

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

23. August 2012 (23.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/110237 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C08L 67/04 (2006.01) C08L 77/08 (2006.01)

C08L 97/00 (2006.01)

(DE). ULMER, Bernhard [DE/DE]; Adelhofer Strasse
10, 97215 Uffenheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/000675

(74) Anwälte: LEMPERT, Jost et al.; Postfach 410760, 76207
Karlsruhe (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Februar 2012 (16.02.2012)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2011 011 427.0

16. Februar 2011 (16.02.2011)

DE

10 2011 012 869.7 2. März 2011 (02.03.2011)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): TECNARO GESELLSCHAFT ZUR
INDUSTRIELLEN ANWENDUNG
NACHWACHSENDE ROHSTOFFE MBH [DE/DE];
Burgweg 5, 74360 Ilsfeld (DE). SKZ-KFE GGMBH
KUNSTSTOFF-FORSCHUNG UND
-ENTWICKLUNG [DE/DE]; Friedrich-Bergius-Ring 22,
97076 Würzburg (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NÄGELE, Helmut
[DE/DE]; Grumbachweg 6, 74336 Brackenheim (DE).
PFITZER, Jürgen [DE/DE]; Heilbronner Strasse 44,
71717 Beilstein (DE). ZIEGLER, Lars [DE/DE]; Im
Gemmingstal 4, 74074 Heilbronn (DE). PORTER,
Benjamin [DE/DE]; Badstrasse 40, 74072 Heilbronn

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PLASTICIZABLE POLYMER MATERIAL BASED ON THE NATURAL POLYMERS POLYLACTIDE AND/OR
LIGNIN

(54) Bezeichnung : PLASTIFIZIERBARER KUNSTSTOFF-WERKSTOFF AUF DER BASIS DER NATURPOLYMERE
POLYLACTID UND/ODER LIGNIN

(57) Abstract: A plasticizable polymer material processible by means of thermoplastic processing methods is proposed, this
comprising a proportion of at least one natural polymer from the group of polylactide and lignin, including mixtures and/or
derivatives thereof. In order to improve the material properties, such as more particularly the impact resistance, of the polymer
material, the invention envisages that it further comprises a proportion of at least one polyamide based on dimer fatty acid. The
invention further relates to a polymer molding produced from such a polymer material and a process for production thereof, by
introducing a natural polymer of the aforementioned type with polyamides based on dimer fatty acid, optionally with addition of fine
particulate solids and/or of reinforcing fibers, especially natural reinforcing fibers, into an extruder, plasticizing and homogenizing in
the extruder and then discharging from the extruder and cooling, and pelletization is a particular possibility. The polymer material
may especially be in the form of a thermoplastic elastomer material which comprises rubber dispersed into the thermoplastic phase,
and this may be at least partly crosslinked.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein plastifizierbarer, mittels thermoplastischer Verarbeitungsverfahren verarbeitbarer Kunststoff-
Werkstoff vorgeschlagen, welcher einen Anteil an wenigstens einem natürlichen Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin
einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten enthält. Um die Werkstoffeigenschaften, wie insbesondere die Schlagzähigkeit,
des Kunststoff-Werkstoffes zu verbessern, sieht die Erfindung vor, dass er ferner einen Anteil an wenigstens einem Polyamid auf der
Basis von Dimerfettsäure enthält. Die Erfindung betrifft ferner ein aus einem solchen Kunststoff-Werkstoff hergestelltes Polymer-
Formteil sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung, indem ein natürliches Polymer der vorgenannten Art mit Polyamiden auf der
Basis von Dimerfettsäure, gegebenenfalls unter Zusetzen feinpulverförmiger Feststoffe und/oder von insbesondere natürlichen
Verstärkungsfasern, einem Extruder aufgegeben, in dem Extruder plastifiziert und homogenisiert und anschließend aus dem
Extruder ausgetragen und abgekühlt wird, wobei es insbesondere granuliert werden kann. Der Kunststoff-Werkstoff kann
insbesondere in Form eines thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes ausgebildet sein, welcher in die thermoplastische Phase
eindispersierten Kautschuk enthält, welcher zumindest teilweise vernetzt sein kann.

WO 2012/110237 A1



Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

**Plastifizierbarer Kunststoff-Werkstoff auf der Basis
der Naturpolymere Polylactid und/oder Lignin**

Die Erfindung betrifft einen plastifizierbaren Kunststoff-
Werkstoff, welcher einen Anteil an wenigstens einem natür-
lichen Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin ein-
schließlich deren Mischungen und/oder Derivaten enthält,
5 ein Polymer-Formteil aus einem solchen Kunststoff-Werkstoff
sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Im Zuge der Verknappung von fossilen Rohstoffen, wie sie
10 zur Herstellung von synthetischen Polymeren vornehmlich
eingesetzt werden, besteht ein zunehmender Bedarf an einer
Substitution von synthetischen Polymeren durch natürliche
Polymere auf der Basis nachwachsender Rohstoffe. Letztere
weisen zudem eine neutrale oder zumindest deutlich günsti-
15 gere Kohlendioxidbilanz auf und sind in der Regel in erheb-
lich kürzeren Zeiten biologisch abbaubar bzw. kompostier-
bar.

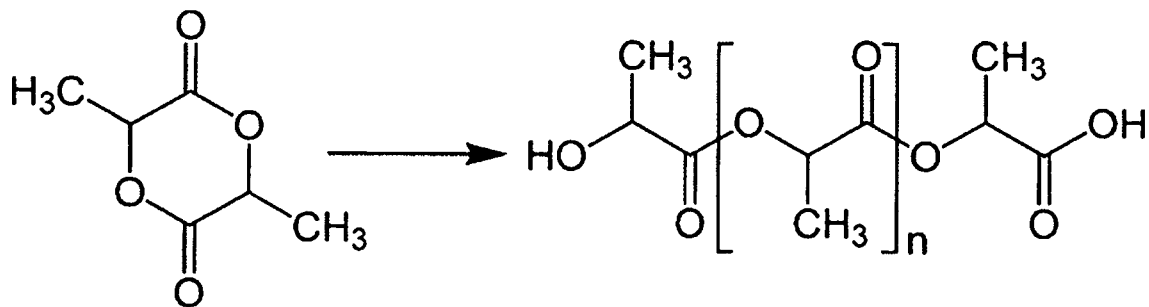
Den größten Anteil innerhalb der synthetischen Kunststoffe
20 haben die Thermoplaste. Diese werden auf thermoplastischen
Verarbeitungsmaschinen, wie insbesondere Extrudern, Spritz-
gießmaschinen oder Warmformpressen, unter Energieeinwirkung
in Form von Wärme und/oder Friktion in einen plastischen
Zustand überführt und in Matrizen oder Werkzeugen zum ge-
wünschten Formteil geformt. Gelänge es nun, einen Werkstoff
25 zu generieren, der ausschließlich aus schnell nachwachsen-
den Rohstoffen gewonnen und außerdem auf herkömmlichen
thermoplastischen Verarbeitungsmaschinen zu verarbeiten
ist, ergäbe sich eine in ökologischer und ökonomischer Hin-
30 sicht wesentlich günstigere Bilanz.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Aus der Natur sind eine Reihe von Werkstoffen bekannt, die für solche Anwendungen geeignet wären. Hierzu gehören einerseits Lignine bzw. deren Derivate, welche sich jedoch in reiner Form nur verhältnismäßig schlecht durch Extrudieren und praktisch gar nicht durch Spritzgießen verarbeiten lassen und zu diesem Zweck den Zusatz von Verarbeitungshilfsmitteln erfordern. Andererseits zeichnen sich die genannten Lignine durch im Vergleich mit anderen Naturpolymeren merklich bessere Werkstoffeigenschaften aus, wie eine vergleichsweise hohe Festigkeit, Steifigkeit, Schlagzähigkeit sowie eine hohe Beständigkeit gegenüber UV-Strahlung. Weiterhin sind Ligninwerkstoffe geeignete Dämmittel zur Wärme- und Schallisolierung. Lignin ist ein hochmolekulares polyphenolisches Makromolekül, das in verholzenden Pflanzen die Räume zwischen den Zellmembranen ausfüllt und zu Holz werden läßt, wobei ein Mischkörper aus druckfestem Lignin und zugfester Cellulose entsteht. Lignin fällt in großen Mengen als Nebenprodukt bei der Zellstoffgewinnung an und ist somit in großen Mengen verfügbar. Hierbei entstehen beim Aufschluß von Holz Ligninsulfonsäuren als Bestandteil der Sulfitablaugen, in denen die Ligninsulfonsäuren als Phenolate ("Alkalilignin") gelöst sind. Durch Behandlung mit Schwefelsäure und Kohlendioxid kann die Ligninsäure ausgefällt werden. Beispiele von thermoplastisch verarbeitbaren Ligninderivaten sind beispielsweise der WO 2010/081775 A1 zu entnehmen.

Ähnliches gilt für ein weiteres natürliches Polymer, nämlich für Polylactid (Polymilchsäure, PLA) und dessen Derivate, welches zur Substitution von synthetischen Polymeren bereits verbreiteten Einsatz findet. Polylactid wird gegenwärtig vornehmlich zur Herstellung von Folien, z.B. für die Landwirtschaft oder zur Verpackung von Lebensmitteln und

Hygieneartikeln, von Textilfasern sowie von mehr oder minder formstabilen Formteilen, z.B. in Form von Schalen oder Bechern zu Verpackungszwecken eingesetzt. Polylactid weist thermoplastische Eigenschaften auf und besitzt eine Glas-
5 Übergangstemperatur von etwa 50°C bis 55°C sowie einen Schmelzpunkt im Bereich von etwa 150°C . Polylactide sind insbesondere durch ionische Polymerisation von Lactid, einem ringförmigen Zusammenschluss von zwei Milchsäuremolekülen, erhältlich, wobei bei Temperaturen zwischen etwa 140°C
10 und etwa 180°C in Gegenwart eines Katalysators, beispielsweise Zinnoxid, eine Ringöffnungspolymerisation gemäß der nachfolgenden Reaktionsgleichung stattfindet:



Indes besteht auch ein Nachteil von Polylactiden darin, dass sie zwar eine vergleichsweise hohe Steifigkeit mit einem Elastizitätsmodul von größer 3000 N/mm^2 aufweisen, jedoch ebenso wie Lignin eine nur geringe Schlagzähigkeit besitzen, so dass Polylactide aufgrund ihrer hiermit verbundenen Sprödigkeit nur beschränkt einsetzbar sind. Um dem zu begegnen, werden gegenwärtig einerseits Polyesterwerkstoffe eingesetzt, welche jedoch relativ teuer und insbesondere nicht biologischen Ursprungs sind, so dass der Anteil an synthetischen Bestandteilen mit zunehmendem Zusatz ansteigt. Andererseits finden herkömmlich Weichmacher Verwendung, wie beispielsweise Alkylphthalate, Bisphenol-A, Alkylphosphate oder Triphenylphosphinoxid, welche jedoch ebenfalls synthetischen Ursprungs sind und insbesondere aus

dem Polylactid heraus diffundieren können, was ein gesundheitliches Gefährdungspotenzial darstellt. Darüber hinaus weist Polylactid eine nur relativ geringe Wärmeformbeständigkeit (ermittelt nach HDT/B gemäß der Norm DIN EN ISO 75-
5 1,-2) von etwa 50°C auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kunststoff-Werkstoff sowie ein hieraus erzeugtes Polymer-Formteil der eingangs genannten Art auf einfache und kostengünstige Weise dahingehend weiterzubilden, dass ihm unter zumindest
10 weitestgehender Vermeidung der vorgenannten Nachteile verbesserte Werkstoffeigenschaften, wie insbesondere eine erhöhte Schlagzähigkeit, verliehen werden können. Sie ist ferner auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen
15 Kunststoff-Werkstoffes gerichtet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Kunststoff-Werkstoff sowie bei einem hieraus gefertigten Polymer-Formteil der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass
20 der Kunststoff-Werkstoff ferner einen Anteil an wenigstens einem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure enthält.

In verfahrenstechnischer Hinsicht wird diese Aufgabe bei einem Verfahren zu Herstellung eines solchen Kunststoff-
25 Werkstoffes dadurch gelöst, dass wenigstens ein natürliches Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und wenigstens ein Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure, gegebenenfalls unter Zusetzen wenigstens einer weiteren Komponente aus der
30 Gruppe der

- feinputikulären Feststoffen;
- insbesondere natürlichen Verstärkungsfasern;
- Weichmacher; und

- weiteren Additiven

plastifiziert und homogenisiert wird, wonach es abgekühlt wird, wobei es insbesondere granuliert wird.

5 Überraschenderweise wurde gefunden, dass der dem/den natürlichen Polymer(en) auf der Basis von Polylactid und/oder Lignin erfindungsgemäß zugesetzte Anteil an wenigstens einem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure die Schlagzähigkeit des natürlichen Polymers in erheblichem Maße zu erhöhen vermag, wobei sich die Schlagzähigkeit sowie auch die
10 Steifigkeit bzw. der Elastizitätsmodul des Kunststoff-Werkstoffes durch entsprechende Mischungsverhältnisse des natürlichen Polymers auf der Basis von Polylactid und/oder Lignin mit dem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure in
15 weiten Bereichen einstellen lässt. Dabei wird die hohe Festigkeit von Polylactid, Lignin bzw. deren Mischungen und Derivaten in allenfalls vernachlässigbarer Weise beeinträchtigt, so dass es gelingt, die insoweit günstigen Werkstoffeigenschaften der genannten natürlichen Polymere zu
20 nutzen, aber insbesondere ihre sowohl für die Verarbeitung als auch für hieraus hergestellte Formteile oft nachteilige Sprödigkeit erheblich zu vermindern, wofür bereits relativ geringe Mengen an dem erfindungsgemäß zugesetzten Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure wirksam sind. In der nach-
25 folgenden Tabelle sind in diesem Zusammenhang exemplarisch die Werkstoffeigenschaften einerseits von zwei Polylactiden (Handelsname "INGEO™ PLA 4032" bzw. "INGEO™ PLA 3251" des Herstellers NatureWorks LLC), andererseits von Polymer-Blends der identischen Polylactide mit jeweils 10 Mass.-%
30 (bezogen auf den gesamten Polymer-Blend) an Polyamiden auf der Basis von Dimerfettsäure (Handelsname "Macromelt 2344" bzw. "Macromelt 6769" des Herstellers Henkel KGaA) zusammengefasst:

WERKSTOFF	Charpy, 23°C X [kJ/m ²]	Zug E-Modul [MPa]	Streck- spannung [MPa]	Streck- dehnung [%]	Bruch- dehnung [%]
"PLA 4032" + 10% "Macromelt 2344"	51,92	1951	64,35	3,88	13,94
reines "PLA 4032" (Referenz)	18,41	2724	72,92	2,96	3,69
"PLA 3251" + 10% "Macromelt 6769"	28,07	2027	61,64	3,51	5,6
reines "PLA 3251" (Referenz)	14,06	2939	68,91	2,59	2,7

Aus vorstehender Tabelle wird deutlich, dass bereits ein 10%-iger Anteil an dem Polyamid auf Basis von Dimerfett-
 5 säure zu einer Erhöhung der Schlagzähigkeit des spröden Poly-
 lactides auf mehr als das Doppelte führt (einerseits von
 18,41 kJ/m² auf 51,92 kJ/m², andererseits von 14,06 kJ/m²
 auf 28,07 kJ/m²), wobei sich die Bruchdehnung gar etwa ver-
 dreifacht (einerseits von 3,69% auf 13,94%, andererseits
 10 von 2,7% auf 5,6%). Die Festigkeit bleibt indes nahezu un-
 verändert (vgl. insbesondere die Streckspannungen des rei-
 nen Polylactides von 72,92 MPa bzw. 68,91 MPa gegenüber
 64,35 MPa bzw. 61,64 MPa des PLA-/PA-Blends).

15 Es wird vermutet, dass das im Übrigen mit Polylactid
 und/oder Lignin praktisch unbegrenzt mischbare und höchst
 kompatible Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure dem
 erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoff dadurch eine ein-
 wandfreie Schlagzähigkeit bei zugleich hoher Festigkeit
 20 verleiht, weil die Polyamide auf der Basis von Dimerfett-
 säure die Fähigkeit besitzen, zwischen dem Amid-Stickstoff
 und dem Amid-Sauerstoff durch das Amid-Wasserstoffatom Was-
 serstoffbrücken auszubilden, wobei die NH-Gruppe Protonen-

donator wirkt, während die CO-Gruppe als Protonenakzeptor wirkt. Diese Wasserstoffbrücken sichern einen Zusammenhalt der benachbarten Ketten aus Polylactid, Lignin und/oder deren Derivate, welche ihrerseits an ihren Sauerstoffgruppen (=O) bzw. Hydroxylgruppen (-OH) Wasserstoffbrückenbindungen einzugehen vermögen. Ein solchermaßen gebildeter Blend vermag folglich starke Streckvorgänge bei gleichwohl hoher, vornehmlich durch die erfindungsgemäße Naturpolymerkomponente bedingte Festigkeit zu erleiden. Darüber hinaus wird vermutet, dass die Erhöhung der Schlagzähigkeit unter anderem auch durch die relativ komplexe und überwiegend amorphe Struktur der Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäuren verursacht wird, deren amidisierten Dimerfettsäureeinheiten verzweigt (siehe hierzu weiter unten) und folglich weniger kristallin und kompakt sind als übliche synthetische Polyamide, wie beispielsweise Polyamid-6, und insbesondere als Lignin und/oder Polylactid.

Derartige Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäure sind als solche bekannt und finden gegenwärtig vornehmlich als Schmelzkleber Verwendung. Darüber hinaus beschreibt die DE 41 21 111 A1 einen Kunststoff-Werkstoff sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung, welche thermomechanisch aufgeschlossene Stärke mit hierin eingemischtem Wasser sowie synthetischen Polymerverbindungen aus der Gruppe der Polyester und/oder Polyether enthält, wobei unter anderem Dimerfettsäure-Polymere zum Einsatz gelangen können. Indes eignet sich eine solche Zusammensetzung allenfalls bedingt zur Herstellung stabiler Formteile, da Stärke ein vergleichsweise hohes Wasseraufnahmevermögen bis hin zu einem Quellverhalten besitzt, wodurch sich Festigkeitsverluste und Verarbeitungsprobleme ergeben, die durch den Zusatz synthetischer Polymere nicht kompensierbar sind, zumal eine zu-

friedenstellende Einmischung der synthetischen Polymere in die Stärke den zusätzlichen Einsatz von Wasser erfordert.

Wie weiter unten im Einzelnen erläutert, lassen sich die
5 erfindungsgemäß vorgesehenen Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäure weitgehend aus natürlichen Rohstoffen gewinnen, so dass der erfindungsgemäße Kunststoff-Werkstoff im Wesentlichen gänzlich oder zumindest größtenteils aus nachwachsenden Rohstoffen erhalten werden kann. Dabei ist der
10 erfindungsgemäße Kunststoff-Werkstoff ebenso biologisch abbaubar wie die verwendeten Naturpolymere Polylactid, Lignin bzw. deren Derivate und/oder Mischungen bzw. Blends selbst.

Darüber hinaus wurden weitere Synergien gefunden, welche
15 Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäuren als hervorragenden Zusatz zu den genannten natürlichen Polymeren, nämlich Polylactide und Lignine, erscheinen lassen. So sind die genannten Polyamide insbesondere plastifizierbar und folglich thermoplastisch verarbeitbar, was ihnen die Herstellung des erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoffes mit
20 tels gemeinsamen Extrudierens mit den genannten Naturpolymeren ermöglicht. Die meisten Vertreter derartiger Polyamide besitzen überdies einen Schmelzbereich, welcher unterhalb der Zersetzungstemperatur von Lignin und Polylactid
25 liegt, wobei ihre relativ geringe Viskosität im geschmolzenen Zustand für eine sehr gute Dispergierbarkeit in die Schmelze der natürlichen Polymermatrix sorgt und die Viskosität entsprechender Polymermischungen aus den genannten natürlichen Polymeren und derartigen Polyamiden insgesamt
30 abgesenkt werden kann. Gleichwohl werden die Werkstoffeigenschaften von Polylactid, Lignin, deren Derivaten und Mischungen durch den Zusatz der Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäure nicht negativ beeinträchtigt. So geht bei-

spielsweise auch die verminderte Viskosität einer Schmelze aus den recht zähflüssigen Naturpolymeren Polylactid oder Lignin mit den Polyamiden auf der Basis von Dimerfettsäure mit einer Verbesserung der Fließfähigkeit bzw. mit einer

5 Erhöhung des Melt-Flow-Index' (MFI) einher, was die Fertigung von auch sehr dünnwandigen Bauteilen (beispielsweise durch Spritzgießen, wie Dünnwand-Spritzguss) ermöglicht. Die Polarität der Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäuren machen sie ferner einwandfrei mit den natürlichen Poly-

10 meren verträglich und in praktisch beliebigen Massenverhältnissen mischbar.

Ein weiterer Vorteil der Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäuren als Mischungspartner von Polylactid, Lignin, deren

15 Derivaten und Mischungen besteht darin, dass erstere im Vergleich zu anderen Polyamiden ein nur geringes Wasseraufnahmevermögen besitzen, so dass eine gewisse Hydrolyseanfälligkeit von Naturpolymeren im Allgemeinen herabgesetzt wird. Die sehr geringe Temperaturkriechneigung der Dimer-

20 fettsäure-basierten Polyamide wirkt sich überdies synergistisch mit Verstärkungsadditiven, wie z.B. Naturfasern, positiv auf die Wärmeformbeständigkeit von Polylactid aus, wobei diese von etwa 50°C (bei reinem Polylactid) auf Temperaturen bis oberhalb 100°C erhöht werden kann.

25 Ein weiterer Vorteil der Polyamide auf der Basis von Dimerfettsäure als Mischungspartner von Polylactid, Lignin, deren Derivate und Mischungen besteht darin, dass die Barriereigenschaften der genannten Naturpolymere, wie insbesondere von reinem Polylactid, welches nur sehr geringe Bar-

30 riereigenschaften insbesondere gegenüber Wasserdampf oder Sauerstoff aufweist, in einem solchen Maße erhöht werden können, dass aus dem erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoff

gefertigte Verpackungsmaterialien zur im Wesentlichen gasdichten Verpackung von Lebensmitteln oder anderen Gütern verwendet werden können, welche hohen Anforderungen an die Hygiene genügen müssen.

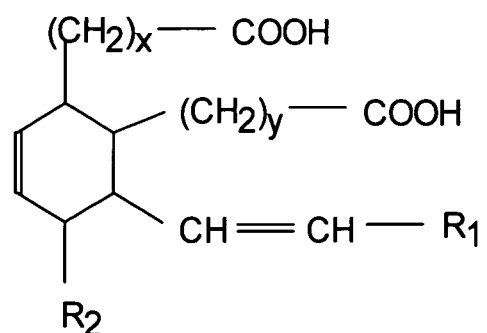
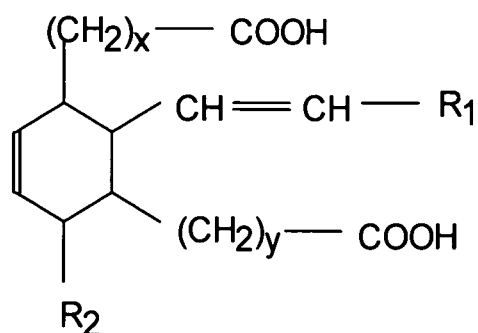
5

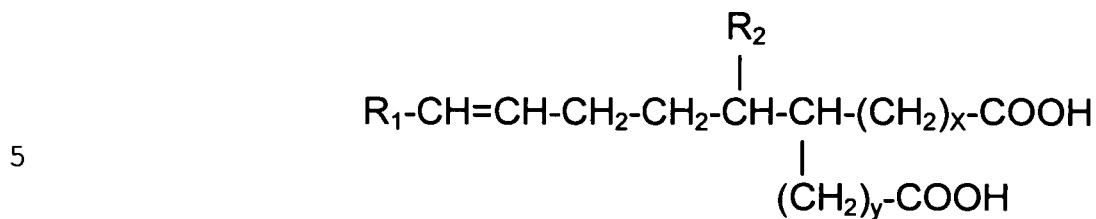
Wie bereits angedeutet, kann gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoffes vorgesehen sein, dass er in Form eines Polymer-Blends vorliegt, d.h. das Polylactid und/oder Lignin bzw. deren
10 Blends und/oder Derivate und das Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure bilden eine reine Polymermischung, ohne kovalent aneinander gebunden zu sein. Alternativ ist es selbstverständlich denkbar, dass insbesondere im Falle der Herstellung eines Polymer-Formteils aus dem erfindungsgemä-
15 Ben Kunststoff-Werkstoff der Polyamidanteil untereinander und/oder mit dem natürlichen Polymer (teil)vernetzt wird, was beispielsweise durch vorherigen Zusatz geeigneter Vernetzungsmittel geschehen kann, welche nachträglich, z.B. mittels elektromagnetischer Strahlung, aktiviert werden
20 können.

Wie ebenfalls bereits erwähnt, kann das Mischungsverhältnis von Polylactid und/oder Lignin bzw. deren Blends und/oder Derivate mit dem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure
25 in praktisch beliebigen Anteilen gewählt werden, wobei vorteilhafte Anteile an Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure des Kunststoff-Werkstoffes beispielsweise zwischen 5 Mass.-% und 80 Mass.-%, insbesondere zwischen 10 Mass.-% und 65 Mass.-%, vorzugsweise zwischen 20 Mass.-% und
30 50 Mass.-%, betragen können, jeweils bezogen auf die gesamte Polymermatrix aus sowohl Polylactid, Lignin, deren Derivate oder Mischungen als auch dem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure.

In vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das Polyamid cyclische und/oder acyclische Dimerfettsäureeinheiten aufweist, welche durch Dimerisierung von ungesättigten Fettsäuren zwischen 10 und 30 Kohlenstoffatomen oder deren Gemische erhalten worden sind (d.h. das Dimer weist dann die doppelte Anzahl an Kohlenstoffatomen, nämlich vorzugsweise zwischen 20 und 60 auf), insbesondere aus der Gruppe Oleinsäure (cis-9-Octadecensäure) und Erucasäure (cis-13-Docosensäure).

Unter "Dimerfettsäuren" sind im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung oligomere Fettsäuren angesprochen, welche in als solcher bekannten Weise durch thermische und/oder katalytische Dimerisierung von ungesättigten Fettsäuren synthetisiert werden können. Im Zuge einer solchen Dimerisierung werden zwei (oder auch drei) ungesättigte Fettsäuren miteinander verknüpft, wobei solche Trimere sowie auch nicht umgesetzte Monomere abgetrennt werden können, z.B. mittels thermischer Trennverfahren, wie Destillation oder Rektifikation. Die erhaltenen Dimere sind verzweigt und können cyclisch oder acyclisch sein, wobei nachfolgend beispielhafte Strukturformeln solcher, durch Dimerisierung von (hier einfach) ungesättigten Fettsäuren erhaltenen Dimerfettsäuren dargestellt sind:





Mit "cyclischen und/oder acyclischen Dimerfettsäureeinheiten" des für den erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoff
 10 eingesetzten Polyamides sind folglich derartige Dimerfettsäuren angesprochen, deren Carboxygruppen (COOH-) durch Reaktion mit Aminogruppen zu Amidgruppen (-CO-NH-) umgesetzt worden sind.

15 Wie bereits angesprochen, besteht der erfindungsgemäße Kunststoff-Werkstoff vorzugsweise weitgehend aus nachwachsenden Rohstoffen, weshalb in bevorzugter Ausführung Dimere aus natürlichen Fettsäuren, wie beispielsweise Oleinsäure (Ölsäure, cis-9-Octadecensäure, C₁₈H₃₄O₂, CAS-Nr. 112-80-1)
 20 und Erucasäure (Erukasäure, cis-13-Docosensäure, C₂₂H₄₂O₂, CAS-Nr. 112-86-7), eingesetzt werden können. Selbstverständlich können indes auch andere, einfach oder auch mehrfach ungesättigten Fettsäuren, wie beispielsweise Palmitoleinsäure, Linolensäure, Arachidonsäure etc., für die Dimerfettsäuren eingesetzt werden. Solche natürlichen Fettsäuren können z.B. aus den Samen von Soja, Raps, Sonnenblumen, Meerkohl, Hanf, Leinsamen, Walnuss und dergleichen gewonnen werden.

30 Was die mit den Dimerfettsäureeinheiten unter Bildung der Amidgruppen (-CO-NH-) verbundenen Amineinheiten des erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoffes betrifft, so kommen grundsätzlich praktisch beliebige Amineinheiten in Betracht, wobei das Polyamid insbesondere Diamineinheiten

aufweisen kann, welche vorzugsweise aus der Gruppe der Alkyldiamine mit endständigen Aminogruppen und/oder der Polyetherdiamine mit endständigen Aminogruppen gewählt sein können. Mit "Diamineinheiten" des für den erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoff eingesetzten Polyamides sind folglich Einheiten mit zwei Aminogruppen angesprochen, welche durch Reaktion mit den Carboxygruppen (COOH-) der Dimerfettsäureeinheiten zu Amidgruppen (-CO-NH-) umgesetzt worden sind. Beispiele solcher Diamineinheiten umfassen Ethylendiamin, 1,3-Diaminopropan, 1,4-Diaminobutan, 1,5-Diaminopentan, Hexamethylendiamin etc. oder auch Polyetherdiamine der allgemeinen Formel $H_2N-R_1-O-(R_2O_x)-R_3-NH_2$, wobei die Kohlenwasserstoffreste R_1 und R_3 vorzugsweise gleiche oder verschiedene aliphatische und/oder cycloaliphatische Kohlenwasserstoffgruppen mit insbesondere zwischen 2 und 8 Kohlenstoffatomen und der Kohlenwasserstoffrest R_2 vorzugsweise eine - gegebenenfalls verzweigte - Kohlenwasserstoffgruppe mit insbesondere zwischen 1 und 6 Kohlenstoffatomen sein kann.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure eine Erweichungstemperatur zwischen 80°C und 210°C, insbesondere zwischen 100°C und 190°, vorzugsweise zwischen 120°C und 170°C, aufweist. Die Erweichungstemperatur liegt folglich vorzugsweise im Bereich des Schmelzpunktes des jeweiligen natürlichen Polymers Polylactid, Lignin, deren Derivate oder Mischungen im Bereich von etwa 150°C, so dass ein gemeinsames Aufschmelzen und Vermischen des/der natürlichen Polymer(e) Polylactid und Lignin bzw. deren Blends und/oder Derivate mit dem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure, beispielsweise in einem Extruder, problemlos möglich ist. In Bezug auf das Herstellungsverfahren des erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoffes, insbesondere zu ei-

nem thermoplastisch verarbeitbarem Granulat, kann folglich eine Verarbeitungstemperatur in einem Extruder von zwischen etwa 160°C und etwa 250°C, vorzugsweise zwischen etwa 170°C und etwa 240°C, z.B. zwischen etwa 180°C und etwa 230°C, eingestellt werden, wie es auch für die reinen natürlichen Polymere zweckmäßig ist. Letztere besitzen in dem genannten Temperaturbereich einerseits eine hinreichend geringe, zum Eindispersgieren des feinpartikulären Feststoffes geeignete Viskosität, während andererseits thermische Schädigungen zuverlässig vermieden werden.

Während das Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure eine Dichte zwischen 0,95 g/cm³ und 1,0 g/cm³, insbesondere im Bereich von 0,98 g/cm³, aufweisen kann, kann es im Hinblick auf eine einwandfreie Vermischung mit Polylactid, Lignin bzw. deren Blends und/oder Derivaten im plastifizierten bzw. geschmolzenen Zustand ferner vorzugsweise eine Schmelzviskosität zwischen 2500 mPas und 30000 mPas, insbesondere zwischen 5000 mPas und 27500 mPas, bei 180°C aufweisen.

Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der Kunststoff-Werkstoff ferner wenigstens einen feinpartikulären Feststoff, insbesondere mit einer Partikelgröße zwischen 0,5 µm und 50 µm, vorzugsweise zwischen 0,5 µm und 10 µm, enthält. Ein solcher partikelförmiger Feststoff kann vorzugsweise aus der Gruppe der mineralischen Feststoffe, insbesondere aus der Gruppe der Schichtsilikate, beispielsweise Talk (Magnesiumsilikathydrat, $Mg_3[Si_4O_{10}(OH)_2]$), gewählt sein. Ein derartiger feinpartikulärer Feststoff, welcher zweckmäßig mit einem Anteil von wenigstens 0,5 Mass.-%, insbesondere von wenigstens 1 Mass.-%, bezogen auf die Masse der gesamten Polymermatrix in dieser enthal-

ten sein sollte, vermag insbesondere bei dem natürlichen Polymer Polylactid bei geeigneter Verfahrensführung während der Herstellung eines Polymer-Formteils hieraus die Wärmeformbeständigkeit (ermittelt nach HDT/B gemäß der Norm DIN EN ISO 75-1,-2) des erzeugten Polymer-Formteils weiter zu erhöhen, sofern die Polymermatrix mit dem hierin eindispersierten Feststoff über einen Zeitraum von wenigstens etwa 2 s auf einer Temperatur zwischen 70°C und 120° gehalten wird, wonach die Polymermatrix unter Bildung des fertigen Formteils vollständig abgekühlt bzw. erstarrt werden kann. Der feinpartikuläre Feststoff aus der genannten Stoffgruppe vermag hierbei als Nukleierungsmittel zu dienen und sorgt ferner für eine hohe Kristallinität insbesondere des Polylactidanteils der Polymermatrix, welche als Ursache für die Erhöhung der Wärmeformbeständigkeit (ermittelt nach HDT/B gemäß der Norm DIN EN ISO 75-1,-2) um etwa 40°C bis 70°C vermutet wird. In diesem Zusammenhang sei auf die zum Prioritätsdatum der vorliegenden Erfindung noch nicht veröffentlichte deutsche Patentanmeldung DE 10 2010 052 878.1 verwiesen.

Der erfindungsgemäße Kunststoff-Werkstoff kann ferner Verstärkungsfasern enthalten, welche aus Gründen einer hohen Umweltverträglichkeit vorzugsweise aus der Gruppe der Naturfasern gewählt sein können. Je nach den geforderten Werkstoffeigenschaften des Kunststoff-Werkstoffes kommen hierbei im Prinzip beliebige Naturfasern in Frage, wobei die Naturfasern aufgrund ihrer verhältnismäßig hohen Festigkeit vorzugsweise aus der Gruppe Hanf, Flachs, Kenaf, Sisal, Kokos, Ramie, Miscanthus, Nessel, Baumwolle, Cellulose, Palm, Schilfgras und Holzfasern ausgewählt werden können. Indes kommen selbstverständlich grundsätzlich auch andere Naturfasern sowie synthetische oder mineralische Fa-

5 sern, wie Glas-, Aramid-, Carbonfasern und dergleichen in Betracht. Insbesondere im Falle des Einsatzes von Naturfasern hat sich gezeigt, dass diese hervorragend von der plastifizierten Polymermatrix aus Lignin, Polylactid, deren
10 Derivate und Mischungen und dem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure benetzt werden, wobei vor allem das Polyamid aufgrund seiner hohen Affinität zu natürlichen Fasern infolge seines polaren Aufbaus und seiner geringen Hydrolyseanfälligkeit als Haftvermittler zu den Naturfasern zu wirken
15 vermag, was wiederum zu einer hohen Festigkeit eines faserverstärkten Polymer-Formteils aus einem erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoff beiträgt.

20 An dieser Stelle sei grundsätzlich darauf hingewiesen, dass die Polymermatrix des erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoffes mehr oder minder gänzlich aus Polylactid und/oder Lignin einschließlich deren Blends und/oder Derivaten und dem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäuren gebildet sein kann, aber selbstverständlich auch weitere, aus den
25 eingangs genannten Gründen vorzugsweise zumindest überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnene Polymere, insbesondere ebenfalls in Form eines Polymer-Blends bzw. einer Polymermischung, enthalten kann, wie z.B. Bio-Polyethylen, Polyamid 6.6 oder Polyamid 6.10 (z.B. mit aus Ricinusöl gewonnener Sebacinsäure) etc. Selbstverständlich kann die Polymermatrix darüber hinaus gegebenenfalls übliche Additive oder Zusatzstoffe enthalten, wie Farbstoffe, Pigmente, Antioxidantien, Füllstoffe, Haftvermittler und dergleichen.
30 In Bezug auf vorteilhafte Weichmacher sie auf die Ausführungen weiter unten verwiesen.

Der erfindungsgemäße Kunststoff-Werkstoff bietet sich ferner insbesondere als thermoplastische Polymermatrix eines

thermoplastischen Elastomers an, weshalb eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vorsieht, dass der Kunststoff-Werkstoff ein thermoplastischer Elastomer-Werkstoff ist und ferner einen Anteil an hierin eindispersiertem Kautschuk

5 enthält.

Thermoplastische Elastomere (TPE), welche auch als "Elastoplaste" bezeichnet werden, sind in verschiedenen Ausgestaltungen bekannt. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie

10 zwar - ähnlich klassischen Elastomeren - bei Raumtemperatur elastisch verformbar, aber gleichwohl unter Wärmeeinwirkung plastifizierbar sind, um sich mit thermoplastischen Verarbeitungsverfahren, wie Extrudieren, Spritzgießen, Heißpressen etc., verarbeiten zu lassen. Thermoplastische Elastomere

15 lassen sich entsprechend ihres molekularen Aufbaus in Blockcopolymere und Elastomerlegierungen untergliedern. Bei erstgenannten Blockcopolymeren handelt es sich um Polymere, welche sowohl weiche bzw. elastische Segmentabschnitte mit hoher Dehnbarkeit als auch harte, kristalline Segmentabschnitte mit geringer Dehnbarkeit aufweisen. Beispiele solcher thermoplastischer Elastomere umfassen Copolymere von Styrol mit Butadien (SBS), Isopren (SIS) oder Ethylenbutylen (SEBS). Bei Elastomerlegierungen handelt es sich um Polymer-Blends aus wenigstens zwei verschiedenen Polymeren,

20 welche z.B. ein in eine thermoplastische Polymermatrix eingebettetes Elastomer aufweisen. Beispiele solcher Elastomerlegierungen umfassen vernetzten Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), Nitrilkautschuk (NBR) oder Naturkautschuk (NR) in Polypropylen (PP) oder Ethylenvinylacetat (EVA) in

25 Vinylidenchlorid (PVdC).

30

Gegenwärtig bekannte thermoplastische Elastomere sind praktisch ausschließlich aus synthetischen Polymeren gefertigt,

wobei im Falle von Elastomerlegierungen insbesondere die thermoplastische Phase aus petrochemischen Produkten erzeugt wird, während als elastomere Phase neben synthetischen Polymeren und Kautschuken auch Naturkautschuk eingesetzt wird. Im Zuge der Verknappung von fossilen Rohstoffen, wie sie zur Herstellung von synthetischen Polymeren vornehmlich eingesetzt werden, besteht folglich auch inso-
weit ein zunehmender Bedarf an einer Substitution von synthetischen Polymeren durch natürliche Polymere auf der Basis nachwachsender Rohstoffe. Dem begegnet die Erfindung gemäß ihrer vorteilhaften Weiterbildung dadurch, dass ein thermoplastischer Elastomer-Werkstoff zur Verfügung gestellt werden kann, welcher unter Gewährleistung des von herkömmlichen thermoplastischen Elastomeren bekannten elastischen Rückstellvermögens sowie einer thermoplastischen Verarbeitbarkeit zumindest überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden kann.

Wie bereits angedeutet, können die Polymere der thermoplastischen Phase eines solchen thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes - oder genauer: der thermoplastischen Elastomerlegierung - entweder in im Wesentlichen reiner Form und insbesondere unter Zusatz von Weichmachern (siehe hierzu weiter unten) oder ähnlichen Verarbeitungshilfsmitteln, oder insbesondere auch in Form von Polymer-Blends, welche auch gänzlich ohne den Zusatz von Weichmachern auskommen können. In diesem Zusammenhang wurde in Bezug auf die erfindungsgemäß eingesetzten Naturpolymere Polylactid, Lignin, deren Derivate und/oder Mischungen in Kombination mit wenigstens einem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure gefunden, dass sie mit dem für die elastische Phase verwendeten Kautschuk hervorragend kompatibel sind und auch insbesondere eine nachträgliche Vernetzung bzw. Vulkanisierung

des Kautschuks unter Erhalt der gewünschten dauerelastischen Eigenschaften ermöglichen. Die hohe Verträglichkeit der thermoplastischen Polymermatrix mit dem Kautschuk beruht nicht zuletzt auf dem gegenüber Polylactid, Lignin, deren Derivate und Mischungen unpolarerem Zusatz an dem wenigstens einen Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure, wobei in verarbeitungstechnischer Hinsicht ferner eine im Vergleich zu den reinen, gegebenenfalls mit Weichmachern versetzten Naturpolymere/Polyamiden auf der Basis von Dimerfettsäure verbesserte Heißentformbarkeit von aus dem Kunststoff-Werkstoff erzeugten Formteilen gegeben ist, was insbesondere dann gilt, wenn der Kautschuk zumindest teilweise vernetzt worden ist (siehe hierzu weiter unten). Die erfindungsgemäßen thermoplastischen Elastomere zeichnen sich ferner durch hervorragende Werkstoffeigenschaften aus, wie insbesondere durch eine hohe Reißfestigkeit und Elastizität.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der die elastische Phase des thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes bildende Kautschuk Naturkautschuk (NR, Polyisopren) ist, wobei er in flüssiger bzw. viskoser Form oder auch in Pulverform eingesetzt werden kann. Naturkautschuk basiert aus pflanzlichem Latex, welches vorwiegend aus dem Kautschukbaum (*Hevea brasiliensis*) gewonnen werden kann. Bei weiteren Typen von Naturkautschuk, welche bei dem erfindungsgemäßen thermoplastischen Elastomer-Werkstoff zum Einsatz gelangen können, handelt es sich beispielsweise um Balata (gewonnen aus dem Balatabaum), Chicle-Gummi (gewonnen aus dem Breiapfelbaum, *Sapote*, *Manilkara zapota*), Guttapercha (gewonnen aus dem Guttaperchabaum, *Palaquium gutta*) oder Guayule-Kautschuk (gewonnen aus Guayule, *Parthenium argentatum*). Ferner ist es möglich, aus Löwenzahn, insbe-

sondere aus dem Russischen Löwenzahn (*Taraxacum kok-saghyz*), Naturkautschuk zu gewinnen, wobei es inzwischen auch gelungen ist, den dieser Kautschukart immanenten Nachteil, dass der Löwenzahn-Kautschuk unmittelbar nach Austritt aus der Pflanze unter Sauerstoffkontakt polymerisiert, zu eliminieren, indem man das Enzym, welches für die schnelle Polymerisation verantwortlich ist, auf gentechnischem Wege ausschaltet. Darüber hinaus ist es auch denkbar, einen EPDM-Kautschuk einzusetzen, welcher aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden kann, wie aus beispielsweise aus Zuckerrohr erhaltenem Bioethanol, welcher zu biobasiertem Ethylen (Ethen) umgewandelt werden kann. Derartige Kautschuke sind bekannt, z.B. unter dem Handelsnamen "Keltan Eco" des Herstellers Lanxess.

Der Anteil der thermoplastischen Phase (Polyamid, Lignin, deren Mischungen und/oder Derivate in Kombination mit dem wenigstens einen Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure) des thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes kann je nach der gewünschten Elastizität in weiten Bereich variiert werden. So kann der Anteil an Polylactid, Lignin, deren Derivate und/oder Mischungen einschließlich den Anteils an den Polyamiden auf der Basis von Dimerfettsäure beispielsweise zwischen 10 phr und 300 phr, insbesondere zwischen 20 phr und 200 phr, z.B. zwischen etwa 25 phr und etwa 100 phr, gewählt sein. Die hierbei verwendete Einheit [phr] bedeutet "per hundred rubber" und bezieht sich auf den Massenanteil der thermoplastischen Phase pro 100 Massenanteilen Kautschuk. "10 phr" bedeutet folglich 10 Massenanteile thermoplastischer Polymerphase pro 100 Massenanteilen Kautschuk.

Während dem erfindungsgemäßen thermoplastischen Elastomer-Werkstoff ein Vernetzungs- bzw. Vulkanisierungsmittel für

den Kautschuk grundsätzlich auch erst anlässlich seiner thermoplastischen Verarbeitung zu einem Polymer-Formteil zugesetzt werden kann, kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung vorgesehen sein, dass er ferner wenigstens ein

5 thermisch und/oder mittels Strahlung aktivierbares Vernetzungsmittel enthält. Ein solches Vernetzungsmittel kann vorzugsweise eine Aktivierungstemperatur zwischen etwa 120°C und etwa 220°C, insbesondere zwischen etwa 150°C und etwa 210°C, aufweisen, d.h. im Bereich der Verarbeitungs-

10 temperatur der thermoplastischen Phase, wobei eine Vernetzung des Kautschuks selbstverständlich auch nachträglich, beispielsweise unter Bestrahlung mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung, insbesondere im Mikrowellenbereich oder im ultravioletten Bereich (UV), oder auch mit-

15 tels Elektronenstrahlung (β -Strahlung) oder Röntgenstrahlung (γ -Strahlung), durchgeführt werden kann.

Als Vernetzungsmittel kommen grundsätzlich beliebige bekannte Vernetzungs- bzw. Vulkanisierungsmittel in Betracht,

20 wie beispielsweise solche aus der Gruppe der Peroxide, Phenolharze, Silane, der Schwefel spendenden Substanzen, insbesondere aus der Gruppe Schwefel, Schwefelhalogenide, Thiocarbamate, Thioharnstoffe, Thiurame, Dithiophosphate, Guanidine, Mercaptobenzothiazole und Benzothiazolylsulfenamide, und Metalloxide. Beispiele geeigneter Vernetzungsmittel umfassen Schwefel einschließlich Schwefel freisetzender Verbindungen, wie Schwefelchlorid (SCl_2), Dischwefeldichlorid (S_2Cl_2), Thiurammono- und -disulfide, Zinkbenzyldithiocarbamat (ZBEC), Tetramethylthiuramdisulfid (TMTD), Zinkdi-

25 benzyldithiocarbamat (ZBEC), 2,5-Bis-(tertiärbutylperoxy)-2,5-dimethylhexan, 2,5-Bis-(tertiärbutylperoxy)-2,5-dimethyl-3-hexin, 1,1-Di(tertiärbutylperoxy)-3,3,5-trimethylcyclohexan und dergleichen, sowie Zinkoxid (ZnO) etc. Fer-

30

ner können übliche Beschleuniger, wie beispielsweise 2-Mercaptobenzothiazol, eingesetzt werden.

Wie oben erwähnt, kann der erfindungsgemäße Kunststoff-
5 Werkstoff (mit oder ohne Zusatz von Kautschuk, d.h. im
erstgenannten Fall die thermoplastische Phase des thermo-
plastischen Elastomer-Werkstoffs aus Polylactid, Lignin,
deren Derivaten und/oder Mischungen in Kombination mit dem
wenigstens einen Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure)
10 vorzugsweise wenigstens einen Weichmacher enthalten, wel-
cher insbesondere im Falle eines mit Kautschuk versetzten,
thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes beispielsweise in
einem Anteil zwischen 0,1 phr und 30 phr, vorzugsweise zw-
ischen 0,5 phr und 20 phr, enthalten sein kann, um die ther-
15 moplastische Verarbeitbarkeit sowie insbesondere die
Schlagzähigkeit eines aus dem erfindungsgemäßen thermopla-
stischen Elastomer-Werkstoff erzeugten Polymer-Formteils
weiter zu verbessern bzw. bedarfsweise zu modifizieren.

20 Während als Weichmacher grundsätzlich beliebige bekannte
Weichmacher einschließlich synthetischer Weichmacher, wie
beispielsweise Phosphorsäureester (z.B. Trialkylphosphate,
Triphenylphosphat, Tricresylphosphat, Cresyldiphenyl-
phosphat, 2-Ethylhexyldiphenylphosphat etc.), Triphenyl-
25 phosphinoxid, Trimellitsäure, Trimellitsäureester (z.B.
Trialkylmellitate), o-, m- und p-Phthalsäure, Phthalsäure-
ester (z.B. Dialkylphthalate, Butylbenzylphthalat, Ethylen-
glykolmonoethylphthalat etc.), Benzoesäure, Benzolsulfon-
säure, Acrylsäure und dergleichen zum Einsatz gelangen kön-
30 nen, kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung vorgese-
hen sein, dass der thermoplastische Elastomer-Werkstoff ei-
nen Weichmacher aus der Gruppe der natürlichen Öle und
Wachse, der natürlichen aliphatischen Mono-, Di- und Tri-

carbonsäuren einschließlich deren Salze und Ester, insbesondere deren Glyceride, und der vernetzten ungesättigten Pflanzenöle enthält, welche aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden können. Die Wirkungsweise solcher nativer
5 Öle und Wachse entspricht einerseits derjenigen bekannter synthetischer Weichmacher, welche lediglich aufgrund ihrer Lösungs- bzw. Quellmitteleigenschaften ohne chemische Reaktion mit dem Polymer in physikalische Wechselwirkung treten und ein homogenes System mit diesem bilden. Dadurch verleihen
10 sie der thermoplastischen Polymermatrix bessere physikalische Eigenschaften, z. B. eine niedrigere Schmelztemperatur, ein erhöhtes Formveränderungsvermögen, erhöhte elastische Eigenschaften, eine geringere Sprödigkeit, sowie gegebenenfalls ein erhöhtes Haftvermögen. Im Gegensatz zu
15 synthetischen Weichmachern bestehen native Öle und Wachse im Wesentlichen aus höhermolekularen Fettsäuren bzw. Estern höhermolekularer Fettsäuren, wie Glyceride, und sind nicht oder nur wenig toxisch. Solche, aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnene Weichmacher weisen weiterhin eine ökologisch
20 neutrale CO₂-Bilanz auf und sind leicht biologisch abbaubar bzw. verrottbar.

Beispiele von Weichmachern in Form von natürlichen Ölen einschließlich ätherischer Öle umfassen Raps-, Distel-,
25 Sonnenblumen-, Hanföl oder Minzöle (Menthol) und dergleichen. Beispiele von Weichmachern in Form von natürlichen Wachsen umfassen tierische native Wachse, wie Bienenwachs, Schellackwachs, Lanolin und dergleichen, oder pflanzliche native Wachse, wie Carnaubawachs, Montanwachs, Japanwachs,
30 Reiskeimölwachs und dergleichen. Alternativ können als Weichmacher auch chemisch modifizierte native Wachse, wie z. B. Jojobawachse, Montanesterwachse, Sasolwachse etc., verwendet werden. Weitere Beispiele für natürliche Weichma-

cher umfassen aliphatische Monocarbonsäuren, wie gesättigte Fettsäuren, vorzugsweise mit zwischen 2 und 18 Kohlenstoffatomen, Stearinsäure, Linolsäure, Linolensäure, Ricinolsäure, Ölsäure und dergleichen einschließlich deren Salze und Ester (z.B. 12-Hydroxyacetyl-9-octadecensäuremethylester), aliphatische Dicarbonsäuren, wie Glutarsäure, Adipinsäure, Azelainsäure, Sebacinsäure und dergleichen einschließlich deren Salze und Ester (z.B. Di-(2-ethylhexyl)azelat), aliphatische Tricarbonsäuren, wie Citronensäure, einschließlich deren Salze und Ester (z.B. Citrate in Form von Mono-, Di- und Triestern mit gleichen oder gemischten Estergruppen) und dergleichen, sowie Glyceride in Form von Mono-, Di- oder Triestern (z.B. Glycerintriacetat, Glycerintripropionat etc.) mit gleichen oder gemischten Estergruppen, insbesondere mit solchen Esterrestgruppen mit linearen und verzweigten aliphatischen Alkylgruppen sowie mit olefinischen Restgruppen, vorzugsweise mit zwischen 2 und 36 Kohlenstoffatomen in den jeweiligen Alkylketten. Beispiele für natürliche Weichmacher in Form von vernetzten ungesättigten Pflanzenölen, welche auch als "Faktis" oder "Ölkautschuk" bezeichnet werden, umfassen vernetzte Pflanzenöle in Form von Ranzinöl, Rapsöl, Rüböl, Sojaöl und dergleichen, wobei die Vernetzung solcher Pflanzenöle ähnlich die Vernetzung von Kautschuk durch bekannte Vernetzungsmittel, wie z.B. solcher auf Basis von Schwefel, Peroxiden oder Isocyanatgruppen, geschehen kann. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass grundsätzlich auch ein Einsatz von Faktis bzw. Ölkautschuk möglich ist, welcher zumindest anteilig durch Vernetzung von ungesättigten Mineralölen erhalten worden ist.

Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der thermoplastische Elastomer-Werkstoff ferner Füllstoffe

und/oder Verstärkungsfasern, insbesondere aus der Gruppe der mineralischen Füllstoffe und/oder Naturfasern, enthält. Je nach den geforderten Werkstoffeigenschaften des Werkstoffes kommen hierbei im Prinzip beliebige Naturfasern in Frage, wobei die Naturfasern aufgrund ihrer verhältnismäßig hohen Festigkeit vorzugsweise aus der Gruppe Hanf, Flachs, Kenaf, Sisal, Kokos, Ramie, Miscanthus, Nessel, Baumwoll, Cellulose, Palm, Schilfgras und Holzfasern ausgewählt werden können. Indes kommen selbstverständlich grundsätzlich auch andere Naturfasern sowie synthetische oder mineralische Fasern, wie Glas-, Aramid-, Carbonfasern und dergleichen in Betracht. Desgleichen können Füllstoffe, z.B. auf mineralischer Basis, wie beispielsweise Talk (Magnesiumsilikathydrat), Diatomeenerde (Kieselgur), Kreide, Kalk, Gips etc., enthalten sein.

Wie bereits angedeutet, kann der erfindungsgemäße Kunststoff-Werkstoff einschließlich seiner Ausführungsvariante in Form eines thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes vorzugsweise in Granulatform vorliegen, wobei ein solches Granulat gegebenenfalls auch etwaige partikel- und/oder faserförmige Füll- oder Verstärkungsstoffe sowie etwaige Additive bereits enthalten kann, so dass eine einfache Verarbeitung des Kunststoff-Werkstoffes zu Formteilen mittels herkömmlicher thermoplastischer Verarbeitungsverfahren, wie Extrudieren, Spritzgießen und dergleichen, möglich ist.

In Bezug auf den erfindungsgemäßen Kautschuk enthaltenden, thermoplastischen Elastomer-Werkstoff kann in weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung vorgesehen sein, dass der Kautschuk zumindest teilweise vernetzt vorliegt, d.h. der insbesondere in Granulatform vorliegende Werkstoff besitzt eine thermoplastische Polymermatrix, in welcher die elastome-

re Kautschukphase bereits zumindest teilweise vulkanisiert worden ist. Indes kann die Kautschukphase auch noch weitgehend unvernetzt sein und erst im Rahmen der Verarbeitung des thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes mittels thermoplastischer Verarbeitungsverfahren, insbesondere unter thermischer Aktivierung bereits vorhandener Vernetzungs- bzw. Vulkanisierungsmittel (siehe hierzu weiter oben), vernetzt bzw. vulkanisiert werden, oder es kann alternativ oder zusätzlich eine Nachvernetzung der Kautschukphase im fertigen Polymer-Formteil, insbesondere unter Aktivierung mittels Bestrahlung (siehe hierzu ebenfalls weiter oben) stattfinden.

Die aus einem erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoff herstellbaren Polymer-Formteile sind folglich zumindest überwiegend, vorzugsweise gänzlich, aus natürlichen bzw. nachwachsenden Rohstoffen gebildet, gesundheitlich unbedenklich und weisen nicht nur eine hohe Steifigkeit, sondern auch eine gegenüber den jeweils reinen Naturpolymeren deutlich höhere Schlagzähigkeit und - im Falle von Polylactid - Wärmeformbeständigkeit auf, welche ihnen einen Einsatz in Form von praktisch beliebigen konstruktiven und technischen Teilen oder in Form von Gebrauchsgegenständen einschließlich Spielzeug sowie Verpackungsmaterialien und -folien erschließt. Wie bereits erwähnt, erhöht der Anteil des Polyamides auf der Basis von Dimerfettsäure die Barriereeigenschaften des Werkstoffes gegenüber Wasser(dampf) und Sauerstoff, was im Falle einer Verarbeitung zu Verpackungsmaterialien in Form von mehr oder minder formhaltigen Teilen oder auch flexiblen Folien günstig ist. Der Anteil an dem genannten Polyamid sorgt ferner für eine gegenüber dem reinen Naturpolymer weichere Haptik sowie - im Falle von Folien - für eine weitestgehende Geräuschreduktion bei Verfor-

mungen, wobei übliche "Raschelgeräusche", wie sie vornehmlich bei herkömmlichen, aus Polylactid gefertigten Folien auftreten, weitestgehend vermieden werden. Schließlich sind aus dem erfindungsgemäßen Kunststoff-Werkstoff erzeugte Polymer-Formteile einfach entformbar, ohne dass es zu einer unerwünschten Anhaftung bzw. zu einem "Ankleben" derselben an die Wandung des jeweiligen Formwerkzeugs kommt.

Entsprechendes gilt für den Fall, in welchem das Polymer-Formteil einen Anteil an Kautschuk enthält und folglich elastische Werkstoffeigenschaften besitzt, wobei erfindungsgemäßen Polymer-Formteile beispielsweise ebenfalls in Form von praktisch beliebigen konstruktiven und technischen Teilen oder in Form von Gebrauchsgegenständen ausgebildet sein können, wie beispielsweise als Haushalts- und Hygieneartikel (z.B. Zahnbürsten etc.), einschließlich Spielzeug (z.B. Figuren etc.) sowie Verpackungsmaterialien und -folien. Der Anteil an der elastomeren Kautschukphase sorgt hierbei für eine gegenüber der thermoplastischen Phase deutlich weichere Haptik sowie insgesamt für eine elastische Verformbarkeit der ansonsten überwiegend eher formhaltigen thermoplastischen Phase.

Wie oben erwähnt, lässt sich der erfindungsgemäße Kunststoff-Werkstoff auf einfache Weise durch übliche thermoplastische Verarbeitungsverfahren erzeugen, wobei im Bedarfsfall, sofern ein Kunststoff-Werkstoff in Form eines thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes erwünscht ist, der thermoplastischen Phase ein Anteil an Kautschuk zugesetzt bzw. letzterer in die thermoplastische Phase möglichst homogen eindispersiert werden kann.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines solchen thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes, kann insbesondere in einem einstufigen oder in einem mehrstufigen, insbesondere zweistufigen, Prozess durchgeführt werden. Sofern zur Herstellung ein zweistufiger Prozess gewählt wird, kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass das wenigstens eine natürliche Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und das wenigstens eine Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure zunächst plastifiziert und homogenisiert wird, wonach der Kautschuk in das Plastifikat eindispersiert wird. Die thermoplastische Phase kann hierbei in einer ersten Prozessstufe mit dem flüssigen, viskosen oder auch partikelförmigen Kautschuk sowie vorzugsweise auch mit den Weichmachern, Vernetzungsmitteln und gegebenenfalls weiteren Additiven, Füllstoffen und/oder Verstärkungsfasern, z.B. in einem Knetter, bei einer relativ geringen Temperatur, bei welcher noch keine Vernetzung bzw. Vulkanisierung der Kautschukphase stattfindet, die thermoplastische Phase jedoch in einem zumindest teilweise plastifizierten, viskosen Zustand überführt wird, vorgemischt und homogenisiert werden. Auf diese Weise wird zunächst eine sehr homogene Masse erzeugt. In einer zweiten Prozessstufe kann diese homogenisierte Masse dann, z.B. auf einem Walzwerk oder in einem Extruder, wie insbesondere einem Zweischneckenextruder, plastifiziert und die Kautschukphase vernetzt werden, was insbesondere durch entsprechende Temperaturführung auf eine Temperatur geschehen kann, welche mindestens der Aktivierungstemperatur der eingesetzten Vernetzungsmittel entspricht. Die Vorteile einer solchen zweistufigen Prozessführung bestehen vornehmlich in einer fertigungstechnischen Trennung der Homogenisierung von der Vernetzung des Kautschuks, wobei in der ersten Prozessstufe insbesondere eine homogene Verteilung der

Kautschukphase durch eine hinreichend lange gewählte Misch- bzw. Knetzeit in Verbindung mit einer geeigneten Geometrie der Knetwellen gesteuert werden kann. Als nachteilig kann indes die notwendigerweise diskontinuierliche bzw. batch-
5 weise Verfahrensführung sowie der relativ Investitionsaufwand erachtet werden.

Alternativ zu einem derartigen mehrstufigen Prozess kann daher auch ein einstufiger Prozess zur Herstellung des
10 thermoplastischen Elastomer-Werkstoffes gewählt werden, wobei vorzugsweise vorgesehen sein kann, dass das wenigstens eine natürliche Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und das wenigstens eine Polyamid auf der Basis von Dimerfett-
15 säure mit dem Kautschuk vorgemischt und die Mischung anschließend plastifiziert und homogenisiert wird. Bei einem solchen einstufigen Prozess können die thermoplastischen Matrixbestandteile, welche sich z.B. in pulveriger oder partikulärer Form befinden, mit der z.B. ebenfalls pulverigen
20 oder auch flüssig-viskosen Kautschukkomponente sowie vorzugsweise auch mit den Weichmachern, Vernetzungsmitteln und gegebenenfalls weiteren Additiven, Füllstoffen und/oder Verstärkungsfasern in Form einer einfachen Vormischung direkt homogenisiert werden, wobei die thermoplastische Phase
25 plastifiziert wird. Dies kann insbesondere in einem Extruder, vorzugsweise in einem Doppelschneckenextruder, wie z.B. einem Gleichdrall-Doppelschneckenextruder, oder auch in einem Knetter geschehen. In demselben Verfahrensschritt - insbesondere in demselben Extruder oder Knetter - kann
30 dann die Vernetzung bzw. Vulkanisierung der Kautschukkomponente eingeleitet werden, was wiederum durch entsprechende Temperaturführung, gegebenenfalls in Verbindung mit der mechanisch eingebrachten Scherung, geschehen kann, indem die

Temperatur und gegebenenfalls die Drehzahl des Extruders bzw. der Mischelemente des Kneters so eingestellt wird bzw. werden, dass die Vernetzungsmittel aktiviert werden, aber eine thermische Schädigung der Polymere vermieden wird. Ein
5 solcher einstufiger Prozess ist hinsichtlich der Investitionskosten in der Regel wirtschaftlicher als der oben beschriebene zweistufige Prozess und kann kontinuierlich oder semikontinuierlich erfolgen.

10 Wie bereits erwähnt, ist es folglich sowohl bei einem mehrstufigen als auch bei einer einstufigen Verfahrensführung vorzugsweise möglich, dass der in das Plastifikat eindispersierte Kautschuk zumindest teilweise vernetzt wird.

15 In vorteilhafter Ausgestaltung kann dabei vorgesehen sein, dass das wenigstens eine natürliche Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und das wenigstens eine Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure mit dem Kautschuk vorgemischt und
20 die Mischung anschließend

- in einem Extruder plastifiziert und homogenisiert wird, wobei dem Extruder wenigstens ein Vernetzungsmittel stromab der Aufgabestelle für das plastifizierbare Polymer und den Kautschuk zugesetzt wird; oder
- 25 - in einem Knetter plastifiziert und homogenisiert wird, wobei dem Knetter wenigstens ein Vernetzungsmittel zu einem späteren Zeitpunkt zugesetzt wird, an welchem der Kautschuk bereits in das plastifizierte Polymer eindispersiert worden ist.

30 Das Vernetzungs- bzw. Vulkanisierungsmittel kann folglich ebenso wie gegebenenfalls die weiteren Additive an einer Stelle bzw. zu einem Zeitpunkt dem Extruder bzw. dem Knetter aufgegeben werden, an welcher bzw. welchem die thermopla-

stische Phase bereits plastifiziert worden ist. Im Falle der Verwendung eines Extruders kann das Vernetzungs- bzw. Vulkanisierungsmittel z.B. über eine oder mehrere Seitenbeschickungen in den Extruder injiziert werden. Dies ermöglicht eine schnellere Einmischung in die Schmelze und vermag somit die für eine einwandfreie Homogenisierung erforderliche Verweilzeit in dem Extruder zu verkürzen.

Wie ebenfalls bereits erwähnt, kann das wenigstens eine Vernetzungsmittel nach dem Zusetzen dann thermisch oder thermomechanisch, z.B. durch Erhöhen der Temperatur und/oder entsprechende Einstellung der Drehzahl der Extruderschnecke(n) bzw. der Mischeinrichtungen und dem damit verbundenen Eintrag von Scherenergie, aktiviert werden, um einen thermoplastischen Elastomer-Werkstoff mit bereits (vor)vernetzter Kautschukphase zu erhalten. Vorteilhafte Aktivierungstemperaturen, bei welchen eine thermische Schädigung insbesondere der für die thermoplastische Phase eingesetzten Polymere auf der Basis nachwachsender Rohstoffe vermieden wird, können hierbei zwischen etwa 140°C und etwa 230°C, insbesondere zwischen etwa 150°C und etwa 210°C, betragen. Bei einem einstufigen Verfahren in einem Doppelschneckenextruder haben sich hinsichtlich einer praktisch vollständige Vernetzung/Vulkanisierung des Kautschuks unter zuverlässiger Vermeidung thermischer Schädigungen insbesondere Temperaturen im Bereich von etwa 180°C bis etwa 190°C als besonders geeignet erwiesen; insbesondere im Falle eines zweistufigen Verfahrens mit einer länger möglichen Verweilzeit kann diese Temperatur auch auf einen Bereich von etwa 150°C bis etwa 170°C abgesenkt werden.

Nachstehend ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert:

Beispiel 1:

1. Polylactid: 55 Mass.-%,
Handelsname: "PLA 3051",
Hersteller: NatureWorks LLC;
2. Polyamid auf Basis von Dimerfettsäure: 45 Mass.-%
Handelsname: "Macromelt 7001"
Hersteller: Henkel KGaA;
3. Naturfasern: 10 Mass.-% Celluloseregenerat (Fichte)
(bezogen auf die gesamte Polymermatrix)
Handelsname: "Tencel"
Hersteller: Lenzing AG.

Das Polylactid und das Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure werden gemeinsam mit den Fasern in einem Extruder bei etwa 190°C plastifiziert. Die Mischung wird in dem Extruder unter Aufrechterhaltung von etwa 190°C über einen Zeitraum von etwa 1 bis 3 min homogenisiert und anschließend extrudiert und mittels einer der Extruderdüse nachgeordneten Schneideinrichtung zu dem fertigen Kunststoffwerkstoff granuliert.

Schlagzähigkeit: 27,1 (Charpy, bei 23°C)

Bruchspannung: 13,4 MPa

Bruchdehnung: 13,5%

Streckspannung: 14,2 MPa

Streckdehnung: 12,2%

Beispiel 2:

1. Polylactid: 70 Mass.-%,
Handelsname: "PLA 3251",
Hersteller: NatureWorks LLC;

2. Polyamid auf Basis von Dimerfettsäure: 30 Mass.-%

Handelsname: "Macromelt 2344"

Hersteller: Henkel KGaA.

- 5 Die Herstellung des granulierten Kunststoff-Werkstoffes erfolgt gemäß Beispiel 1.

Schlagzähigkeit: 45,0 (Charpy, bei 23°C)

Kerbschlagzähigkeit: 4,2 (Charpy, bei 23°C)

10 E-Modul (Zugmodul): 1734 MPa

Bruchspannung: 9,3 MPa

Bruchdehnung: 10,3%

Streckspannung: 43,5 MPa

Streckdehnung: 3,3%

15

Beispiel 3:

1. Polylactid: 80 Mass.-%,

Handelsname: "PLA 2003",

Hersteller: NatureWorks LLC;

20 2. Polyamid auf Basis von Dimerfettsäure: 20 Mass.-%

Handelsname: "Macromelt OM 652"

Hersteller: Henkel KGaA.

- 25 Die Herstellung des granulierten Kunststoff-Werkstoffes erfolgt gemäß Beispiel 1.

Schlagzähigkeit: 41,4 (Charpy, bei 23°C)

E-Modul (Zugmodul): 1810 MPa

Bruchspannung: 36,4 MPa

30 Bruchdehnung: 6,7%

Streckspannung: 46,0 MPa

Streckdehnung: 3,1%

Beispiel 4Ausgangsstoffe:

- Elastomere Phase: 100 phr Naturkautschuk (NR)
- 5 Thermoplastische Phase: 30 phr Polyamid auf der Basis von
Dimerfettsäure (Handelsname
Macromelt 2344 der Henkel
KGaA)
- 10 Weichmacher: 10 phr Polylactid
10 phr Rapsöl
- Vernetzungsmittel: 1 phr Peroxid (2,5-Dimethyl-2,5-
di(tertiärbutylperoxy)hexan)
- Stabilisatoren: Antioxidationsmittel (Pentaerythrit-
tetrakis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-
15 hydroxyphenyl)propionat))
- Füllstoffe: 5 phr Talk

Verfahrensparameter:

- Einstufige Verfahrensführung auf Gleichdrall-Doppel-
20 schneckenextruder
- Temperatur: 160°C bis 220°C
- Durchsatz: 150 bis 500 kg/h
- Schneckendrehzahl: 170 bis 500/min
- 25 Die extrudierte Masse wurde zu dem thermoplastischen Ela-
stomer-Werkstoff granuliert. Sodann wurden mittels Spritz-
gießen Probenkörper hergestellt und die folgenden Werk-
stoffparameter ermittelt:

Werkstoffparameter:Dichte: 0,96 g/cm³

Härte: 41 Shore A

Druckverformungsrest (DVR): 35%

5 Reißfestigkeit (längs/quer): 3,3 MPa/5,9 MPa

Bruchdehnung (längs/quer): 473%/780%

Beispiel 5Ausgangsstoffe:

- 10 Elastomere Phase: 100 phr Naturkautschuk (NR)
 Thermoplastische Phase: 40 phr Polyamid auf der Basis von
 Dimerfettsäure (Handelsname
Macromelt 2344 der Henkel
 KGaA)
- 15 20 phr Polylactid
- Weichmacher: 10 phr Glycerintriacetat
- Vernetzungsmittel: 1 phr Peroxid (2,5-Dimethyl-2,5-
 di(tertiärbutylperoxy)hexan)
- Stabilisatoren: 0,4 phr
- 20 Füllstoffe: 10 phr Talk und 10 phr Kieselgur

Verfahrensparameter:

- Einstufige Verfahrensführung auf Gleichdrall-Doppel-
 schneckenextruder sowie Granulierung entsprechend Beispiel
- 25 4.

Werkstoffparameter:

Reißfestigkeit (längs/quer): 4,4 MPa/3,6 MPa

Bruchdehnung (längs/quer): 130%/582%

- 30 (ermittelt im Zugversuch DIN 53504 S2, DIN 527-3, 23°C,
 0,09 MPa, 200 mm/min)

Patentansprüche

1. Plastifizierbarer Kunststoff-Werkstoff, welcher einen Anteil an wenigstens einem natürlichen Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten enthält, dadurch gekennzeichnet, dass er ferner einen Anteil an wenigstens einem Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure enthält.
2. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er in Form eines Polymer-Blends vorliegt.
3. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass er zwischen 5 Mass.-% und 80 Mass.-%, insbesondere zwischen 10 Mass.-% und 65 Mass.-%, vorzugsweise zwischen 20 Mass.-% und 50 Mass.-%, des Polyamides auf der Basis von Dimerfettsäure enthält.
4. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Polyamid cyclische und/oder acyclische Dimerfettsäureeinheiten aufweist, welche durch Dimerisierung von ungesättigten Fettsäuren zwischen 10 und 30 Kohlenstoffatomen oder deren Gemische erhalten worden sind, insbesondere aus der Gruppe Oleinsäure (cis-9-Octadecensäure) und Erucasäure (cis-13-Docosensäure).
5. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Polyamid Diamineinheiten aufweist, insbesondere aus der Gruppe der Alkylen-

diamine mit endständigen Aminogruppen und/oder der Polyetherdiamine mit endständigen Aminogruppen.

- 5 6. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Polyamid eine Erweichungstemperatur zwischen 80°C und 210°C, insbesondere zwischen 100°C und 190°, vorzugsweise zwischen 120°C und 170°C, aufweist.
- 10 7. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Polyamid eine Dichte zwischen 0,95 g/cm³ und 1,0 g/cm³, insbesondere im Bereich von 0,98 g/cm³, aufweist.
- 15 8. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Polyamid eine Schmelzviskosität zwischen 2500 mPas und 30000 mPas, insbesondere zwischen 5000 mPas und 27500 mPas, bei 180°C aufweist.
- 20 9. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass er ferner wenigstens einen feinputikulären Feststoff, insbesondere mit einer Partikelgröße zwischen 0,5 µm und 50 µm, vorzugsweise zwischen 0,5 µm und 10 µm, enthält.
- 25 10. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass er wenigstens einen feinputikulären mineralischen Feststoff, insbesondere aus der Gruppe der Schichtsilikate, enthält.
- 30 11. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass er ferner Verstärkungsfaser

sern, insbesondere aus der Gruppe der Naturfasern, enthält.

12. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
5 dadurch gekennzeichnet, dass er ein thermoplastischer Elastomer-Werkstoff ist und ferner einen Anteil an hierin eindispersiertem Kautschuk enthält.

13. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,
10 zeichnet, dass der Kautschuk Naturkautschuk (Polyisopren) ist.

14. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Anteil zwischen insgesamt
15 10 phr und 300 phr, insbesondere zwischen insgesamt 20 phr und 200 phr, des wenigstens einen natürlichen Polymers aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten einschließlich des Anteils an wenigstens einem Polyamid
20 auf der Basis von Dimerfettsäure enthält.

15. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass er ferner wenigstens ein thermisch und/oder mittels Strahlung aktivierbares
25 Vernetzungsmittel enthält.

16. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Vernetzungsmittel eine Aktivierungstemperatur zwischen 120°C und 220°C, insbesondere zwischen
30 150°C und 210°C, aufweist.

17. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Vernetzungsmittel aus der

Gruppe der Peroxide, Phenolharze, Silane, der Schwefel spendenden Substanzen, insbesondere aus der Gruppe Schwefel, Schwefelhalogenide, Thiocarbamate, Thioharnstoffe, Thiurame, Dithiophosphate, Guanidine, Mercapto-
5 benzothiazole und Benzothiazolylsulfenamide, und Metalloxide gewählt ist.

18. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass er ferner wenigstens einen
10 Weichmacher enthält.

19. Kunststoff-Werkstoff nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Weichmacher aus der Gruppe der natürlichen Öle und Wachse, der natürlichen aliphatischen Mono-, Di- und Tricarbonsäuren einschließlich deren Salze und Ester, insbesondere deren Glyceride, und
15 der vernetzten ungesättigten Pflanzenöle enthält.

20. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 12 bis
20 19, dadurch gekennzeichnet, dass er wenigstens einen Weichmacher mit einem Anteil zwischen 0,1 phr und 30 phr, vorzugsweise zwischen 0,5 phr und 20 phr, enthält.

25 21. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass er in Granulatform vorliegt.

22. Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 12 bis
30 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Kautschuk zumindest teilweise vernetzt vorliegt.

23. Polymer-Formteil aus einem Kunststoff-Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 22, insbesondere in Form von konstruktiven und technischen Teilen oder in Form Gebrauchsgegenständen einschließlich Spielzeug sowie Verpackungsmaterialien und -folien.

24. Polymer-Formteil nach Anspruch 23 mit einem Anteil an hierin eindispersiertem Kautschuk, wobei der Kautschuk zumindest teilweise vernetzt vorliegt.

25. Verfahren zur Herstellung eines Kunststoff-Werkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein natürliches Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und wenigstens ein Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure, gegebenenfalls unter Zusetzen wenigstens einer weiteren Komponente aus der Gruppe der

- feinpartikulären Feststoffen;

- insbesondere natürlichen Verstärkungsfasern;

- Weichmacher; und

- weiteren Additiven

plastifiziert und homogenisiert wird, wonach es abgekühlt wird, wobei es insbesondere granuliert wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anteil an Kautschuk zugesetzt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine natürliche Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und das wenigstens eine Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure, gegebenenfalls

unter Zusetzen der wenigstens einer weiteren Komponente, zunächst plastifiziert und homogenisiert wird, wonach der Kautschuk in das Plastifikat eindispersiert wird.

5

28. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine natürliche Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und das wenigstens eine Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure, gegebenenfalls unter Zusetzen der wenigstens einer weiteren Komponente, mit dem Kautschuk vorgemischt und die Mischung anschließend plastifiziert und homogenisiert wird.

10

15 29. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der in das Plastifikat eindispersierte Kautschuk zumindest teilweise vernetzt wird.

30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine natürliche Polymer aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und das wenigstens eine Polyamid auf der Basis von Dimerfettsäure, gegebenenfalls unter Zusetzen der wenigstens einer weiteren Komponente, mit dem Kautschuk vorgemischt und die Mischung anschließend

20

25

- in einem Extruder plastifiziert und homogenisiert wird, wobei dem Extruder wenigstens ein Vernetzungsmittel stromab der Aufgabestelle für das plastifizierbare Polymer und den Kautschuk zugesetzt wird;

30

oder

- in einem Knetter plastifiziert und homogenisiert wird, wobei dem Knetter wenigstens ein Vernetzungsmittel

zu einem späteren Zeitpunkt zugesetzt wird, an welchem der Kautschuk bereits in das plastifizierte Polymer eindispersiert worden ist.

- 5 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Vernetzungsmittel zugesetzt und das Vernetzungsmittel thermisch und/oder thermomechanisch aktiviert wird.
- 10 32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Vernetzungsmittel bei einer Verarbeitungstemperatur des wenigstens einen natürlichen Polymers aus der Gruppe Polylactid und Lignin einschließlich deren Mischungen und/oder Derivaten und des wenigstens einen
- 15 Polyamides auf der Basis von Dimerfettsäure zwischen 140°C und 230°C, insbesondere zwischen 150°C und 210°C, aktiviert wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/000675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C08L67/04 C08L97/00 C08L77/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C08L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HABLOT E ET AL: "Renewable biocomposites of dimer fatty acid-based polyamides with cellulose fibres: Thermal, physical and mechanical properties", COMPOSITES SCIENCE AND TECHNOLOGY, ELSEVIER, UK, vol. 70, no. 3, 1 March 2010 (2010-03-01), pages 504-509, XP026882879, ISSN: 0266-3538, DOI: 10.1016/J.COMPSCITECH.2009.12.001 [retrieved on 2009-12-11] Seite 204, Introduction page 205, left-hand column, paragraph 2.3 ----- -/--	1-32



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 April 2012

Date of mailing of the international search report

27/04/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Barrère, Matthieu

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/000675

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 41 21 111 A1 (HENKEL KGAA [DE]) 7 January 1993 (1993-01-07) cited in the application example 4 column 8, line 10 - line 60 -----	1-32
Y	US 2010/256262 A1 (MASAKI TATSUNORI [JP] ET AL) 7 October 2010 (2010-10-07) claim 4 -----	1-32
Y	JP 2009 209234 A (UNITIKA LTD) 17 September 2009 (2009-09-17) example 1 -----	1-32
Y	WO 2009/153204 A1 (RHODIA OPERATIONS [FR]; ANDRES OLIVIER [FR]; VERGELATI CAROLL [FR]) 23 December 2009 (2009-12-23) claim 1 -----	1-32
Y	JP 2010 163481 A (TOYOTA AUTO BODY CO LTD; TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 29 July 2010 (2010-07-29) claim 3 -----	1-32
X,P	EP 2 415 838 A1 (HENKEL AG & CO KGAA [DE]) 8 February 2012 (2012-02-08) claim 3 page 5, line 4 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/000675

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 4121111	A1	07-01-1993	DE	4121111 A1		07-01-1993
			WO	9300398 A1		07-01-1993

US 2010256262	A1	07-10-2010	CN	101796136 A		04-08-2010
			KR	20100049538 A		12-05-2010
			US	2010256262 A1		07-10-2010
			WO	2009031284 A1		12-03-2009

JP 2009209234	A	17-09-2009	NONE			

WO 2009153204	A1	23-12-2009	EP	2294137 A1		16-03-2011
			FR	2932490 A1		18-12-2009
			WO	2009153204 A1		23-12-2009

JP 2010163481	A	29-07-2010	NONE			

EP 2415838	A1	08-02-2012	EP	2415838 A1		08-02-2012
			WO	2012016799 A1		09-02-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C08L67/04 C08L97/00 C08L77/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C08L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	HABLOT E ET AL: "Renewable biocomposites of dimer fatty acid-based polyamides with cellulose fibres: Thermal, physical and mechanical properties", COMPOSITES SCIENCE AND TECHNOLOGY, ELSEVIER, UK, Bd. 70, Nr. 3, 1. März 2010 (2010-03-01), Seiten 504-509, XP026882879, ISSN: 0266-3538, DOI: 10.1016/J.COMPSCITECH.2009.12.001 [gefunden am 2009-12-11] Seite 204, Introduction Seite 205, linke Spalte, Absatz 2.3 ----- -/-	1-32
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 19. April 2012		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 27/04/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Barrère, Matthieu

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 41 21 111 A1 (HENKEL KGAA [DE]) 7. Januar 1993 (1993-01-07) in der Anmeldung erwähnt Beispiel 4 Spalte 8, Zeile 10 - Zeile 60 -----	1-32
Y	US 2010/256262 A1 (MASAKI TATSUNORI [JP] ET AL) 7. Oktober 2010 (2010-10-07) Anspruch 4 -----	1-32
Y	JP 2009 209234 A (UNITIKA LTD) 17. September 2009 (2009-09-17) Beispiel 1 -----	1-32
Y	WO 2009/153204 A1 (RHODIA OPERATIONS [FR]; ANDRES OLIVIER [FR]; VERGELATI CAROLL [FR]) 23. Dezember 2009 (2009-12-23) Anspruch 1 -----	1-32
Y	JP 2010 163481 A (TOYOTA AUTO BODY CO LTD; TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 29. Juli 2010 (2010-07-29) Anspruch 3 -----	1-32
X,P	EP 2 415 838 A1 (HENKEL AG & CO KGAA [DE]) 8. Februar 2012 (2012-02-08) Anspruch 3 Seite 5, Zeile 4 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/000675

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4121111 A1	07-01-1993	DE 4121111 A1	07-01-1993
		WO 9300398 A1	07-01-1993
US 2010256262 A1	07-10-2010	CN 101796136 A	04-08-2010
		KR 20100049538 A	12-05-2010
		US 2010256262 A1	07-10-2010
		WO 2009031284 A1	12-03-2009
JP 2009209234 A	17-09-2009	KEINE	
WO 2009153204 A1	23-12-2009	EP 2294137 A1	16-03-2011
		FR 2932490 A1	18-12-2009
		WO 2009153204 A1	23-12-2009
JP 2010163481 A	29-07-2010	KEINE	
EP 2415838 A1	08-02-2012	EP 2415838 A1	08-02-2012
		WO 2012016799 A1	09-02-2012