

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 9336/2007 (51) Int. Cl. : **B29C 44/58** (2006.01)
(86) PCT-Anmeldenummer PCT/DE2007/001233
(22) Anmeldetag: 12.07.2007
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2011

(30) Priorität:
28.07.2006 DE 102006034953 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2003/018284A1
DE 2461580A1 DE 10114418A1

(73) Patentinhaber:
BECKMANN FRIEDHELM DIPL.ING.
D-32120 HIDDENHAUSEN (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES ARTIKELS MIT EINEM HOHLRAUM AUS EINEM KUNSTSTOFFMATERIAL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Artikels mit einem Hohlraum aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere Kunststoff-hohlprofil, bei dem in einer für den Artikel formgebenden Werkzeugkavität nach dem Einbringen einer ein Treibmittel enthaltenden, schäumbaren Kunststoffschmelze ein Zwischenprodukt mit Wandabschnitten und einem von den Wandabschnitten zumindest teilweise umgebenen Innenbereich sowie geschäumte Strukturen aufweisend gebildet wird, indem die schäumbare Kunststoffschmelze in der Werkzeugkavität zumindest teilweise aufgeschäumt wird, bei einer Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes ein von einer Wandung zumindest teilweise umgebener Hohlraum erzeugt wird, indem ein mit Druck beaufschlagtes Fluid in dem Innenbereich eingebracht wird, und nach der Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes, die weiterhin einen Abkühlprozeß umfasst, der Artikel mit dem Hohlraum aus der Werkzeugkavität entformt wird.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Artikels mit einem Hohlraum aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere Kunststoffhohlprofil.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Beim Herstellen von Artikeln, insbesondere Hohlprofilen aus thermoplastischem Kunststoff werden Verfahren eingesetzt, bei denen nach dem Einbringen einer Kunststoffschmelze in eine formgebende Werkzeugkavität ein noch schmelzflüssiger Kernbereich durch ein Gas wie CO₂ oder Stickstoff aber auch durch Wasser aus der Werkzeugkavität wieder verdrängt wird, wobei die Werkzeugkavität mit der Kunststoffschmelze gefüllt wird und anschließend ein Fluid, zum Beispiel ein Gas oder Wasser, mit einem hohen Druck zugeführt wird, der abhängig von der Art des eingesetzten Kunststoffmaterials in der Druckhöhe variiert werden kann. Die bekannten Verfahren werden auch als Gasinnendruckverfahren (GID) und Wasserinjektionstechnik (WIT) bezeichnet.

[0003] In einer Ausgestaltung erfolgt das Einführen des mit Druck beaufschlagten Fluides nach einer Teilfüllung der Werkzeugkavität mit der Kunststoffschmelze, was dazu führt, dass im Kernbereich Schmelzevolumen verdrängt wird und durch die Verdrängung der Kernschmelze die Restkavität des Werkzeuges, die nach der Teilfüllung noch frei war, auch gefüllt und somit der herzustellende Artikel gebildet wird. Nachteilig bei dem Verfahren ist jedoch, dass die Zuschaltung des mit Druck beaufschlagten Fluides zu einer sichtbaren Störung der Oberfläche des hergestellten Artikels führt, da die Front der eingebrachten Kunststoffschmelze bei der Zuschaltung des Fluides in der Werkzeugkavität kurzzeitig zum Stehen kommt und dann erst durch das Fluid weiter in Fließrichtung bewegt wird.

[0004] Aus diesem Grund ist ein Alternativverfahren entwickelt worden, bei dem zunächst die gesamte Werkzeugkavität gefüllt wird und dann die Kunststoffschmelze aus dem Kernbereich zeit- oder druckabhängig in eine Nebenkavität ausgeschoben wird. Das Material in der Nebenkavität kann in der Regel als Recyclat der Neuware wieder zugegeben werden.

[0005] Nachteilig bei beiden Verfahrensgestaltungen ist jedoch, dass das mit Druck beaufschlagte Fluid eine zusätzliche Innenkühlung verursacht und somit die Wandstärke des hergestellten Artikels im Hinblick auf eine dünne Wandung eher negativ beeinflusst.

[0006] Oft besteht die Forderung, den Artikel besonders leicht auszuführen, indem innerhalb der Wandung eine Schaumstruktur hergestellt wird. In dem Dokument EP 0 714 745 B1 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem in den dickwandigen Bereich eines Formteils eine schaumbildende Flüssigkeit injiziert wird, um Einfallstellen zu vermeiden. Die Injektion einer schaumbildenden Flüssigkeit, die üblicherweise als Treibmittel bezeichnet wird, in einen Massestrom führt zu einer ungleichmäßigen Verteilung in der Kunststoffschmelze, insbesondere bei einem Füllungsgrad der Werkzeugkavität von > 90%, besonders wenn die hinter den Injektionsstellen liegenden Bereiche nicht mehr erreichbar sind. Die Schaumbildung führt bestenfalls zu einem Volumenausgleich bei der Schwindung, so dass bei dem hergestellten Artikel kein durchgehender Hohlraum entsteht, sondern lediglich einzelne kleine in sich abgeschlossene Hohlräume, die im allgemeinen Sprachgebrauch als Lunker bezeichnet werden.

[0007] Die WO 03/018284 A1 beschreibt einen Artikel mit einem Hohlraum und aus einem geschäumten Kunststoffmaterial, wobei das Problem einer nicht einheitlichen Oberfläche durch die Struktur mit offenen Zellen dadurch gelöst wird, dass in die Werkzeugkavität vor dem Einbringen der Kunststoffschmelze eine Folie eingebracht wird, die in Folge die Oberfläche des Artikels bildet. Das Einbringen der Folie in die Werkzeugkavität macht jedoch das Herstellungsverfahren kompliziert.

[0008] Die DE 24 61 580 A1 offenbart ein Verfahren, bei dem zuerst eine plastische, treibmittelhaltige Masse in einer solchen Menge in einen mit Druckmedium beaufschlagten Formhohlraum eingefüllt wird, die kleiner ist als dessen Volumen. Anschließend wird in das Innere der im

Formhohlraum befindlichen Masse komprimiertes Gas eingeführt, bis der Formhohlraum mit der plastischen, nunmehr einen hohlen Innenraum einschließenden Kunststoffmasse ausgekleidet ist. Danach wird das komprimierte Gas unter Aufschäumen der Kunststoffmasse abgelassen, wodurch der aus glatter, nicht geschäumter Außenhaut und porigem Kern bestehende Spritzgusskörper erhalten wird.

[0009] Ein Aufschäumen der mit Treibmittel versehenen Kunststoffmasse wird beim Einbringen in den Formhohlraum zunächst gerade unterbunden. Erst beim Ablassen des zum vorherigen Ausbilden des Hohlraums eingebrachten Fluids entstehen in dem Formhohlraum Umgebungsbedingungen, die das Schäumen des Kunststoffes zulassen. Das Schäumen führt dann zum vollständigen Ausfüllen des zuvor gebildeten Hohlraums, welcher auf diese Weise wieder verschwindet. Zweck des am Ende des Prozesses stattfindenden Schäumens ist es also, den zuvor hergestellten Hohlraum wieder zu füllen.

[0010] Beim Verfahren nach der DE 101 14 418 A1 wird ein Fluid in ein noch nicht ausgehärtetes Kunststoffmaterial eingespritzt, wobei das Kunststoffmaterial noch schmelzflüssig ist, wenn bereits die Flüssigkeit eingespritzt wird, um die Zykluszeit des Spritzgusszyklus zu reduzieren. Ein Zwischenprodukt mit Wandabschnitten und einem von den Wandabschnitten zumindest teilweise umgebenen Innenbereich wird bei diesem Verfahren somit nicht gebildet.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Herstellen eines Artikels mit einem Hohlraum aus einem Kunststoffmaterial anzugeben, bei dem im Verlauf der Herstellung an der Artikeloberfläche entstehende Oberflächenstörungen, beispielsweise Umschaltmarkierungen, besser vermieden werden.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach den unabhängigen Ansprüchen 1 und 2 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von abhängigen Unteransprüchen.

[0013] Nach einem Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen eines Artikels mit einem Hohlraum aus einem Kunststoffmaterial geschaffen, insbesondere Kunststoffhohlprofil, bei dem: in einer für den Artikel formgebenden Werkzeugkavität nach dem Einbringen einer ein Treibmittel enthaltenden, schäumbaren Kunststoffschmelze ein Zwischenprodukt mit Wandabschnitten und einem von den Wandabschnitten zumindest teilweise umgebenen Innenbereich und geschäumte Strukturen aufweisend gebildet wird, indem die schäumbare Kunststoffschmelze in der Werkzeugkavität zumindest teilweise aufgeschäumt wird, bei einer Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes ein von einer Wandung zumindest teilweise umgebener Hohlraum erzeugt wird, indem ein mit Druck beaufschlagtes und über Raumtemperatur erhitztes Fluid in den Innenbereich eingebracht wird, und nach der Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes, die weiterhin einen Abkühlprozess umfasst, der Artikel mit dem Hohlraum aus der Werkzeugkavität entformt wird.

[0014] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen eines Artikels mit einem Hohlraum aus einem Kunststoffmaterial geschaffen, insbesondere Kunststoffhohlprofil, bei dem: in einer für den Artikel formgebenden Werkzeugkavität nach dem Einbringen einer Kunststoffschmelze ein Zwischenprodukt mit Wandabschnitten und einem von den Wandabschnitten zumindest teilweise umgebenen Innenbereich gebildet wird, bei einer Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes ein von einer Wandung zumindest teilweise umgebener Hohlraum erzeugt wird, indem ein mit Druck beaufschlagtes und über Raumtemperatur erhitztes Fluid in den Innenbereich eingebracht wird, und nach der Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes, die weiterhin einen Abkühlprozess umfasst, der Artikel mit dem Hohlraum aus der Werkzeugkavität entformt wird.

[0015] Mit Hilfe des nachgeschalteten Einbringens des mit Druck beaufschlagten Fluides in den Innenbereich im Rahmen der Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes wird insbesondere die Qualität der Wandung des Artikels optimiert. Es entsteht eine einheitliche Artikeloberfläche, auf der Störungen, wie sie im Stand der Technik beispielsweise in Form von Umschaltmarkierungen

auftreten, vermieden sind, insbesondere auch bei dünnen Wandstärken.

[0016] In einer bevorzugten Gestaltung des Verfahrens wird die Wandung des Artikels gebildet, indem durch das Einbringen des Fluides die Wandabschnitte des Zwischenproduktes gegen die Innenwand der Werkzeugkavität gedrückt und so verdichtet werden, wenigstens soweit, dass eventuelle Oberflächenstörungen im Bereich der Außenfläche der Wandabschnitte des Zwischenproduktes beseitigt werden. Mittels einer durch das eingebrachte Fluid wahlweise erzeugten Verdichtung oder Komprimierung kann auch die Wandstärke der Wandung minimiert werden. Raumtemperatur ist üblicherweise als eine Temperatur von 23°C definiert.

[0017] Auch kann vorgesehen sein, dass durch das Einbringen des mit Druck beaufschlagten Fluides eine Nachformung des Artikels und wahlweise eine Ausformung weiterer Konturbereiche des Artikels, die von dem Zwischenprodukt nur in einer Vorform oder gar nicht umfasst sind, ausgeführt wird.

[0018] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Innenbereich des Zwischenproduktes zumindest teilweise als Zwischenprodukthohlraum erzeugt wird, indem beim Bilden des Zwischenproduktes mittels eines in der Werkzeugkavität eingebrachten Injektionsfluides ein Teil der eingebrachten Kunststoffschmelze wieder aus der Werkzeugkavität verdrängt wird. Der Umfang, in welchem Kunststoffschmelze nachträglich wieder verdrängt wird ist insbesondere dadurch steuerbar, zu welchem Zeitpunkt mit dem Einbringen des Injektionsfluides begonnen wird. Je mehr Kunststoffschmelze noch plastisch ist, um so mehr kann verdrängt werden. Der Hohlraum des herzustellenden Artikels kann so in optimierter Weise vorgeformt werden. Bevorzugt ist bei einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass als Injektionsfluid eine Flüssigkeit, ein Gas oder Dampf verwendet wird. Auf diese Weise sind die bekannten Technologien nach dem Gasinnendruckverfahren und dem Wasserinjektionsverfahren nutzbar.

[0019] Durch das Einbringen der Kunststoffschmelze in der Werkzeugkavität wird insbesondere erreicht, dass der innere Druck der Kunststoffschmelze zu einer eigenständigen Ausbreitung innerhalb der Werkzeugkavität führt. Druck- und/oder Temperaturbedingungen in der Werkzeugkavität veranlassen ein Aufschäumen, wie dieses als solches für die Kunststoffschäumung bekannt ist. Hierbei entstehen dann auch die geschäumten Strukturen. Die Ausbildung der geschäumten Strukturen hat darüber hinaus den Vorteil, dass eine weitere Gewichtsreduzierung für den hergestellten Artikel erreicht wird.

[0020] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Innenbereich des Zwischenproduktes innere geschäumte Strukturen umfassend gebildet wird. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Wandabschnitte des Zwischenproduktes äußere geschäumte Strukturen umfassend gebildet werden. Bevorzugt werden in einer Ausgestaltung der Erfindung die inneren geschäumten Strukturen mit einer gröberen Porenstruktur als die äußeren geschäumten Strukturen gebildet. Alternativ oder wahlweise kombiniert ermöglichen diese Verfahrensgestaltungen die Ausbildung eines Zwischenproduktes und letztlich eines Artikels mit anwendungsbezogenen Eigenschaften hinsichtlich Form und Struktur.

[0021] Bevorzugt ist in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die inneren geschäumten Strukturen beim Erzeugen des Hohlraumes wenigstens teilweise in dem Hohlraum aufgehen, wenn das Fluid in dem Innenbereich eingebracht wird, wodurch die Menge an Kunststoff im Bereich des Hohlraumes des hergestellten Artikels möglichst gering gehalten wird. Unter Aufgehen wird hier verstanden, dass die Poren der geschäumten Strukturen aufgebrochen werden und so gemeinsam mit anderen Hohlraumstrukturen einen gemeinsamen größeren Hohlraum bilden. Dieses wird bei einer zweckmäßigen Fortbildung der Erfindung weiter dadurch optimiert, dass bei dem Artikel der Hohlraum als ein von den geschäumten Strukturen im wesentlichen freier Hohlraum gebildet wird, was zur weiteren Gewichtsminderung beiträgt.

[0022] Zum leichteren Einstellen der der Kunststoffschmelze zugesetzten Treibmittelmenge ist bei einer bevorzugten Fortbildung der Erfindung vorgesehen, dass als schäumbare Kunststoffschmelze eine ein Trägermaterial enthaltende Kunststoffschmelze eingebracht wird, wobei das Trägermaterial in die Kunststoffschmelze eingemischt und mit dem Treibmittel beladen ist. Als

Trägermaterial kann ein Material ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Materialien verwendet werden: holzartige Bestandteile von Einjahrespflanzen (Schäben), ein superabsorbierendes Polymermaterial und eine Mischung hieraus. Diese Trägermaterialien eignen sich insbesondere bei der Verwendung von Wasser als Treibmittel.

[0023] Schäben haben den Vorteil, dass sie eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser, in einem Umfang bis zum Fünffachen ihres Eigengewichtes aufnehmen können und trotzdem rieselfähig bleiben. Die Schäben können durch vorgeschaltete Vorbehandlungsschritte in ihrem Feinheitsgrad eingestellt werden, wobei der Feinheitsgrad der Partikel vorteilhafterweise zwischen pulverig und einer maximalen Länge von etwa 15mm bis etwa 20mm eingestellt wird. Die feinkörnigen Bestandteile der Schäben dienen als Kristallisationsbeschleuniger (Keimbildner für Kristalle in kristallinen Werkstoffen) und verbessern so die Werkstoffeigenschaft. Bei den Einjahrespflanzen handelt es sich beispielsweise um Hanf, Jute, Sisal oder Kenaf, aber auch Öllein oder Miscanthus.

[0024] Kombiniert mit den Partikeln aus pflanzlichem Material oder alternativ hierzu kann als Trägermaterial ein superabsorbierendes Polymermaterial zugemischt werden, insbesondere eine vernetzte Polyacrylsäure. Es können Partikel aus natürlichen und/oder synthetischen superabsorbierenden Materialien verwendet werden. Synthetische superabsorbierende Materialien weisen den Vorteil auf, dass sie im Vergleich zu natürlichen superabsorbierenden Materialien auch bei höheren Temperaturen beständig sind, so dass höhere Schäumtemperaturen ermöglicht werden. Superabsorbierende Polymermaterialien können in großen Mengen Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, aufnehmen, wobei sie hierdurch quellen. Bei superabsorbierenden Polymermaterialien handelt es sich um vernetzte, unlösliche Polymere, die aufgrund ihrer Struktur ein Vielfaches ihres Eigengewichtes an Wasser oder wässrigen Lösungen aufnehmen können. Aufgrund des hierbei stattfindenden Quellprozesses entsteht ein Hydrogel. Zur Bildung von Hydrogelen sind alle vernetzten Polymere in der Lage, die genügend polare Gruppen erhalten. Es stehen superabsorbierende Polymermaterialien zur Verfügung, die bis zur tausendfachen Menge ihres Eigengewichtes an Flüssigkeit aufnehmen können. Auf diese Weise ist es ermöglicht, die Menge des Trägermaterials, welches zugemischt wird, gering zu halten.

[0025] Ein Fortbildung der Erfindung kann vorsehen, dass als Treibmittel ein Treibmittel ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Treibmitteln verwendet wird: chemisches Treibmittel, physikalisches Treibmittel und eine Mischung hieraus. Es können sowohl chemische als auch physikalische Treibmittel verwendet werden, um das zumindest teilweise Aufschäumen der Kunststoffschmelze in der Werkzeugkavität zu bewirken. Chemische Treibmittel weisen den Vorteil auf, dass sie durch Mischung unterschiedlicher Treibmittelsubstanzen zu einer großen Variationsbreite der Reaktionstemperatur führen, so dass die Verarbeitung auf entsprechend ausgelegten Produktionsmaschinen relativ einfach ist. Ein Nachteil derartiger Treibmittel besteht jedoch darin, dass nach der Reaktion während des Aufschäumens Restsubstanzen im geschäumten Werkstoff verbleiben und dessen Eigenschaften beeinflussen. Physikalische Treibmittel führen in der Regel zu feineren geschäumten Strukturen in dem hergestellten Bauteil oder Artikel, wobei allerdings ein homogenes Einbringen physikalischer Treibmittel in einen plastifizierten Kunststoff wesentlich schwieriger ist als dies für chemische Treibmittel der Fall ist.

[0026] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass mit dem Fluid eine von dem Zwischenprodukt umfasste Kunststoffteilmenge aus der Werkzeugkavität verdrängt wird. Hierdurch kann die von dem Artikel umfasste Menge an Kunststoff weiter vermindert werden, wodurch der Artikel leichter wird. Das Verdrängen von Kunststoff mittels des erhitzten Fluides wird beispielsweise dadurch erreicht, dass das Fluid eingebracht wird, bevor die Kunststoffschmelze im Innenbereich des Zwischenproduktes abgekühlt ist. Zum Beispiel kann so eine noch plastische Seele des von den Wandabschnitten teilweise umgebenen Innenbereiches verdrängt werden. In einer Ausgestaltung der Erfindung wird dieses alternativ oder in verstärkter Form erreicht, indem das Fluid mit einer Temperatur eingebracht wird, die mindestens einer Schmelztemperatur des Kunststoffmaterials entspricht. Es besteht darüber hinaus so die Möglichkeit, Bereiche des Zwischenproduktes im schmelzflüssigen Zustand zu halten oder wieder in diesen Zustand zu bringen, um hierdurch einen größeren Anteil der eingebrachten Kunststoff-

schmelze nachträglich zu verdrängen, was zu geringeren Wandstärken des hergestellten Artikels führt.

[0027] Andererseits kann eine zweckmäßige Fortbildung der Erfindung vorsehen, das Fluid mit einer Temperatur eingebracht wird, die kleiner als die Schmelztemperatur des Kunststoffmaterials ist. Auf diese Weise erfüllt das mit Druck beaufschlagte Fluid gleichzeitig eine Kühlfunktion.

[0028] Eine zweckmäßige Ausführung der Erfindung sieht vor, dass als Fluid eine erhitzte Flüssigkeit, ein erhitztes Gas oder ein erhitzter Dampf verwendet wird. Bevorzugt wird erhitzter Wasserdampf verwendet. Bei der Verwendung von Wasserdampf besteht die Möglichkeit, diesen bis zu dem kritischen Punkt bei 374°C und 271.2bar im Bereich der Siedepunktskurve von Wasser hinsichtlich des Druckes und der Temperatur zu variieren, um so im sogenannten unterkritischen Bereich die Parameter an den herzustellenden Artikel und das verwendete Kunststoffmaterial anzupassen.

[0029] Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die den Hohlraum zumindest teilweise umgebende Wandung des Artikels mit einer vorbestimmten Wandstärke gebildet wird, indem Druck- und/oder Temperaturwerte des Fluides eingestellt werden. Mittels Einstellen bestimmter Druck- und/oder Temperaturwerte des eingebrachten Fluides wird die Art und Weise beeinflusst, wie das Fluid im Rahmen der Weiterbearbeitung auf das Zwischenprodukt wirkt, d. h. das Kunststoffmaterial des Zwischenproduktes, was insbesondere zur Bildung einer Wandung mit vorbestimmter Wandstärke führt. Erhöhter Druck führt tendenziell zur größeren Verdichtung des Kunststoffes im Bereich der Wandung. Auch führen höhere Temperaturwerte des eingebrachten Fluides in der Regel dazu, dass der Kunststoff in größerem Umfang verändert wird, insbesondere nachgeformt.

[0030] Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Wandung mit Wandungsabschnitten gebildet wird, die eine unterschiedliche Wandstärke aufweisen. Auf diese Weise ist es ermöglicht, Artikel mit unterschiedlichen Wandstärken herzustellen. Neben der Wahl von Parametern des eingebrachten Fluides, nämlich Druck- und Temperaturwerten, kann die Wandstärke insbesondere auch durch die konstruktive Gestaltung der Werkzeugkavität bestimmt werden.

[0031] Eine weitere Gewichtsreduzierung des Artikels ist bei einer zweckmäßigen Fortbildung der Erfindung dadurch erreicht, dass die Wandung mit geschäumten Wandstrukturen gebildet wird.

[0032] Der Hohlraum des Artikels kann bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als ein im Wesentlichen zusammenhängender Hohlraum gebildet werden. Ein im Wesentlichen zusammenhängender Hohlraum ist insbesondere dann gebildet, wenn in dem Hohlraum im Wesentlichen keine Zwischenwände gebildet sind, die den Hohlraum gegebenenfalls teilweise unterbrechen. Dieses unterstützt eine materialsparende Herstellung. Darüber hinaus wird eine weitere Gewichtsreduzierung des hergestellten Artikels unterstützt.

[0033] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Fluid mit einer pulsierenden Druckbeaufschlagung eingebracht wird. Hierdurch wird die Ausbildung einer Wandung mit besonders geringer Wandstärke unterstützt.

[0034] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Fluid über ein Leitungssystem zu unterschiedlichen Abschnitten des Innenbereiches des Zwischenproduktes geführt wird. Es ist so ermöglicht, das Fluid in der Werkzeugkavität über eine oder mehrere Leitungen gezielt einströmen zulassen. Diese ermöglicht insbesondere auch die Herstellung von Artikeln mit einer komplizierteren Konturgestaltung, beispielsweise Wandstärkeverdickungen. In einer Ausgestaltung kann hierbei vorgesehen sein, dass über das Leitungssystem das mit Druck beaufschlagte Fluid in unterschiedlichen Bereichen der Werkzeugkavität zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingebracht wird.

[0035] Das Verfahren wird zweckmäßig in Verbindung mit thermoplastischen Kunststoffmaterialien angewendet.

[0036] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass als Kunststoffschmelze eine vernetzend eingestellte Kunststoffschmelze eingebracht wird.

[0037] Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Fluid einer zeitlichen Steuerung in Bezug auf den Abschluss des Bildens des Zwischenproduktes entsprechend eingebracht wird. Zweckmäßig wird das Einbringen des Fluides frühestens bei Abschluss des Bildens des Zwischenproduktes begonnen. Mittels Steuern des Zeitpunktes des Einbringens des Fluides kann eingestellt werden, in welchem Umfang das Zwischenprodukt gebildet ist, nämlich ganz oder nur teilweise, und in welchem Umfang das Kunststoffmaterial in der Werkzeugkavität abgekühlt ist.

[0038] Bei einer bevorzugten Fortbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass vor dem Entformen des Artikels aus der Werkzeugkavität in dem Hohlraum zum Abkühlen ein Kühlfluid eingebracht wird. Hierdurch wird die Zykluszeit bei der Herstellung reduziert. Als Kühlfluid können sowohl Wasser als auch kalte Gase verwendet werden. Aber auch andere Flüssigkeiten können zum Einsatz kommen. Als Gase werden beispielsweise CO₂ oder Stickstoff verwendet. Die Temperatur des eingebrachten Kühlfluides wird einem gewünschten Abkühlprozess entsprechend eingestellt, insbesondere unter Beachtung der spezifischen Gegebenheiten des verwendeten Kunststoffmaterials.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE DER ERFINDUNG

[0039] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0040] Eine bevorzugt schäumfähige Schmelze eines Kunststoffmaterials, zum Beispiel eines thermoplastischen Kunststoffes, wird mittels Zugabe eines chemischen oder eines physikalischen Treibmittels mit einer an sich bekannten Produktionsanlage für thermoplastische Kunststoffe aufbereitet und anschließend in einer in einem Werkzeug gebildeten Werkzeugkavität eingebracht, die eine dem herzustellenden Artikel entsprechende Innenkontur aufweist. Das Treibmittel führt dazu, dass durch den inneren Druck der Kunststoffschmelze eine eigenständige Ausbreitung innerhalb der Werkzeugkavität erfolgt, nämlich mittels zumindest teilweiser Aufschäumung der Schmelze, sodass Schaumstrukturen entstehen. In einer anderen Ausgestaltung wird eine nicht-schäumbare Kunststoffschmelze eingebracht.

[0041] Es bildet sich in der Werkzeugkavität ein Zwischenprodukt aus Kunststoff, welches Wandabschnitte und einen von den Wandabschnitten zumindest teilweise umgebenen Innenbereich aufweist, wobei der Innenbereich je nach Ausgestaltung des Verfahrens als Zwischenprodukthohlraum oder als Bereich mit inneren geschäumten Strukturen oder als Kombination hiervon gebildet wird.

[0042] Zur Ausbildung des Artikels mit einem Hohlraum ist vorgesehen, zeitverzögert Dampf, bevorzugt Wasserdampf, in den Innenbereich einzubringen. Bei der Verwendung von Wasserdampf besteht die Möglichkeit, diesen bis zu dem kritischen Punkt bei 374°C und 221.2bar im Bereich der Siedepunktskurve des Wassers im Druck und Temperatur zu variieren und somit im so genannten unterkritischen Bereich dem Verarbeitungsprofil und der Schmelztemperatur der jeweils eingesetzten thermoplastischen Kunststoffmasse anzupassen.

[0043] Hierdurch besteht die Möglichkeit, bei einer Dampftemperatur, die unterhalb des Schmelzpunktes der eingesetzten Kunststoffmasse liegt, eine zu starke Abkühlung der Schmelze, die dann zu dem Zwischenprodukt geformt ist, zu vermeiden und eine gleichmäßige Wandstärke bei dem Artikel zu erreichen. Andererseits besteht die Möglichkeit durch Wahl einer höheren Temperatur des Dampfes, die oberhalb der Schmelztemperatur liegt, größere Bereiche des Zwischenproduktes im schmelzeflüssigen Zustand zu halten, um hierdurch einen größeren Masseanteil zu verdrängen, damit eine geringe Restwandstärke bei dem Artikel erzielt wird.

[0044] Bei Einsatz einer Kunststoffmasse, die mit einem Treibmittel versehen ist, führt die durch das Treibmittel verursachte eigenständige Ausbreitung der Schmelze innerhalb der Werkzeugkavität dazu, dass bei Zuschaltung des unter Druck stehenden Dampfes eine Umschaltmar-

rung vermieden wird, wie sie beispielsweise im Stand der Technik auftreten.

[0045] Durch Variation von Druck und/oder Temperatur kann die Struktur von geschäumten Wandungsabschnitten in der Wandung des Artikels innerhalb der Wandstärke beeinflusst werden. Um eine besonders geringe Wandstärke zu erreichen, kann der Wasserdampf auch pulsierend eingebracht werden.

[0046] Zur Herstellung von Dampf kommen alle Flüssigkeiten in Betracht, die unter sicherheits- und umweltrelevanten Gesichtspunkten verwendbar sind. Bei unterschiedlichen Geometrien mit Wandstärkenverdickungen an verschiedenen Stellen des Artikels kann der Dampf auch durch separate Leitungssysteme zu den jeweiligen Dickstellen geführt werden und durch zeitliche Variation zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Füllung der Werkzeugkavität eingebracht werden.

[0047] Beim Einsatz von physikalischem Treibmittel zur Herstellung eines schäumbaren Grundmaterials erfolgt der Zusatz von CO₂ oder Stickstoff und besonders bevorzugt der Einsatz von Wasser, das einem Trägermaterial beispielsweise Schäben zugemischt und in einen Kunststoff bzw. in eine Kunststoffschmelze eingebracht wird. Dabei kann die Zugabe des Wassers auch durch ein superabsorbierendes Polymermaterial erfolgen, das ebenfalls als Wasserträger in Betracht kommt. Auch sind Abmischungen von beiden Trägermaterialien möglich.

[0048] Ein Zykluszeitreduzierung wird bei der Herstellung erreicht, wenn nach dem Einbringen des Dampfes der Durchfluss von Wasser oder kalter Gase durch den dann gebildeten Hohlraum erfolgt, was zu einer Innenkühlung des Artikels führt. Hierbei kann die Kühltemperatur auf die werkstoffspezifischen Gegebenheiten des verwendeten Kunststoffs eingestellt werden. Die Innenkühlung ist nicht nur mittels Wasser möglich; es können alle Flüssigkeiten oder Gase eingesetzt werden, die zu einer intensiven Innenkühlung führen, beispielsweise CO₂ oder Stickstoff.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Artikel mit einem Hohlraum aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere Kunststoffhohlprofil, bei dem:
 - in einer für den Artikel formgebenden Werkzeugkavität nach dem Einbringen einer ein Treibmittel enthaltenden, schäumbaren Kunststoffschmelze ein Zwischenprodukt mit Wandabschnitten und einem von den Wandabschnitten zumindest teilweise umgebenen Innenbereich sowie geschäumte Strukturen aufweisend gebildet wird, indem die schäumbare Kunststoffschmelze in der Werkzeugkavität zumindest teilweise aufgeschäumt wird,
 - bei einer Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes ein von einer Wandung zumindest teilweise umgebener Hohlraum erzeugt wird, indem ein mit Druck beaufschlagtes und über Raumtemperatur erhitztes Fluid in den Innenbereich eingebracht wird, und
 - nach der Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes, die weiterhin einen Abkühlprozess umfasst, der Artikel mit dem Hohlraum aus der Werkzeugkavität entformt wird.
2. Verfahren zum Herstellen eines Artikel mit einem Hohlraum aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere Kunststoffhohlprofil, bei dem:
 - in einer für den Artikel formgebenden Werkzeugkavität nach dem Einbringen einer Kunststoffschmelze ein Zwischenprodukt mit Wandabschnitten und einem von den Wandabschnitten zumindest teilweise umgebenen Innenbereich gebildet wird,
 - bei einer Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes ein von einer Wandung zumindest teilweise umgebener Hohlraum erzeugt wird, indem ein mit Druck beaufschlagtes und über Raumtemperatur erhitztes Fluid in den Innenbereich eingebracht wird, und
 - nach der Weiterbearbeitung des Zwischenproduktes, die weiterhin einen Abkühlprozess umfasst, der Artikel mit dem Hohlraum aus der Werkzeugkavität entformt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenbereich des Zwischenproduktes zumindest teilweise als Zwischenprodukthohlraum erzeugt wird, indem beim Bilden des Zwischenproduktes mittels eines in der Werkzeugkavität eingebrachten Injektionsfluides ein Teil der eingebrachten Kunststoffschmelze wieder aus der Werkzeugkavität verdrängt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Injektionsfluid eine Flüssigkeit, ein Gas oder Dampf verwendet wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, ausgenommen Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenbereich des Zwischenproduktes innere geschäumte Strukturen umfassend gebildet wird.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, ausgenommen Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandabschnitte des Zwischenproduktes äußere geschäumte Strukturen umfassend gebildet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 und Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die inneren geschäumten Strukturen mit einer größeren Porenstruktur als die äußeren geschäumten Strukturen gebildet werden.
8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die inneren geschäumten Strukturen beim Erzeugen des Hohlraumes wenigstens teilweise in dem Hohlraum aufgehen, wenn das Fluid in den Innenbereich eingebracht wird.
9. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, ausgenommen Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum als ein von den geschäumten Strukturen im Wesentlichen freier Hohlraum gebildet wird.
10. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, ausgenommen Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als schäumbare Kunststoffschmelze eine ein Trägermaterial enthaltende Kunststoffschmelze eingebracht wird, wobei das Trägermaterial in die Kunststoffschmelze eingemischt und mit dem Treibmittel beladen ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Trägermaterial ein Material ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Materialien verwendet wird: holzartige Bestandteile von Einjahrespflanzen (Schäben), ein superabsorbierendes Polymermaterial und eine Mischung hieraus.
12. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, ausgenommen Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Treibmittel ein Treibmittel ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Treibmitteln verwendet wird: chemisches Treibmittel, physikalisches Treibmittel und eine Mischung hieraus.
13. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem Fluid eine von dem Zwischenprodukt umfasste Kunststoffteilmenge aus der Werkzeugkavität verdrängt wird, wobei die verdrängte Kunststoffteilmenge wahlweise in einer Nebenkavität aufgenommen wird.
14. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid mit einer Temperatur eingebracht wird, die mindestens einer Schmelztemperatur des Kunststoffmaterials entspricht.
15. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid mit einer Temperatur eingebracht wird, die kleiner als die Schmelztemperatur des Kunststoffmaterials ist.
16. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Fluid eine erhitzte Flüssigkeit, ein erhitztes Gas oder ein Dampf verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Fluid Wasserdampf verwendet wird.
18. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die den Hohlraum zumindest teilweise umgebende Wandung des Artikels mit einer vorbestimmten Wandstärke gebildet wird, indem Druck- und/oder Temperaturwerte des Fluides eingestellt werden.
19. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung mit Wandungsabschnitten gebildet wird, die eine unterschiedliche Wandstärke aufweisen.
20. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung mit geschäumten Wandstrukturen gebildet wird.
21. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum als ein im Wesentlichen zusammenhängender Hohlraum gebildet wird.
22. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid mit einer pulsierenden Druckbeaufschlagung eingebracht wird.
23. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid über ein Leitungssystem zu unterschiedlichen Abschnitten des Innenbereiches des Zwischenproduktes geführt wird.
24. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Kunststoffschmelze eine Schmelze eines thermoplastischen Kunststoffmaterials eingebracht wird.
25. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Kunststoffschmelze eine vernetzend eingestellte Kunststoffschmelze eingebracht wird.
26. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid einer zeitlichen Steuerung in Bezug auf den Abschluss des Bildens des Zwischenproduktes entsprechend eingebracht wird.
27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einbringen des Fluides frühestens bei Abschluss des Bildens des Zwischenproduktes begonnen wird.
28. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Entformen des Artikels aus der Werkzeugkavität in den Hohlraum zum Abkühlen ein Kühlfluid eingebracht wird.

Hierzu keine Zeichnungen