



(10) **DE 10 2018 132 738 A1** 2020.06.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 132 738.2**

(22) Anmeldetag: **18.12.2018**

(43) Offenlegungstag: **18.06.2020**

(51) Int Cl.: **C08K 7/22 (2006.01)**
C08J 9/40 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Georg-August-Universität Göttingen Stiftung
Öffentlichen Rechts, 37073 Göttingen, DE**

(72) Erfinder:

**Euring, Markus, Dr., 37077 Göttingen, DE;
Kharazipour, Alireza, Prof. Dr., 37079 Göttingen,
DE**

(74) Vertreter:

**Michalski Hüttermann & Partner Patentanwälte
mbB, 40221 Düsseldorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

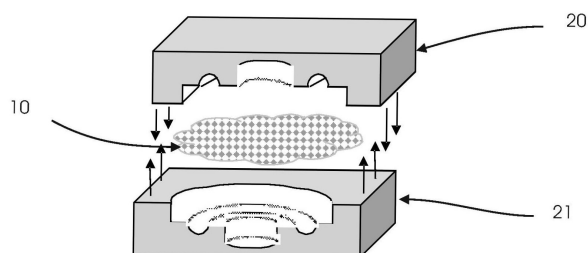
DE	10 2006 047 279	A1
EP	0 777 699	B1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Einsatz von expandiertem und hydrophobem Popcorn zur Herstellung von dreidimensionalen Formteilen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Formteile, die aus Popcorn hergestellt sind, welches zuvor mit einem Polymer hydrophobiert wurde. Dadurch sind sehr leichte und flexible Formteile herstellbar.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Formteile, wie sie z.B. für Verpackungen oder in der Konsumgüterindustrie verwendet werden. Derartige Formteile sollten leicht herstellbar und ebenso leichtgewichtig sein, und vorzugsweise ganz oder teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.

[0002] Derartige Formteile werden bisher hauptsächlich aus Polypropylen, Polyethylen, Polyvinylchlorid und Polystyrol hergestellt. Diese Formteile aus vier Kunststofffamilien haben neben positiven Eigenschaften, wie eine niedrige Dichte, hydrophobe Oberfläche, eine gute Verarbeitbarkeit und niedrige Wärmeleitfähigkeit auch zahlreiche negative Charakteren.

[0003] Negativ ist, dass das Material oftmals sehr spröde ist und nur eine sehr geringe chemische Beständigkeit und Erweichungstemperatur besitzt. Des Weiteren zeigten die Produkte aus diese Kunststoffen oftmals eine sehr niedrige Schmelztemperatur, die dazu führt, dass der Kunststoff bereits bei Temperaturen wenig über 100 °C schmilzt und brennend abtropft. Diese Tropfen können Feuer fangen und zur Brandausbreitung beitragen. Durch den Einsatz von passenden, jedoch oft sehr giftigen Flammenschutzmitteln kann die Brennbarkeit reduziert werden. Bislang werden oftmals bromierte und äußerst umwelt- und gesundheitsschädliche Additive (polybromierte Diphenylether oder Hexabromcyclododecan) verwendet.

[0004] Im Weiteren werden diese Kunststoffe zumeist aus endlichen fossilen Rohstoffen hergestellt, die teilweise schwer wiederverwendbar sind. Die Zunahme von Plastikmüll auf dem Land und insbesondere in den Weltmeeren wird zu einem immer größeren ökologischen Problem mit globaler Bedeutung. Bei der Verbrennung wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt, Kunststoffpartikel gelangen in die Nahrungskette und durch die Zersetzung werden Schadstoffe frei. Organisationen wie EU und UN weisen darauf hin, dass bei einem weiteren Wirtschaftswachstum und gleichbleibenden Konsumverhalten die Umweltprobleme im Zusammenhang mit Kunststoff weiter zunehmen werden. Aufgrund dieser gesundheitlichen und ökologischen Probleme, die im Allgemeinen bekannt sind, ist in jüngster Zeit der Ruf nach Alternativen immer lauter geworden.

[0005] Es stellt sich somit die Aufgabe alternative Formteile sowie Verfahren zu deren Herstellung zur Verfügung zu stellen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Formteil gemäß Anspruch 1 gelöst. Demgemäß wird ein Formteil vorgeschlagen, enthaltend Popcorn, welches im wesentlichen von Polymer umgeben ist sowie ggf. weiteres Bindemittel, wobei der summierte Anteil an Polymer und Bindemittel $\leq 20\%$ (Gew./Gew.) bezogen auf das Formteil beträgt.

[0007] Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass so bei vielen Anwendungen der Erfindung eine Vielzahl von Formteilen mit guten bis exzellenten Eigenschaften herstellbar ist, die somit zum überwiegenden Teil aus nachwachsenden Rohstoffen, nämlich dem Popcorn besteht.

[0008] Der Term „Popcorn“ im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst insbesondere alle Materialien, welche wie der Puffmais (*Zea mays*, convar. *Microsperma*) - gegebenenfalls nach entsprechender Einfettung - bei einer schnellen Erwärmung zu hohen Temperaturen explodieren, indem das in dem Samen vorhandene Wasser schlagartig verdampft und so die im Samen enthaltene Stärke in eine schaumartige Konsistenz überführt. Ein solches Verhalten ist unter anderem von Quinoa-Korn, Amarant, Reis oder auch Weizen bekannt, Materialien, die auf diesen Grundstoffen basieren, werden im Sinne der vorliegenden Erfindung explizit auch als „Popcorn“ bezeichnet und umfasst, die Bezeichnung „Popcorn“ soll nicht nur auf Mais beschränkt sein und wurde insbesondere aus Gründen der Einfachheit, Übersichtlichkeit und Lesbarkeit gewählt.

[0009] Bevorzugt beträgt der summierte Anteil an Polymer und Bindemittel $\leq 15\%$ (Gew./Gew.) bezogen auf das Formteil, noch bevorzugt $\leq 10\%$ (Gew./Gew.). Ein geringerer Anteil an Polymer und Bindemittel (wo vorhanden) ist vorteilhaft, da so das Formteil leichter und der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen (= Popcorn) erhöht wird.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird im Formteil das Popcorn als Ganzes benutzt, d. h. es werden ganze Körner und/oder Samen expandiert und das Popcorn danach nicht gehäckselt oder zerkleinert benutzt.

[0011] Gemäß einer alternativen und ebenso bevorzugten Ausführungsform wird Popcorn benutzt, welches aus zuvor zerkleinerten Ausgangsmaterialien (z. B. Maisschrot) hergestellt wurde. Gegebenenfalls kann das expandierte Granulat vor der Verarbeitung zu Formteilen noch zerkleinert werden.

[0012] Natürlich sind auch Ausführungsformen vorteilhaft, in denen im Formteil sowohl vollständiges wie gemäß dem vorigen Absatz behandeltes Popcorn verwendet wird.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt der Fettanteil des Popcorns vor der Verarbeitung ≤ 10 (Gew-) %.

[0014] Unter „Fettanteil“ des Popcorns wird dabei nicht der Gesamtanteil an Fett im Popcorn verstanden, sondern der Anteil an Fett, welcher zur Hydrophobierung der Samenenepidermis eingesetzt wurde, die zum besseren Einschluss des im Samen enthaltenen Wassers führt.

[0015] Es hat sich bei vielen Anwendungen innerhalb der vorliegenden Erfindung als günstig herausgestellt, diesen Fettanteil so gering wie möglich zu halten, da dies die weitere Verarbeitung des Popcorns erleichtert. Vorzugsweise beträgt der Fettanteil ≤ 5 (Gew-) %, nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird zur Konsistenzänderung (Umwandlung) („Puffung“) kein Fett zugesetzt.

[0016] Das für die Herstellung der dreidimensionalen Formteile benutzte Popcorn wird nach der Aufpuffung mit einem Polymer überzogen (Coating). Mit „überzogen“ ist dabei gemeint, dass die einzelnen Popcomteilchen von dem Polymer, dass aus synthetischen und/oder biologischen Bestandteilen zusammengesetzt ist, umgeben und/oder umhüllt sind. Bevorzugt findet dabei jedoch keine oder nur wenig allgemeine Verklebung statt, so dass z. B. das Popcorn nach der Umhüllung und vor der weiteren Verarbeitung als solches als Granulat vorliegt, d.h. schüttfähig ist.

[0017] „Im wesentlichen“ im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet einen Anteil von ≥ 95 % (Gewicht), bevorzugt ≥ 97 %, noch bevorzugt ≥ 99 %. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist somit das allermeiste Popcorn von Polymer umgeben.

[0018] Das Polymer, welches das Popcorn umgibt, ist vorzugsweise ein hydrophobes Polymer. Bevorzugte Polymere sind ausgewählt aus der Gruppe umfassend Thermoplasten wie Polypropylen, Polyethylen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyacrylat und Duroplasten, insbesondere kondensierte Aminoplast-Harzen. Weiterhin sind biologisch basierte Polymere, wie z. B. Polymilchsäuren (PLA), Polyhydroxysäuren wie z.B. Polyhydroxybuttersäure oder Cellulosederivate geeignet, um die Oberfläche der einzelnen Popcorngranulate zu überziehen.

[0019] Bevorzugt beträgt dabei der Anteil von Polymer im Formteil (in Gew-% bezogen auf das Gewicht des Formteils) $\leq 5\%$, bevorzugt $\leq 3\%$.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Formteil ein weiteres Bindemittel. Als Bindemittel können insbesondere Thermoplasten, Duroplasten, Aminoplasten, Phenoplasten, Isocyanate, Proteine, Tannine, Stärke, synthetische Bindemittel oder naturnahe Bindemittel, oder Mischungen von Bindemitteln eingesetzt werden, wie z.B. Harnstoffformaldehyd-Harz, Melaminformaldehyd-Harz, Melaminverstärktes Harnstoffformaldehyd-Harz, Taninformaldehyd-Harz, Phenolformaldehydharz, polymeres Diphenylmethandiisocyanat oder Mischungen daraus bevorzugt.

[0021] Bevorzugt beträgt dabei der Anteil von Bindemittel im Formteil (in Gew-% bezogen auf das Gewicht des Formteils) $\leq 10\%$, bevorzugt $\leq 5\%$.

[0022] Die vorliegende Aufgabe wird außerdem durch ein Verfahren gemäß Anspruch 6 gelöst. Demgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen vorgeschlagen, umfassend die Schritte:

- a) Herstellen von Popcorn
- b) Hydrophobierung des in Schritt a) hergestellten Popcorns mittels eines Polymers
- c) optionale Nachbehandlung
- d) optionale Zugabe von Bindemittel

- e) Herstellung des Formteils
- f) optionale Beschichtung der Formteiloberfläche
- g) optionale Kaschierung

[0023] Dieses Verfahren bezieht sich bevorzugt auf Formteile wie oben dargestellt, d.h. bevorzugt handelt es sich bei dem Verfahren um ein Verfahren zum Herstellen der oben beschriebenen Formteile.

[0024] Die einzelnen Schritte des Verfahrens werden im Folgenden näher erläutert, wobei beliebige Teilschritte mit anderen beliebig kombinierbar sind.

Herstellen von Popcorn

[0025] Maiskörner können mit unterschiedlichen Methoden zum Expandieren gebracht werden.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das für die Herstellung der Formteile benutzte Popcorn durch Puffung hergestellt. Dabei können je nach Anwendung unveränderte Körner verwendet werden oder es werden geeignete Samen, z. B. Futtermaiskörner zunächst geschrotet und die Kornbruchstücke anschließend unter Druck- und Temperatureinwirkung nach dem Bichselverfahren (WO 1999042005A1) einem definierten Prozess expandiert. Weitere Verfahren zur Puffung der stärkehaltigen Körner sind bspw. Heizplatten, Heißluftmaschinen und Mikrowellen.

[0027] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung verwendet das sogenannte Cerex-Verfahren der Cerex AG, CH-3368 Bleienbach. Das Verfahren lässt sich in drei Abschnitte unterteilen: Vorheizelement, Reaktor sowie Expansionskammer. Zuerst werden das Getreideschrot im Vorheizelement gleichmäßig auf ca. 100 °C erwärmt, anschließend wird das Getreide im Reaktor mit Heißdampf behandelt und am Ende des Prozesses wird das Getreide in eine Expansionskammer geleitet. Hier werden die Maiskörner (Maisschrot) in einer bestimmten Zeitspanne durch Druckreduzierung zum Expandieren gebracht. Am Ende werden die aufgepufften Materialien gesammelt und von den nicht gepufften Bestandteilen getrennt (Bichsel, o. J.). Die Umwandlung von Maisschrot zu Popcorngranulat nach dem Cerex-Verfahren erfolgt bei den meisten Anwendungen fast zu 100 %, lediglich weniger als 5 % des Schrots werden nicht aufgepufft.

[0028] Weiterhin kann vor Schritt b) das Popcorn nochmals zerkleinert werden, so dass gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung das Verfahren einen Schritt a1) umfasst, der zwischen Schritt a) und b) durchgeführt wird:

- a1) Zerkleinern des gepufften Popcorns

[0029] Schritt a1) kann dabei mit allen gängigen Herstellungstechniken vorgenommen werden.

Hydrophobierung mittels Polymer

[0030] In Schritt b) wird das Popcorn hydrophobiert, so dass es am Ende im Wesentlichen von Polymer umgeben ist. Dies kann bevorzugt dadurch geschehen, dass das Popcorn gemischt und dabei mit dem Polymer und/oder Vorläufersubstanzen bzw. einer das Polymer und/oder Vorläufersubstanzen enthaltenen Lösung besprüht wird.

[0031] Nach der Hydrophobierung bzw. dem Coatingprozess entsteht bevorzugt ein schüttfähiges hydrophobes Popcorngranulat. Durch die Eigenschaften der Polymere ist man in der Lage die überzogenen Popcorngranulate zu vernetzen.

Optionale Nachbehandlung

[0032] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung folgt auf Schritt b) eine Nachbehandlung des entstandenen hydrophobierten Popcorns. Bevorzugt wird auf eine Temperatur von ≥ 60 °C bis ≤ 150 °C erhitzt.

[0033] Dies hat sich bei vielen Anwendungen als vorteilhaft herausgestellt, da so die hydrophoben Eigenschaften des entstandenen Popcorngranulats nochmals verbessert werden können.

Optionale Zugabe von Bindemittel

[0034] Je nach Anwendung kann noch ein weiteres Bindemittel zugegeben werden. Als Bindemittel sind insbesondere Thermoplasten, Duroplasten, Aminoplasten, Phenoplasten, Isocyanate, Proteine, Tannine, Stärke, synthetische Bindemittel oder naturnahe Bindemittel, oder Mischungen von Bindemitteln eingesetzt werden, wie z.B. Harnstoffformaldehyd-Harz, Melaminformaldehyd-Harz, Melaminverstärktes Harnstoffformaldehyd-Harz, Taninformaldehyd-Harz, Phenolformaldehyd-harz, Polymeres Diphenylmethandiisocyanat oder Mischungen daraus bevorzugt.

[0035] Bevorzugt beträgt dabei der Anteil von Bindemittel im Formteil (in Gew-% bezogen auf das Gewicht des Formteils) $\leq 10\%$, bevorzugt $\leq 5\%$.

[0036] Der Bindemittelauftrag kann nach beliebigen konventionellen Mischerverfahren aufgetragen werden, z. B. durch Besprühen des Granulats in diversen Mischaggregaten.

Herstellung des Formteils

[0037] Das Formteil wird bevorzugt aus dem Popcorngranulat unter leicht erhöhtem Druck und/oder Temperatur hergestellt.

[0038] Bevorzugte Drücke sind dabei ≥ 1 bar und ≤ 10 bar, bevorzugt ≤ 5 bar, sowie am meisten bevorzugt ≤ 2 bar. Bevorzugte Presszeiten sind dabei ≥ 1 Minute und ≤ 10 Minute, bevorzugt ≤ 5 Minuten,.

[0039] Gemäß einer alternativen und ebenso bevorzugten Ausführungsform wird das Formteil unter Verwendung von Dampf aushärtung hergestellt. Dabei wird bevorzugt eine Dampftemperatur von ≥ 120 °C und ≤ 160 °C, noch bevorzugt ≥ 140 °C und ≤ 150 °C verwendet.

[0040] Zur Herstellung des Formteils als solchem werden bevorzugt zwei Techniken benutzt:

a) Formpressen

[0041] Dieses Verfahren ist besonders bevorzugt für leicht gewölbte oder flache Bauteile. Haupteinsatzgebiet dieses Verfahrens ist üblicherweise die Automobilindustrie, Verpackungsindustrie wo es zur Produktion größerer Bauteile mit zweidimensionaler oder dreidimensionaler Struktur kommt.

[0042] Zu Beginn des Verfahrens wird die Formmasse, d.h. das von Polymer umgebene Popcorn mit ggf. weiterem Bindemittel in eine Kavität eingebracht, welche unter Druck und konduktiver Wärmeübertragung aufgeheizt wird. Anschließend wird die Kavität unter Einsatz eines Druckkolbens geschlossen. Durch den Druck erlangt die Formmasse die vom Werkzeug vorgegebene Form. Bei Verwendung von duroplastischen Kunststoffen als Polymeren dient die Temperatur meist zur Beeinflussung des Aushärtvorgangs, bei Thermoplasten zum Schmelzen des Kunststoffs. Danach kann das fertige Teil aus dem Formwerkzeug entnommen und ggf. nach- oder weiterverarbeitet werden bzw. beschichtet oder kaschiert (z. B. Folien auf Stärkebasis oder PU-Folien) werden.

Verwendung von Formteilautomaten

[0043] Bei dieser Technik werden meist Spezial-Formteilautomaten benutzt, welche höhere Drücke und/oder Temperaturen ermöglichen. Dabei besteht der erste Prozessschritt im pneumatische Komprimieren der Formmasse (d.h. das von Polymer umgebene Popcorn mit ggf. weiterem Bindemittel) und das Befüllen des geschlossenen Spezial-Formteilautomaten mit der komprimierten Formmasse. Mit Hilfe von Temperatur und Druck wird die Formmasse erhitzt und das Polymer an der Oberfläche miteinander vernetzt. Nachdem die die Popcornpartikel miteinander verbunden bzw. verschmolzen werden, wird in dem letzten Prozessschritt das Formteil aus dem Werkzeugteil entnommen. Danach können die Formteile beschichtet oder kaschiert (z. B. Folien aus Stärkebasis oder PU-Folien) werden.

optionale Beschichtung der Formteiloberfläche

[0044] Je nach Anwendung kann die Formteiloberfläche noch beschichtet werden, z.B. in dem Farben, beispielsweise mittels Lackierung aufgebracht werden. Die Formteiloberfläche kann aber auch beflockt werden, je nach Anwendung kann es auch vorteilhaft sein, wenn eine weitere Imprägnierungsschicht aufgebracht wird.

optionale Kaschierung

[0045] Je nach Anwendung kann aber auch alternativ oder zusätzlich eine Kaschierung erfolgen. Dabei können die gängigen Kaschierungsmittel wie Lack, Leim oder Wachs zum Einsatz kommen.

[0046] Die erfindungsgemäßen Formteile und/oder die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Formteile können bei einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden, darunter (aber nicht darauf beschränkt):

Verpackungsmaterialien (z. B. Kühlboxen, Schutzverpackung für Elektrogeräte, Gewürzdosen etc.), Automobilteile (z. B. Kopfstützen, Sonnenblenden, Kindersitzschalen, Dämmmatten), Dämmmaterialien (z. B. Elektrogeräte), Geschirr, Sportartikel (z. B. Yoga-Rollen, Nackenrollen), Spielzeug (z. B. Würfel, Bretter für Gesellschaftsspiele, Puzzle), Bilderrahmen, Präsenzkörbe etc.

[0047] Die vorgenannten sowie die beanspruchten und in den Ausführungsbeispielen beschriebenen erfindungsgemäß zu verwendenden Bauteile unterliegen in ihrer Größe, Formgestaltung, Materialauswahl und technischen Konzeption keinen besonderen Ausnahmebedingungen, so dass die in dem Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien uneingeschränkt Anwendung finden können.

[0048] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnungen, in denen - beispielhaft - mehrere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 bis Fig. 3 schematisch den Ablauf eines Herstellungsverfahrens eines erfindungsgemäßen Formteils gemäß einer ersten Ausführungsform; sowie

Fig. 4 schematisch den Ablauf eines Herstellungsverfahrens eines erfindungsgemäßen Formteils gemäß einer zweiten Ausführungsform.

[0049] **Fig. 1 bis Fig. 3** zeigen schematisch den Ablauf eines Herstellungsverfahrens eines erfindungsgemäßen Formteils gemäß einer ersten Ausführungsform. In dieser wird in Schritt 1, in **Fig. 1** dargestellt, eine Formmasse 10, bestehend aus von Polymer umgebene Popcorn mit ggf. weiterem Bindemittel in eine Kavität eingebracht, die durch zwei entsprechende Formkörper 20 und 21 gebildet wird. In Schritt 2, in **Fig. 2** dargestellt, wird aufgeheizt, so dass sich unter Temperatureinfluss (und unter dem Einfluss der Temperatur gebildetem Druck) das Formteil 30 bildet, welches dann in Schritt 3, in **Fig. 3** dargestellt, entnommen wird.

[0050] **Fig. 4** zeigt schematisch den Ablauf eines Herstellungsverfahrens eines erfindungsgemäßen Formteils gemäß einer zweiten Ausführungsform mittels eines Formteilautomaten. Hier wird zunächst die Kavität, die durch die beiden Formkörper 40 und 41 gebildet wird, geschlossen (Schritt A), anschließend die Formmasse 10 unter Druck eingefüllt (Schritt B). Nach Erhitzen unter Druck (Schritt C) und Abkühlen (Schritt D) kann dann das entstandene Formteil 30 entnommen werden.

[0051] Die Erfindung wird außerdem anhand von Beispielen erläutert, die rein illustrativ und als nicht beschränkend anzusehen sind.

[0052] Die auf die oben beschriebene Weise hergestellten Formteile mit unterschiedliche Dichte wurden hinsichtlich ihrer Festigkeitseigenschaften untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Mechanisch-technologische Eigenschaften von mit einer Polymerschicht aus Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) umgebenen Popcornformteilen in Abhängigkeit von der Rohdichte

Polymer	Dichte [Kg/m³]	Biegef. [N/mm²]	QZ [kPa]	Druckspannung [kPa]	Wärmeleitf. [W/(m*K)]
PP	100	2,2	140	280-310	0,040
PE		1,8	180	295-320	
PP	120	2,8	170	335	0,041
PE		2,3	210	355	
PP	140	3,8	160	350	0,042

Polymer	Dichte [Kg/m ³]	Biegef. [N/mm ²]	QZ [kPa]	Druckspannung [kPa]	Wärmeleitf. [W/(m*K)]
PE		2,5	230	372	
PP	160	4,4	175	380	0,044
PE		2,7	255	388	
PP	180	4,9	230	410	0,045
PE		2,9	290	400	
PP	200	5,6	295	480	0,048
PE		3,1	330	420	

[0053] Zur Herstellung von flexiblen Formteilen aus Popcorngranulat wurde ein Polymer auf der Basis von Polypropylen und ein Melamin-Harnstoff-Formaldehyd-Harz (MUF) verwendet. In der ersten Stufe wurde das Polypropylen 2 % atro (bezogen auf das Popcorn) in einem Mischer auf das Popcorn besprüht. Danach wurde das Material bei ca. 105 °C getrocknet. In zweiten Prozessschritt wurde das Material in einem Mischaggregat gefördert und mit einem MUF (66% Feststoffanteil) in der Dosierung 5 % atro auf Popcorn mit Polymer beleimt und das Material als Formmasse in die Kavität eingebracht, welche unter Druck und konduktive Wärmeübertragung aufgeheizt wird. Anschließend wird die Kavität unter Einsatz eines Druckkolbens geschlossen. Durch den Druck erlangt die Formmasse die vom Werkzeug vorgegebene Form. Im letzten Prozessschritt wird das fertige, flexible Formteil aus dem Werkzeugteil entnommen. In Tab. 2 sind die mechanisch-technologischen Eigenschaften dieser flexiblen Formteile aufgeführt.

Tabelle 2: Mechanisch-technologische Eigenschaften von mit einer Polymerschicht aus Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) umgebenen und MUF beleimten Popcornformteilen in Abhängigkeit von der Rohdichte

Polymer atro Popcorn	Dichte [Kg/m ³]	Biegef. [N/mm ²]	QZ [kPa]	Druckspannung [kPa]
PP 2 % MUF 5%	140	4,3	300	130-180
PE 2 % MUF 5%	160	4,9	380	170-220
PP 2 % MUF 5 %	140	6,0	350	150-170
PP 2 % MUF 5 %	160	6,8	420	180-230

[0054] Die einzelnen Kombinationen der Bestandteile und der Merkmale von den bereits erwähnten Ausführungen sind exemplarisch; der Austausch und die Substitution dieser Lehren mit anderen Lehren, die in dieser Druckschrift enthalten sind mit den zitierten Druckschriften werden ebenfalls ausdrücklich erwogen. Der Fachmann erkennt, dass Variationen, Modifikationen und andere Ausführungen, die hier beschrieben werden, ebenfalls auftreten können ohne von dem Erfindungsgedanken und dem Umfang der Erfindung abzuweichen. Entsprechend ist die obengenannte Beschreibung beispielhaft und nicht als beschränkend anzusehen. Das in den Ansprüchen verwendete Wort „umfassen“ schließt nicht andere Bestandteile oder Schritte aus. Der unbestimmte Artikel „ein“ schließt nicht die Bedeutung eines Plurals aus. Die bloße Tatsache, dass bestimmte Maße in gegenseitig verschiedenen Ansprüchen rezipiert werden, verdeutlicht nicht, dass eine Kombination von diesen Maßen nicht zum Vorteil benutzt werden kann. Der Umfang der Erfindung ist in den folgenden Ansprüchen definiert und den dazugehörigen Äquivalenten.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- WO 1999042005 A1 [0026]

Patentansprüche

1. Formteil enthaltend Popcorn, welches im wesentlichen von Polymer umgeben ist sowie ggf. weiteres Bindemittel, wobei der summierte Anteil an Polymer und Bindemittel $\leq 20\%$ (Gew./Gew.) bezogen auf das Formteil beträgt.
2. Formteil gemäß Anspruch 1, wobei der summierte Anteil an Polymer und Bindemittel $\leq 15\%$ (Gew./Gew.) bezogen auf das Formteil beträgt.
3. Formteil gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das Popcorn eine Korngrößenverteilung aufweist, bei der Fettanteil des Popcorns vor der Verarbeitung ≤ 10 (Gew-) % beträgt.
4. Formteil gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Anteil von Polymer im Formteil (in Gew-% bezogen auf das Gewicht des Formteils) $\leq 5\%$ beträgt.
5. Formteil gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Anteil von Bindemittel im Formteil (in Gew-% bezogen auf das Gewicht des Formteils) $\leq 10\%$ beträgt
6. Verfahren zur Herstellung von Formteilen, umfassend die Schritte
 - a. Herstellen von Popcorn
 - b. Hydrophobierung des in Schritt a) hergestellten Popcorns mittels eines Polymers
 - c. optionale Nachbehandlung
 - d. optionale Zugabe von Bindemittel
 - e. Herstellung des Formteils
 - f. optionale Beschichtung der Formteiloberfläche
 - g. optionale Kaschierung
7. Verfahren nach Anspruch 6 zur Herstellung von Formteilen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei Schritt c) nicht optional ist und ein Erhitzen auf $\geq 60^\circ\text{C}$ bis $\leq 150^\circ\text{C}$ umfasst.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei Schritt e) bei einem Druck von $\geq$ bar und ≤ 10 bar durchgeführt wird
10. Verwendung von Formteilen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 und/oder Formteilen, hergestellt gemäß eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9 für:
 - Verpackungsmaterialien
 - Kühlboxen,
 - Schutzverpackung für Elektrogeräte,
 - Gewürzdosen
 - Automobilteile
 - Kopfstützen
 - Sonnenblenden
 - Kindersitzschalen
 - Dämmmatten
 - Dämmmaterialien (z. B. für Elektrogeräte)
 - Geschirr,
 - Sportartikel
 - Yoga-Rollen,
 - Nackenrollen
 - Spielzeug
 - Bilderrahmen,
 - Präsenzkörbe

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

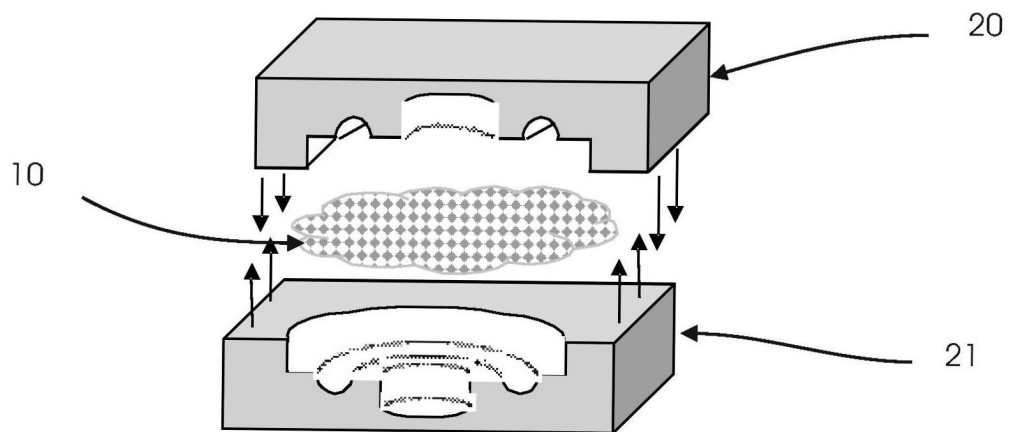


Fig. 1

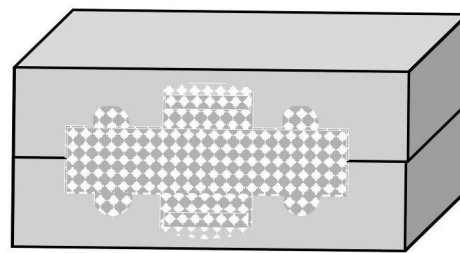


Fig. 2

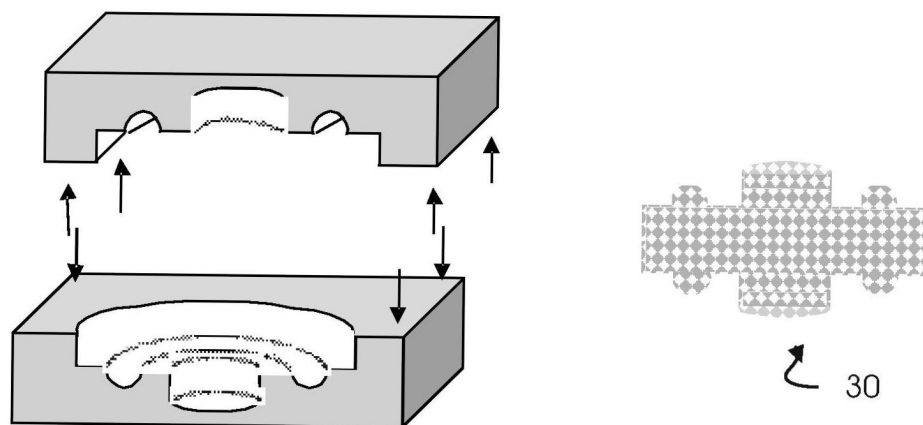


Fig. 3

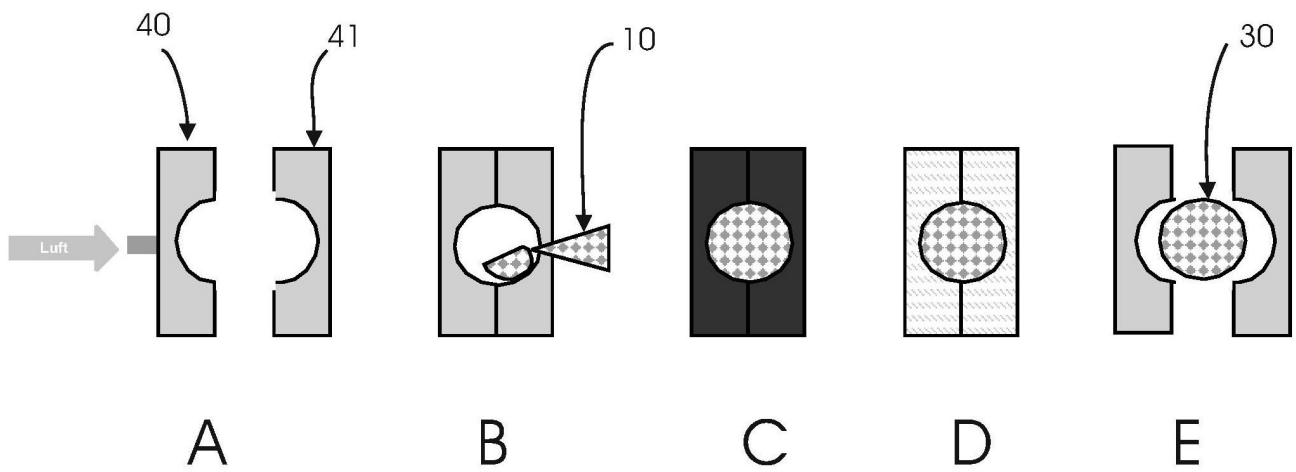


Fig. 4