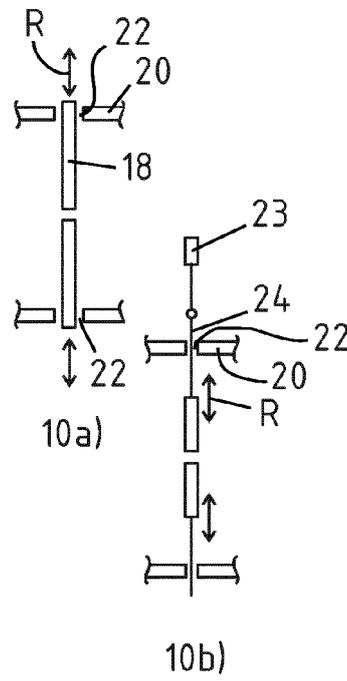
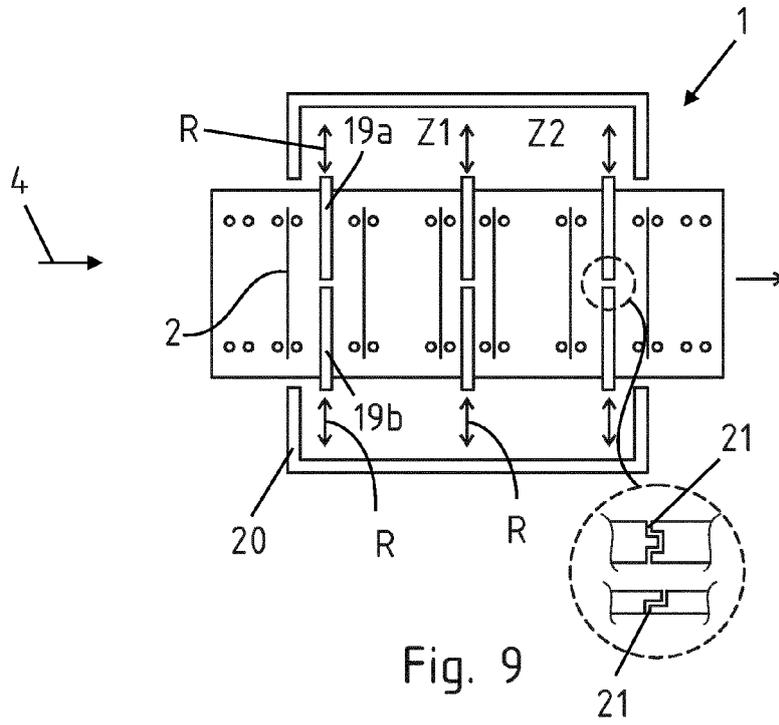


Fig. 8



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102010019215 A1 [0008]