



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 063 993 A1** 2010.06.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 063 993.1**

(22) Anmeldetag: **19.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **24.06.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B32B 27/08** (2006.01)

**B32B 27/40** (2006.01)

**B32B 27/28** (2006.01)

**C08J 5/18** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Epurex Films GmbH & Co. KG, 29664 Walsrode,  
DE**

(74) Vertreter:

**Feldhues, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
51467 Bergisch Gladbach**

(72) Erfinder:

**Kosthorst, Helge, 29664 Walsrode, DE; Heins,  
Rüdiger, 21272 Egestorf, DE; Schultze, Dirk, Dr.,  
29664 Walsrode, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 198 04 713 A1**

**DE 100 17 817 A1**

**EP 11 36 219 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Mehrschichtige Folien und deren Verwendung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft mehrschichtige elastische thermoplastische Folien, die neben mindestens einer Schicht aus thermoplastischem Polyurethan und mindestens einer weiteren Schicht aus thermoplastischem Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer mit geringer Wasserdampfdurchlässigkeit zusätzlich mindestens eine weitere Schicht aufweist, und deren Verwendung.

### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft mehrschichtige elastische thermoplastische Folien, die neben mindestens einer Schicht aus thermoplastischem Polyurethan und mindestens einer weiteren Schicht aus thermoplastischem Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer mit geringer Wasserdampfdurchlässigkeit zusätzlich mindestens eine weitere Schicht aufweist, und deren Verwendung.

**[0002]** Die Kombination von Urethan-Polymer und thermoplastischem Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer ergibt eine weichelastische Folie mit einem hohen mechanischen Eigenschaftsprofil und einer guten Wasserdampfsperwirkung im Vergleich zu reinem thermoplastischen Polyurethan.

**[0003]** Für die Herstellung flexibler Behälter für gasförmige oder flüssige Medien, wie zum Beispiel Wasserbetten, werden weichelastische Folien mit guten mechanischen Eigenschaften benötigt.

**[0004]** Es ist bekannt, dass derartige Anwendungen mit Folien aus Weich-PVC bedient werden können. Aufgrund der spezifischen Eigenschaften des PVC ist dabei ein relativ hoher Materialeinsatz erforderlich. Außerdem wird PVC von Haus aus durch Zugabe von niedermolekularen Weichmachern weich gestellt. Diese weichmachenden Zusätze zeigen häufig Migrationstendenz, wodurch diese Folien für die besagte Anwendung nicht mehr akzeptabel sind und zudem nicht dauerhaft belastbar bzw. einsetzbar sind.

**[0005]** Weiterhin ist bekannt, dass thermoplastische Polyurethane für die Herstellung flexibler Behälter für gasförmige oder flüssige Medien Verwendung finden. Vorteilhaft ist hier das hohe mechanische Eigenschaftsniveau, wodurch relativ geringe Wandstärken realisiert werden können. Problematisch hierbei ist der hohe Diffusionskoeffizient für polare Medien, wie z. B. Wasserdampf.

**[0006]** Einschichtige Folien aus thermoplastischen Polyurethanen (TPE-U), Verfahren zu ihrer Herstellung sowie ihre Verwendung sind beispielsweise aus EP-A 0 308 683, EP-A 0 526 858, EP-A 0 571 868 oder EP-A 0 603 680 bekannt. Die in diesen Schriften beschriebenen Folien lassen sich als höher schmelzende Schicht bzw. Schichten in Dublofolien integrieren oder sind bereits in die an sich bekannten Dublofolien integriert worden. Ebenso ist die Herstellung von TPE-U-Folien unter Einsatz von im wesentlichen unverträglichen Polymeren als Mattierungsmittel in TPE-U z. B. in DE-A 41 26 499 beschrieben.

**[0007]** Bekannt sind auch mehrschichtige, durch Coextrusion hergestellte Folien aus TPE-U und anderen, der Gruppe der Thermoplaste zugeordneten Polymeren. Neben der Coextrusion mit polyolefinischen Thermoplasten, bei denen in der Regel die polyolefinische Schicht praktisch keine Verbundhaftung zur TPE-U-Schicht eingeht und lediglich die Funktion einer Stütz- beziehungsweise Trennschicht besitzt, sind auch mehrschichtige Aufbauten mit guter Verbundhaftung bekannt. In EP-A 0 842 768 wird beispielsweise ein mehrschichtiger Aufbau aus TPE-U und einem polyolefinischen Haftvermittler beschrieben. Bei derartigen Aufbauten kommt es aufgrund der geringen Elastizität der Thermoplaste bei häufigeren Lastwechseln mit hohen Dehnungswerten zu Rissbildungen in der Thermoplast-Schicht und somit zu einem Funktionsverlust.

**[0008]** Es sind auch coextrudierte Aufbauten verschiedener thermoplastischer Elastomere bekannt. Aufbauten aus TPU, Haftvermittler und Styrol-Butadien-Styrol Blockcopolymeren sind beispielsweise in EP-A 1 145 847 beschrieben. Styrol-Butadien-Styrol Blockcopolymeren zeichnen sich durch hohe Phasensegregation aus. Nachteilig ist die geringe Verbundhaftung dieser Strukturen im Hinblick auf die dynamischen und durch Quellung im Medienkontakt verursachten Belastungen im Wasserbett-Einsatz. Ebenso ist die bei Materialien mit geringer Polarität eingeschränkte Zugänglichkeit für das Hochfrequenz-Schweißverfahren problematisch, welches belastbare Nähte mit geringer Dickenreduzierung erlaubt. Die nach dem Stand der Technik bekannten Haftvermittler sind in ihrem elastischen Verhalten und ihrem Quellungsverhalten den Anforderungen an Behältnisse zur Lagerung wässriger Medien nicht gewachsen.

**[0009]** Neben thermoplastischen Polyurethanen existieren weitere weichelastische Materialien die allgemein unter dem Oberbegriff thermoplastische Elastomere (TPE) zusammengefasst sind. Zu den für die Folienverarbeitung geeigneten Gruppen gehören primär die Blockcopolymeren. Dies sind neben den Urethan-basierenden Systemen (TPE-U) die Styrol-basierenden Systeme (TPE-S), die Polyetherestertypen (TPE-E) und die Polyetherblockamide (TPE-A). Folien auf Basis von TPE-E werden beispielsweise in US-A 5 859 083 beschrieben, wobei hier insbesondere auf die hohe Wasserdampfdurchlässigkeit abgehoben wird. Gleiches gilt für die in EP-A-0 761 715 beschriebenen Folien aus TPE-A. Für Folien geeignete TPE-S und deren Verwendung werden beispielsweise in DE-A 1 9628 834 beschrieben. Eine Übersicht über die Gruppe der thermoplastischen Elastomere geben beispielsweise:

Thermoplastic elastomers; a comprehensive review, ed. N. R. Legge, G. Holden and H. E. Schroeder, Carl Hanser Verlag, München, 1987 und Thermoplastische Elastomere – Herausforderung an die Elastomerverarbeiter, Hrsg.: VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik, VDI Verlag, Düsseldorf, 1997.

**[0010]** Es stellte sich somit die Aufgabe, eine weichelastische Folie mit einem mechanischen Eigenschaftsprofil, das dem von Weich-PVC überlegen ist, kombiniert mit einer hohen Wasserdampfdurchlässigkeit und dauerhaften Strukturintegrität in Form einer ausreichenden Verbundhaftung, auch unter Warmwasserkontakt, bereitzustellen. Zur Minimierung der bei der Fertigung anfallenden Kosten sollte die Kombination der Eigenschaften nach Möglichkeit in einem Einstufen-Prozess erfolgen. Die Folie muss außerdem beidseitig, ähnlich wie einschichtige TPU- oder PVC-Folien hochfrequent verschweißbar sein.

**[0011]** Das Hochfrequenz-Schweißen oder Radio-Frequency-Welding ist beispielsweise bei F. Abel: Schweißen in der Kunststoff-Fügetechnik, Fröchtling, Hamburg (1998) beschrieben.

**[0012]** Erfindungsgemäß gelang es, eine den genannten Anforderungen genügende Folie bereitzustellen.

**[0013]** Gegenstand der Erfindung ist eine hochfrequent verschweißbare, elastische, thermoplastische Folie, die aus mindestens drei Schichten aufgebaut ist, wobei mindestens eine Schicht (1) aus thermoplastischem Polyurethan und mindestens eine Schicht (3) aus thermoplastischem Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer und mindestens eine weitere Zwischenschicht (2) aus einer Mischung aus thermoplastischem Polyurethan und aus thermoplastischem Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer gebildet wird.

**[0014]** Das Verhältnis der Wasserdampfdurchlässigkeiten der Schicht (1) zur Schicht (3) beträgt bevorzugt mindestens 3:1.

**[0015]** Die Schicht (1) der erfindungsgemäßen Mehrschichtfolie ist aus wenigstens einem thermoplastischen Polyurethanelastomeren aufgebaut, vorzugsweise aus einem überwiegend linearen thermoplastischen Polyurethanelastomeren, dessen längerkettige Diolkomponente besonders bevorzugt ein Polyether ist, und die eine Shore-Härte von vorzugsweise 70–95 A, besonders bevorzugt 85–95 A, bestimmt nach DIN 53 505, aufweist.

**[0016]** Geeignete thermoplastische Polyurethan-Elastomere und/oder Mischungen derselben können beispielsweise durch die bekannten Batch-, teil- oder vollkontinuierlichen Verfahren (beispielsweise in EP-A 1 145 847 beschrieben) hergestellt werden.

**[0017]** Geeignete thermoplastische Polyurethane (TPE-U) sind beispielsweise unter den Handelsnamen Desmopan<sup>®</sup>, Elastollan<sup>®</sup>, Estane<sup>®</sup>, Morthane<sup>®</sup>, Pellethane<sup>®</sup>, Pearlthane<sup>®</sup>, Skythane<sup>®</sup>, Tecoflex<sup>®</sup> oder Texin<sup>®</sup> erhältlich.

**[0018]** Der Gesamtanteil des thermoplastischen Polyurethans in der mehrschichtigen Folie beträgt bevorzugt mindestens 50 Gew.-%, insbesondere um eine effiziente Hochfrequenzverschweißung zu gewährleisten.

**[0019]** In einer besonders geeigneten Ausführung weisen die erfindungsgemäßen Folien elastische Urethan-Elastomer-Rezepturkomponenten auf, deren Weichsegment-Phase zu einem überwiegenden Teil aus Ether-Weichsegment-Bausteinen gebildet wird. Ebenso geeignet sind Ether-Carbonat-Weichsegment-Bausteine. Diese zeichnen sich durch eine gute Beständigkeit gegen Hydrolyse aus. Zudem weisen derartige Materialien eine bessere Resistenz gegen Pilz- und Mikrobenbefall auf. Besonders bevorzugt sind auf Polytetramethylenglycol basierende Ether-Weichsegment-Bausteine.

**[0020]** Erfindungsgemäß besonders bevorzugt sind TPU, die sich durch geeignete Additivierung und Rohstoffauswahl für den Kontakt mit Trinkwasser eignen. Geeignete TPU weisen beispielsweise Weichsegmente aus Polyetherdiolen oder aus Polyethercarbonatdiolen auf. Entsprechend geeignete TPU finden sich in den Typenreihen Desmopan<sup>®</sup>, Estane<sup>®</sup> oder Elastollan<sup>®</sup> am Markt wieder.

**[0021]** Zur Herstellung der Schicht (3) werden vorzugsweise thermoplastische Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Elastomere (TPE-S) mit einer Wasserdampfdurchlässigkeit eingesetzt, die zwischen 0 und 60 g/m<sup>2</sup> pro Tag liegt, gemessen an einer 100 µm Schicht nach DIN 53122 bei 38°C und 90% relativer Feuchte.

**[0022]** In einer besonders bevorzugten Ausführung der erfindungsgemäßen Folie weist das zur Herstellung der Schicht (3) verwendete thermoplastische Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer eine Wasser-

dampfdurchlässigkeit zwischen 0 und 40 g/m<sup>2</sup> pro Tag auf, gemessen an einer 100 µm Schicht nach DIN 53122 bei 38°C und 90% relativer Feuchte.

**[0023]** Die erfindungsgemäß eingesetzten TPE-S bestehen aus abwechselnden Blöcken oder Segmenten, die aus Styrol-Monomer-basierenden Einheiten, auch als Hartsegment bezeichnet, und weicheren, gummiartigen Einheiten, den sogenannten Weichsegmenten aufgebaut sind. Die einzelnen Blöcke bestehen dabei üblicherweise aus mindestens hundert Monomereinheiten. Weit verbreitet sind linear aufgebaute Triblock-Strukturen Styrol-/Weichsegment-/Styrol-Block. Ebenso gibt es lineare, sternförmige und verzweigte Strukturen basierend auf einzelnen oder wiederholt eingebauten Blöcken des Typs (Styrol-/Weichsegment-Block)<sub>n</sub>, mit n größer oder gleich 1.

**[0024]** Im Festkörper bilden diese Polymere mehrere Phasen aus. So liegen die Polystyrol-Blöcke vor und nach der Verarbeitung assoziiert in steifen Domänen vor. Die "physikalische Vernetzung" durch diese Domänen führt zu einem kontinuierlichen dreidimensionalen Netzwerk. Während der Verarbeitung, allgemein unter der Einwirkung von Wärme und/oder Scherung, erweicht die Polystyrol-Hartphase und ermöglicht das Fließen des Materials unter Auflösung der vormaligen Domänen. Nach der Verarbeitung bilden sich während des Abkühlvorgangs erneut die Hartsegmentdomänen aus, die somit die weiche Phase an Fließvorgängen hindern. Diese thermisch initiierbaren Eigenschaftsveränderungen können mehrfach durchlaufen werden und erlauben somit vielfache Prozessschritte mit diesen Materialien.

**[0025]** Die segregierte gummiartige Weichphase steuert Elastizität bzw. Weichheit zu den Materialeigenschaften bei, während die "physikalische Vernetzung" und die Wechselwirkungen zwischen den Styrol-Blöcken die Festigkeit des Styrol-Elastomeren gewährleisten. Nachteilig an der starken Segregation ist der dominante unpolare Anteil der Gummi-Phase und die damit verbundene geringe Haftung zu polaren Elastomeren wie TPU. Ebenso nachteilig ist die mangelnde Zugänglichkeit unpolarer Materialien für das Hochfrequenzschweißen.

**[0026]** Überraschenderweise haben die erfindungsgemäß bevorzugt eingesetzten TPE-S Copolymere, deren Weichsegment dadurch gekennzeichnet ist, dass die Weichsegment-Blöcke aus random Butadien-Styrol Copolymeren bestehen, eine sehr gute Haftungscharakteristik zu TPU. Die mit dem random Butadien-Styrol Copolymer verbundene höhere Polarität wirkt sich auch positiv auf die Schweißparameter bei der Hochfrequenz-Verschweißung aus. Das übliche Vorheizen der Schweißelektroden kann bei mildereren Temperaturen erfolgen.

**[0027]** Zur Herstellung der zwischen den Schichten (1) und (3) liegenden Zwischenschicht (2) werden Mischungen der thermoplastischen Polyurethane und der thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymere eingesetzt. Der ausreichend polare Anteil einer solchen Mischung stellt die Zugänglichkeit für das Hochfrequenzverschweißen sicher. Die Phasenseparation der die Zwischenschicht bildenden Elends kann durch haft- und phasenvermittelnde Stoffe, insbesondere modifizierte PE-Copolymere zusätzlich stabilisiert werden.

**[0028]** Eine besonders geeignete Ausführung der erfindungsgemäßen Folien enthält zusätzlich gebräuchliche Additive aus der Gruppe umfassend:

- I. Antiblockmittel, anorganische oder organische Abstandshalter,
- II. Gleitmittel, Entformungsmittel,
- III. Pigmente, Füllstoffe und
- IV. Stabilisatoren.

**[0029]** Der Anteil der genannten Additive I bis IV liegt in Summe bevorzugt zwischen 0 Gew.-% und 30 Gew.-%, bezogen auf die Folie.

**[0030]** Die gebräuchlichen Additive, die in den erfindungsgemäßen Folien enthalten sein können, sind beispielsweise bei Gächter und Müller beschrieben in: *Plastics Additives*, Carl Hanser Verlag München, 4. Ausgabe (1996).

**[0031]** Ein mindestens fünfschichtiger Aufbau der Mehrschichtfolie, dadurch gekennzeichnet, dass die das thermoplastische Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer enthaltende Schicht (3) von mindestens zwei Schichten (2) aus Mischungen thermoplastischer Polyurethane und thermoplastischer Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymere eingeschlossen ist und diese von Außenschichten aus thermoplastischem Polyurethan gemäß Schichtdefinition (1) umschlossen sind, stellt eine bevorzugte Ausführung der erfindungs-

gemäßen Folie dar.

**[0032]** Besonders bevorzugt ist dieser Aufbau mittensymmetrisch, das heißt, dass die Schichten, die sich jeweils auf beiden Seiten der mittleren Schicht befinden, jeweils dieselbe Dicke aufweisen.

**[0033]** Erfindungsgemäß bevorzugt sind Folien mit einer Gesamtdicke zwischen 50 µm und 600 µm.

**[0034]** Bei der erfindungsgemäßen dreischichtigen Folie liegt die Dicke der Schicht (1) aus thermoplastischen Polyurethanen bevorzugt zwischen 20 µm und 400 µm, die Dicke der aus thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymeren gebildeten Schicht (3) bevorzugt zwischen 10 µm und 200 µm. Die Dicke der dazwischen liegenden Zwischenschicht (2) aus Mischungen thermoplastischer Polyurethane und thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymeren liegt bevorzugt zwischen 5 µm und 80 µm. Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Mehrschichtfolie eignen sich besonders die gängigen thermischen Umformverfahren zur Verarbeitung von Kunststoffen zu mehrschichtigen Flächegebilden. Hier ist die Herstellung durch Coextrusion zu nennen, die bevorzugt nach dem Blasfolienverfahren erfolgt. Durch die Coextrusion ist zusätzlich eine bessere Verbundhaftung zu erzielen.

**[0035]** Die erfindungsgemäßen Folien können zusätzlich mit den bekannten physikalischen und chemischen Behandlungsmethoden, wie beispielsweise der Corona-Behandlung, ein- oder beidseitig in ihren Oberflächeneigenschaften modifiziert werden.

**[0036]** Bevorzugt werden die erfindungsgemäßen Folien zur Umhüllung/als Hüllstoff von Fluiden (z. B. Flüssigkeiten, Gelen, Gasen) eingesetzt. Beispielsweise werden Wasserbetten, faltbare Wassertanks oder Gelkissen (Wärme-Kälte-Kissen) mit den erfindungsgemäßen Folien hergestellt. Die Herstellung der Umhüllung erfolgt unter Einsatz gängiger Fügeverfahren. Bevorzugt ist das Hochfrequenzschweißen, welches durch Anregung molekularer Schwingungsprozesse die zum Schweißen nötige Wärme im zu verschweißenden Material erzeugt.

**[0037]** Die Erfindung soll anhand der nachfolgenden Beispiele näher erläutert werden.

#### Beispiele

**[0038]** Die im Rahmen der nachfolgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele beschriebenen Folien wurden durch Blasfoliencoextrusion hergestellt. Die zum Aufschluss thermoplastischer Harze geeigneten Schneckenwerkzeuge sind in ihrem Aufbau z. B. von Wortberg, Mahlke und Effen in: Kunststoffe, 84 (1994) 1131–1138, von Pearson in: Mechanics of Polymer Processing, Elsevier Publishers, New York, 1985 oder der Fa. Davis-Standard in: Paper, Film & Foil Converter 64 (1990) S. 84–90 beschrieben. Werkzeuge zum Ausformen der Schmelze zu Folien sind u. a. von Michaeli in: Extrusions-Werkzeuge, Hanser Verlag, München 1991 erläutert.

#### Ausgangsmaterialien:

- Ether-TPE-U: Thermoplastisches Polyurethan auf Basis Polytetrahydrofuran (Molekulargewicht 2000), 4,4'-Methyldiphenylendiisocyanat und 1,4-Butandiol als Kettenverlängerer mit einer Shore-A-Härte 87, gemessen nach DIN 53 505, entsprechend einer Härte von 36 Shore-D, einer Dichte von 1,12 g/cm<sup>3</sup> und einem Schmelzflussindex (MFI) von 30 g/10 min gemessen bei 190°C/21,6 kg (ISO 1133)
- Silikat: Diatomäenerde
- Wachs: Ethylenbistearylamid
- Thermoplastisches Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol:
- PE-LD: Copolymer mit einem Schmelzflussindex (MFI) von 3 g/10 min gemessen bei 190°C/2,16 kg (ISO 1133) und einer Shore-A-Härte 84, gemessen nach DIN 53 505, entsprechend einer Härte von 29 Shore-D
- Polyethylen mit einer Dichte von 0,920 g/cm<sup>3</sup> und einem Schmelzflussindex (MFI) von 1,5g/10 min gemessen bei 190°C/2,16 kg (ISO 1133) und einer Shore D Härte von 45 gemessen nach DIN 53 505
- Ethylen-Acrylsäure-Ester-Copolymer-Haftvermittler-Material:  
Copolymer mit einem Anteil an mit Methanol veresterter Acrylsäure von 25 Gew.-%, einer Dichte von 0,95 g/cm<sup>3</sup> und einem Schmelzflussindex (MFI) von 3g/10 min gemessen bei 190°C/2,16 kg (ISO 1133)

## Beispiel 1:

**[0039]** Mit Hilfe eines Fünfschicht-Blasfolienwerkzeuges wurde eine Folie hergestellt, deren zwei Außenschichten (1) aus einem Ether-TPE-U gebildet wurden. Diesen 70 µm dicken Schichten wurden als Additive 4 Gew.-% Silikat und 1 Gew.-% Wachs zugesetzt. Sämtliche für die jeweilige Schicht eingesetzten Komponenten wurden gemeinsam in einem Extruder aufgeschmolzen.

**[0040]** Die 40 µm starken Zwischenschichten (2) wurden aus einer Mischung hergestellt. Als Mischung wurden 60 Gew.-% eines thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer und 40 Gew.-% eines Ether-TPE-U verwendet.

**[0041]** Die 80 µm dicke Kernschicht (3) wurde aus einem thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer hergestellt.

**[0042]** Die Extrusionseinrichtungen wurden bei Temperaturen zwischen 160°C und 200°C betrieben. Die fünf Schmelzeströme wurden in einem Fünfschicht-Blasfolienkopf mit einer Verarbeitungstemperatur von 195°C übereinandergelegt und durch eine Ringspaltdüse mit einem Durchmesser von 150 mm ausgetragen. Durch Anblasen mit Luft wurde die ringförmige Schmelzefahne abgekühlt, anschließend flachgelegt, getrennt und aufgewickelt.

## Beispiel 2:

**[0043]** Mit Hilfe eines Dreischicht-Blasfolienwerkzeuges wurde eine Folie hergestellt, deren Schicht (1) aus einem Ether-TPE-U gebildet wurde. Dieser 100 µm dicken Schicht wurden als Additive 2 Gew.-% Silikat und 0,5 Gew.-% Wachs zugesetzt. Sämtliche für diese Schicht eingesetzten Komponenten wurden gemeinsam in einem Extruder aufgeschmolzen.

**[0044]** Eine 100 µm starke Schicht (2) wurde aus einer Mischung hergestellt. Es wurden 60 Gew.-% eines thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer und 40 Gew.-% eines Ether-TPE-U verwendet.

**[0045]** Eine 100 µm dicke Schicht (3) wurde aus einem thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer hergestellt.

**[0046]** Die Extrusionseinrichtungen wurden bei Temperaturen zwischen 170°C und 200°C betrieben. Die drei Schmelzeströme wurden in einem Dreischicht-Blasfolienkopf mit einer Verarbeitungstemperatur von 200°C übereinandergelegt und durch eine Ringspaltdüse mit einem Durchmesser von 150 mm ausgetragen. Durch Anblasen mit Luft wurde die ringförmige Schmelzefahne abgekühlt, anschließend flachgelegt, getrennt und aufgewickelt.

## Vergleichsbeispiel 3:

**[0047]** Mit Hilfe eines Fünfschicht-Blasfolienwerkzeuges wurde eine Folie hergestellt, deren zwei Außenschichten aus einem Ether-TPE-U gebildet wurden. Diesen 80 µm dicken Schichten wurden als Additive 4 Gew.-% Silikat und 1 Gew.-% Wachs zugesetzt. Sämtliche für die jeweilige Schicht eingesetzten Komponenten wurden gemeinsam in einem Extruder aufgeschmolzen.

**[0048]** Die 30 µm starken Zwischenschichten wurden aus einem Ethylen-Acrylsäure-Ester-Copolymer-Haftvermittler-Material gebildet.

**[0049]** Die 80 µm starke Kernschicht wurde aus einem PE-LD hergestellt.

**[0050]** Die Extrusionseinrichtungen wurden bei Temperaturen zwischen 170°C und 200°C betrieben. Die drei Schmelzeströme wurden in einem Dreischicht-Blasfolienkopf mit einer Verarbeitungstemperatur von 200°C übereinandergelegt und durch eine Ringspaltdüse mit einem Durchmesser von 150 mm ausgetragen. Durch Anblasen mit Luft wurde die ringförmige Schmelzefahne abgekühlt, anschließend flachgelegt, getrennt und aufgewickelt.

## Vergleichsbeispiel 4:

**[0051]** Mit Hilfe eines Dreischicht-Blasfolienwerkzeuges wurde eine Folie hergestellt, deren zwei Außenschichten aus einem Ether-TPE-U gebildet wurden. Diesen 100 µm dicken Schichten wurden als Additive 2 Gew.-% Silikat und 0,5 Gew.-% Wachs zugesetzt. Sämtliche für diese Schicht eingesetzten Komponenten wurden gemeinsam in einem Extruder aufgeschmolzen.

**[0052]** Die mittlere Schicht in einer Stärke von 100 µm wurde aus einem thermoplastischen Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer hergestellt.

**[0053]** Die Extrusionseinrichtungen wurden bei Temperaturen zwischen 170°C und 200°C betrieben. Die beiden Schmelzeströme wurden in einem Dreischicht-Blasfolienkopf mit einer Verarbeitungstemperatur von 200°C übereinandergelegt und durch eine Ringspaltdüse mit einem Durchmesser von 150 mm ausgetragen. Durch Anblasen mit Luft wurde die ringförmige Schmelzefahne abgekühlt, anschließend flachgelegt, getrennt und aufgewickelt.

## Vergleichsbeispiel 5:

**[0054]** Mit Hilfe eines Einschicht-Blasfolienwerkzeuges wurde eine Folie hergestellt, deren Schicht aus einem Ether-TPE-U gebildet wurde. Dieser 300 µm dicken Schicht wurden als Additive 2 Gew.-% Silikat und 0,3 Gew.-% Wachs zugesetzt. Sämtliche für diese Schicht eingesetzten Komponenten wurden gemeinsam in einem Extruder aufgeschmolzen.

**[0055]** Die Extrusionseinrichtung wurde bei Temperaturen zwischen 170°C und 200°C betrieben. Der Schmelzestrom wurde mit einer Verarbeitungstemperatur von 200°C durch eine Ringspaltdüse mit einem Durchmesser von 150 mm ausgetragen. Durch Anblasen mit Luft wurde die ringförmige Schmelzefahne abgekühlt, anschließend flachgelegt, getrennt und aufgewickelt.

## Bewertung der im Rahmen der Beispiele hergestellten Folien:

**[0056]** Alle fünf Folien wurden hinsichtlich Wasserdampfdurchlässigkeit, gemessen nach DIN 53 122 bei 38°C und 90% relativer Feuchte, und mechanischer Belastbarkeit, gemessen nach DIN EN ISO 527 (Zugversuch) und DIN 53 515 (Weiterreißfestigkeit) charakterisiert. An den beiden Mehrschichtfolien (Beispiel 1 und Beispiel 2) wurde die Verbundhaftung der Folien, gemessen nach DIN 53 357 Verfahren B, im frischen Zustand und nach einer Wasserlagerung von 18 Stunden bei 60°C bestimmt.

	Beispiel	Beispiel 2	Vergleichsbeispiel 3	Vergleichsbeispiel 4	Vergleichsbeispiel 5
Dicke [µm]	300	300	300	300	300
Wasserdampfdurchlässigkeit DIN 53 122 bei 38°C/90% rel. F. [g/m <sup>2</sup> ] pro Tag	40	20	8	33	130
Bruchspannung [MPa] DIN EN ISO 527	50	45	53	45	60
Bruchdehnung [%] DIN EN ISO 527	510	520	530	600	550
Weiterreißfestigkeit [N/mm] DIN 53 515	65	55	70	50	50
Verbundhaftung (frisch) [N/15 mm]	16	17	6	11	-
Verbundhaftung nach 18 h Wasserlagerung bei 60°C [N/15 mm]	8	8	3	4	-

**[0057]** Die erfindungsgemäßen Folien aus Beispiel 1 und 2 sind den bekannten Folien aus den Vergleichsbeispielen 3 bis 5 deutlich überlegen. Es ist z. B. klar zu erkennen, dass durch den erfindungsgemäßen Folienaufbau in Beispiel 1 eine deutliche Reduktion der Wasserdampfdurchlässigkeit im Vergleich zum einschicht-

tigen TPU aus Beispiel 4 erzielt wird. Die mechanischen Werte bleiben auf dem gewünschten hohen Niveau der einschichtigen TPU-Folie aus Vergleichsbeispiel 4.

**[0058]** Vergleichsbeispiel 3 zeigt, dass bei der Verwendung von nicht erfindungsgemäßen Materialien, hier ein Olefin-basierender Haftvermittler mit PE-LD-Schicht, als mittlere Barrierschicht, deutliche Defizite in der Verbundhaftung auftreten. Besonders bei Wasserkontakt ist die Haftung zu niedrig, so dass bei Belastung Delamination der Schichten auftreten wird. Ohne die erfindungsgemäß eingesetzten Zwischenschichten ist nach Wasserlagerung keine ausreichende Verbundhaftung zu erzielen, wie aus Vergleichsbeispiel 4 deutlich hervorgeht. Vergleichsbeispiel 5 ist ebenfalls zu durchlässig für Wasserdampf.

**ZITATE ENHALTEN 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**

- EP 0308683 A [0006]
- EP 0526858 A [0006]
- EP 0571868 A [0006]
- EP 0603680 A [0006]
- DE 4126499 A [0006]
- EP 0842768 A [0007]
- EP 1145847 A [0008, 0016]
- US 5859083 A [0009]
- EP 0761715 A [0009]
- DE 19628834 A [0009]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- N. R. Legge, G. Holden and H. E. Schroeder, Carl Hanser Verlag, München, 1987 [0009]
- Thermoplastische Elastomere – Herausforderung an die Elastomerverarbeiter, Hrsg.: VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik, VDI Verlag, Düsseldorf, 1997 [0009]
- F. Abel: Schweißen in der Kunststoff-Fügetechnik, Fröchtling, Hamburg (1998) [0011]
- DIN 53 505 [0015]
- DIN 53122 [0021]
- DIN 53122 [0022]
- Gächter und Müller beschrieben in: Plastics Additives, Carl Hanser Verlag München, 4. Ausgabe (1996) [0030]
- Wortberg, Mahlke und Effen in: Kunststoffe, 84 (1994) 1131–1138 [0038]
- Pearson in: Mechanics of Polymer Processing, Elsevier Publishers, New York, 1985 [0038]
- Fa. Davis-Standard in: Paper, Film & Foil Converter 64 (1990) S. 84–90 [0038]
- Michaeli in: Extrusions-Werkzeuge, Hanser Verlag, München 1991 [0038]
- DIN 53 505 [0038]
- ISO1133 [0038]
- ISO 1133 [0038]
- DIN 53 505 [0038]
- ISO 1133 [0038]
- DIN 53 505 [0038]
- ISO 1133 [0038]
- DIN 53 122 [0056]
- DIN EN ISO 527 (Zugversuch) [0056]
- DIN 53 515 (Weiterreißfestigkeit) [0056]
- DIN 53 357 Verfahren B [0056]
- DIN 53 122 [0056]
- DIN EN ISO 527 [0056]
- DIN EN ISO 527 [0056]
- DIN 53 515 [0056]

**Patentansprüche**

1. Hochfrequenzverschweißbare mindestens dreischichtige elastische, thermoplastische Folie, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mindestens eine Schicht (1) aus thermoplastischem Polyurethan und mindestens eine weitere Schicht (3) aus thermoplastischem Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer und mindestens eine Zwischenschicht (2) aus einer Mischung aus thermoplastischem Polyurethan und Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer, die zwischen den Schichten (1) und (3) angeordnet ist, aufweist.
2. Folie gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie 5-schichtig ist mit zwei Außenschichten (1) aus thermoplastischem Polyurethan, einer Mittelschicht (3) aus Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer und zwei Zwischenschichten (2) aus einer Mischung aus thermoplastischem Polyurethan und Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer.
3. Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Masseanteil des thermoplastischen Polyurethans an der Folie mindestens 50 Gew.-% beträgt.
4. Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wasserdampfdurchlässigkeit der Schicht (3) aus Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer zwischen 0 und 60 g/m<sup>2</sup> pro Tag liegt, gemessen an einer 50 µm Schicht nach DIN 53 122 bei 38°C und 90% relativer Feuchte.
5. Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung der Zwischenschicht (2) einen Anteil von 40 bis 80 Gew.-% an Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer und einen Anteil von 20 bis 60 Gew.-% an thermoplastischem Polyurethan aufweist.
6. Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass das in der Schicht (1) eingesetzte thermoplastische Polyurethan ein im Wesentlichen aus Polytetrahydrofuran- und Ethergruppen aufgebautes Weichsegment aufweist.
7. Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass das in der Schicht (1) eingesetzte thermoplastische Polyurethan ein im Wesentlichen aus Polyethercarbonatgruppen aufgebautes Weichsegment aufweist.
8. Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie durch den Blasfolienprozess herstellbar ist.
9. Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Gesamtdicke von 50 µm bis 600 µm aufweist, wobei die Dicke der Schicht(en) (1) aus thermoplastischem Polyurethan zwischen 20 µm und 400 µm und die Dicke der Schicht(en) (3) aus thermoplastischem Styrol-(random Styrol-Butadien)-Styrol Copolymer von 10 µm bis 200 µm beträgt.
10. Geschweißte Behälter aus einer mehrschichtigen Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9.
11. Verwendung der mehrschichtigen Folie gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 als Umhüllung von Fluiden.
12. Verwendung der mehrschichtigen Folie gemäß Anspruch 10 zur Herstellung von Wasserbetten, faltbaren Wassertanks oder Gelkissen (Wärme-Kälte-Kissen).

Es folgt kein Blatt Zeichnungen