



(10) **DE 20 2015 006 061 U1** 2016.03.03

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2015 006 061.7**

(22) Anmeldetag: **27.08.2015**

(47) Eintragungstag: **21.01.2016**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **03.03.2016**

(51) Int Cl.: **A43B 13/14** (2006.01)

**A43B 13/22** (2006.01)

**A43B 5/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**62/042,750** **27.08.2014** **US**

**62/042,719** **27.08.2014** **US**

**62/042,736** **27.08.2014** **US**

**62/199,083** **30.07.2015** **US**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**NIKE Innovate C.V., Beaverton, Oreg., US**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Patentanwälte Dr. Solf & Zapf, 81543 München, DE**

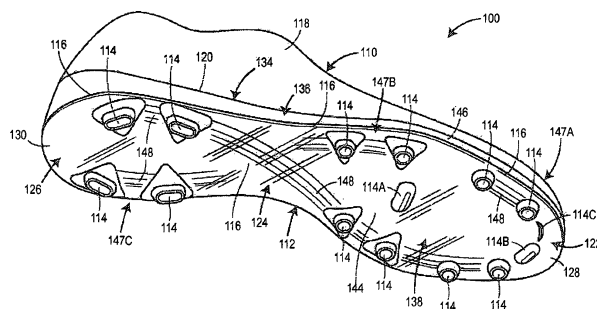
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Fussbekleidungsartikel mit Schmutzablösungsfunktion**

(57) Hauptanspruch: Laufsohle für einen Fußbekleidungsartikel, wobei die Laufsohle umfasst:

eine erste Oberfläche der Laufsohle, die ausgebildet ist, um zu Boden weisend zu sein; und

eine zweite Oberfläche der Laufsohle gegenüberliegend der ersten Oberfläche, wobei die Laufsohle ausgebildet ist, um an einem Obermaterial eines Fußbekleidungsartikels befestigbar zu sein; wobei die Laufsohle ein Material umfasst, das mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche definiert und das Material in seiner Zusammensetzung ein thermoplastisches Hydrogel mit Polyamid-Copolymerketten, Polyurethan-Copolymerketten oder beidem umfasst.



**Beschreibung****GEBIET**

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft Fußbekleidungsartikel. Insbesondere richtet sich die vorliegende Erfindung an Fußbekleidungsartikel und deren Komponenten, einschließlich Laufsohlen, die unter Bedingungen verwendet werden, die zur Ansammlung von Schmutz an den Laufsohlen führen.

**HINTERGRUND**

**[0002]** Fußbekleidungsartikel verschiedener Typen werden häufig für verschiedene Aktivitäten verwendet, darunter Aktivitäten im Freien, beim Militär und Wettkampfsport. Laufsohlen dieser Art von Fußbekleidung sind oftmals ausgestaltet, um eine Bodenhaftung auf weichen und rutschigen Oberflächen, wie z. B. nicht asphaltierten Oberflächen wie Rasen oder Schotter, bereitzustellen. Es wurden z. B. übertriebene Profilmuster, Nocken, Stollen oder Spikes (sowohl einstückig als auch entferntbar ausgebildete) und Gummiformulierungen, die eine verbesserte Bodenhaftung unter nassen Bedingungen bereitstellen, zum Verbessern des Grads an Bodenhaftung, der von Laufsohlen bereitgestellt wird, verwendet.

**[0003]** Während diese herkömmlichen Mittel im Allgemeinen der Fußbekleidung eine verbesserte Bodenhaftung verleihen, sammeln die Laufsohlen oftmals Schmutz an (z. B. anorganische Materialien wie Schlamm, Dreck, Sand und Schotter, organische Materialien wie Rasen, Lehm und andere Vegetation und Kombinationen aus anorganischen und organischen Materialien), wenn die Fußbekleidung auf nicht asphaltierten Oberflächen verwendet wird. In einigen Fällen kann sich der Schmutz in dem Profilmuster (wenn ein Profilmuster vorhanden ist) um und zwischen den Nocken (wenn Nocken vorhanden sind) oder am Schaft der Stollen in den Räumen um die Stollen und in den Zwischenbereichen zwischen den Stollen (wenn Stollen vorhanden sind) ansammeln. Die Schmutzansammlungen können die Fußbekleidung schwerer machen und die Bodenhaftung zwischen Laufsohle und Boden stören.

**KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0004]** Für ein besseres Verständnis der Offenbarung wird Bezug genommen auf die folgende ausführliche Beschreibung und beigefügten Zeichnungen, worin zeigen:

**[0005]** **Fig. 1** eine untere isometrische Ansicht eines Fußbekleidungsartikels in einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine Laufsohle aufweist, die ein Material (z. B. in Form eines Films) gemäß der vorliegenden Offenbarung aufweist;

**[0006]** **Fig. 2** eine Unteransicht der Laufsohle des Fußbekleidungsartikels aus **Fig. 1**, wobei ein Obermaterial der Fußbekleidung ausgelassen wurde;

**[0007]** **Fig. 3** eine laterale Seitenansicht der Laufsohle aus **Fig. 2**;

**[0008]** **Fig. 4** eine mittlere Seitenansicht der Laufsohle aus **Fig. 2**;

**[0009]** **Fig. 5** eine auseinander gezogene Schnittansicht eines Abschnitts der Laufsohle, die ein Material gemäß der vorliegenden Offenbarung in einem trockenen Zustand darstellt, die benachbart zu einem Bodenhaftungselement (z. B. einem Stollen) an einer Stützplatte gesichert ist;

**[0010]** **Fig. 5A** eine auseinander gezogene Schnittansicht des Abschnitts der Laufsohle aus **Fig. 5**, wobei das Material teilweise gesättigt und angeschwollen ist;

**[0011]** **Fig. 5B** eine auseinander gezogene Schnittansicht des Abschnitts der Laufsohle aus **Fig. 5**, wobei das Material vollständig gesättigt und angeschwollen ist;

**[0012]** **Fig. 6 bis Fig. 9** auseinander gezogene Schnittansichten eines Abschnitts der Laufsohle aus **Fig. 5**, welche die Schmutzablösungsleistung der Laufsohle während der Fußbewegung auf einer nicht asphaltierten Oberfläche darstellen;

**[0013]** Fig. 10 eine Seitenquerschnittsansicht einer Laufsohle in einer Ausführungsform gemäß der Offenbarung, die ein Schmutzablösungsmaterial und Schmutz, der davon während des Schlags auf die Bodenoberfläche abgelöst wird, aufweist;

**[0014]** Fig. 11 eine Unteransicht eines Fußbekleidungsartikels in einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine Laufsohle aufweist, die ein Material gemäß der vorliegenden Offenbarung einschließt, wobei das Material diskrete und separate Untersegmente aufweist;

**[0015]** Fig. 12 eine auseinander gezogene Schnittansicht eines Abschnitts einer Laufsohle in einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die ein Material gemäß der vorliegenden Offenbarung aufweist, wobei das Material in einer vertieften Tasche einer Laufsohlenstützplatte vorliegt;

**[0016]** Fig. 13 eine auseinander gezogene Schnittansicht eines Abschnitts einer Laufsohle in einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine Laufsohlenstützplatte mit einer oder mehreren Einkerbungen einschließt, sowie ein Material gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei das Material in und über den Einkerbungen vorliegt;

**[0017]** Fig. 14 eine auseinander gezogene Schnittansicht eines Abschnitts einer Laufsohle in einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine Laufsohlenstützplatte mit einer oder mehreren Einkerbungen mit Verriegelungselementen aufweist, sowie ein Material gemäß der vorliegenden Offenbarung, wobei das Material in und über den Einkerbungen vorliegt;

**[0018]** Fig. 15 eine Unteransicht eines Fußbekleidungsartikels in einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine beispielhafte Golfschuhanwendung darstellt;

**[0019]** Fig. 16 eine perspektivische Unteransicht eines Fußbekleidungsartikels in einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine beispielhafte Baseballschuhanwendung darstellt;

**[0020]** Fig. 17 eine perspektivische Unteransicht eines Fußbekleidungsartikels in einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine beispielhafte Schuhanwendung für American Football darstellt;

**[0021]** Fig. 18 eine perspektivische Unteransicht eines Fußbekleidungsartikels in einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, die eine beispielhafte Baseballschuhanwendung darstellt;

**[0022]** Fig. 18 eine Fotografie eines Beispiels eines Materials der vorliegenden Offenbarung; und

**[0023]** Fig. 20A bis H Fotografien von Fußbekleidungsartikeln mit und ohne ein Material gemäß der Offenbarung nach dem Tragen und Verwenden bei nassen und matschigen Spielbedingungen.

**[0024]** Die Fußbekleidungsartikel aus den Figuren sind zur Verwendung mit einem rechten Fuß eines Benutzers dargestellt. Es versteht sich jedoch, dass die folgende Erläuterung entsprechend auch für die Fußbekleidung des linken Fußes zutrifft.

## BESCHREIBUNG

**[0025]** Es ist nun entdeckt worden, dass bestimmte Materialien, die in Hydrogel umfassen, wenn sie auf einer zum Boden weisenden Oberfläche einer Laufsohle eines Fußbekleidungsartikels angeordnet sind, effektiv die Ansammlung von Schmutz an der Laufsohle während des Tragens auf nicht asphaltierten Oberflächen verhindern oder reduzieren können. Außerdem wurde gefunden, dass die Auswahl bestimmter Materialien im Hinblick auf ihre physikalischen Eigenschaften, wie sie während der hierin beschriebenen Testverfahren gemessen werden, zum Erreichen spezifischer Leistungsvorteile der Laufsohlen und/oder des Fußbekleidungsartikels wie hierin offenbart von Nutzen ist. Entsprechend beschreibt die vorliegende Erfindung Laufsohlen, die aus diesen Materialien, die ein Hydrogel einschließen, ausgebildet sind, Fußbekleidungsartikel, die unter Verwendung dieser Laufsohlen hergestellt werden, die Verwendung von diesen Materialien in Laufsohlen sowie Verfahren zur Herstellung und Verwendung der Laufsohlen und Fußbekleidungsartikel. Das Material, welches das Hydrogel einschließt, definiert mindestens einen Abschnitt einer Oberfläche oder Seite der Laufsohlen. Mit anderen Worten liegt das Material teilweise oder vollständig an einer äußeren Oberfläche der Laufsohle vor oder bildet diese. Wenn die Laufsohle in einem Fußbekleidungsartikel aufgenommen ist, definiert das Material mindestens einen Abschnitt einer externen Oberfläche des Artikels oder eine Seite des Artikels, die zum Boden weist.

**[0026]** Man wird zu schätzen wissen, dass das Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an der Unterseite der Fußbekleidung viele Vorteile bereitstellen kann. Das Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an den Laufsohlen während des Tragens auf nicht asphaltierten Oberflächen kann auch das Gewicht des angesammelten Schmutzes, der an der Laufsohle während des Tragens haftet, signifikant beeinträchtigen, wodurch Ermüdungserscheinungen des Trägers, die von dem anhaftenden Schmutz verursacht werden, reduziert werden. Durch das Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an der Laufsohle kann die Bodenhaftung während des Tragens beibehalten werden. Zum Beispiel kann das Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an der Laufsohle die Leistung der Bodenhaftungselemente verbessern oder beibehalten, die an der Laufsohle während des Tragens auf nicht asphaltierten Oberflächen vorliegen. Wenn diese beim Sporttreiben getragen werden, kann das Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an den Laufsohlen die Fähigkeit des Trägers verbessern oder beibehalten, Sportgeräte, wie z. B. einen Ball, mit der Laufsohle des Fußbekleidungsartikels zu manipulieren.

**[0027]** In einer ersten Ausführungsform richtet sich die vorliegende Offenbarung an eine Laufsohle eines Fußbekleidungsartikels. Die Laufsohle kann eine Laufsohle sein, die eine erste Seite und eine gegenüberliegende zweite Seite umfasst; wobei die erste Seite ein Material umfasst, und das Material in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel umfasst. Die Laufsohle kann eine Laufsohle sein, die eine erste Oberfläche umfasst, die konfiguriert ist, um zum Boden zu weisen; wobei eine zweite Oberfläche der Laufsohle der ersten Oberfläche gegenüberliegt. Mindestens ein Abschnitt der ersten Oberfläche der Laufsohle umfasst ein Material, das mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche definiert, und das Material umfasst in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel. Mit anderen Worten liegt ein Hydrogel-Material an mindestens einem Abschnitt der ersten Oberfläche oder ersten Seite der Laufsohle vor oder definiert diesen. Die Laufsohle kann zum Sichern an einem Obermaterial eines Fußbekleidungsartikels konfiguriert sein. Insbesondere kann die zweite Oberfläche der Laufsohle zum Sichern an einem Obermaterial eines Fußbekleidungsartikels konfiguriert sein. Die Laufsohle kann eine Laufsohle sein, welche die Schmutzansammlung verhindert oder reduziert, sodass die Laufsohle mindestens 10 Gew.-% weniger Schmutz als die zweite Laufsohle zurückhält, die identisch zu der Laufsohle ist, außer, dass die zweite Laufsohle im Wesentlichen frei von dem Material ist, welches das Hydrogel umfasst.

**[0028]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann das hydrogelhaltige Material der Laufsohle (und somit der Abschnitt der Laufsohle, der das Material einschließt) ein Material sein, das basierend auf seiner Fähigkeit zur Wasseraufnahme gekennzeichnet werden kann. Das Material kann ein Material sein, das ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Außerdem oder alternativ kann das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von mehr als 100 Gew.-% besitzen. Das Material kann eine Wasseraufnahmerate von mehr als  $20 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0.5})$  besitzen, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Das Material kann eine Wasseraufnahmerate von mehr als  $100 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0.5})$  besitzen. Das Material kann ein Material sein, das sowohl ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% als auch eine Wasseraufnahmerate von mehr als  $20 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0.5})$  besitzt. Das Material kann eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mehr als 20% besitzen, wie durch den Test der Schwellkapazität im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Probeverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinfilm-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Das Material kann ein Material sein, das sowohl ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% als auch eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mehr als 20% besitzt.

**[0029]** Außerdem kann das hydrogelhaltige Material der vorliegenden Offenbarung basierend auf seinen Oberflächeneigenschaften gekennzeichnet werden. Das Material kann ein Material sein, bei dem der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, der von dem Material definiert wird, einen Nasszustand-Kontaktwinkel von weniger als  $80^\circ$  besitzt, wie durch den Kontaktwinkelttest gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Probeverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet; wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Das Material kann ein Material sein, bei dem der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, der von dem Material definiert wird, einen Nasszustand-Reibungskoeffizienten von weniger als 0,8 besitzt, wie durch den Test des Reibungskoeffizienten gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Probeverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet; wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40

Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0030]** Das Material kann ein Material sein, bei dem der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, der von dem Material definiert wird, einen Nasszustand-Kontaktwinkel von weniger als  $80^\circ$  besitzt, wie durch den Kontaktwinkeltest gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Probeverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet; wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Das Material kann ein Material sein, bei dem der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, der von dem Material definiert wird, einen Nasszustand-Reibungskoeffizienten von weniger als 0,8 besitzt, wie durch den Test des Reibungskoeffizienten gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Probeverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet; wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0031]** Weiterhin kann das hydrogelhaltige Material der vorliegenden Offenbarung basierend auf den Veränderungen der Eigenschaften zwischen Trockenzustand und Nasszustand gekennzeichnet sein. Das Material kann ein Material sein, das eine Nasszustand-Glasübergangstemperatur bei Equilibrierung bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit, und eine Trockenzustand-Glasübergangstemperatur bei Equilibrierung bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit besitzt, die jeweils durch den Test für Glasübergangstemperatur gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur mehr als  $6^\circ\text{C}$  weniger als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur beträgt; und wobei das Material vorzugsweise auch ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Das Material kann ein Nasszustand-Speichermodul bei Equilibrierung bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit und ein Trockenzustand-Speichermodul bei Equilibrierung bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit aufweisen, die jeweils durch den Speichermodul-Test gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, wobei das Nasszustand-Speichermodul geringer als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist; und wobei das Material vorzugsweise auch ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0032]** Das Material kann ein Material sein, das eine Nasszustand-Glasübergangstemperatur bei Equilibrierung bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit, und eine Trockenzustand-Glasübergangstemperatur bei Equilibrierung bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit besitzt, die jeweils durch den Test für Glasübergangstemperatur gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur mehr als  $6^\circ\text{C}$  weniger als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur beträgt; und wobei das Material vorzugsweise auch ein Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Das Material kann ein Nasszustand-Speichermodul bei Equilibrierung bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit und ein Trockenzustand-Speichermodul bei Equilibrierung bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit aufweisen, die jeweils durch den Speichermodul-Test gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, wobei das Nasszustand-Speichermodul geringer als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist; und wobei das Material vorzugsweise auch ein Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test für Wasseraufnahmevermögen gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierte Filme, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0033]** Das Material der vorliegenden Offenbarung kann auch oder alternativ basierend auf dem Typ des Hydrogels, das es aufweist, gekennzeichnet werden, wobei in einigen Beispielen das Hydrogel des Materials im Wesentlichen ein thermoplastisches Hydrogel umfasst oder aus diesem besteht. Das Hydrogel des Materials kann im Wesentlichen eines oder mehrere Polymere umfassen oder aus diesen bestehen, die ausgewählt sind aus Polyurethan, einem Polyamid-Homopolymer, einem Polyamid-Copolymer und Kombinationen davon.

Zum Beispiel kann das Polyamid-Copolymer im Wesentlichen ein Polyamid-Blockcopolymer umfassen oder aus diesem bestehen.

**[0034]** Die Laufsohlen der vorliegenden Offenbarung können auch oder alternativ basierend auf ihrer Struktur gekennzeichnet werden, z. B. mithilfe der Dicke des Materials auf der zum Boden weisenden Laufsohlenoberfläche, wie das Material an der Laufsohle angeordnet ist, ob Bodenhaftungselemente vorhanden sind oder nicht, ob das Material an einer Laufsohlenstützplatte befestigt ist oder nicht und dergleichen. Die Laufsohle kann eine Laufsohle sein, bei der das Material auf mindestens 80% der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle vorliegt. Das hydrogelhaltige Material der Laufsohle kann eine Trockenzustand-Dicke im Bereich von 0,1 Millimeter bis 2 Millimeter besitzen. Die Laufsohle kann ferner eines oder mehrere Bodenhaftungselemente umfassen, die an der ersten Oberfläche der Laufsohle vorliegen. Die Laufsohle kann ferner ein Laufsohlenstützelement umfassen. Das Laufsohlenstützelement kann mindestens einen Abschnitt der Laufsohle bilden oder daran gesichert sein, wobei das Material an dem Laufsohlenstützelement gesichert ist, sodass das Material den mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche der Laufsohle definiert.

**[0035]** In einer zweiten Ausführungsform richtet sich die vorliegende Erfindung an einen Fußbekleidungsartikel, der eine Laufsohle wie hierin offenbart umfasst. Der Fußbekleidungsartikel kann ein Artikel sein, der eine Laufsohle und ein Obermaterial umfasst, wobei die Laufsohle eine erste, zum Boden weisende Oberfläche und eine zweite Oberfläche gegenüber der ersten Oberfläche aufweist, wobei das Obermaterial an der zweiten Oberfläche der Laufsohle gesichert ist, wobei ein Material, das ein Hydrogel umfasst, mindestens einen Abschnitt der zum Boden weisenden ersten Oberfläche der Laufsohle definiert. Das Material kann ein Material wie oben beschrieben sein, z. B. im Hinblick auf die erste Ausführungsform der Offenbarung. Der Fußbekleidungsartikel kann ein Artikel sein, der die Schmutzansammlung verhindert oder reduziert, sodass der Artikel mindestens 10 Gew.-% weniger Schmutz als ein zweiter Fußbekleidungsartikel zurückhält, der identisch zu dem Artikel ist, außer, dass eine Laufsohle des zweiten Artikels im Wesentlichen frei von dem Material ist, das ein Hydrogel umfasst.

**[0036]** In einer dritten Ausführungsform richtet sich die vorliegende Offenbarung an ein Verfahren zur Herstellung eines Fußbekleidungsartikels, z. B. eines Fußbekleidungsartikels der zweiten Ausführungsform. Das Verfahren umfasst die Schritte des Bereitstellens einer Laufsohle wie hierin offenbart, z. B. im Hinblick auf die erste Ausführungsform der Offenbarung, das Bereitstellen eines Obermaterials für einen Fußbekleidungsartikel und das Sichern der Laufsohle und des Obermaterials aneinander, sodass ein Material, das ein Hydrogel umfasst, mindestens einen Abschnitt einer zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle definiert. Das Verfahren kann ein Verfahren sein, das die Schritte umfasst: Bereitstellen einer Laufsohle mit einer ersten, zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle und einer zweiten Oberfläche gegenüber der ersten Oberfläche, wobei die Laufsohle zum Sichern an einem Obermaterial eines Fußbekleidungsartikels konfiguriert ist; und wobei ein Material, das ein Hydrogel umfasst, mindestens einen Abschnitt der zum Boden weisenden ersten Oberfläche der Laufsohle definiert; und Sichern der Laufsohle und des Obermaterials aneinander, sodass das Material mindestens einen Abschnitt der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle des Fußbekleidungsartikels definiert. Das Verfahren kann ferner die folgenden Schritte umfassen: Sichern des Materials an einer ersten Seite eines Stützsubstrats, das aus einem zweiten Material ausgebildet ist, das in seiner Zusammensetzung einen Thermoplast umfasst; Thermoformen des Materials, das an dem Stützsubstrat, das aus dem zweiten Material ausgebildet ist, gesichert ist, um einen Laufsohlenflächen-Vorläufer herzustellen, wobei der Laufsohlenflächen-Vorläufer das Material aufweist, das an der ersten Seite des Stützsubstrats gesichert ist; Anordnen der Laufsohlenfläche in einer Form; und Einspritzen eines dritten Materials, das in seiner Zusammensetzung ein Thermopolymer umfasst, auf eine zweite Seite des Stützsubstrats der Laufsohlenfläche, während die Laufsohlenfläche in der Form zum Erzeugen einer Laufsohle vorliegt, wobei die Laufsohle ein Laufsohlensubstrat umfasst, welches das Stützsubstrat und das dritte Material und das Material aufweist, das an dem Laufsohlensubstrat gesichert ist.

**[0037]** In einer vierten Ausführungsform richtet sich die vorliegende Offenbarung an die Verwendung eines Materials, dessen Zusammensetzung ein Hydrogel zum Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an einer Laufsohle oder einem Fußbekleidungsartikel umfasst. Die Verwendung beinhaltet die Verwendung des Materials zum Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an einer Laufsohle oder einem Fußbekleidungsartikel, wobei die erste Oberfläche das Material umfasst, indem das Material auf mindestens einem Abschnitt der ersten Oberfläche der Laufsohle bereitgestellt wird, wobei die Laufsohle mindestens 10 Gew.-% weniger Schmutz als die zweite Laufsohle zurückhält, die identisch dazu ist, außer, dass die erste Oberfläche der zweiten Laufsohle im Wesentlichen frei von dem Material ist, das ein Hydrogel umfasst. Die Verwendung kann eine Verwendung eines Materials sein, das in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel zum Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung auf einer ersten Oberfläche der Laufsohle umfasst, wo-

bei die erste Oberfläche das Material umfasst, indem das Material auf mindestens einem Abschnitt der ersten Oberfläche der Laufsohle bereitgestellt wird, wobei die Laufsohle mindestens 10 Gew.-% weniger Erde als die zweite Laufsohle zurückhält, die identisch ist, außer dass die erste Oberfläche der zweiten Laufsohle im Wesentlichen frei von dem Material ist, das ein Hydrogel umfasst. Das Material kann ein Material wie oben beschrieben sein, z. B. im Hinblick auf die erste Ausführungsform der Offenbarung.

**[0038]** In einer fünften Ausführungsform richtet sich die vorliegende Offenbarung an ein Verfahren zur Verwendung eines Fußbekleidungsartikels. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen eines Fußbekleidungsartikels, der ein Obermaterial und eine Laufsohle der vorliegenden Offenbarung, die am Obermaterial gesichert ist, aufweist, wobei ein Material ein Hydrogel umfasst, das mindestens einen Abschnitt einer zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle definiert; Aussetzen des Materials mit Wasser zum Aufnehmen mindestens eines Anteils des Wassers in das Material, um ein nasses Material zu bilden; Drücken der Laufsohle mit dem nassen Material auf eine Bodenoberfläche, um das nasse Material mindestens teilweise zu verdichten; und Anheben der Laufsohle von der Bodenoberfläche zum Freigeben der Verdichtung des nassen Materials. Das Material kann ein Material wie oben beschrieben sein, z. B. im Hinblick auf die erste Ausführungsform der Offenbarung. Zusätzliche Ausführungsformen und die Beschreibung der Materialien, Laufsohlen, Artikel, Verwendungen und Verfahren der vorliegenden Offenbarung finden sich unten, mit besonderer Bezugnahme auf die nummerierten Bestimmungen, die unten stehend bereitgestellt werden.

**[0039]** Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „Laufsohle“ auf einen äußeren Abschnitt der Sohle eines Fußbekleidungsartikels. Dieser äußere Abschnitt eines Artikels mit der Laufsohle bildet mindestens einen Abschnitt des Artikels, der während der herkömmlichen Verwendung mit dem Boden in Kontakt treten kann. Außer der Laufsohle können zusätzliche sohlenartige Strukturen wie eine Mittelsohle, eine starre Platte, Polsterung usw. in dem Fußbekleidungsartikel vorhanden sein oder nicht. Wie hierin verwendet, werden die Begriffe „Fußbekleidungsartikel“ und „Fußbekleidung“ hierin austauschbar benutzt und beziehen sich auf den gleichen Artikel. Typischerweise wird der Begriff „Fußbekleidungsartikel“ in einem ersten Fall verwendet und dann der Begriff „Fußbekleidung“, um sich auf den gleichen Artikel zu beziehen, aber das Lesen zu erleichtern.

**[0040]** Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „Material“ auf ein Material, das in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel umfasst. Wenn das Material in einer Laufsohle der vorliegenden Offenbarung vorliegt, definiert das Material mindestens einen Abschnitt einer Oberfläche oder Seite der Laufsohle. Mit anderen Worten bildet das Material mindestens einen Teil einer äußeren Oberfläche oder Seite der Laufsohle. Das Material kann als eine oder mehrere Schichten vorliegen, die an der Oberfläche der Laufsohle angeordnet sind, wobei die Schicht(en) als ein einzelnes durchgehendes Segment an der Oberfläche oder als mehrere unterbrochene Segmente an der Oberfläche bereitgestellt sein kann/können. Das Material ist nicht auf ein Anwendungsverfahren beschränkt (z. B. Coextrusion, Spritzguss, Laminierung, Sprühbeschichtung usw.).

**[0041]** Der Ausdruck „zum Boden weisend“ bezieht sich auf die Position, in der sich das Element befinden soll, wenn das Element in einem Fußbekleidungsartikel während der normalen Verwendung vorliegt, d. h. das Element ist während der normalen Verwendung durch einen Träger zum Boden hin angeordnet, wenn dieser steht, und kann somit mit dem Boden mit nicht asphaltierten Oberflächen in Kontakt treten, wenn die Fußbekleidung auf herkömmliche Weise verwendet wird, wie stehend, gehend oder laufend auf einer nicht asphaltierten Oberfläche. Mit anderen Worten wird, sogar dann, wenn das Element während der verschiedenen Schritte der Fertigung und des Transports nicht unbedingt zum Boden weist, das Element, wenn es während der normalen Verwendung zum Boden weisen soll, als zum Boden weisend angesehen. Unter einigen Umständen kann aufgrund des Vorhandenseins von Elementen wie Bodenhaftungselementen die zum Boden weisende Oberfläche während der normalen Verwendung zum Boden weisend angeordnet sein, tritt aber nicht unbedingt mit dem Boden in Kontakt. Zum Beispiel können auf hartem Grund oder asphaltierten Oberflächen die abschließenden Enden der Bodenhaftungselemente an der Laufsohle direkt mit dem Boden in Kontakt treten, während Abschnitte der Laufsohle, die zwischen den Bodenhaftungselementen angeordnet sind, dies nicht tun. Wie in diesem Beispiel beschrieben, werden die Abschnitte der Laufsohle, die zwischen den Bodenhaftungselementen angeordnet sind, als zum Boden weisend angesehen, obgleich sie nicht unbedingt und unter allen Umständen mit dem Boden in Kontakt sind.

**[0042]** Wie unten stehend erläutert, wurde gefunden, dass diese Laufsohlen und Fußbekleidungsartikel die Ansammlung von Schmutz an den Laufsohlen während des Tragens auf nicht asphaltierten Oberflächen verhindern oder reduzieren können. Wie hierin verwendet, kann der Begriff „Schmutz“ jedes einer Vielzahl von Materialien einschließen, die herkömmlich auf einem Boden oder einem Spielfeld vorkommen und die andernfalls an einer Laufsohle oder freigelegten Zwischensohle eines Fußbekleidungsartikels anhaften. Schmutz kann anorganische Materialien wie Schlamm, Sand, Dreck und Schotter einschließen, organische Materie wie

Rasen, Gras, Blätter, andere Pflanzen und Fäkalien; und Kombinationen aus anorganischen und organischen Materialien wie Lehm. Außerdem kann Schmutz andere Materialien wie Pulverkautschuk einschließen, der auf oder in einer nicht asphaltierten Oberfläche vorkommen kann.

**[0043]** Obschon ein Binden an diese Theorie nicht gewünscht wird, wird davon ausgegangen, dass das Material, das ein Hydrogel gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst, bei ausreichendem Nässen mit Wasser (einschließlich Wasser, das aufgelöste, dispergierte oder anders suspendierte Materialien enthält) eine verdichtende Nachgiebigkeit und/oder das Ausstoßen von aufgenommenem Wasser bereitstellen kann. Insbesondere wird davon ausgegangen, dass die verdichtende Nachgiebigkeit des nassen Materials, das Ausstoßen von Flüssigkeit aus dem nassen Material oder beides in Kombination die Adhäsion von Schmutz auf oder an der Laufsohle, oder die Kohäsion der Teilchen aneinander, oder sowohl Adhäsion als auch Kohäsion stören kann. Diese Störung der Adhäsion und/oder Kohäsion des Schmutzes, so glaubt man, ist ein verantwortlicher Mechanismus zum Verhindern (oder anders Reduzieren), dass sich Schmutz an der Fußbekleidungslaufsohle ansammelt (aufgrund des Vorliegens des nassen Materials).

**[0044]** Diese Störung der Adhäsion und/oder Kohäsion des Schmutzes, so glaubt man, ist ein verantwortlicher Mechanismus zum Verhindern (oder anders Reduzieren), dass sich Schmutz an der Fußbekleidungslaufsohle ansammelt (aufgrund des Vorliegens des nassen Materials). Wie man zu schätzen wissen wird, kann das Verhindern, dass sich Schmutz an der Unterseite der Fußbekleidung ansammelt, die Leistung der Bodenhaltungselemente, die an der Laufsohle vorliegen, verbessern und während des Tragens auf nicht asphaltierten Oberflächen verhindern, dass die Fußbekleidung wegen des während des Tragens angesammelten Schmutzes an Gewicht zunimmt, so die Ballhandhabungsleistung der Fußbekleidung beibehalten und bedeutende Vorteile für den Träger im Vergleich zu einem Fußbekleidungsartikel ohne das an der Laufsohle vorliegende Material bereitstellen.

**[0045]** Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „Gewicht“ auf einen Massenwert, der z. B. die Einheiten Gramm, Kilogramm und dergleichen besitzt. Weiterhin schließen die Angaben von Zahlenbereichen durch Endpunkte die Endpunkte und alle Zahlen innerhalb dieses Zahlenbereichs ein. Wenn z. B. eine Konzentration in dem Bereich von 40 Gew.-% bis 60 Gew.-% liegt, schließen die Konzentrationen 40 Gew.-%, 60 Gew.-% und das gesamte Wasseraufnahmevermögen zwischen 40 Gew.-% und 60 Gew.-% ein (z. B. 40,1%, 41%, 45%, 50%, 52,5%, 55%, 59% usw.) ein.

**[0046]** Wie hierin verwendet, soll der Begriff „bereitstellen“ wie in „Bereitstellen einer Laufsohle“, wenn in den Ansprüchen zitiert, keine besondere Abgabe oder Aufnahme des bereitgestellten Elements erfordern. Vielmehr soll der Begriff „bereitstellen“ rein zur Angabe von Elementen verwendet werden, auf die in nachfolgenden Elementen des Anspruchs bzw. der Ansprüche zum Zwecke der Klarheit und leichten Lesbarkeit Bezug genommen wird.

**[0047]** Wie hierin verwendet, beziehen sich die Begriffe „bevorzugt“ und „vorzugsweise“ auf Ausführungsformen der Erfindung, die unter bestimmten Umständen gewisse Vorteile liefern können. Es können jedoch auch andere Ausführungsformen unter den gleichen oder anderen Umständen bevorzugt werden. Des Weiteren impliziert die Angabe von einer oder mehreren bevorzugten Ausführungsformen nicht, dass andere Ausführungsformen nicht nützlich sind und soll andere Ausführungsformen innerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden Offenbarung nicht ausschließen.

**[0048]** Wie hierin verwendet, werden die Begriffe „etwa“ und „im Wesentlichen“ in Bezug auf messbare Werte und Bereiche aufgrund erwarteter Variationen verwendet, die einem Fachmann bekannt sind (z. B. Einschränkungen und Variationen bei Messungen).

**[0049]** Wie hierin verwendet, werden die Begriffe „mindestens ein/e/r“ und „ein/e/r oder mehrere“ eines Elements austauschbar verwendet und haben die gleiche Bedeutung, die ein einzelnes Element und mehrere Elemente einschließt und können auch durch das Suffix „(s/e/n)“ am Ende des Elements wiedergegeben werden. Zum Beispiel können „mindestens ein Polyurethan“, „eines oder mehrere Polyurethane“ und „Polyurethan (e)“ austauschbar verwendet werden und haben die gleiche Bedeutung.

**[0050]** Der Fußbekleidungsartikel der vorliegenden Offenbarung kann für verschiedene Verwendungen wie sportliche, athletische, militärische, Arbeits-, Freizeits- oder saloppe Verwendung vorgesehen sein. Primär ist der Fußbekleidungsartikel für die Verwendung im Freien auf nicht asphaltierten Oberflächen (zum Teil oder vollständig) bezweckt, wie z. B. auf einer Bodenoberfläche, die eines oder mehrere von Rasen, Gras, Schotter, Sand, Asche, Lehm, Schlamm und dergleichen einschließt, auf einer Sportplatz oder auf einer Oberfläche im



Freien allgemein. Der Fußbekleidungsartikel kann jedoch auch für Anwendungen in Gebäuden wünschenswert sein, wie Hallensportarten, einschließlich Asche-Spielfelder (z. B. Indoor-Baseball-Felder mit Asche). Wie hierin verwendet, werden die Begriffe „mindestens ein/e/r“ und „ein/e/r oder mehrere“ eines Elements austauschbar verwendet und haben die gleiche Bedeutung, die ein einzelnes Element und mehrere Elemente einschließt und können auch durch das Suffix „(s/e/n)“ am Ende des Elements wiedergegeben werden. Zum Beispiel können „mindestens ein Polyurethan“, „eines oder mehrere Polyurethane“ und „Polyurethan(e)“ austauschbar verwendet werden und haben die gleiche Bedeutung.

**[0051]** In bevorzugten Ausführungsformen ist der Fußbekleidungsartikel zum Verwenden für Sportaktivitäten im Freien ausgestaltet, wie z. B. Fußball, Golf, American Football, Rugby, Baseball, Laufen, Leichtathletik, Radsport (z. B. Rennradfahren oder Mountain Bike-Fahren) und dergleichen. Der Fußbekleidungsartikel kann wahlweise Bodenhaftungselemente (z. B. Nocken, Stollen, Noppen und Spikes) zum Bereitstellen von Bodenhaftung auf weichen und rutschigen Oberflächen besitzen. Nocken, Stollen und Spikes werden normalerweise bei Fußbekleidung für die Verwendung bei Sportarten wie Fußball, Golf, American Football, Rugby, Baseball und dergleichen verwendet, die häufig auf nicht asphaltierten Oberflächen ausgeübt werden. Nocken und/oder übertriebene Profilmuster werden normalerweise bei Fußbekleidung wie Boots zur Verwendung unter harschen Bedingungen im Freien wie Traillauf, Wandern und Militäreinsatz verwendet.

**[0052]** Fig. 1 bis Fig. 4 zeigen ein Beispiel einer Fußbekleidung der vorliegenden Offenbarung, die sich auf einen Fußbekleidungsartikel **100** bezieht und die als Fußbekleidung für die Verwendung in Fußballanwendungen dargestellt ist. Wie in Fig. 1 dargestellt, weist die Fußbekleidung **100** ein Obermaterial **110** und eine Laufsohle **112** als Fußbekleidungsartikel-Komponenten auf, wobei die Laufsohle **112** mehrere Bodenhaftungselemente **114** (z. B. Stollen) und ein Material, das ein Hydrogel **116** an seiner externen oder zum Boden weisenden Seite oder Oberfläche umfasst, aufweist. Obschon viele der ausgeführten Fußbekleidungen der vorliegenden Offenbarung vorzugsweise Bodenhaftungselemente wie Stollen aufweisen, versteht es sich, dass in anderen Ausführungsformen die Aufnahme von Stollen optional ist.

**[0053]** Das Obermaterial **110** der Fußbekleidung **100** weist einen Körper **118** auf, der aus im Stand der Technik bekannten Materialien zum Herstellen von Fußbekleidungsartikeln gefertigt und zum Aufnehmen eines Benutzerfußes konfiguriert ist. Zum Beispiel kann der obere Körper **118** aus einer oder mehreren Komponenten hergestellt sein oder diese aufweisen, die aus einem oder mehreren von Naturleder; einem gestrickten, geflochtenen, gewobenen oder nicht gewobenen Textil, das ganz oder teilweise aus einer Naturfaser hergestellt ist; einem gestrickten, geflochtenen, gewobenen oder nicht gewobenen Textil, das ganz oder teilweise aus einem synthetischen Polymer hergestellt ist, einem Film aus einem synthetischen Polymer usw.; und Kombinationen davon hergestellt sein können. Das Obermaterial **110** und Komponenten des Obermaterials **110** können gemäß herkömmlicher Techniken hergestellt werden (z. B. Gießen, Strangpressen, Thermoformen, Nähen, Stricken usw.). Obschon in Fig. 1 eine generische Ausgestaltung dargestellt ist, kann das Obermaterial **110** alternativ jede gewünschte ästhetische Ausgestaltung, funktionale Ausgestaltung, Markenkennzeichnungen und dergleichen aufweisen.

**[0054]** Die Laufsohle **112** kann am Obermaterial **110** unter Verwendung eines geeigneten Mechanismus oder Verfahrens direkt oder anders gesichert sein. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „gesichert an“, wie z. B. bei einer Laufsohle, die an einem Obermaterial gesichert ist, z. B. betriebswirksam an einem Obermaterial gesichert ist, als Sammelbegriff auf direkte Verbindungen, indirekte Verbindungen, einstückige Ausbildungen und Kombinationen davon. Zum Beispiel kann eine Laufsohle, die an einem Obermaterial gesichert ist, direkt mit dem Obermaterial verbunden sein (z. B. durch einen Klebstoff), indirekt mit dem Obermaterial verbunden sein (z. B. über eine dazwischen liegende Mittelschale), einstückig mit dem Obermaterial ausgebildet sein (z. B. als Einheitskomponente) und Kombinationen davon.

**[0055]** Zum Beispiel kann das Obermaterial **110** an der Laufsohle **112** angenäht sein oder das Obermaterial **110** kann an die Laufsohle **112** angeklebt sein, wie z. B. an oder in Nähe einer Stechlinie **120** des Obermaterials **110**. Die Fußbekleidung **100** kann ferner eine Zwischensohle (nicht dargestellt) aufweisen, die zwischen dem Obermaterial **110** und der Laufsohle **112** gesichert ist, oder kann von der Laufsohle **112** umgeben sein. Wenn eine Zwischensohle vorliegt, kann das Obermaterial **110** an die Zwischensohle angenäht, angeklebt oder anders an jeder geeigneten Stelle befestigt sein, wie z. B. an oder unter der Stechlinie **120**.

**[0056]** Wie weiter in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt, kann das Layout der Laufsohle **112** in einen Vorderfußbereich **122**, einen Mittelfußbereich **124** und einen Fersenbereich **126** aufgegliedert werden. Der Vorderfußbereich **122** ist in der Nähe des Vorderfußes des Trägers angeordnet, der Mittelfußbereich **124** ist zwischen dem Vorderfußbereich **122** und dem Fersenbereich **126** angeordnet und der Fersenbereich **126** ist in der Nähe der

Ferse des Trägers und gegenüber dem Vorderfußbereich **122** angeordnet. Die Laufsohle **112** kann auch einen nach vorne weisenden Rand **128** am Vorderfußbereich **122** und einen nach hinten weisenden Rand **130** am Fersenbereich **126** aufweisen. Zusätzlich zu diesen Längsbezeichnungen können die linken/rechten Seiten der Laufsohle **112** auch entsprechend als mittlere Seite **132** und laterale Seite **135** bezeichnet werden.

**[0057]** Jede dieser Bezeichnungen kann auch für das Obermaterial **110** gelten und allgemeiner für die Fußbekleidung **100** und soll insbesondere nicht die Strukturen oder Grenzen der Fußbekleidung **100**, des Obermaterials **110** oder der Laufsohle **112** definieren. Wie hierin verwendet, werden Richtungsangaben für einen Artikel wie z. B. „nach oben“, „nach unten“, „obere“, „untere“, „linke“, „rechte“ und dergleichen zur Erleichterung der Erläuterung verwendet, sollen aber die Verwendung des Artikels in jeder beliebigen bestimmten Ausrichtung nicht einschränken. Außerdem bezieht sich „zur Boden weisende Oberfläche“, „zum Boden weisende Seite“ und dergleichen auf die Oberfläche oder Seite der Fußbekleidung, die während der normalen Verwendung durch einen Träger stehend zum Boden weisen. Diese Begriffe werden auch zur leichteren Erläuterung verwendet und sollen die Verwendung des Artikels nicht auf eine bestimmte Ausrichtung einschränken.

**[0058]** Die Laufsohle **112** kann wahlweise eine Stützplatte **136** aufweisen, die sich in dem dargestellten Beispiel über den Vorderfußbereich **122**, den Mittelfußbereich **124** und den Fersenbereich **126** erstreckt. Die Stützplatte **136** ist ein beispielhaftes Stützelement oder ein anderes Laufsohlensubstrat für die Verwendung in einem Fußbekleidungsartikel und kann die strukturelle Integrität der Laufsohle **112** bereitstellen. Die Stützplatte **136** kann jedoch mindestens an bestimmten Stellen auch flexibel genug sein, um sich der Flexion eines Trägerfußes während der dynamischen Bewegungen, die während des Tragens erzeugt werden, anzupassen. Zum Beispiel kann die Stützplatte **136**, wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, einen Flexbereich **138** am Vorderfußbereich **122** aufweisen, der die Flexion der Trägerzehen in Bezug auf den Fuß bei der aktiven Verwendung der Fußbekleidung **100** erleichtern kann.

**[0059]** Die Stützplatte **136** kann eine obere (oder erste) Oberfläche (oder Seite) **142** (am besten in **Fig. 3** und **Fig. 4** zu sehen), eine untere (oder zweite) Oberfläche (oder Seite) **144** und eine Seitenwand **146** aufweisen, wobei sich die Seitenwand **146** um den Umfang der Stützplatte **136** am nach vorne weisenden Rand **128**, dem nach hinten weisenden Rand **130**, der mittleren Seite **132** und der lateralen Seite **134** erstrecken kann. Die obere Oberfläche **142** ist der Bereich der Stützplatte **136** (und der Laufsohle **112** im Allgemeinen), der in Kontakt mit dem Obermaterial **110** und/oder jeder vorliegenden Zwischensohle oder Einlegesohle stehen kann.

**[0060]** Die untere Oberfläche **144** ist eine Oberfläche der Stützplatte **136**, die von dem daran gesicherten Material **116** bedeckt (oder mindestens teilweise bedeckt) wird und anderenfalls zum Kontaktieren einer Bodenoberfläche konfiguriert wäre, egal ob in der Halle oder im Freien, wenn das Material **116** auf andere Weise ausgelassen würde. Die untere Oberfläche **144** ist auch der Abschnitt der Laufsohle **112**, von der sich die Bodenhaftungselemente **114** erstrecken können, wie unten erläutert.

**[0061]** Die optionale Stützplatte **136** kann mit einer oder mehreren Schichten gefertigt werden, kann aus jedem geeigneten Material hergestellt werden und kann eine gute Schnittstellenbindung an das Material **116** bereitstellen, wie unten erläutert. Beispiele geeigneter Materialien für die Stützplatte **136** schließen eines oder mehrere Polymermaterialien wie thermoplastische Elastomere; duroplastische Polymere; elastomere Polymere; Siliconpolymere; natürliche und synthetische Kautschuke; Verbundmaterialien, die Polymere enthalten, die mit Kohlenstofffasern und/oder Glasfasern verstärkt sind; Naturleder; Metalle wie Aluminium, Stahl und dergleichen; und Kombinationen davon ein.

**[0062]** In bestimmten Ausführungsformen wird, wenn eine Stützplatte **136** verwendet wird, die Stützplatte **136** aus einem oder mehreren Polymermaterialien mit ähnlichen Chemien wie die des Materials **116** gefertigt. Mit anderen Worten können die Stützplatte und das Material beide im Wesentlichen Polymere, welche die gleiche oder ähnliche Funktionsgruppen aufweisen, umfassen oder daraus bestehen, und/oder können im Wesentlichen Polymere, die den gleichen oder einen ähnlichen Polaritätsgrad aufweisen, umfassen oder daraus bestehen. Zum Beispiel können die Stützplatte und das Material beide im Wesentlichen eines oder mehrere Polyurethane (z. B. thermoplastische Polyurethane), eines oder mehrere Polyamide (z. B. thermoplastische Polyamide), eines oder mehrere Polyether (z. B. thermoplastische Polyether), einen oder mehrere Polyester (z. B. thermoplastische Polyester) oder dergleichen umfassen oder aus diesen bestehen. Die ähnlichen Chemien können zur Verbesserung der Herstellungskompatibilitäten zwischen den Materialien des Materials **116** und der Stützplatte **136** dienen sowie zum Verbessern der Schnittstellenbindungsbeständigkeit. Alternativ können eine oder mehrere Haftvermittlerschichten (nicht dargestellt) zwischen der Stützplatte **136** und dem Material **116** aufgetragen werden, um ihre Zwischenschichtbindung zu verbessern.

**[0063]** Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „Polymer“ auf ein Molekül mit polymerisierten Einheiten einer oder mehrerer Monomerspezies. Der Begriff „Polymer“ schließt sowohl Homopolymere als auch Copolymere ein. Der Begriff „Copolymer“ bezieht sich auf ein Polymer mit polymerisierten Einheiten aus zwei oder mehreren Monomerspezies und schließt Terpolymere und andere Polymere ein, die aus mehreren unterschiedlichen Monomeren gebildet werden. Wie hierin verwendet, bezieht sich die Bezugnahme auf „ein“ Polymer oder andere chemische Verbindung auf eines oder mehrere Moleküle des Polymers oder der chemischen Verbindung und ist nicht auf ein einzelnes Molekül des Polymers oder der chemischen Verbindung begrenzt. Des Weiteren können das eine oder die mehreren Moleküle identisch sein oder nicht, solange sie der Kategorie der chemischen Verbindung angehören. So wird z. B. „ein“ Polylaurolactam als eines oder mehrere Polymermoleküle des Polylaurolactams ausgelegt, wobei die Polymermoleküle identisch sein können oder nicht (z. B. unterschiedliche Molekulargewichte und/oder Isomere).

**[0064]** Die Bodenhaftungselemente **114** können jeweils jeden geeigneten Stollen, Nocken, Spike oder ähnliches Element aufweisen, das zum Verbessern der Bodenhaftung für einen Träger während des Schneidens, Drehens, Stoppens, Beschleunigens und einer Rückwärtsbewegung konfiguriert ist. Die Bodenhaftungselemente **114** können in jedem geeigneten Muster entlang der unteren Oberfläche **144** der Stützplatte **136** angeordnet sein. Zum Beispiel können die Bodenhaftungselemente **114** in Gruppen oder Gruppierungen entlang der Laufsohle **112** verteilt sein (z. B. Gruppierungen aus 2 bis 8 Bodenhaftungselementen **114**). Wie am besten in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, können die Bodenhaftungselemente **114** in einer Gruppierung **147A** am Fersenbereich **122**, einer Gruppierung **147B** am Mittelfußbereich **124** und einer Gruppierung **147C** am Fersenbereich **126** gruppiert sein. In diesem Beispiel sind sechs der Bodenhaftungselemente **114** im Wesentlichen entlang der mittleren Seite **132** der Laufsohle **112** ausgerichtet und die anderen sechs Bodenhaftungselemente **114** im Wesentlichen entlang der lateralen Seite **134** der Laufsohle **112** ausgerichtet.

**[0065]** Die Bodenhaftungselemente **114** können, wenn gewünscht, alternativ entlang der Laufsohle **112** symmetrisch oder nicht symmetrisch zwischen der mittleren Seite **132** und der lateralen Seite **134** angeordnet sein. Des Weiteren können eines oder mehrere Bodenhaftungselemente **114** entlang einer Mittellinie der Laufsohle **112** zwischen der mittleren Seite **132** und der lateralen Seite **134**, z. B. als eine Schaufel **114A**, angeordnet sein, wenn gewünscht, um die Leistung zu verbessern oder anderweitig zu verändern.

**[0066]** Alternativ (oder zusätzlich) können die Bodenhaftungselemente auch eines oder mehrere Bodenhaftungselemente **114** am vorderen Rand aufweisen, wie z. B. eine oder mehrere Schaufeln **114B**, einen oder mehrere Rippen **114C** und/oder einen oder mehrere Stollen (nicht dargestellt), die an der Stützplatte **136** an einem Vorderrandbereich zwischen dem Vorderfußbereich **122** und der Gruppierung **147A** gesichert (z. B. einstückig damit ausgebildet) sind. In dieser Anwendung kann sich das Material **116** optional über die untere Oberfläche **144** an diesem Vorderrandbereich erstrecken und gleichzeitig die gute Bodenhaftungsleistung beibehalten.

**[0067]** Des Weiteren können die Bodenhaftungselemente **114** jeweils unabhängig voneinander jede geeignete Abmessung aufweisen (z. B. Form und Größe). Bei einigen Ausgestaltungen kann z. B. jedes Bodenhaftungselement **114** innerhalb einer vorgegebenen Gruppierung (z. B. Gruppierung **147A**, **147B** und **147C**) die gleiche oder im Wesentlichen gleiche Abmessung aufweisen und/oder jedes Bodenhaftungselement **114** über die gesamte Laufsohle **112** die gleiche oder im Wesentlichen die gleiche Abmessung aufweisen. Alternativ können die Bodenhaftungselemente **114** innerhalb jeder Gruppierung unterschiedliche Abmessungen aufweisen und/oder jedes Bodenhaftungselement **114** über die gesamte Laufsohle **112** unterschiedliche Abmessungen aufweisen.

**[0068]** Beispiele geeigneter Formen für die Bodenhaftungselemente **114** schließen rechteckige, hexagonale, zylindrische, kegelförmige, runde, viereckige, dreieckige, trapezförmige, diamantförmige, ovale sowie andere regelmäßige und unregelmäßige Formen (z. B. gekrümmte Linien, C-Formen usw.) ein. Die Bodenhaftungselemente **114** können auch die gleiche oder unterschiedliche Höhen, Breiten und/oder Dicken im Vergleich mit den anderen aufweisen, wie weiter unten erläutert. Weitere Beispiele geeigneter Abmessungen für die Bodenhaftungselemente **114** und ihrer Anordnungen entlang der Stützplatte **136** schließen diejenigen ein, die für Fußball-Fußbekleidung bereitgestellt werden und im Handel unter den Markennamen „TIEMPO“, „HYPERVENOM“, „MAGISTA“, und „MERCURIAL“ von Nike, Inc. aus Beaverton, OR erhältlich sind.

**[0069]** Die Bodenhaftungselemente **114** können in der Laufsohle aufgenommen sein, welche die optionale Stützplatte **136** durch jeden geeigneten Mechanismus wie dem der Bodenhaftungselemente **114** aufweist und sich vorzugsweise von der unteren Oberfläche **144** erstreckt. Zum Beispiel können, wie unten erläutert, die Bodenhaftungselemente **114** einstückig mit der Stützplatte **136** mithilfe eines Gussverfahrens ausgebildet werden

(z. B. für Fußbekleidung für festen Boden (kurz: FG-Fußbekleidung)). Alternativ können die Laufsohle oder optionale Stützplatte **136** zum Aufnehmen entfernbarer Bodenhaftungselemente **114** konfiguriert sein, wie Schraub- oder Schnapp-Bodenhaftungselemente **114**. In diesen Ausführungsformen kann die Stützplatte **136** Aufnahmelöcher (z. B. Gewinde- oder Einrastlöcher, nicht dargestellt) aufweisen und die Bodenhaftungselemente **114** können in die Aufnahmelöcher eingeschraubt oder geschnappt werden, um die Bodenhaftungselemente **114** an der Stützplatte **136** zu sichern (z. B. für Fußbekleidung für weichen Boden (kurz: SG-Fußbekleidung)).

**[0070]** In weiteren Beispielen kann ein erster Abschnitt der Bodenhaftungselemente **114** einstückig mit der Laufsohle oder optionalen Stützplatte **136** ausgebildet sein und ein zweiter Abschnitt der Bodenhaftungselemente **114** kann mit Einschraub-, Einschnapp- oder anderen ähnlichen Mechanismen (z. B. SG-Pro-Fußbekleidung) gesichert werden. Die Bodenhaftungselemente **114** können auch als kurze Nocken zur Verwendung mit Fußbekleidung für künstlichen Boden (AG-Fußbekleidung) konfiguriert sein, wenn gewünscht. In einigen Anwendungen können die Aufnahmelöcher angehoben oder anders aus der allgemeinen Ebene der unteren Oberfläche **144** der Stützplatte **136** vorstehen. Alternativ können die Aufnahmelöcher bündig mit der unteren Oberfläche **144** abschließen.

**[0071]** Die Bodenhaftungselemente **114** können aus jedem geeigneten Material für die Verwendung mit der Laufsohle **112** hergestellt sein. Zum Beispiel können die Bodenhaftungselemente **114** eines oder mehrere Polymermaterialien wie thermoplastische Elastomere; duroplastische Polymere; elastomere Polymere; Siliconpolymere; natürliche und synthetische Kautschuke; Verbundmaterialien, die Polymere enthalten, die mit Kohlenstofffasern und/oder Glasfasern verstärkt sind; Naturleder; Metalle wie Aluminium, Stahl und dergleichen; und Kombinationen davon einschließen. In Ausführungsformen, bei denen die Bodenhaftungselemente **114** einstückig mit der Stützplatte **112** (z. B. zusammengeformt) ausgebildet sind, weisen die Bodenhaftungselemente **114** vorzugsweise die gleichen Materialien wie die Laufsohle oder Stützplatte **112** (z. B. thermoplastische Materialien) auf. Alternativ können in Ausführungsformen, bei denen die Bodenhaftungselemente **114** getrennt sind und in Aufnahmelöcher der Stützplatte **112** eingeführt werden können, jedes geeignete Material aufweisen, das in den Aufnahmelöchern der Stützplatte **112** (z. B. Metalle und thermoplastische Materialien) gesichert werden kann.

**[0072]** Die optionale Stützplatte **136** (und allgemeiner die Laufsohle **112**) kann auch andere Merkmale aufweisen, die anders als die der Bodenhaftungselemente **114** sind, die eine Abstützung oder Flexibilität der Laufsohle bereitstellen und/oder aus ästhetischen Gestaltungszwecken eingesetzt werden. Zum Beispiel kann die Laufsohle oder Stützplatte **136** auch Rippen **148** aufweisen, die angehoben sein können oder anders aus der allgemeinen Ebene der unteren Oberfläche **144** vorstehen.

**[0073]** Wie dargestellt, können sich die Rippen **148** entlang der Anordnungsbahnen der Bodenhaftungselemente **114** erstrecken, wenn gewünscht. Diese Merkmale (z. B. Rippen **148**) können einstückig in der Laufsohle oder Stützplatte **136** ausgebildet sein oder alternativ entfernbare Merkmale sein, die an der Stützplatte **136** gesichert werden können. Geeignete Materialien für diese Merkmale schließen die für die Bodenhaftungselemente **114** oben angesprochenen ein.

**[0074]** Die Stützplatte **136** (und allgemeiner die Laufsohle **112**) kann auch andere Merkmale wie übertriebene Profilmuster, Nocken und dergleichen einschließen, die zum Kontaktieren mit dem Boden oder dem Spielfeld zum Erhöhen der Bodenhaftung konfiguriert sind, um die Leistung oder die ästhetischen Gestaltungszwecke zu verbessern. Diese anderen Merkmale können an der Laufsohle anstelle oder zusätzlich zu den Bodenhaftungselementen **114** vorliegen und können aus den geeigneten Materialien ausgebildet werden, die oben für die Bodenhaftungselemente **114** erläutert wurden.

**[0075]** Wie weiter in **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt, können die Bodenhaftungselemente **114** derart angeordnet sein, dass, wenn die Fußbekleidung **100** auf einer flachen Oberfläche **149** aufliegt, die untere Oberfläche **114** der Stützplatte **136** und des Materials **116** von der flachen Oberfläche **149** versetzt sind. Dieser Versatz ist sogar dann vorhanden, wenn das Material **116** vollständig gesättigt und angeschwollen ist, wie unten erläutert. Daher können die Bodenhaftungselemente **114** die höchsten Schubspannungen und Abriebkontakt mit den Oberflächen während der Verwendung aufnehmen, wie z. B. durch Einstechen in den Boden beim Schneiden, Drehen, Stoppen, Beschleunigen, bei Rückwärtsbewegungen und dergleichen. Im Vergleich dazu kann das Material **116** an dem versetzten Standort teilweise von einem bedeutenden Anteil dieser Scher- und Abriebsbedingungen geschützt sein, wodurch die Integrität während der Verwendung beibehalten wird.

**[0076]** **Fig. 5** ist eine auseinander gezogene Schnittansicht des Materials **116** und der unteren Oberfläche **144** der Stützplatte **136** an einem der Bodenhaftungselemente **114**. In diesem dargestellten Beispiel ist das

Bodenhaftungselement **114**, das für eines oder mehrere der anderen Bodenhaftungselemente **114** stehen kann, einstückig mit der Stützplatte **136** gegossen und weist einen Schaft **150** auf, der nach unten über die untere Oberfläche **144** und das Material **116** vorsteht. Der Schaft **150** selbst kann eine äußere Seitenoberfläche **152** und einen abschließenden Rand **154** aufweisen. Der abschließende Rand **154** des Schafts **150** ist das distale Ende des Bodenhaftungselements **114**, gegenüber der unteren Oberfläche **144**, und ist der Abschnitt des Bodenhaftungselements **114**, der zu Anfang das Spielfeld oder Bodenoberfläche kontaktieren und darin eindringen kann.

**[0077]** Wie oben erwähnt, kann das Bodenhaftungselement **114** jede geeignete Abmessung und Form aufweisen, wobei der Schaft **150** (und die äußere Seitenoberfläche **152**) entsprechend rechteckige, hexagonale, zylindrische, kegelförmige, runde, viereckige, dreieckige, trapezförmige, diamantförmige, ovale sowie andere regelmäßige und unregelmäßige Formen (z. B. gekrümmte Linien, C-Formen usw.) besitzen kann. Auf die gleiche Weise kann der abschließende Rand **154** Abmessungen und Größen aufweisen, die denen der äußeren Seitenoberfläche **152** entsprechen können und im Wesentlichen flach, geneigt, abgerundet und dergleichen sein können. Des Weiteren kann in einigen Ausführungsformen der abschließende Rand im Wesentlichen parallel zu der unteren Oberfläche **144** und/oder dem Material **116** sein.

**[0078]** Beispiele geeigneter durchschnittlicher Längen **156** für jeden Schaft **150** in Bezug auf die untere Oberfläche **144** liegen in dem Bereich von 1 Millimeter bis 20 Millimeter, von 3 Millimeter bis 15 Millimeter oder von 5 Millimeter bis 10 Millimeter, wobei, wie oben erwähnt, jedes Bodenhaftungselement **114** unterschiedliche Abmessungen und Größen (d. h., die Schäfte **150** der verschiedenen Bodenhaftungselemente **114** können unterschiedliche Längen aufweisen) besitzen kann.

**[0079]** In den in **Fig. 1** bis **Fig. 5** dargestellten Beispielen ist das Material **116** auf der gesamten unteren Oberfläche **144** der Trägerplatte **136** zwischen (und ausschließlich) den Bodenhaftungselementen **114** vorhanden. Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 5** dargestellt, das Material **116** die untere Oberfläche **144** an Stellen um den Schaft **150** jedes Bodenhaftungselements **114** bedecken, sodass das Material **116** die äußere Seitenoberfläche **152** des abschließenden Randes **154** des Bodenhaftungselements **114** nicht bedeckt, außer wahlweise in einem Basisbereich **158** des Schafts **150**. Dies kann die Integrität des Materials **116** bewahren und die Bodenhaftungsleistung der Bodenhaftungselemente **114** bewahren. In einigen Ausführungsformen bedeckt das Material **116** keinen Abschnitt der äußeren Seitenoberfläche **152** des Schafts **150**. In anderen Ausführungsformen bedeckt der Basisbereich **158**, den das Material **116** (in einem trockenen Zustand) bedeckt, die äußere Oberfläche **152** mit weniger als 25%, weniger als 15% oder weniger als 10% der Länge des Schafts **150** oder tritt damit in Kontakt, wie als durchschnittlicher Abstand von der unteren Oberfläche **144** am Bodenhaftungselement **114** gemessen.

**[0080]** Wie in **Fig. 5** zu sehen, kann das Material **116** ein dünner Film zum Minimieren oder anders Reduzieren des Schlags auf die Bodenhaftungselemente **114** sein. Beispiele für geeignete durchschnittliche Materialdicken **116** in trockenem Zustand (auch als Trockenzustand-Materialdecke **160** bezeichnet) liegen zwischen 0,025 Millimeter bis 5 Millimeter, 0,5 Millimeter bis 3 Millimeter, von 0,25 Millimeter bis 1 Millimeter, 0,25 Millimeter bis 2 Millimeter, 0,25 Millimeter bis 5 Millimeter, 0,15 Millimeter bis 1 Millimeter, 0,15 Millimeter bis 1,5 Millimeter, 0,1 Millimeter bis 1,5 Millimeter, 0,1 Millimeter bis 2 Millimeter, von 0,1 Millimeter bis 5 Millimeter, 0,1 Millimeter bis 1 Millimeter oder 0,1 Millimeter bis 0,5 Millimeter. Wie dargestellt, werden die Dicken des Materials **116** zwischen der Schnittstellenverbindung an der unteren Oberfläche **144** der Stützplatte **136** und einer Außenoberfläche des Materials **116** (auch als Materialoberfläche **162** bezeichnet) gemessen.

**[0081]** In einigen alternativen Ausführungsformen kann das Material **116** auch (oder alternativ) in einer oder mehreren Bereichen der Bodenhaftungselemente **114** vorliegen. Zum Beispiel kann das Material an einer Außenoberfläche der Bodenhaftungselemente **114** vorliegen. Diese Ausführungsformen können vorteilhaft sein, z. B. in Anwendungen, bei denen das Bodenhaftungselement **114** eine zentrale Basis mit mehreren Schäften **150** aufweist, die vom Umfang der zentralen Basis vorstehen. In solchen Ausführungsformen kann das Material **116** mindestens an der zentralen Basis des Bodenhaftungselements **114** vorliegen. Des Weiteren kann bei einigen Anwendungen das Material **116** auch eines oder mehrere Bodenhaftungselemente **114** vollständig bedecken (z. B. am Schaft **150**).

**[0082]** Das Vorhandensein des Materials **116** auf der zum Boden weisenden Seite der Laufsohle **112** (d. h. auf der unteren Oberfläche **144**) ermöglicht dem Material **116**, mit dem Boden in Kontakt zu treten, einschließlich mit nassem Boden während der Verwendung, wobei man glaubt, dass dadurch die Schmutzablösungsleistung für die Fußbekleidung **100** verbessert wird, wie unten beschrieben. Das Material **116** kann jedoch auch optional an einer oder mehreren Stellen der Seitenwand **146** der Stützplatte **144** vorliegen.

**[0083]** Wie oben kurz erwähnt, weist das Material **116** in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel auf. Das Vorhandensein des Hydrogels in dem Material kann dem Material **116** ermöglichen, Wasser zu absorbieren oder anders aufzunehmen. Zum Beispiel kann das Material Wasser aus einer externen Umgebung (z. B. aus Schlamm, feuchtem Gras, vorherigem Einweichen und dergleichen) aufnehmen.

**[0084]** Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „nachgiebig“ auf die Steifigkeit eines elastischen Materials und kann von dem Speichermodul des Materials bestimmt werden. Allgemein gilt, wenn das Hydrogel des Materials ein vernetztes Hydrogel ist (z. B. physikalische Vernetzungen, kovalente Vernetzungen der beide einschließt): je geringer der Vernetzungsgrad im Hydrogel oder je größer der Abstand zwischen Vernetzungen in dem Hydrogel, desto nachgiebiger das Material. In besonderen Ausführungsformen, wenn das Material ein vernetztes polymeres Hydrogel umfasst, glaubt man, dass diese Wasseraufnahme durch das Material **116** bewirken kann, dass sich das vernetzte polymere Hydrogel unter dem Druck des aufgenommenen Wasser ausdehnen und strecken kann, während es die strukturelle Integrität insgesamt aufgrund der Vernetzung beibehält. Dieses Strecken und Ausdehnen des Hydrogels kann bewirken, dass das Material **116** anschwellt und nachgiebiger wird (z. B. komprimierbar, expandierbar und streckbar).

**[0085]** In Ausführungsformen, bei denen das Material anschwellt, kann das Anschwellen des Materials **116** als eine Zunahme der Materialdicke von einer Trockenzustandsdicke **160** des Materials **116** (siehe **Fig. 5**) über einen Bereich von Zwischenzustandsdicken (z. B. die Dicke **163** aus **Fig. 5A**) beobachtet werden, während zusätzliches Wasser aufgenommen wird und schließlich eine gesättigte Dicke **164** (siehe **Fig. 5B**) erreichen, die eine durchschnittliche Dicke des Materials **116** bei vollständiger Sättigung mit Wasser ist. Die gesättigte Dicke **164** des vollständig gesättigten Materials **114** kann z. B. größer als 150%, größer als 200%, größer als 250%, größer als 300%, größer als 350%, größer als 400%, größer als 500% der Trockenzustandsdicke **160** des gleichen Materials **116** sein.

**[0086]** In einigen Ausführungsformen liegt die gesättigte Dicke **164** des vollständig gesättigten Materials **114** in einem Bereich von 150% bis 500%, von 150% bis 400%, von 150% bis 300% oder von 200% bis 300% der Trockenzustandsdicke **160** des gleichen Materials **116**. Beispiele für geeignete Durchschnittsdicken für das Material **116** in nassem Zustand (auch als gesättigte Dicke **164** bezeichnet) liegen zwischen 0,2 Millimeter bis 10 Millimeter, von 0,2 Millimeter bis 5 Millimeter, von 0,2 Millimeter bis 2 Millimeter, von 0,25 Millimeter bis 2 Millimeter, 0,25 Millimeter oder von 0,5 Millimeter bis 1 Millimeter.

**[0087]** In besonderen Ausführungsformen kann das Material **116** das Wasser, das in Kontakt mit dem Material **116** steht, schnell aufnehmen. Zum Beispiel kann das Material **116** Wasser aus Schlamm oder nassem Gras aufnehmen, wie z. B. während des Aufwärmens vor einem Wettkampfspiel. Alternativ (oder zusätzlich) kann das Material **116** mit Wasser vorbehandelt werden, sodass das Material **116** teilweise oder vollständig gesättigt ist, z. B. durch Besprühen oder Einweichen der Laufsohle **112** mit Wasser vor der Verwendung.

**[0088]** Die Gesamtmenge an Wasser, die das Material **116** aufnehmen kann, hängt von mehreren Faktoren ab, wie z. B. der Zusammensetzung (z. B. Hydrophilität), Vernetzungsdichte, Dicke und Zwischenschichtbindung an der Stützplatte **136**, wenn eine Stützplatte vorhanden ist. Zum Beispiel glaubt man, dass ein Material, das ein Hydrogel umfasst, einen höheren Grad an Hydrophilität aufweist und dass ein geringerer Grad an Vernetzungsdichte das Wasseraufnahmevermögen des Materials **116** erhöhen kann. Andererseits kann die Schnittstellenverbindung zwischen dem Material **116** und der unteren Oberfläche **144** der Stützplatte **136** (wenn eine Stützplatte **136** verwendet wird) das Anschwellen des Materials **116** aufgrund seiner relativ dünnen Abmessungen einschränken. Entsprechend können, wie unten beschrieben, das Wasseraufnahmevermögen und die Schwellkapazität des Materials **116** zwischen dem Material **116** in einem Reinfilmzustand (der isolierte Film selbst) und dem Material **116** wie in der Stützplatte **136** vorhanden, unterschiedlich sein.

**[0089]** Das Wasseraufnahmevermögen und die Wasseraufnahmerate des Materials **116** sind von der Größe und Form der Geometrie abhängig und basieren typischerweise auf den gleichen Faktoren. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass es unter Berücksichtigung der Teilabmessungen beim Messen des Wasseraufnahmevermögens möglich ist, eine intrinsische Dauerzustand-Materialeigenschaft abzuleiten. Daher kann die Beibehaltung der Masse zum Definieren des Verhältnisses zwischen absorbiertem Wassergewicht zu anfänglichem Trockengewicht des Materials **116** über sehr lange Zeitmessungen verwendet werden (d. h. wenn sich das Verhältnis nicht mehr in einer messbaren Rate verändert).

**[0090]** Demgegenüber ist die Wasseraufnahmerate vorübergehend und kann kinetisch definiert werden. Die drei primären Faktoren für die Wasseraufnahmerate für ein Material **116**, das an einer Oberfläche einer Laufsohle mit vorgegebener Teilgeometrie vorliegt, sind Zeit, Dicke und der freigelegte Oberflächenbereich, der zur

Wasseraufnahme verfügbar ist. Wieder kann das Gewicht von Wasser, das aufgenommen wird, als Maß für die Wasseraufnahmerate verwendet werden, es kann aber auch der Wasserfluss durch Normalisieren des freigelegten Oberflächenbereichs berücksichtigt werden. Zum Beispiel kann ein dünner rechteckiger Film mit  $2 \times L \times B$  definiert werden, wobei L die Länge der einen Seite und B die Breite ist. Der Wert wird verdoppelt, um die zwei Hauptoberflächen des Films zu berücksichtigen, der Vorabfaktor kann aber beseitigt werden, wenn der Film eine nicht absorbierende Strukturschicht aufweist, die an einer der Hauptoberflächen gesichert ist (z. B. an einer Laufsohlen-Stützplatte).

**[0091]** Das Normalisieren der Dicke und Zeit kann eine detailliertere Analyse erfordern, weil es sich um gekoppelte Variablen handelt. Das Wasser dringt tiefer in den Film ein, wenn mehr Zeit in dem Experiment verstreicht, daher steht bei längeren Zeitmessungen mehr funktionelles (z. B. absorbierendes) Material zur Verfügung. Ein Dimensionsdiffusionsmodell kann die Beziehung zwischen Zeit und Dicke durch Materialeigenschaften wie Diffusivität erklären. Insbesondere sollte das Gewicht von Wasser, das durch den freigelegten Oberflächenbereich freigelegt wird, eine gerade Linie ergeben, wenn es mit der Quadratwurzel der Zeit dargestellt wird.

**[0092]** Es können jedoch verschiedene Faktoren auftreten, bei denen dieses Modell die Daten nicht gut wiedergibt. Erstens sind bei langen Zeiten die Materialien gesättigt und die Diffusionskinetik wechselt aufgrund der Abnahme des Konzentrationsgradienten des Wassers. Zweitens kann, während die Zeit fortschreitet, das Material plastifiziert werden, um die Diffusionsrate zu erhöhen, sodass das Modell den physikalischen Prozess nicht mehr repräsentiert. Schließlich können im Wettbewerb stehende Verfahren die Wasseraufnahme oder das Gewichtswechselphänomen dominieren, typischerweise durch das Oberflächenphänomen wie die Physisorption auf einer rauen Oberfläche aufgrund der kapillaren Kräfte. Hierbei handelt es sich um einen diffusionsgetriebenen Prozess und das Wasser wird eigentlich nicht in den Film aufgenommen.

**[0093]** Obgleich das Material **116** beim Aufnehmen von Wasser anschwellen kann und zwischen unterschiedlichen Materialzuständen mit den zugehörigen Dicken **160**, **163** und **164** übergehen kann, kann die gesättigte Dicke **164** des Materials **116** vorzugsweise geringer bleiben als die Länge **156** des Bodenhaftungselements **114**. Die Auswahl des Materials **116** und seine zugehörigen trockenen und gesättigten Dicken stellen sicher, dass die Bodenhaftungselemente **114** weiter eine in den Boden eingreifende Bodenhaftung während der Verwendung der Fußbekleidung **100** bereitstellen, sogar dann, wenn das Material **116** vollständig geschwollen ist. Zum Beispiel beträgt die durchschnittliche Zwischenraumdifferenz zwischen den Längen **156** der Bodenhaftungselemente **114** und der gesättigten Dicke **164** des Materials **116** mindestens 8 Millimeter. Zum Beispiel kann der durchschnittliche Zwischenraumabstand mindestens 9 Millimeter, 10 Millimeter oder mehr betragen.

**[0094]** Wie oben auch erwähnt, kann zusätzlich zum Schwellen die Nachgiebigkeit des Materials **116** auch von relativ steif (z. B. Trockenzustand) zu zunehmend streckbar, komprimierbar und verformbar (z. B. Nasszustand) zunehmen. Die erhöhte Nachgiebigkeit kann dem Material **116** entsprechend ermöglichen, sich unter einem ausgeübten Druck (z. B. während eines Fußschlags auf dem Boden) zu verdichten und in einigen Ausführungsformen mindestens einen Anteil des Wassers (je nach dem Ausmaß der Verdichtung) abzugeben. Obschon nicht an diese Theorie gebunden, glaubt man, dass diese Verdichtungsnachgiebigkeit allein, die Wasserabgabe allein oder beide in Kombination die Adhäsion und/oder Kohäsion von Schmutz an der Laufsohle **112** stören können, was die Ansammlung von Schmutz an der Laufsohle **112** verhindert oder anders reduziert.

**[0095]** Außer der schnellen Abgabe von Wasser kann in besonderen Beispielen das verdichtete Material **116** das Wasser schnell wieder aufnehmen, wenn die Verdichtung gelöst wird (z. B. Anheben des Fußes während des normalen Einsatzes). Daher kann während der Verwendung in einer nassen oder feuchten Umgebung (z. B. matschiger oder nasser Boden) das Material **116** dynamisch Wasser abgeben und wiederholt wieder aufnehmen, jeweils während aufeinander folgender Fußschläge, insbesondere von einer nassen Oberfläche. Daher kann das Material **116** ferner die Schmutzansammlung über längere Zeiträume verhindern (z. B. während eines gesamten Spiels), insbesondere, wenn Grundwasser zur erneuten Aufnahme zur Verfügung steht.

**[0096]** Fig. 6 bis Fig. 9 zeigen ein beispielhaftes Verfahren zum Verwenden von Fußbekleidung **100** auf einem matschigen oder nassen Boden **166**, die einen möglichen Mechanismus darstellen, mit dem Materialien, die Hydrogele umfassen, wie hierin offenbart, die Schmutzansammlung an der Laufsohle **112** verhindern oder reduzieren können. Es ist bekannt, dass sich der Schmutz vom Boden **166** an einer Laufsohle (z. B. zwischen den Bodenhaftungselementen) während der sportlichen Verwendung oder in der Freizeit ansammeln kann, insbesondere, wenn der Boden **166** nass ist. Der Schmutz sammelt sich an der Laufsohle aufgrund einer Kombination aus Adhäsion der Schmutzteilchen an der Oberfläche der Laufsohle und Kohäsion der Schmutzteilchen aneinander an. Zum Brechen dieser adhäsiven und kohäsiven Kräfte müssen die Schmutzteilchen Spannungen unterworfen werden, die hoch genug sind, um ihre adhäsiven/kohäsiven Aktivierungsenergien

zu übertreffen. Wenn dies erreicht wird, können sich die Schmutzteilchen unter den ausgeübten Spannungen bewegen oder fließen, was die Anteile von Schmutz von der Laufsohle löst oder anders freigibt.

**[0097]** Während der typischen Verwendung von Stollen-Fußbekleidung, wie z. B. während Sportveranstaltungen (z. B. Fußballspiele, Golfereignisse und American Football-Spiele) sind die Aktionen des Gehens und Laufens nicht immer ausreichend, um den Schmutz von der Laufsohle zu lösen. Dies kann dazu führen, dass Schmutz an den Laufsohlen klebt, insbesondere an den Zwischenbereichen, an denen Kompaktierkräfte in Normalenrichtung zwischen den einzelnen Bodenhaftungselementen maximiert werden. Man wird zu schätzen wissen, dass sich dieser Schmutz schnell ansammeln kann, um das Gewicht der Fußbekleidung zu erhöhen und die Wirksamkeit der Bodenhaftungselemente (z. B. weil sie ein geringeres axiales oder normales Ausmaß zum Eingreifen in den Boden **166** aufweisen) zu reduzieren, was beides eine deutliche Auswirkung auf die sportliche Leistung haben kann.

**[0098]** Die Aufnahme des Materials **116** in einer Oberfläche oder Seite der Laufsohle **112** (z. B. einer zum Boden weisenden Oberfläche oder Seite der Laufsohle) kann jedoch die Adhäsion und/oder Kohäsion des Schmutzes an der Laufsohle **112** stören und so die Adhäsions-/Kohäsionsaktivierungsenergien reduzieren, die anderenfalls zum Einleiten des Flusses der Schmutzteilchen erforderlich wäre. Wie in **Fig. 6** gezeigt, kann die Fußbekleidung **100** in einem vorbedingten (d. h. vornassen) Zustand bereitgestellt werden, wobei das Material **116** teilweise oder vollständig mit Wasser gesättigt ist. Dies kann auf mehrere Weisen erreicht werden, wie z. B. durch Besprühen der Laufsohle **112** mit Wasser, Einweichen der Laufsohle **112** in Wasser oder anders Aussetzen des Materials **116** mit Wasser in ausreichender Menge für eine ausreichende Dauer. Alternativ (oder zusätzlich) kann, wenn Wasser oder nasse Materialien auf dem Boden **166** vorliegen, die Fußbekleidung **100** auf herkömmliche Weise auf dem Boden **166** verwendet werden, bis das Material **116** eine ausreichende Menge Wasser von dem Boden **166** oder den nassen Materialien aufgenommen hat, um den vorbedingten Zustand zu erreichen.

**[0099]** Während eines Fußschlags bewirkt die Abwärtsbewegung der Fußbekleidung **100** (durch Pfeil **168** dargestellt), dass das Bodenhaftungselement **114** mit dem Boden **166** in Kontakt tritt. Wie in **Fig. 7** gezeigt, kann der fortgesetzte durch den Fußschlag ausgeübte Druck bewirken, dass das Bodenhaftungselement **114** in den weicheren Schmutz des Bodens **166** eindringt, bis die Materialoberfläche **162** des Materials **116** mit dem Boden **166** in Kontakttritt. Wie in **Fig. 8** dargestellt, kann der weiterhin ausgeübte Druck des Fußschlags das Material **116** in den Boden **166** drücken, wodurch das Material **116** mindestens teilweise unter dem ausgeübten Druck (durch die Pfeile **170** dargestellt) verdichtet wird.

**[0100]** Wie zu sehen, kann diese Verdichtung des Materials **116** in den Schmutz des Bodens **166** den Schmutz kompaktieren, wodurch die Möglichkeit, dass sich Schmutzteilchen an der Laufsohle **112** anhaften und kohäsiv aneinander haften (zusammenklumpen) erhöht wird. Die Verdichtung des Materials **116** kann jedoch auch mindestens einen Anteil des aufgenommenen Wassers in den Schmutz des Bodens **166** abgeben (wie von den Pfeilen **172** dargestellt). Man glaubt, dass, wenn das Wasser durch die Materialoberfläche **162** des Materials **116** abgegeben wird, der Druck des ausgestoßenen Wassers die Adhäsion von Schmutz an der Materialoberfläche **162** an dieser Schnittstelle stören kann.

**[0101]** Außerdem glaubt man, dass, nach Abgabe davon in den Schmutz, das Wasser auch die Rheologie des Schmutzes benachbart zu der Materialoberfläche **162** modifizieren kann (z. B. verwässern des Bodens zu einem relativ matschigeren oder nasserem Zustand). Dadurch, so glaubt man, werden die Schmutzteilchen in dem Wasserträger im Wesentlichen verteilt und die kohäsiven Kräfte geschwächt (z. B. mechanische/ionische/Wasserstoffbindungen). Jeder dieser Mechanismen des ausgestoßenen Wassers, so glaubt man, verringert die erforderlichen Spannungen, die zum Stören der Adhäsion des Schmutzes von der Laufsohle **112** notwendig sind. Daher können die Spannungen, die typischerweise bei sportlichen Aktivitäten angelegt werden (z. B. beim Laufen, Führen des Balls mit der Fußbekleidung und Schießen des Balls) die kohäsiven/adhäsiven Aktivierungsenergien öfter überschreiten.

**[0102]** Wie in **Fig. 9** dargestellt, wird die Fußbekleidung **100** gemäß dem Fußschlag (durch Pfeil **174** dargestellt) angehoben, wodurch, so glaubt man, die Verdichtung, die das Material **116** erfährt, gelöst wird und sich das Material **116** frei ausdehnen kann. Bei einigen Beispielen hat sich herausgestellt, dass, wenn die Laufsohle **112** von dem Boden **166** gehoben wird, eine dünne Wasserschicht in Kontakt mit der Materialoberfläche **162** verbleiben kann, welche die erneute Aufnahme in das Material **116** schnell ausführen kann. Diese schnelle Wiederaufnahme von Wasser aus der Materialoberfläche **162** kann nach Entfernen der Verdichtung (z. B. innerhalb von 1, 2 oder 5 Sekunden) das Material **116** schnell zurück in seinen zuvor geschwellten Zustand schwellen (je nach wieder aufzunehmender Wassermenge), wie von den Pfeilen **176** dargestellt.



**[0103]** Diese zyklische Verdichtung und Ausdehnung aus wiederholten, schnellen und/oder kräftigen Fußschlägen während der Verwendung der Fußbekleidung **100** kann die Adhäsion von Schmutz, der weiterhin an der Materialoberfläche **162** haftet, mechanisch stören, trotz der relativ kleinen Dicke des Materials **116** in jedem der verschiedenen Wassersättigungszustände (z. B. teilweise bis voll gesättigt). Insbesondere glaubt man, dass die erhöhte Nachgiebigkeit unter gewissen Bedingungen zu nicht homogenen Scherzuständen in dem Schmutz führt, wenn dieser in normaler oder vertikaler Richtung verdichtet wird, was auch zu erhöhten Schnittstellen-Scherspannungen und einer Abnahme der Schmutzansammlung führen kann.

**[0104]** In einigen Ausführungsformen kann das Material **116** während der Wasserwiederaufnahme auf gleichförmige Weise anschwellen (und auch während der anfänglichen Aufnahme). In solchen Ausführungsformen kann das aufgenommene Wasser dazu neigen, in einer Bahn zu laufen, die senkrecht zu der Materialoberfläche **162** verläuft, und so im Wesentlichen in Querrichtung zu der allgemeinen Ebene des Materials **116** nach Absorption fließen. Diese unregelmäßige, senkrechte Wasseraufnahme und relativer Mangel des Intramaterial-Transports von quer laufendem Wasser kann zu einer unregelmäßigen und rauen Textur oder kleinen Rillen auf der Materialoberfläche **162** führen. Das Vorhandensein dieser kleinen Rillen auf der gleichförmigen Materialoberfläche **162** aus dem ungleichmäßigen Schwellen, so glaubt man, kann möglicherweise die Adhäsion von Schmutz an der Materialoberfläche **162** weiter stören und so den Schmutz lockern und das Ablösen von Schmutz weiter fördern. Die ungleichförmige, gerillte Materialoberfläche **162** ist auch in dem Foto aus **Fig. 19** eines beispielhaften wassergesättigten Materials **116** gemäß der vorliegenden Erfindung zu sehen.

**[0105]** Zusätzlich zum Zyklus der Aufnahme, Verdichtung, Abgabe, Wiederaufnahme und des Anschwellens wie oben beschrieben, kann die erhöhte Nachgiebigkeit des Materials **116**, z. B. die Längungsnachgiebigkeit in Längsrichtung, dem Material **116** ermöglichen, form- und streckbarer zu sein, während es geschwollen ist. Zum Beispiel kann, wie in **Fig. 10** dargestellt, während einer Fußdrehung in einem Fußschlag (z. B. da der Fuß im Allgemeinen während eines Schrittes von der Ferse zur Zehe abrollt) die Laufsohle **112** und das Material **116** entsprechend gebogen (z. B. durch Induzieren von Verdichtungskräften, die von den Pfeilen **170** dargestellt sind) werden.

**[0106]** Die erhöhte Längungs- oder Streckfähigkeit des Materials **116**, wenn dies teilweise oder vollständig mit Wasser gesättigt ist, kann das Ausmaß erhöhen, in dem sich das Material **116** während des Biegens streckt, was eine zusätzliche Scherkraft auf den Schmutz erzeugt, der an der Materialoberfläche **162** haftet. Wie dargestellt, erzeugt ein rollender Schlag über den Boden eine gekrümmte Laufsohle **112** und ein gekrümmtes verdichtetes Material **116**, was bewirken kann, dass Wasser daraus abgegeben wird und quer verlaufende Materialstreckkräfte zum Abziehen und Ablösen von Schmutz erzeugt werden. Die Verdichtungskräfte (durch die Pfeile **170** dargestellt) auf dem Material **116**, welche die Wasserabgabe unterstützen können, können insbesondere an Kontaktstellen mit dem Boden **166** und/oder dort stark sein, wo der Krümmungsradius der gekrümmten Laufsohle **112**/des gekrümmten Materials **116** relativ klein oder minimal ist.

**[0107]** Die vorstehenden Eigenschaften des Materials **116** in Bezug auf die Verdichtungs- bzw. Ausdehnungsnachgiebigkeit und die Längungsnachgiebigkeit, so glaubt man, sind eng verbunden und können von den gleichen Material **116**-Eigenschaften abhängig sein (z. B. ein hydrophiles Material, das relativ schnell große Wassermengen im Vergleich zu Materialgröße und -dicke aufnehmen und abgeben kann). Ein Unterschied besteht in ihren Mechanismen zum Verhindern der Schmutzansammlung, z. B. Oberflächenadhäsionsstörung gegenüber Scherkrafterzeugung. Die Wasserwiederaufnahme, so glaubt man, bewirkt möglicherweise, dass sich das Material **116** schnell ausdehnt und anschwellt, nachdem es zum Abgeben von Wasser verdichtet wurde. Die schnelle Wasseraufnahme kann einen Mechanismus zum Nachfüllen des Materials **116**-Wassergehalts zwischen Fußschlägen bereitstellen. Das schnelle Nachfüllen des Material **116**-Wassergehalts kann das Material **116** zu seinem nachgiebigen Zustand wiederherstellen, sodass es in einen Zustand zurückgebracht wird, bei dem die Streck- und Scherkräfte zum Ablösen von Ablagerungen beitragen können. Zusätzlich kann das Nachfüllen des Material **116**-Wassergehalts eine nachfolgende Wasserabgabe zum Bereitstellen eines zusätzlichen Mechanismus zum Verhindern der Schmutzansammlung (z. B. durch Anlegen eines Wasserdrucks und Modifizierung der Schmutzrheologie) bereitstellen. Daher kann der Wasserabsorptions-/abgabezyklus eine einzigartige Kombination zum Verhindern der Schmutzansammlung an der Laufsohle **112** der Fußbekleidung **100** bereitstellen.

**[0108]** Zusätzlich zu der effektiven Verhinderung der Schmutzansammlung ist das Material **116** auch ausreichend beständig für seinen Verwendungszweck auf der bodenkontaktierenden Seite der Laufsohle **112**. Die Beständigkeit basiert zum Teil auf der Natur und Stärke der Schnittstellenverbindung von Material **116** und unterer Oberfläche **144** der Stützplatte **136** sowie auf den physikalischen Eigenschaften des Materials **116** selbst. In vielen Beispielen darf sich das Material **116** während der Einsatzdauer des Materials **116** nicht von

der Stützplatte **136** ablösen und kann im Wesentlichen abrieb- und verschleißfest sein (z. B. durch Beibehalten der strukturellen Integrität ohne Einreißen und Platzen).

**[0109]** In verschiedenen Ausführungsformen kann die Einsatzdauer des Materials **116** (und der Laufsohle **112** und Fußbekleidung **100** damit) mindestens 10 Stunden, 20 Stunden, 50 Stunden, 100 Stunden, 120 Stunden oder 150 Stunden Tragen betragen. Zum Beispiel kann in einigen Anwendungen die Einsatzdauer des Materials **116** von 20 Stunden bis 120 Stunden betragen. In anderen Anwendungen kann die Einsatzdauer des Materials **116** von 50 Stunden bis 100 Stunden Tragen betragen.

**[0110]** Interessanterweise können in vielen Beispielen die trockenen und nassen Zustände des Materials **116** dem Material **116** ermöglichen, sich dynamisch der Strapazierfähigkeit anzupassen, um ein Spiel auf einer trockenen und nassen Oberfläche zu berücksichtigen. Wenn auf einem trockenen Boden **166** verwendet, kann das Material **116** auch trocken sein, wodurch es steifer und wasserbeständiger ist. Alternativ kann das Material **116**, bei Verwendung auf nassem Boden **166** oder bei Vorhandensein von nassem Material auf einem trockenen Boden **166**, schnell Wasser aufnehmen, um einen teilweise oder vollständig gesättigten Zustand zu erreichen, der ein geschwollener und/oder nachgiebiger Zustand sein kann. Der nasse Boden **166** führt jedoch zu einem geringeren Verschleiß des angeschwollenen und nachgiebigen Materials **116** im Vergleich zu einem trockenen Boden **166**. Daher kann das Material **116** auf Wunsch für verschiedene Bedingungen verwendet werden. Nichtsdestotrotz sind die Fußbekleidung **100** und Laufsohle **112** insbesondere für die Verwendung in nassen Umgebungen nützlich, wie auf matschigen Oberflächen, Rasenflächen und dergleichen.

**[0111]** Obschon sich das Material **116**, das in **Fig. 1** bis **Fig. 4** dargestellt ist, über die gesamte untere Oberfläche **144** der Laufsohle **112** der Fußbekleidung **100** erstreckt, kann das Material **116** in alternativen Ausführungsformen alternativ als eines oder mehrere Segmente vorliegen, die an separaten, diskreten Stellen an der unteren Oberfläche **144** der Laufsohle **112** vorliegen. Zum Beispiel kann das Material **116**, wie in **Fig. 11** dargestellt, alternativ als erstes Segment **116A** vorliegen, das an der unteren Oberfläche **144** im Vorderfußbereich **122** gesichert ist, wie z. B. in dem Zwischenbereich zwischen den Bodenhaftungselementen **114** der Gruppierung **147A**; ein zweites Segment **116B** an der unteren Oberfläche **144** im Mittelfußbereich **124** gesichert sein, wie z. B. im Zwischenbereich zwischen den Bodenhaftungselementen **114** der Gruppierung **147B**; und/oder ein drittes Segment **116C** an der unteren Oberfläche **144** im Fersenbereich **126** gesichert sein, wie z. B. im Zwischenbereich zwischen den Bodenhaftungselementen **114** der Gruppierung **147C**. In jedem dieser Beispiele können die übrigen Bereiche der unteren Oberfläche **144** frei von dem Material **116** sein.

**[0112]** In einigen Anordnungen liegt das Material **116** als eines oder mehrere Segmente vor, die an der unteren Oberfläche **144** in einem Bereich **178** zwischen den Gruppierungen **147A** und **147B** gesichert sind, in einem Bereich **180** zwischen den Gruppierungen **147B** und **147C** oder beiden. Zum Beispiel kann das Material **116** ein erstes Segment einschließen, das an der unteren Oberfläche **144** vorliegt, welche die Stellen von Segment **116A**, den Bereich **178** und das Segment **116B** einschließt, sowie an der Stelle des Bereichs **178**; und ein zweites Segment, das dem Segment **116B** (in Gruppierung **147C**) entspricht. Wie auch in **Fig. 11** dargestellt, können die Segmente des Materials **116** (z. B. Segment **116A**, **116B** und **116C**) wahlweise Oberflächenabmessungen aufweisen, die mit der Geometrie der Stützplatte **136** insgesamt übereinstimmen, um sich den Konturen der Rillen **148**, der Bodenhaftungselemente **114** und dergleichen anzupassen.

**[0113]** In einer anderen Anordnung weist die untere Oberfläche **144** einen vorderen Randbereich **182** zwischen dem vorderen Rand **128** und der Gruppierung **147A** auf (und kann wahlweise einen vorderen Abschnitt der Gruppierung **147A** einschließen) ohne das Material **116** auf. Da einige der Beispiele des Materials **116** rutschig sein können, wenn sie teilweise oder vollständig gesättigt sind, kann sich das Material **116** im vorderen Randbereich **182** der unteren Oberfläche **144** möglicherweise auf die Bodenhaftung und Ballhandhabung während des Sports auswirken. Des Weiteren ist die Schmutzansammlung typischerweise in den Zwischenbereichen der Gruppierungen **147A**, **147B** und **147C** im Vergleich zum vorderen Rand **128** am markantesten.

**[0114]** Des Weiteren kann die optionale Stützplatte **136** auch eine oder mehrere vertiefte Taschen aufweisen, wie z. B. die Tasche **188** aus **Fig. 12**, in der Material **116** oder ein Untersegment des Materials **116** enthalten sein können. Dies kann potentiell die Haltbarkeit des Materials **116** durch Schützen davon bei lateralen Delaminierungsspannungen erhöhen. Zum Beispiel kann die Stützplatte **136** eine Tasche **188** im Zwischenbereich der Gruppierung **147C** einschließen, wobei das Untersegment **116C** des Materials **116** an der unteren Oberfläche **144** innerhalb der Tasche **188** gesichert sein kann. In diesem Fall kann die Trockenzustandsdichte **160** des Materials **116** in Bezug auf eine Tiefe **190** der Tasche **188** variieren.

**[0115]** In einigen Ausführungsformen kann die Tiefe **190** der Tasche **188** in dem Bereich von 80% bis 120%, von 90% bis 110% oder von 95% bis 105% der Trockenzustandsdicke **160** des Materials **116** liegen. Des Weiteren kann in Ausführungsformen, bei denen die Stützplatte **136** mehrere Taschen **188** aufweist, jede Tasche **188** die gleiche Tiefe **190** besitzen oder die Tiefen **190** können unabhängig voneinander variieren, je nach Wunsch. Man wird zu schätzen wissen, dass die erhöhte Bindung des Materials **116** aufgrund der vertieften Tasche **188** das Anschwellen des Materials **116** potentiell verringern kann, wenn dies teilweise oder vollständig gesättigt ist. Ein deutlicher Anteil des Materials **116** kann jedoch ausreichend von den Wänden der Tasche **188** versetzt sein, sodass diese Zwischenraumbindungen (in Bezug auf die Trockenzustandsdicke **160**) die Schwell- und Wasserabsorptionsleistung des Materials **116** nur minimal beeinträchtigt.

**[0116]** Fig. 13 zeigt eine alternative Ausgestaltung für den Eingriff zwischen dem Material **116** und der unteren Oberfläche **144**. In diesem Fall kann die Stützplatte **136** eine oder mehrere vertiefte Einkerbungen **192** in jedem geeigneten Muster einschließen, wobei sich Abschnitte des Materials **116** in die Einkerbungen **192** erstrecken, um den Zwischenraum-Bindungsflächenbereich zwischen dem Material **116** und der unteren Oberfläche **144** der Stützplatte **136** zu erhöhen. Zum Beispiel können die Einkerbungen **192** als eine oder mehrere geometrisch geformte Löcher (z. B. rund, rechteckig oder eine andere geometrische Form) oder als ungleichförmig geformte Löcher in der Stützplatte **136** vorliegen, wobei sich einer oder mehrere Gräben oder Kanäle teilweise oder vollständig entlang der Stützplatte **136** (in laterale, Längs- oder Diagonalrichtung) und dergleichen erstrecken.

**[0117]** In diesen Ausführungsformen kann das Material **116** zwei (oder mehr) Dicken aufweisen, je nachdem, ob sich ein vorgegebener Abschnitt des Materials **116** in eine der Einkerbungen erstreckt oder nicht. Zur leichteren Erläuterung und Lesbarkeit bezieht sich die Trockenzustandsdicke **160** des Materials **116** wie hierin verwendet auf einen Abschnitt des Materials **116** (in einem trockenen Zustand), der sich nicht in eine der Einkerbungen erstreckt, wie an den Stellen **194**. Daher ist die Trockenzustandsdicke **160** aus Fig. 13 die gleiche wie die Trockenzustandsdicke **160** aus Fig. 5.

**[0118]** Jede Einkerbung **192** kann unabhängig eine Tiefe **196** aufweisen, die in dem Bereich von 1% bis 200%, von 25% bis 150% oder von 50% bis 100% der Trockenzustandsdicke **160** des Materials **116** liegen kann. An diesen Stellen ist die Trockenzustandsdicke des Materials **116** die Summe von Trockenzustandsdicke **160** und Tiefe **196**. Ein interessantes Ergebnis dieser Anordnung ist, dass das Material **116** potentiell zu unterschiedlichen, teilweise oder vollständig gesättigten Dicken **164** anschwellen kann. Insbesondere und weil die Menge, mit der das Material **116** anschwellt, von der anfänglichen Trockenzustandsdicke des Materials **116** abhängt, und weil die Abschnitte des Materials **116** an den Einkerbungen **192** eine größere Trockenzustandsdicke im Vergleich mit den Abschnitten des Materials **116** an den Stellen **194** aufweisen, kann dies zu einer nicht planaren Schwellung des Materials **116** führen, wie durch die gestrichelten Linien **198** dargestellt. Die besonderen Abmessungen der nicht planaren Schwellung können je nach den relativen Trockenzustandsdicken des Materials **116**, der Tiefe **196** der Einkerbungen **192**, des Ausmaßes der Sättigung des Materials **116**, der besonderen Zusammensetzung des Materials **116** und dergleichen variieren.

**[0119]** Fig. 14 zeigt eine Variation der Einkerbungen **192** aus Fig. 13. In der dargestellten Ausgestaltung aus Fig. 14 können sich die Einkerbungen **192** auch auf einer Ebene mit der Stützplatte **136** erstrecken, um Verriegelungselemente **200** (z. B. Arme oder Flanschköpfe) zu bilden. Diese Ausgestaltung kann auch mit Coextrusion oder Einspritztechniken hergestellt werden und kann ferner zum mechanischen Verriegeln des Materials **116** an der Stützplatte **136** beitragen.

**[0120]** Wie oben beschrieben, ist die Laufsohle **112** mit dem Material **116** insbesondere für Fußballanwendungen geeignet. Das Material **116** kann jedoch auch in Kombination mit anderen Typen von Fußbekleidung **100** verwendet werden, wie Fußbekleidungsartikel **100** für Golf (Fig. 15), Baseball (Fig. 16) und American Football (Fig. 17), die jeweils Bodenhaftungselemente **114** wie Stollen, Nocken und dergleichen aufweisen.

**[0121]** Fig. 15 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Material **116** in einem oder mehreren Abschnitten der Laufsohle **112** und/oder Bodenhaftungselemente **114** in einem Golf-Fußbekleidungsartikel **100** angeordnet ist. In einigen Fällen liegt das Material **116** an einer oder mehreren Stellen der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle **112** vor, ausgenommen die Bodenhaftungselemente **114** (z. B. eine Oberfläche ohne Stollen, die im Allgemeinen in Fig. 1 für die Fußball-Fußbekleidung **100** dargestellt ist). Alternativ oder zusätzlich kann das Material **116** als eines oder mehrere Materialsegmente **116D** an einer oder mehreren Oberflächen zwischen Profilmustern **202** auf der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle **112** vorliegen.

**[0122]** Alternativ oder zusätzlich kann das Material **116** in einer oder mehreren Oberflächen der Bodenhaftungselemente **114** aufgenommen sein. Zum Beispiel kann das Material **116** auch in einem zentralen Bereich des Bodenhaftungselements **114** zwischen den Schaften/Spikes **150A** vorliegen, wie z. B. als eine Oberfläche gegenüber des Bereichs, in dem das Bodenhaftungselement **114** an der Laufsohle **112**-Trägerplatte **136** montiert ist. Bei vielen Bodenhaftungselementen, die für Golf-Fußbekleidung verwendet werden, weist das Bodenhaftungselement **114** einen im Allgemeinen flachen Basisbereich **158A** und mehrere Schaft/Spikes **150A** auf, die um den Umfang des zentralen Bereichs **158A** angeordnet sind. Bei solchen Bodenhaftungselementen kann das Material **116** an dem im Allgemeinen flachen zentralen Basisbereich **158A** angeordnet sein.

**[0123]** In solchen Ausführungsformen können die restlichen Bereiche der Laufsohle **112** frei von dem Material **116** sein. Zum Beispiel können die Stollen **114** mit Material **116** separate Komponenten sein, die an der Laufsohle **112** gesichert sein können (z. B. eingeschraubt oder eingeschnappt), wobei die Laufsohle **112** selbst frei vom Material **116** sein kann. Mit anderen Worten können die materialbedeckten Stollen **114** als Komponenten zur Verwendung mit Standard-Fußbekleidung bereitgestellt werden, die das Material **116** ansonsten nicht enthalten (z. B. Golfschuhe oder andere).

**[0124]** Fig. 16 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Material **116** in einem oder mehreren Abschnitten der Laufsohle **112** in einem Baseball-Fußbekleidungsartikel **100** angeordnet ist. In einigen Fällen ist das Material **116** an einer oder mehreren Stellen der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle **112** vorhanden, ausgenommen die Stollen **114** (z. B. eine Oberfläche ohne Stollen, die im Allgemeinen in Fig. 1 für die Fußball-Fußbekleidung **100** dargestellt ist). Alternativ oder zusätzlich kann das Material **116** als eines oder mehrere Materialsegmente **116D** auf einer oder mehreren vertieften Oberflächen **204** in der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle **112** vorliegen, wobei die vertieften Oberflächen **204** die Stollen **114** darin aufweisen können (z. B. ist das Material **116** nur in einer oder mehreren der vertieften Oberflächen **204**, aber im Wesentlichen nicht auf den Stollen angeordnet).

**[0125]** Fig. 17 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Material **116** in einem oder mehreren Abschnitten der Laufsohle **112** in einem American Football-Fußbekleidungsartikel **100** angeordnet ist. In einigen Fällen ist das Material **116** an einer oder mehreren Stellen der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle **112** vorhanden, ausgenommen die Stollen **114** (z. B. eine Oberfläche ohne Stollen, die im Allgemeinen in Fig. 1 für die Fußball-Fußbekleidung **100** dargestellt ist). Alternativ oder zusätzlich kann das Material **116** als eines oder mehrere Materialsegmente **116D** auf einer oder mehreren vertieften Oberflächen **204** in der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle **112** vorliegen, wobei die vertieften Oberflächen **204** die Stollen **114** darin aufweisen können (z. B. ist das Material **116** nur in einer oder mehreren der vertieften Oberflächen **204**, aber im Wesentlichen nicht auf den Stollen angeordnet).

**[0126]** Fig. 18 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Material **116** in einem oder mehreren Abschnitten der Laufsohle **112** in einem Wander-Fußbekleidungsartikel **100** (z. B. Wanderschuhe oder -stiefel) angeordnet ist. Wie dargestellt, liegen die Bodenhaftungselemente **114** in Form von Nocken **114D** vor, die einstückig mit der unteren Oberfläche **144** der Laufsohle **112** ausgebildet sind und aus dieser vorstehen. In einigen Fällen ist das Material **116** an einer oder mehreren Stellen der unteren Oberfläche **144** der Laufsohle **112** mit Ausnahme der Nocken **114D** vorhanden. Zum Beispiel kann das Material **116** auf den vertieften Oberflächen **204** zwischen benachbarten Nocken **114D** (z. B., aber im Wesentlichen nicht auf den Nocken **114D**) angeordnet sein.

**[0127]** Die vorstehenden Erläuterungen über die Fußbekleidung **100** und Laufsohle **112** wurden oben im Zusammenhang mit Fußbekleidung mit Bodenhaftungselementen (z. B. die Bodenhaftungselemente **114**) vorgestellt, wie z. B. Stollen, Noppen, Spikes, Nocken und dergleichen. Aber die Fußbekleidung **100** mit dem Material **116** kann auch für jede andere geeignete Aktivität ausgestaltet sein, z. B. Laufen, Wandern, Rugby, Fahrradfahren, Tennis und dergleichen. In diesen Ausführungsformen sind eines oder mehrere Segmente des Materials **116** vorzugsweise in Zwischenbereichen zwischen den Bodenhaftungselementen angeordnet, wie z. B. in den Zwischenraumrillen eines Laufschuh-Profilmusters.

**[0128]** Wie oben erläutert, kann das Material der vorliegenden Offenbarung, wie z. B. das Material **116** für die Verwendung mit der Laufsohle **112** (und Fußbekleidung **100**) in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel einschließen, das ermöglicht, dass das Material Wasser aufnimmt. Wie hierin verwendet, bezeichnen die Begriffe „Aufnahme“, „aufnehmen“, „Absorption“, „absorbieren“ und dergleichen das Einziehen einer Flüssigkeit (z. B. Wasser) aus einer externen Quelle in das Material, wie durch Absorption, Adsorption oder beidem. Des Weiteren, und wie oben kurz erwähnt, bezieht sich der Begriff „Wasser“ auf eine wässrige Flüssigkeit, die reines Wasser oder ein wässriger Träger mit geringeren Mengen von gelösten, dispergierten oder anders suspendierten Materialien (z. B. Teilchen, anderen Flüssigkeiten und dergleichen) sein kann.

**[0129]** Die Fähigkeit des Materials (z. B. des Materials **116**), wenn auf einer Laufsohle zum Aufnehmen von Wasser und zum dementsprechenden Anschwellen und Erhöhen der Nachgiebigkeit verwendet, kann die Fähigkeit der Verhinderung der Schmutzansammlung während der Verwendung mit einem Fußbekleidungsartikel (z. B. Fußbekleidung **100**) widerspiegeln. Wie oben erläutert, wird das Material, wenn das Material Wasser aufnimmt (z. B. durch Absorption, Adsorption, Kapillarwirkung usw.) veranlasst, von einem trockenen, relativ starren Zustand zu einem teilweise oder vollständig gesättigten, relativ nachgiebigeren Zustand überzugehen. Wenn das Material daraufhin Druck erfährt, entweder verdichtend oder biegend, kann sich das Volumen des Materials reduzieren, sodass es mindestens einen Teil seines Wassers abgibt.

**[0130]** Dieses abgegebene Wasser, so glaubt man, reduziert die adhäsive/kohäsive Kraft der Schmutzteilchen an der Laufsohle, die einzeln genommen oder mehr bevorzugt in Kombination mit der Materialnachgiebigkeit genommen die Schmutzansammlung an der Laufsohle verhindert oder anders reduzieren kann. Entsprechend kann das Material dynamische Übergänge während und zwischen Fußschlägen durchlaufen, z. B. wenn ein Träger läuft oder geht, und diese dynamischen Übergänge können in Kräften resultieren, welche den angesammelten Schmutz lösen oder die Schmutzansammlung an der Laufsohle anders reduzieren.

**[0131]** Basierend auf den mehreren interagierenden Mechanismen, die am Reduzieren oder Verhindern der Schmutzansammlung an der Laufsohle der vorliegenden Offenbarung beteiligt sind, hat sich herausgestellt, dass unterschiedliche Eigenschaften des Materials, die zum Bilden aller oder eines Teils einer Laufsohle verwendet werden, zum Auswählen der gewünschten notwendigen Leistungsvorteile verwendet werden können, wie z. B. das Verhindern oder Reduzieren der Schmutzanhaftung an den Laufsohlen oder erhöhte Nachgiebigkeit und Dauerhaftigkeit des Materials. Zum Beispiel können der Fußbekleidungsartikel der vorliegenden Offenbarung (z. B. Fußbekleidung **100**), die Laufsohle (z. B. Laufsohle **114**) und das Material (z. B. Material **116**) in Bezug auf das Material-Wasseraufnahmevermögen und -rate, Schwellkapazität, Kontaktwinkel bei Nässe, Reibungskoeffizient bei Nässe und Trockenheit, Reduktion des Speichermoduls von trocken zu nass, Reduktion der Glasübergangstemperatur von trocken zu nass und dergleichen gekennzeichnet werden.

**[0132]** Die Begriffe „Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren“, „Stichprobenverfahren für coextrudierten Film“, „Reinfil-Stichprobenverfahren“, „Reinmaterial-Stichprobenverfahren“, „Test des Wasseraufnahmevermögens“, „Test der Wasseraufnahmerate“, „Test der Schwellkapazität“, „Kontaktwinkeltest“, „Test des Reibungskoeffizienten“, „Speichermodultest“, „Test der Glasübergangstemperatur“, „Schlagenenergietest“ und „Test der Schmutzablösung von der Fußbekleidung“ wie hierin verwendet, beziehen sich auf die zugehörigen Stichprobenverfahren und Testmethodologien, die im Abschnitt Eigenschaftsanalyse- und Kennzeichnungsverfahren unten beschrieben sind. Diese Probeverfahren und Testmethodologien kennzeichnen die Eigenschaften der genannten Materialien, Laufsohlen, Fußbekleidung und dergleichen und brauchen nicht als aktive Schritte in den Ansprüchen durchgeführt zu werden. Es versteht sich, dass jeder der hierin offenbarten Tests mithilfe eines der Stichprobenverfahren durchgeführt werden kann, die hierin offenbart sind, um eine Eigenschaft einer Laufsohle oder eine Eigenschaft, die einer Laufsohle oder einer Laufsohle eines Fußbekleidungsartikels zugeordnet werden kann, basierend auf einer Messung bestimmt, die in einer simulierten Umgebung durchgeführt wird (z. B. durch Verwenden einer Probe, die gemäß dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film, dem Reinfil-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren hergestellt wurde). Mit anderen Worten kann eine Messung, die auf einem Reinmaterial erhalten wird, einer Laufsohle zugeordnet werden, die das Material umfasst, wobei das Material mindestens einen Abschnitt einer Oberfläche oder Seite der Laufsohle definiert. Zusätzlich kann eine Messung, die in einer simulierten Umgebung durchgeführt wird, zum Auswählen der gewünschten Leistungseigenschaften für eine Laufsohle verwendet werden, die das Material umfasst, wobei das Material mindestens einen Abschnitt einer Oberfläche oder Seite der Laufsohle definiert.

**[0133]** Zum Beispiel kann in einigen Ausführungsformen das Material (z. B. das Material, das als Probe eines Abschnitts einer Laufsohle vorliegt, die gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren hergestellt wurde, wobei die Laufsohle das Material aufweist, das an einer Seite oder Oberfläche der Laufsohle, von der die Probe genommen wurden, vorliegt oder diese definiert) ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% besitzen, wie z. B. durch den Test des Wasseraufnahmevermögens im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet, die jeweils unten beschrieben sind, wobei, in einigen Ausführungsformen, wie man glaubt, eine bestimmte Laufsohle nicht dazu in der Lage ist, mehr als 40 Gew.-% Wasser innerhalb eines Zeitraums von 24 Stunden aufzunehmen, entweder weil die Wasseraufnahmerate zu langsam ist oder weil das Wasseraufnahmevermögen zu gering ist (z. B. aufgrund der Dünne, unzureichendes Vorliegen des Materials oder weil die allgemeine Kapazität des Materials, Wasser aufzunehmen, zu gering ist) kann die Laufsohle ggf. die Schmutzansammlung nicht wirksam verhindern oder reduzieren.

**[0134]** In weiteren Ausführungsformen besitzt das Material (einschließlich einer Seite oder Oberfläche einer Laufsohle, die aus dem Material ausgebildet sind) ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 50 Gew.-%, mehr als 100 Gew.-%, mehr als 150 Gew.-% oder mehr als 200 Gew.-%. In anderen Ausführungsformen besitzt die Laufsohle ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von weniger als 900 Gew.-%, weniger als 750 Gew.-%, weniger als 600 Gew.-% oder weniger als 500 Gew.-%.

**[0135]** In bestimmten Ausführungsformen besitzt das Material (einschließlich einer Seite oder Oberfläche einer Laufsohle, die aus dem Material ausgebildet sind) ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden in dem Bereich von 40 Gew.-% bis 900 Gew.-%. Zum Beispiel kann die Laufsohle ein Wasseraufnahmevermögen in dem Bereich von 100 Gew.-% bis 900 Gew.-%, von 100 Gew.-% bis 750 Gew.-%, von 100 Gew.-% bis 700 Gew.-%, von 150 Gew.-% bis 600 Gew.-%, von 200 Gew.-% bis 500 Gew.-% oder von 300 Gew.-% bis 500 Gew.-% besitzen.

**[0136]** Dieses Wasseraufnahmevermögen wird im Test des Wasseraufnahmevermögens im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren bestimmt und kann für Proben gelten, die an jeder geeigneten repräsentativen Stelle entlang der Laufsohle genommen werden, wobei die Proben gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren erhalten werden. In einigen Fällen können die Proben aus einem oder mehreren von Vorderfußbereich, Mittelfußbereich und/oder Fersenbereich genommen werden; aus jedem von Vorderfußbereich, Mittelfußbereich und Fersenbereich; aus einer oder mehreren Bodenhaftungselement-Gruppierungen (zwischen den Bodenhaftungselementen) am Vorderfußbereich, Mittelfußbereich und/oder Fersenbereich; aus den Bodenhaftungselement-Gruppierungen; von flachen Bereichen der Bodenhaftungselemente (bei Ausführungsformen, bei denen das Material an den Bodenhaftungselementen vorliegt) und Kombinationen davon genommen werden.

**[0137]** Wie unten erläutert, kann das Wasseraufnahmevermögen des Materials (einschließlich einer Seite oder Oberfläche einer Laufsohle, die aus dem Material ausgebildet ist) alternativ in einer simulierten Umgebung gemessen werden, z. B. durch das Verwenden von coextrudiertem Material mit einem Stützsubstrat. Das Stützsubstrat kann aus jedem geeigneten Material hergestellt sein, das mit dem Material kompatibel ist, wie z. B. Material, das zum Bilden einer Laufsohlen-Stützplatte verwendet wird. Daher schließen geeignete Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden für das Material, das mit einem Stützsubstrat coextrudiert wird, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens im Stichprobenverfahren für coextrudierten Film gekennzeichnet, diejenigen oben für den Test des Wasseraufnahmevermögens im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren ein.

**[0138]** Außerdem hat sich herausgestellt, dass, wenn das Material an einer anderen Oberfläche gesichert ist, wie z. B. thermisch oder adhäsiv an einem Laufsohlensubstrat (z. B. einer Laufsohlen-Stützplatte), die Schnittstellenbindung, die zwischen dem Material und dem Laufsohlensubstrat ausgebildet ist, das Ausmaß einschränken kann, in dem das Material Wasser aufnehmen und/oder anschwellen kann. Daher glaubt man, dass das Material, wenn es an einem Laufsohlensubstrat oder an ein coextrudiertes Stützsubstrat gebunden ist, möglicherweise ein geringeres Wasseraufnahmevermögen und/oder eine geringere Schwellkapazität im Vergleich zum gleichen Material in Reinmaterialform, einschließlich der Reinfilmform, aufweist.

**[0139]** Daher können das Wasseraufnahmevermögen und die Wasseraufnahmerate des Materials auch basierend auf dem Material in Reinform gekennzeichnet werden (z. B. als ein isolierter Film, der nicht an ein anderes Material gebunden ist). Das Material in Reinform kann ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-%, mehr als 100 Gew.-%, mehr als 300 Gew.-% oder mehr als 1000 Gew.-% besitzen, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens im Reinfilm-Stichprobenverfahren oder Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Das Material in Reinform kann auch ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von weniger als 900 Gew.-%, weniger als 800 Gew.-%, weniger als 700 Gew.-%, weniger als 600 Gew.-% oder weniger als 500 Gew.-% besitzen.

**[0140]** In besonderen Ausführungsformen besitzt das Material in Reinform ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden in dem Bereich von 40 Gew.-% bis 900 Gew.-%, von 150 Gew.-% bis 700 Gew.-%, von 200 Gew.-% bis 600 Gew.-% oder von 300 Gew.-% bis 500 Gew.-%.

**[0141]** Das Material (einschließlich einer Seite oder Oberfläche einer Laufsohle, die aus dem Material ausgebildet ist) kann auch eine Wasseraufnahmerate von mehr als 20 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>) besitzen, wie durch den Test der Wasseraufnahmerate im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Wie oben beschrieben, kann in einigen Ausführungsformen die Laufsohle (z. B. das Material **116**) Wasser zwischen den Verdichtungszyklen der Fußschläge aufnehmen, wobei man glaubt, dass das Material dadurch zumindest teilweise zwischen den Fußschlägen nachgefüllt wird.

**[0142]** Daher besitzt in weiteren Ausführungsformen das Material (einschließlich einer Seite oder Oberfläche einer Laufsohle, die aus dem Material ausgebildet ist) eine Wasseraufnahmerate von mehr als 20 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), mehr als 100 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), mehr als 200 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), mehr als 400 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>) oder mehr als 600 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>). In besonderen Ausführungsformen besitzt das Material eine Wasseraufnahmerate in dem Bereich von 1 bis 1500 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), 20 bis 1300 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), von 30 bis 1200 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), von 30 bis 800 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), von 100 bis 800 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), von 100 bis 600 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), von 150 bis 450 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), von 200 bis 1000 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>), von 400 bis 1000 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>) oder von 600 bis 900 Gramm/(Meter<sup>2</sup> – Minuten<sup>1/2</sup>).

**[0143]** Geeignete Wasseraufnahmeraten für das Material, das an einem coextrudierten Stützsubstrat gesichert ist, und wie durch den Test der Wasseraufnahmerate im Stichprobenverfahren für coextrudierten Film gekennzeichnet, und in Reinform bereitgestellt, wie durch den Test der Wasseraufnahmerate im Reinform-Stichprobenverfahren gekennzeichnet, schließen jeweils die oben besprochenen für den Test der Wasseraufnahmerate im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren ein.

**[0144]** In bestimmten Ausführungsformen kann das Material (einschließlich einer Seite oder Oberfläche einer Laufsohle, die aus dem Material ausgebildet ist) auch anschwellen, wodurch die Dicke und/oder das Volumen des Materials aufgrund der Wasseraufnahme erhöht werden. Dieses Anschwellen von Material kann eine günstige Anzeige sein, die zeigt, dass das Material Wasser aufnimmt und unterstützen, dass das Material nachgiebig wird. In einigen Ausführungsformen besitzt die Laufsohle eine Erhöhung der Materialdecke (oder Schwell dickenzunahme) nach 1 Stunde von mehr als 20% oder mehr als 50%, z. B. in dem Bereich von 30% bis 350%, von 50% bis 400%, von 50% bis 300%, von 100% bis 300%, von 100% bis 200% oder von 150% bis 250%, wie durch den Test der Schwellkapazität im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. In weiteren Ausführungsformen besitzt die Laufsohle eine Erhöhung der Materialdecke nach 24 Stunden in dem Bereich von 45% bis 400%, von 100% bis 350% oder von 150% bis 300%.

**[0145]** Zusätzlich kann das Material (einschließlich einer Seite oder Oberfläche einer Laufsohle, die aus dem Material ausgebildet ist) eine Erhöhung des Materialvolumens (oder der volumetrischen Schwellzunahme) nach 1 Stunde von mehr als 50% besitzen, z. B. in dem Bereich von 10% bis 130%, von 30% bis 100% oder von 50% bis 90%. Des Weiteren kann die Laufsohle eine Erhöhung des Materialvolumens nach 24 Stunden in dem Bereich von 25% bis 200%, von 50% bis 150% oder von 75% bis 100% besitzen.

**[0146]** Coextrudierte Filmsimulationen, geeignete Zunahmen der Materialdecke und Volumen nach 1 Stunde und 24 Stunden für das Material, wenn an einem coextrudierten Stützsubstrat gesichert, wie durch den Test der Schwellkapazität im Stichprobenverfahren für coextrudierten Film gekennzeichnet, schließen die oben für den Test der Schwellkapazität im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren ein.

**[0147]** Das Material in Reinform kann eine Erhöhung der Materialdicke nach 1 Stunde in dem Bereich von 35% bis 400%, von 50% bis 300% oder von 100% bis 200% aufweisen, wie durch den Test der Schwellkapazität im Reinform-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. In einigen weiteren Ausführungsformen kann das Material in Reinform eine Erhöhung der Materialdicke nach 24 Stunden in dem Bereich von 45% bis 500%, von 100% bis 400% oder von 150% bis 300% besitzen. Entsprechend kann das Material in Reinform eine Erhöhung des Materialvolumens nach 1 Stunde in dem Bereich von 50% bis 500%, von 75% bis 400% oder von 100% bis 300% besitzen.

**[0148]** Wie ebenfalls oben erläutert, bildet in einigen Ausführungsformen die Oberfläche des Materials eine Seite oder Oberfläche der Laufsohle, wobei die Seite oder Oberfläche hydrophile Eigenschaften besitzen. Die hydrophilen Eigenschaften der Materialoberfläche kann durch Bestimmen des statischen Kontaktwinkels des liegenden Tropfens der Materialoberfläche gekennzeichnet werden. Entsprechend weist in einigen Beispielen die Materialoberfläche in einem Trockenzustand einen statischen Kontaktwinkel des liegenden Tropfens (oder Trockenzustand-Kontaktwinkel) von weniger als 105° oder weniger als 95°, weniger als 85° auf, wie von dem Kontaktwinkeltest gekennzeichnet. Der Kontaktwinkeltest kann auf einer Probe durchgeführt werden, die gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinform-Stichprobenverfahren durchgeführt werden kann. In einigen weiteren Beispielen weist das Material im Trockenzustand einen statischen Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen von 60° bis 100°, von 70° bis 100° oder von 65° bis 95° auf.

**[0149]** In anderen Beispielen weist die Materialoberfläche in einem Nasszustand einen statischen Kontaktwinkel des liegenden Tropfens (oder Nasszustand-Kontaktwinkel) von weniger als 90°, weniger als 80°, weniger

als 70° oder weniger als 60° auf. In einigen weiteren Beispielen weist die Oberfläche in einem Nasszustand einen statischen Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen im Bereich von 45° bis 75° auf. In einigen Fällen ist der statische Trockenzustand-Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen der Oberfläche um mindestens 10°, um mindestens 15° oder um mindestens 20°, z. B. von 10° bis 40°, von 10° bis 30° oder von 10° bis 20°, größer als der Nasszustand-Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen der Oberfläche.

**[0150]** Die Materialoberfläche, einschließlich der Laufsohlenoberfläche, kann auch einen geringen Reibungskoeffizienten zeigen, wenn das Material nass ist. Beispiele geeigneter Reibungskoeffizienten für das Material in einem Trockenzustand (oder Trockenzustand-Reibungskoeffizient) sind geringer als 1,5, z. B. im Bereich von 0,3 bis 1,3 oder von 0,3 bis 0,7, wie durch den Test des Reibungskoeffizienten gekennzeichnet. Der Test des Reibungskoeffizienten kann auf einer Probe durchgeführt werden, die gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinfilm-Stichprobenverfahren durchgeführt werden kann. Beispiele geeigneter Reibungskoeffizienten für das Material in einem Nasszustand (oder Nasszustand-Reibungskoeffizient) sind geringer als 0,8 oder geringer als 0,6, z. B. im Bereich von 0,05 bis 0,6 oder von 0,1 bis 0,6 oder von 0,3 bis 0,5. Des Weiteren kann das Material eine Reduktion seines Reibungskoeffizienten vom Trocken- zum Nasszustand zeigen, wie z. B. eine Reduktion in einem Bereich von 15% bis 90% oder von 50% bis 80%. In einigen Fällen ist der Trockenzustand-Reibungskoeffizient größer als der Nasszustand-Reibungskoeffizient für das Material, zum Beispiel um einen Wert von mindestens 0,3 oder 0,5 höher, wie z. B. 0,3 bis 1,2 oder 0,5 bis 1.

**[0151]** Des Weiteren kann die Nachgiebigkeit des Materials, einschließlich einer Laufsohle, die das Material umfasst, basierend auf dem Materialspeichermodule im Trockenzustand gekennzeichnet sein (wenn bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit (RH) equilibriert), und auf einem Teil-Nasszustand (z. B. wenn bei 50% RH oder 90% RH equilibriert) und Reduktionen des Speichermodule zwischen Trocken- und Nasszustand basieren. Insbesondere kann das Material eine Reduktion im Speichermodule ( $\Delta E'$ ) vom Trockenzustand in Bezug auf den Nasszustand aufweisen. Eine Reduktion im Speichermodule während der Zunahme der Wasserkonzentration im Material entspricht einer Erhöhung der Nachgiebigkeit, weil weniger Beanspruchung für eine vorgegebene Belastung/Verformung erfordert wird.

**[0152]** In einigen Ausführungsformen zeigt das Material eine Reduktion im Speichermodule vom Trockenzustand zum Nasszustand (50% RH) von mehr als 20%, mehr als 40%, mehr als 60%, mehr als 75%, mehr als 90%, mehr als 99% in Bezug auf das Speichermodule im Trockenzustand, wie durch den Speichermoduletest im Reinfilm-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. In einigen weiteren Ausführungsformen ist das Trockenzustand-Speichermodule des Materials größer als sein Nasszustand (50% RH)-Speichermodule, um mehr als 25 Megapascal (MPa), um mehr als 50 MPa, um mehr als 100 MPa, um mehr als 300 MPa oder um mehr als 500 MPa, zum Beispiel in einem Bereich von 25 MPa bis 800 MPa, von 50 MPa bis 800 MPa, von 100 MPa bis 800 MPa, von 200 MPa bis 800 MPa, von 400 MPa bis 800 MPa, von 25 MPa bis 200 MPa, von 25 MPa bis 100 MPa oder von 50 MPa bis 200 MPa. Außerdem kann das Trockenzustand-Speichermodule in einem Bereich von 40 MPa bis 800 MPa, von 100 MPa bis 600 MPa oder von 200 MPa bis 400 MPa liegen, wie durch den Speichermoduletest gekennzeichnet. Außerdem kann das Nasszustand-Speichermodule in einem Bereich von 0,003 MPa bis 100 MPa, von 1 MPa bis 60 MPa oder von 20 MPa bis 40 MPa liegen.

**[0153]** In einigen Ausführungsformen zeigt das Material eine Reduktion im Speichermodule von seinem Trockenzustand zu seinem Nasszustand (90% RH) von mehr als 20%, mehr als 40%, mehr als 60%, mehr als 75%, mehr als 90%, mehr als 99% in Bezug auf das Speichermodule im Trockenzustand, wie durch den Speichermoduletest im Reinfilm-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. In einigen weiteren Ausführungsformen ist das Trockenzustand-Speichermodule des Materials größer als sein Nasszustand (90% RH)-Speichermodule, um mehr als 25 Megapascal (MPa), um mehr als 50 MPa, um mehr als 100 MPa, um mehr als 300 MPa oder um mehr als 500 MPa, zum Beispiel in einem Bereich von 25 MPa bis 800 MPa, von 50 MPa bis 800 MPa, von 100 MPa bis 800 MPa, von 200 MPa bis 800 MPa, von 400 MPa bis 800 MPa, von 25 MPa bis 200 MPa, von 25 MPa bis 100 MPa oder von 50 MPa bis 200 MPa. Außerdem kann das Trockenzustand-Speichermodule in einem Bereich von 40 MPa bis 800 MPa, von 100 MPa bis 600 MPa oder von 200 MPa bis 400 MPa liegen, wie durch den Speichermoduletest gekennzeichnet. Außerdem kann das Nasszustand-Speichermodule in einem Bereich von 0,003 MPa bis 100 MPa, von 1 MPa bis 60 MPa oder von 20 MPa bis 40 MPa liegen.

**[0154]** Außer einer Reduktion des Speichermodule kann das Material auch eine Reduktion der Glasübergangstemperatur vom Trockenzustand (wenn bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit (RH) equilibriert) zum Nasszustand (wenn bei 90% RH equilibriert) zeigen. Obschon die Bindung an diese Theorie nicht gewünscht wird, glaubt man, dass das Wasser, das von dem Material aufgenommen wird, das Material plastifiziert, wodurch



das Speichermodul und die Glasübergangstemperatur reduziert werden, wodurch das Material nachgiebiger wird (z. B. komprimierbar, ausdehnbar und streckbar).

**[0155]** In einigen Ausführungsformen kann das Material eine Reduktion der Glasübergangstemperatur ( $\Delta T_g$ ) der Trockenzustand (0% RH)-Glasübergangstemperatur zu seiner Nasszustand (90% RH)-Glasübergangstemperatur von mehr als 5°C, mehr als 6°C Unterschied, mehr als 10°C Unterschied oder mehr als 15°C Unterschied zeigen, wie durch den Test der Glasübergangstemperatur im Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Zum Beispiel kann die Reduktion der Glasübergangstemperatur ( $\Delta T_g$ ) in einem Bereich von mehr als 5°C Unterschied bis zu 40°C Unterschied liegen, von mehr als 6°C Unterschied bis 50°C Unterschied, von mehr als 10°C Unterschied bis 30°C Unterschied, von mehr als 30°C Unterschied bis 45°C Unterschied oder von 15°C Unterschied bis 20°C Unterschied. Das Material kann auch eine trockene Glasübergangstemperatur in dem Bereich von -40°C bis -80°C, oder von -40°C bis -60°C besitzen.

**[0156]** Alternativ (oder zusätzlich) kann die Reduktion der Glasübergangstemperatur ( $\Delta T_g$ ) in dem Bereich von 5°C Unterschied bis 40°C Unterschied, von 10°C Unterschied bis 30°C Unterschied oder von 15°C Unterschied bis 20°C Unterschied liegen. Das Material kann auch eine trockene Glasübergangstemperatur in dem Bereich von -40°C bis -80°C, oder von -40°C bis -60°C besitzen.

**[0157]** In weiteren Ausführungsformen kann das Material eine Schmutzablösungsfähigkeit mit einer relativen Schlagenergie in dem Bereich von 0 bis 0,9, von 0,2 bis 0,7 oder von 0,4 bis 0,5 aufweisen, wie durch den Schlagenergie-test im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet. Des Weiteren ist das Material (z. B. das Material **116**) vorzugsweise beständig genug und weist eine ausreichende Bindung an der Laufsohlen-Trägerplatte auf, um über längere Zeiträume während Spielen verwendet zu werden. Zum Beispiel wurde gefunden, dass das Material der vorliegenden Offenbarung in einigen Ausführungsformen ohne deutlich sichtbare Abnutzung oder Delaminierung für mehr als 80 oder 100 Stunden weiter leistungsfähig ist, wie oben erläutert.

**[0158]** In bestimmten Ausführungsformen weist das Material in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel und eines oder mehrere Additive auf. Wie hierin verwendet, bezeichnet der Begriff „Hydrogel“ eine Zusammensetzung, die mindestens 10 Gew.-% Wasser aufnehmen kann, basierend auf dem Trockengewicht der Zusammensetzung. Das Hydrogel kann ein polymeres Hydrogel sein. Das Hydrogel kann ein vernetztes oder vernetzbares Polymernetzwerk aufweisen, wobei die Vernetzungen mehrere Polymerketten zum Bilden des Polymernetzwerks miteinander verbinden und wobei die Vernetzungen physikalische Vernetzungen, kovalente Vernetzungen sein können oder sowohl physikalische als auch kovalente Vernetzungen (mit dem gleichen Polymernetzwerk) enthalten können. Das Hydrogel kann zu mehr als 50 Gew.-% aus dem Gesamtmaterial für die Laufsohle bestehen, oder aus mehr als 75 Gew.-%, oder mehr als 85 Gew.-% oder mehr als 95 Gew.-%. In einigen Ausführungsformen kann das Material der Laufsohle im Wesentlichen aus dem Hydrogel bestehen.

**[0159]** Für eine physikalische Vernetzung kann eine Copolymerkette ineinander greifende Bereiche und/oder kristalline Bereiche durch nicht kovalente Bindungswechselwirkungen bilden, wie z. B. eine Ionenbindung, eine polare Bindung und/oder eine Wasserstoffbindung. In besonderen Ausführungsformen können die kristallinen Bereiche die physikalische Vernetzung zwischen den Copolymerkettten erzeugen. Die kristallinen Bereiche können Hartsegmente wie unten beschrieben aufweisen.

**[0160]** In einigen Ausführungsformen kann das Hydrogel eine Solgel-Reversibilität zeigen, sodass es als thermoplastisches Polymer fungieren kann, was vorteilhaft für die Herstellung und Recyclebarkeit ist. Daher kann in einigen Ausführungsformen das Hydrogel des Materials ein physikalisch vernetztes Polymernetzwerk zum Fungieren als thermoplastisches Hydrogel aufweisen.

**[0161]** Die physikalisch vernetzten Hydrogele können durch Hartsegmente und Weichsegmente gekennzeichnet sein, die als phasengetrennte Bereiche innerhalb des Polymernetzwerks vorliegen können, während das Hydrogel in einem festen Zustand (d. h. nicht geschmolzen) ist. Die Hartsegmente können Abschnitte der Polymerhauptketten sein und hohe Polaritäten aufweisen, sodass die Hartsegmente von mehrfachen Polymerketten gemeinsam ein Aggregat bilden oder miteinander interagieren, um halbkristalline Bereiche des Polymernetzwerks zu bilden.

**[0162]** Ein „halbkristalliner“ oder „kristalliner“ Bereich besitzt eine geordnete Molekülstruktur mit scharfen Schmelzpunkten und bleibt fest, bis eine vorgegebene Menge von Wärme absorbiert wurde, wonach sie

schnell zu einer Flüssigkeit mit geringer Viskosität wechselt. Ein „pseudokristalliner“ Bereich besitzt die Eigenschaften eines Kristalls, zeigt aber kein echtes kristallines Beugungsbild. Zur leichten Bezugnahme darauf wird der Begriff „kristalliner Bereich“ hierin verwendet, um sich zusammengenommen auf einen kristallinen Bereich, einen halbkristallinen Bereich und einen pseudokristallinen Bereich eines Polymernetzwerks zu beziehen.

**[0163]** Demgegenüber können die Weichsegmente längere, flexiblere hydrophile Bereiche des Polymernetzwerks sein, die dem Polymernetzwerk die Ausdehnung und Schwellung unter dem vom Wasser aufgenommenen Druck ermöglichen. Die Weichsegmente können amorphe hydrophile Bereiche des Hydrogels bilden. Die Weichsegmente oder amorphen Bereiche können auch Abschnitte der Polymerhauptketten zusammen mit den Hartsegmenten bilden. Außerdem können einer oder mehrere Abschnitte der Weichsegmente oder amorphen Bereiche eingepflanzt sein oder sich anders als Seitenketten erstrecken, die sich von den Hauptketten an den Weichsegmenten erstrecken. Die Weichsegmente oder amorphen Bereiche können kovalent an die Hartsegmente oder kristallinen Bereiche (z. B. durch Carbamatverknüpfungen) gebunden sein. Zum Beispiel können die mehreren amorphen hydrophilen Bereiche kovalent an die kristallinen Bereiche der Hartsegmente gebunden sein.

**[0164]** Daher umfasst in verschiedenen Ausführungsformen das Hydrogel ein vernetztes Polymernetzwerk, das mehrere Copolymerketten aufweist, wobei mindestens ein Abschnitt der Copolymerketten jeweils ein Hartsegment umfasst, das physikalisch mit anderen Hartsegmenten der Copolymerketten vernetzt ist, und ein Weichsegment, das kovalent an das Hartsegment gebunden ist, wie z. B. durch eine Carbamatgruppe oder eine Estergruppe. In einigen Fällen weist das Hydrogel mehrere Copolymerketten auf, wobei mindestens ein Abschnitt der Copolymerketten jeweils ein erstes Kettensegment umfasst, das physikalisch mit mindestens einer anderen Copolymerkette der mehreren Copolymerketten vernetzt ist und ein hydrophiles Segment (z. B. ein Polyetherkettensegment) an das erste Kettensegment gebunden ist, wie z. B. durch eine Carbamatgruppe oder eine Estergruppe.

**[0165]** In verschiedenen Ausführungsformen weist das Hydrogel mehrere Copolymerketten auf, wobei mindestens ein Abschnitt der Copolymerketten jeweils ein erstes Segment aufweist, das mindestens einen kristallinen Bereich mit anderen Hartsegmenten der Copolymerketten bildet; und ein zweites Segment, z. B. ein Weichsegment (z. B. ein Segment mit Polyetherketten oder einer oder mehreren Ethergruppen), das kovalent an das erste Segment gebunden ist, wobei das Weichsegment amorphe Bereiche des Hydrogels bildet. In einigen Fällen weist das Hydrogel mehrere Copolymerketten auf, wobei mindestens ein Abschnitt der Copolymerketten hydrophile Segmente aufweist.

**[0166]** Die Weichsegmente oder amorphen Bereiche der Copolymerketten können einen wesentlichen Anteil des Polymernetzwerks bilden, wodurch ihre hydrophilen Segmente oder Gruppen Wassermoleküle anziehen; in einigen Ausführungsformen liegen die Weichsegmente oder amorphen Bereiche in den Copolymerketten in einem Verhältnis vor (in Bezug auf die Hartsegmente oder kristallinen Bereiche), das mindestens 20:1 nach Gewicht oder mehr beträgt, und das in dem Bereich von 20:1 bis 110:1 nach Gewicht oder von 40:1 bis 110:1 nach Gewicht oder von 40:1 bis 80:1 nach Gewicht oder von 60:1 bis 80:1 nach Gewicht liegt.

**[0167]** Bei einer kovalenten Vernetzung ist eine Polymerkette mit einer oder mehreren zusätzlichen Polymerketten mit einer oder mehreren kovalenten Bindungen verknüpft, typischerweise mit einem Verknüpfungssegment oder einer Kette. Kovalente vernetzte Hydrogele (z. B. Duroplast- oder lichtgehärtete Hydrogele) können durch kovalentes Verknüpfen der Polymerketten miteinander unter Verwendung einer oder mehrerer multifunktionaler Verbindungen hergestellt werden, wie z. B. durch ein Molekül mit mindestens zwei ethylenisch ungesättigten Gruppen, mindestens zwei Oxirangruppen (z. B. Diepoxide) oder Kombinationen davon (z. B. Glycidylmethacrylat); und können auch jedes geeignete Zwischenkettensegment aufweisen, wie C<sub>1-30</sub>-, C<sub>2-20</sub> oder C<sub>2-10</sub>-Kohlenwasserstoff-, Polyether- oder Polyesterkettensegmente.

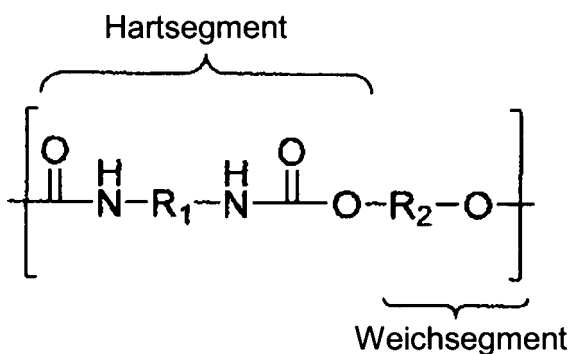
**[0168]** Die multifunktionalen Verbindungen können mindestens drei Funktionsgruppen aufweisen, die ausgewählt sind aus der Gruppe, bestehend aus Isocyanidyl, Hydroxyl, Amino, Sulfhydryl, Carboxy oder Derivate davon und Kombinationen daraus. In einigen Ausführungsformen, wenn z. B. das Polymernetzwerk Polyurethan aufweist, kann die Multifunktionsverbindung ein Polyol sein, das drei oder mehrere Hydroxylgruppen aufweist (z. B. Glycerin, Trimethylolpropan, 1,2,6-Hexantriol, 1,2,4-Butantriol, Trimethylolethan) oder ein Polyisocyanat mit drei oder mehreren Isocyanatgruppen. In einigen Fällen, wenn z. B. das Polymernetzwerk Polyamid aufweist, kann die Multifunktionsverbindung z. B. Carbonsäuren oder aktivierte Formen davon mit drei oder mehreren Carboxylgruppen (oder aktivierte Formen davon, Polyaminen mit drei oder mehr Aminogruppen und Polyole mit drei oder mehr Hydroxylgruppen (z. B. Glycerin, Trimethylolpropan, Hexantriol-1,2,6, 1,2,4-Butantriol und Trimethylolethan)) aufweisen. In verschiedenen Fällen, wenn z. B. das Polymernetzwerk Polyolefin

aufweist, kann die Multifunktionsverbindung eine Verbindung sein, die zwei ethylenisch ungesättigte Gruppen enthält.

**[0169]** Wenn das Hydrogel des Materials vernetzt ist, kann die Vernetzungsdichte des vernetzten Hydrogels eine Auswirkung auf die Strukturintegrität und das Wasseraufnahmevermögen des Materials (z. B. das Material **116**) besitzen. Wenn die vernetzte Dichte zu hoch ist, kann das resultierende Material starr und weniger nachgiebig sein, was die Wasseraufnahme und Schwellkapazität reduzieren kann. Andererseits kann, wenn die Vernetzungsdichte zu gering ist, das resultierende Material seine Strukturintegrität verlieren, wenn es gesättigt ist. Daher weist bzw. weisen das bzw. die Hydrogele des Materials vorzugsweise eine ausgeglichene Vernetzungsdichte auf, sodass das Material seine Strukturintegrität behält, aber dennoch ausreichend nachgiebig ist, wenn es teilweise oder vollständig mit Wasser gesättigt ist.

**[0170]** Das Hydrogel des Materials (z. B. des Materials **116**) kann jede geeignete Polymerkette aufweisen, welche die hierin offenbarten Funktionseigenschaften bereitstellt (z. B. Wasseraufnahme, Schwellung und allgemeiner Verhindern der Schmutzansammlung). Zum Beispiel kann das Hydrogel ein polymeres Hydrogel sein, umfassend oder bestehend aus im Wesentlichen einer oder mehreren Polymerketten wie z. B. einem oder mehreren Polyurethanen, einem oder mehreren Polyamiden, einem oder mehreren Polyolefinen und Kombinationen davon (z. B. ein Hydrogel basierend auf Polyurethan(en) und Polyamid(en)). Das Polymer-Hydrogel kann im Wesentlichen eines oder mehrere Polysiloxanketten (d. h. das Hydrogel kann im Wesentlichen ein Silikon-Hydrogel umfassen oder daraus bestehen) umfassen oder daraus bestehen. Das Polymer-Hydrogel kann im Wesentlichen eines oder mehrere ionomere Polymerketten (d. h. das Hydrogel kann im Wesentlichen ein ionomeres Hydrogel umfassen oder daraus bestehen) umfassen oder daraus bestehen. In diesen Ausführungsformen kann das Hydrogel mehrere Copolymerketten aufweisen, wobei mindestens ein Abschnitt der Copolymerketten jeweils ein Polyurethansegment, ein Polyamidsegment, ein Polyolefinsegment, ein Polysiloxansegment und Ionomersegment und Kombinationen davon aufweist. Die Segmente können eines oder mehrere Polyurethane, eines oder mehrere Polyamide, eines oder mehrere Polyolefine und Kombinationen davon umfassen.

**[0171]** In einigen Ausführungsformen weist das Hydrogel ein Polymernetzwerk mit einer oder mehreren Polyurethan-Copolymerketten (d. h. mehrere Polyurethanketten) auf, die als Polyurethan-Hydrogel bezeichnet werden. Das Polyurethan-Hydrogel kann physikalisch und/oder kovalent vernetzt sein. Das Polyurethan-Hydrogel kann durch Polymerisieren eines oder mehrerer Isocyanate mit einem oder mehreren Polyolen zum Herstellen von Copolymerketten hergestellt werden, die Carbamatverknüpfungen ( $-\text{N}(\text{CO})\text{O}-$ ) aufweisen, wie unten in Formel 1 dargestellt, worin das/die Isocyanat(e) jeweils vorzugsweise zwei oder mehrere Isocyanatgruppen ( $-\text{NCO}$ ) pro Molekül aufweisen, wie 2, 3 oder 4 Isocyanatgruppen pro Molekül (obschon Einzelfunktionscyanate ebenfalls optional enthalten sein können, z. B. als kettenterminierende Einheiten).

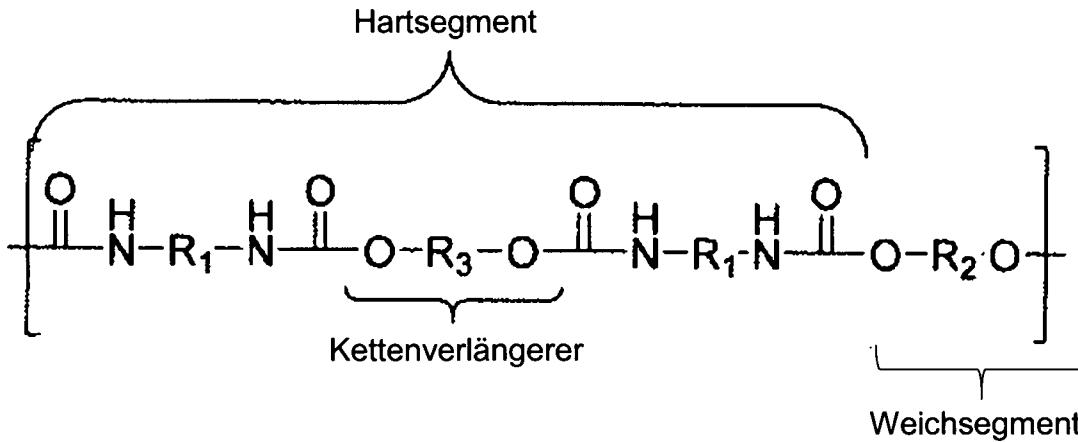


(Formel 1)

**[0172]** In diesen Ausführungsformen ist jedes R unabhängig ein aliphatisches oder aromatisches Segment und jedes R<sub>2</sub> ein hydrophiles Segment. Wenn nicht ausdrücklich anderes angegeben, können alle Funktionsgruppen oder chemischen Verbindungen, die hierin beschrieben werden, substituiert oder unsubstituiert sein. Eine „substituierte“ Gruppe oder eine chemische Verbindung wie ein Alkyl, Alkenyl, Alkynyl, Cycloalkyl, Cycloalkenyl, Aryl, Heteroaryl, Alkoxy, Ester, Ether oder Carbonsäureester bezieht sich auf eine Alkyl-, Alkenyl-, Alkynyl-, Cycloalkyl-, Cycloalkenyl-, Aryl-, Heteroaryl-, Alkoxy-, Ester-, Ether- oder Carbonsäureestergruppe besitzt mindestens einen Wasserstoffrest, der durch einen Nicht-Wasserstoffrest substituiert wird (z. B. einen Substituenten). Beispiele für Nicht-Wasserstoffreste (oder Substituenten) schließen Alkyl, Cycloalkyl, Alkenyl, Cycloalkenyl, Alkynyl, Ether, Aryl, Heteroaryl, Heterocycloalkyl, Hydroxy, Oxy (oder Oxo), Alkoxy, Ester, Thioester,

Acyl, Carboxyl, Cyano, Nitro, Amino, Amido, Schwefel und Halo ein, sind aber nicht darauf beschränkt. Wenn eine substituierte Alkylgruppe einen oder mehrere Nicht-Wasserstoffreste einschließt, können die Substituenten an den gleichen Kohlenstoff oder zwei oder mehrere unterschiedliche Kohlenstoffatome gebunden sein.

**[0173]** Außerdem können die Isocyanate auch mit einem oder mehreren Kettenverlängerern kettenverlängert sein, um zwei oder mehrere Isocyanate zu überbrücken. Dies kann Polyurethan-Copolymerketten erzeugen, wie unten in Formel 2 dargestellt, worin R<sub>3</sub> den Kettenverlängerer einschließt.



(Formel 2)

**[0174]** Jedes Segment R<sub>1</sub> oder das erste Segment in Formel 1 und 2 kann unabhängig voneinander aufweisen: ein lineares oder verzweigtes C<sub>3-30</sub>-Segment, basierend auf den bestimmten Isocyanaten, die verwendet werden, und kann aliphatisch, aromatisch oder eine Kombination aus aliphatischen Abschnitten und aromatischen Abschnitten aufweisen. Der Begriff „aliphatisch“ bezieht sich auf ein gesättigtes oder ungesättigtes organisches Molekül, das kein zyklisch konjugiertes Ringsystem mit delokalisierten pi-Elektronen aufweist. Im Vergleich dazu bezieht sich der Begriff „aromatisch“ auf ein zyklisch konjugiertes Ringsystem mit delokalisierten pi-Elektronen, das eine höhere Stabilität als ein hypothetisches Ringsystem mit lokalisierten pi-Elektronen aufweist.

**[0175]** In aliphatischen Ausführungsformen (aus aliphatischem/n Isocyanat(en)) kann jedes Segment R eine lineare aliphatische Gruppe, eine verzweigte aliphatische Gruppe, eine cycloaliphatische Gruppe oder Kombinationen davon einschließen. Beispielsweise kann jedes Segment R<sub>1</sub> ein lineares oder verzweigtes C<sub>3-20</sub>-Alkylensegment (z. B. C<sub>4-15</sub>-Alkylen oder C<sub>6-10</sub>-Alkylen) eines oder mehrere C<sub>3-8</sub>-Cycloalkylensegmente (z. B. Cyclopropyl, Cyclobutyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl, Cycloheptyl oder Cyclooctyl) und Kombinationen davon einschließen.

**[0176]** Beispiele für geeignete aliphatische Diisocyanate für die Herstellung der Polyurethan-Copolymerketten umfassen Hexamethylendiisocyanat (HDI), Isophorondiisocyanat (IPDI), Butylendiisocyanat (BDI), Bisocyanatocyclohexylmethan (HMDI), 2,2,4-Trimethylhexamethylendiisocyanat (TMDI), Bisocyanatomethylcyclohexan, Bisocyanatomethyltricyclodecan, Norbornandiisocyanat (NDI), Cyclohexandiisocyanat (CHDI), 4,4'-Dicyclohexylmethandiisocyanat (H12MDI), Diisocyanatododecan, Lysindiisocyanat, und Kombinationen davon.

**[0177]** In aromatischen Ausführungsformen (aus aromatischen Isocyanat(en)), kann jedes Segment R<sub>1</sub> eine oder mehrere aromatische Gruppen wie Phenyl, Naphthyl, Tetrahydronaphthyl, Phenanthrenyl, Biphenylenyl, Indanyl, Indenyl, Anthracenyl und Fluorenyl enthalten. Sofern nicht anders angegeben, kann die aromatische Gruppe eine unsubstituierte aromatische Gruppe oder eine substituierte aromatische Gruppe sein und kann auch heteroaromatische Gruppen enthalten. „Heteroaromatisch“ bezieht sich auf monocyclische oder polycyclische (z. B. kondensierte bicyclische und kondensierte tricyclische) aromatische Ringsysteme, in denen 1 bis 4 Ringatome ausgewählt sind aus Sauerstoff, Stickstoff oder Schwefel und die restlichen Ringatome Kohlenstoff sind, wobei das Ringsystem mit dem Rest des Moleküls durch ein beliebiges der Ringatome verbunden ist. Beispiele für geeignete Heteroarylgruppen schließen Pyridyl, Pyrazinyl, Pyrimidinyl, Pyrrolyl, Pyrazolyl, Imidazolyl, Thiazolyl, Tetrazolyl, Oxazolyl, Isooxazolyl, Thiadiazolyl, Oxadiazolyl, Furanyl, Chinoliny, Isochinoliny, Benzoxazolyl, Benzimidazolyl und Benzothiazolyl ein.

**[0178]** Beispiele für geeignete aromatische Diisocyanate zur Herstellung der Polyurethan-Copolymerketten schließen Toluoldiisocyanat (TDI), TDI-Addukte mit Trimethylolpropan (TMP), Methylen-Diphenyl-Diisocyanat (MDI), Xylylendiisocyanat (XDI), Tetramethylxylylendiisocyanat (TMXDI), hydriertes Xylylendiisocyanat (HXDI), Naphthalin-1,5-diisocyanat (NDI), 1,5-Tetrahydronaphthalin-diisocyanat, para-Phenylendiisocyanat (PPDI), 3,3'-Dimethyl-diphenyl-4,4'-diisocyanat (DDDI), 4,4'-Dibenzyl-diisocyanat (DBDI), 4-Chlor-1,3-Phenylendiisocyanat und Kombinationen davon ein. In einigen Ausführungsformen sind die Copolymerketten im Wesentlichen frei von aromatischen Gruppen.

**[0179]** In einigen bevorzugten Ausführungsformen werden die Polyurethan-Copolymerketten aus Diisocyanaten, einschließlich HMDI, TDI, MDI, H<sub>12</sub>-Aliphaten und Kombinationen davon hergestellt.

**[0180]** Beispiele geeigneter Triisocyanate zur Herstellung der Polyurethan-Copolymerketten schließen TDI-, HDI- und IPDI-Addukte mit Trimethylolpropan (TMP), Uretidionen (d. h. dimerisierte Isocyanate), polymere MDI und Kombinationen davon ein.

**[0181]** Das Segment R<sub>3</sub> in der Formel 2 kann ein lineares oder verzweigtes C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub> Segment aufweisen, basierend auf dem verwendeten Polyol-Kettenverlängerungsmittel und kann z. B. aliphatisch, aromatisch oder Polyether sein. Beispiele geeigneter Kettenverlängererpolyole zur Herstellung von Polyurethan-Copolymerketten sind Ethylenglykol, niedere Oligomere von Ethylenglykol (beispielsweise Diethylenglykol, Triethylenglykol, Tetraethylenglykol), 1,2-Propylenglykol, 1,3-Propylenglykol, niedere Oligomere von Propylenglykol (z. B. Dipropylenglykol, Tripropylenglykol und Tetrapropylenglykol), 1,4-Butylenglykol, 2,3-Butylenglykol, 1,6-Hexandiol, 1,8-Octandiol, Neopentylglykol, 1,4-Cyclohexanedimethanol, 2-Ethyl-1,6-hexandiol, 1-Methyl-1,3-propandiol, 2-Methyl-1,3-Propandiol, dihydroxyalkylierte aromatische Verbindungen (z. B. Bis (2-hydroxyethyl)ether von Hydrochinon und Resorcin, Xylol- $\alpha$ ,  $\alpha$ -Diole, Bis(2-hydroxyethyl)ether von Xylol- $\alpha$ ,  $\alpha$ -Diolen, und Kombinationen davon.

**[0182]** Das Segment R<sub>2</sub> in Formel 1 und 2 können Polyether, Polyester, Polycarbonat, eine aliphatische Gruppe oder eine aromatische Gruppe einschließen, wobei die aliphatische Gruppe oder aromatische Gruppensubstituiert durch eine oder mehrere hydrophile Seitengruppen, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Hydroxyl, Polyether, Polyester, Polylacton (z. B. Polyvinylpyrrolidon (PVP)), Amino, Carboxylat, Sulfonat, Phosphat, Ammonium (z. B. tertiäres und quaternäres Ammonium), Zwitterionen (z. B. Betain, wie Poly(Carboxybetain (pCB) und Ammoniumphosphonate wie Phosphatidylcholin) und Kombinationen davon. Daher kann das hydrophile Segment von R<sub>2</sub> Abschnitte der Hydrogelhauptkette bilden oder in die Hydrogelhauptkette als Seitengruppe eingepflanzt sein. In einigen Ausführungsformen ist die hydrophile Seitengruppe oder das Segment an die aliphatische Gruppe oder aromatische Gruppe über einen Linker gebunden. Jedes Segment R<sub>2</sub> kann in einer Menge von 5 Gew.-% bis 85 Gew.-%, von 5 Gew.-% bis 70 Gew.-% oder von 10 Gew.-% bis 50 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht der Reaktionsmonomere vorliegen.

**[0183]** In einigen Ausführungsformen weist mindestens ein R<sub>2</sub>-Segment ein Polyethersegment (d. h. ein Segment mit einer oder mehreren Ethergruppen) auf. Geeignete Polyether schließen Polyethylenoxid (PEO), Polypropylenoxid (PPO), Polytetrahydrofuran (PTHF), Polytetramethylenoxid (PTMO) und Kombinationen davon ein, sind aber nicht darauf beschränkt. Der Begriff „Alkyl“, wie hier verwendet, bezieht sich auf geradkettige und verzweigte gesättigte Kohlenwasserstoffgruppen mit eins bis dreißig Kohlenstoffatomen, z. B. eins bis zwanzig Kohlenstoffatome oder eins bis zehn Kohlenstoffatome. Der Begriff C<sub>n</sub> bedeutet, dass die Alkylgruppe „n“ Kohlenstoffatome besitzt. Zum Beispiel bezeichnet ein C<sub>4</sub>-Alkyl eine Alkylgruppe, die 4 Kohlenstoffatome besitzt. C<sub>1-7</sub>-Alkyl bezeichnet eine Alkylgruppe mit einer Anzahl von Kohlenstoffatomen, die das gesamte Spektrum (d. h. 1 bis 7 Kohlenstoffatome) sowie alle Untergruppen (z. B. 1-6, 2-7, 1-5, 3-6, 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 Kohlenstoffatome) davon einschließt. Nicht-einschränkende Beispiele von Alkylgruppen schließen Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, sec-Butyl (2-methylpropyl), t-Butyl (1,1-Dimethylethyl), 3,3-Dimethylpentyl und 2-Ethylhexyl ein. Sofern nicht anders angegeben, kann eine Alkylgruppe eine unsubstituierte Alkylgruppe oder eine substituierte Alkylgruppe sein.

**[0184]** In einigen Fällen weist mindestens ein R<sub>2</sub>-Segment ein Polyestersegment auf. Das Polyester kann aus der Polyveresterung von einem oder mehreren zweiwertigen Alkoholen (z. B. Ethylenglykol, 1,3-Propylenglykol, 1,2-Propylenglykol, 1,4-Butandiol, 1,3-Butandiol, 2-Methylpentandiol-1,5, Diethylenglykol, 1,5-Pentandiol, 1,5-Hexandiol, 1,2-Dodecandiol, Cyclohexandimethanol und Kombinationen davon) mit einer oder mehreren Dicarbonsäuren (beispielsweise Adipinsäure, Bernsteinsäure, Sebacinsäure, Korksäure, Methyladipinsäure, Glutarsäure, Pimelinsäure, Azelainsäure, Thiodipropionsäure und Citraconsäure und Kombinationen davon) abgeleitet werden. Der Polyester kann auch von Polycarbonat-Vorpolymeren abgeleitet werden, wie z. B. Poly(hexamethylencarbonat)glykol, Poly(propylencarbonat)glykol, Poly(tetramethylencarbonat)glykol und Poly(no-

nanmethylenecarbonat)glykol. Geeignete Polyester können z. B. Polyethylenadipat (PEA), Poly(1,4-butylenadipat), Poly(tetramethylenadipat), Poly(hexamethylenadipat), Polycaprolacton, Polyhexamethylenecarbonat, Poly(propylencarbonat), Poly(tetramethylenecarbonat), Poly(nonanmethylenecarbonat) und Kombinationen davon einschließen.

**[0185]** In verschiedenen Fällen weist mindestens ein  $R_2$ -Segment ein Polycarbonatsegment auf. Das Polycarbonat kann aus der Reaktion von einem oder mehreren zweiwertigen Alkoholen (z. B. Ethylenglykol, 1,3-Propylenglykol, 1,2-Propylenglykol, 1,4-Butandiol, 1,3-Butandiol, 2-Methylpentandiol-1, 5-diethylenglykol, 1,5-Pentandiol, 1,5-Hexandiol, 1,2-Dodecandiol, Cyclohexandimethanol und Kombinationen davon) mit Ethylencarbonat abgeleitet werden.

**[0186]** In verschiedenen Ausführungsformen weist mindestens ein  $R_2$ -Segment eine aliphatische Gruppe auf, die durch eine oder mehrere hydrophile Seitengruppen substituiert ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hydroxyl, Polyether, Polyester, Polylacton (z. B. Polyvinylpyrrolidon), Amino, Carboxylat, Sulfonat, Phosphat, Ammonium (z. B. tertiäres und quaternäres Ammonium), Zwitterionen (z. B. Betain, wie Poly(Carboxybetain (PCB) und Ammoniumphosphonate wie Phosphatidylcholin) und Kombinationen davon. In einigen Ausführungsformen ist die aliphatische Gruppe linear und kann zum Beispiel eine  $C_{1-20}$ -Alkylenkette oder eine  $C_{1-20}$ -Alkenylen-Kette (z. B. Methylen, Ethylen, Propylen, Butylen, Pentylen, Hexylen, Heptylen, Octylen, Nonylen, Decylen, Undecylen, Dodecylen, Tridecylen, Ethenylen, Propenylen, Butenylen, Pentenylen, Hexenylen, Heptenylen, Octenylen, Nonenylen, Decenylen, Undecenylen, Dodecenylen, Tridecenylen) aufweisen. Der Begriff „Alkylen“ bezeichnet einen zweiwertigen Kohlenwasserstoff. Der Begriff  $C_n$  bedeutet, dass die Alkylengruppe „n“ Kohlenstoffatome besitzt. Beispielsweise bezeichnet  $C_{1-6}$ -Alkylen eine Alkylengruppe mit z. B. 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 Kohlenstoffatomen. Der Begriff „Alkenylen“ bezieht sich auf einen zweiwertigen Kohlenwasserstoff mit mindestens einer Doppelbindung.

**[0187]** In einigen Fällen weist mindestens ein  $R_2$ -Segment eine aromatische Gruppe auf, die durch eine oder mehrere hydrophile Seitengruppen substituiert ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hydroxyl, Polyether, Polyester, Polylacton (z. B. Polyvinylpyrrolidon), Amino, Carboxylat, Sulfonat, Phosphat, Ammonium (z. B. tertiäres und quaternäres Ammonium), Zwitterionen (z. B. Betain, wie Poly(Carboxybetain (PCB) und Ammoniumphosphonate wie Phosphatidylcholin) und Kombinationen davon. Geeignete aromatische Gruppen schließen Phenyl, Naphthyl, Tetrahydronaphthyl, Phenanthrenyl, Biphenylenyl, Indanyl, Indenyl, Anthracenyl, Fluorenylpyridyl, Pyrazinyl, Pyrimidinyl, Pyrrolyl, pyrazoly, Imidazolyl, Thiazolyl, Tetrazolyl, Oxazolyl, Isooxazolyl, Thiadiazolyl, Oxadiazolyl, Furanyl, Chinolinyl, Isochinolinyl, Benzoxazolyl, Benzimidazolyl und Benzotriazolyl ein, sind aber nicht darauf beschränkt.

**[0188]** Die aliphatischen und aromatischen Gruppen sind mit einer geeigneten Anzahl von hydrophilen und/oder geladenen Seitengruppen substituiert, um so das resultierende Hydrogel mit den hier beschriebenen Eigenschaften bereitzustellen. In einigen Ausführungsformen ist die hydrophile Seitengruppe eine oder mehrere (z. B. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr) Hydroxylgruppen. In verschiedenen Ausführungsformen ist die hydrophile Seitengruppe eine oder mehrere (z. B. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr) Aminogruppen. In einigen Fällen ist die hydrophile Seitengruppe eine oder mehrere (z. B. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr) Carboxylatgruppen. Zum Beispiel kann die aliphatische Gruppe Polyacrylsäure aufweisen. In einigen Fällen ist die hydrophile Seitengruppe eine oder mehrere (z. B. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr) Sulfonatgruppen. In einigen Fällen ist die hydrophile Seitengruppe eine oder mehrere (z. B. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr) Phosphatgruppen. In einigen Ausführungsformen ist die hydrophile Seitengruppe eine oder mehrere Ammoniumgruppen (z. B. tertiäres und/oder quartäres Ammonium). In anderen Ausführungsformen ist die hydrophile Seitengruppe eines oder mehrere Zwitterionen (zum Beispiel ein Betain, wie Poly(carboxybetain (pCB) und Ammoniumphosphonate wie Phosphatidylcholin).

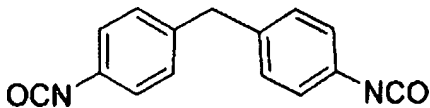
**[0189]** In einigen Ausführungsformen enthält das  $R_2$ -Segment geladene Gruppen, die zur Bindung an einen Gegenion ionisch das Polymer, das Polymernetzwerk vernetzen und Ionomere bilden. In diesen Ausführungsformen ist  $R_2$  zum Beispiel eine aliphatische oder aromatische Gruppe mit einer Amino-, Carboxylat-, Sulfonat-, Phosphat-, Ammonium-, zwitterionischen Gruppe oder Kombinationen davon. Zum Beispiel kann  $R_2$  eine aliphatische oder aromatische Gruppe mit einer oder mehreren Carboxylat-Seitengruppen sein.

**[0190]** In verschiedenen Fällen ist die hydrophile Seitengruppe mindestens ein Polyether, wie z. B. zwei Polyether. In anderen Fällen ist die hydrophile Seitengruppe mindestens ein Polyester. In verschiedenen Fällen ist die hydrophile Seitengruppe Polylacton (z. B. Polyvinylpyrrolidon). Jedes Kohlenstoffatom der hydrophilen Seitengruppe kann gegebenenfalls durch z. B.  $C_{1-6}$ -Alkyl substituiert sein. In einigen dieser Ausführungsformen

können die aliphatischen und aromatischen Gruppen Pfropfpolymere sein, wobei die Seitengruppen Homopolymere (z. B. Polyether, Polyester, Polyvinylpyrrolidon) sind.

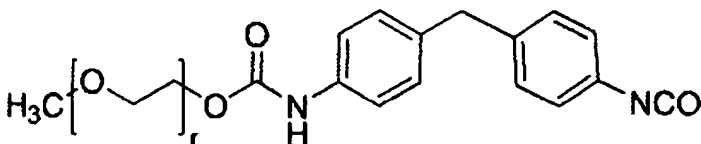
**[0191]** In einigen bevorzugten Ausführungsformen ist die hydrophile Seitengruppe ein Polyether (z. B. Polyethylenoxid und Polyethylenglykol), Polyvinylpyrrolidon, Polyacrylsäure oder Kombinationen davon.

**[0192]** Die hydrophile Seitengruppe kann über einen Linker an die aliphatische Gruppe oder aromatische Gruppe gebunden sein. Der Linker kann ein beliebiges bifunktionelles kleines Molekül sein (z. B.  $C_{1-20}$ ) sein, das die hydrophile Seitengruppe mit der aliphatischen oder aromatischen Gruppe verknüpfen kann. Zum Beispiel kann der Linker ein Diisocyanat enthalten, wie zuvor beschrieben, das, wenn mit der hydrophilen Seitengruppe und mit der aliphatischen oder aromatischen Gruppe verknüpft, eine Carbamatbindung bildet. In einigen Ausführungsformen kann der Linker 4,4'-Diphenylmethandiisocyanat (MDI) sein, wie unten gezeigt.



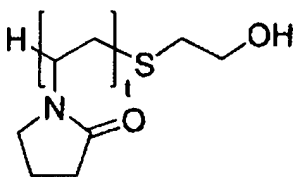
(Formel 3)

**[0193]** In einigen Ausführungsbeispielen ist die hydrophile Seitengruppe Polyethylenoxid und die Verknüpfungsgruppe ist MDI, wie unten dargestellt.



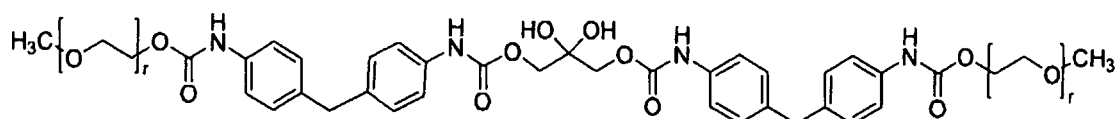
(Formel 4)

**[0194]** In einigen Fällen wird die hydrophile Seitengruppe funktionalisiert, damit sie sich an die aliphatische oder aromatische Gruppe gegebenenfalls über den Linker binden kann. In verschiedenen Ausführungsformen, zum Beispiel, wenn die hydrophile Seitengruppe eine Alkengruppe enthält, die eine Michael-Addition mit einem Sulfhydryl enthaltenden bifunktionellen Molekül eingehen kann (d. h. einem Molekül, das eine zweite reaktive Gruppe wie eine Hydroxyl- oder Aminogruppe aufweist), um in einer hydrophilen Gruppe zu resultieren, die mit der Polymerhauptkette ggf. durch den Linker mithilfe der zweiten Reaktionsgruppe umgesetzt werden kann. Wenn die hydrophile Seitengruppe z. B. Polyvinylpyrrolidon ist, kann sie mit der Sulfhydrylgruppe auf Mercaptoethanol reagieren und in einem hydroxyfunktionalisierten Polyvinylpyrrolidon resultieren, wie unten gezeigt.

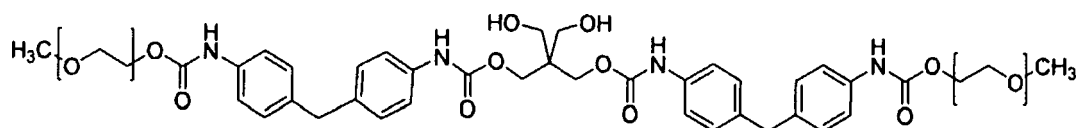


(Formel 5)

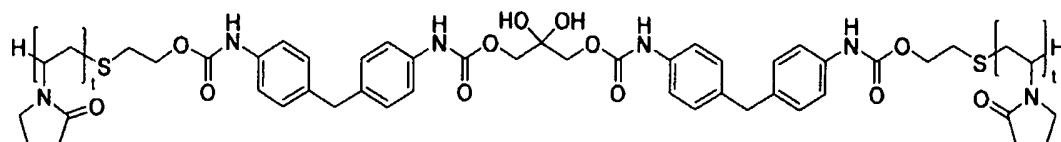
**[0195]** In einigen der hierin offenbarten Ausführungsformen ist mindestens ein  $R_2$ -Segment ein Polytetramethylenoxid.<sup>2</sup> In anderen beispielhaften Ausführungsformen kann das mindestens eine  $R_2$ -Segment ein aliphatisches Polyol sein, das mit Polyethylenoxid oder Polyvinylpyrrolidon funktionalisiert ist, wie z. B. die Polyole, die in der EP-2462908 beschrieben werden. Zum Beispiel kann das  $R_2$ -Segment aus dem Reaktionsprodukt aus einem Polyol (z. B. Pentaerythrit oder 2,2,3-Trihydroxypropanol) und entweder einem MDI-derivatisierten Methoxypolyethylenglykol (wobei die Verbindungen wie in den Formeln 6 oder 7 gezeigt sind) oder einem MDI-derivatisierten Polyvinylpyrrolidon (um Verbindungen der Formel 8 oder 9 zu erhalten), das zuvor mit Mercaptoethanol umgesetzt wurde, abgeleitet werden, wie unten dargestellt.



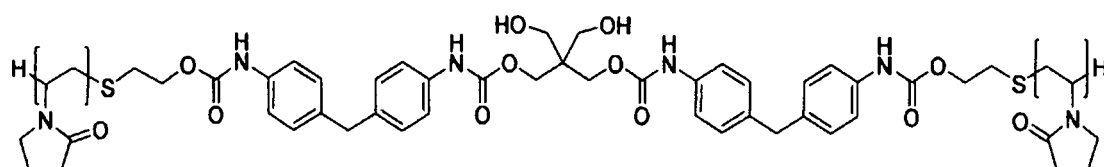
(Formel 6)



(Formel 7)

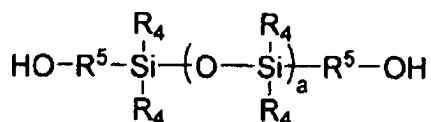


(Formel 8)



(Formel 9)

**[0196]** In verschiedenen Fällen ist mindestens ein R<sub>2</sub>-Segment ein Polysiloxan. In diesen Fällen kann R<sub>2</sub> aus einem Silikon-Monomer der Formel 10 abgeleitet werden, wie ein Silikon-Monomer der US-Patentschrift Nr. 5969076:



(Formel 10)

wobei:

a 1 bis 10 oder größer ist (z. B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10);

jedes R<sup>4</sup> unabhängig Wasserstoff, C<sub>1-18</sub>-Alkyl, C<sub>2-18</sub>-Alkenyl, Aryl oder Polyether ist; und

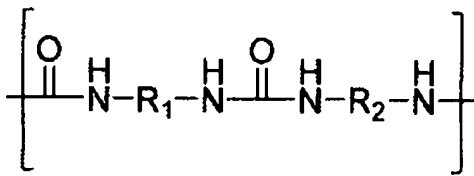
jedes R<sup>5</sup> unabhängig C<sub>1-10</sub>-Alkylen, Polyether oder Polyurethan ist.

**[0197]** In einigen Ausführungsformen ist jedes R<sub>4</sub> unabhängig H, C<sub>1-10</sub>-Alkyl, C<sub>2-10</sub>-Alkenyl, C<sub>1-6</sub>-Aryl, Polyethylen, Polypropylen oder Polybutylen. Zum Beispiel kann R<sup>4</sup> unabhängig aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, s-Butyl, t-Butyl, Ethenyl, Propenyl, Phenyl und Polyethylen besteht.

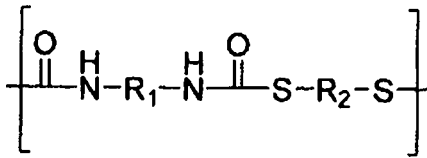
**[0198]** In verschiedenen Ausführungsformen ist jedes R<sup>5</sup> unabhängig C<sub>1-10</sub>-Alkylen (z. B. Methylen, Ethylen, Propylen, Butylen, Pentylen, Hexylen, Heptylen, Octylen, Nonylen oder Decylen). In anderen Fällen ist jedes R<sup>5</sup> Polyether (z. B. Polyethylen, Polypropylen oder Polybutylen). In verschiedenen Fällen ist jedes R<sup>5</sup> Polyurethan.

**[0199]** In einigen Ausführungsformen weist das Hydrogel ein vernetztes Polymernetzwerk auf, das Copolymerketten einschließt, die Derivate von Polyurethan sind. Dieses vernetzte Polymernetzwerk kann durch Polymerisation eines oder mehrerer Isocyanate mit einer oder mehreren Polyaminoverbindungen, Polysulfhydryl-Verbindungen oder Kombinationen davon hergestellt werden, wie in den Formeln 11 und 12 unten gezeigt:





(Formel 11)



(Formel 12)

worin die Variablen die oben beschriebenen sind. Zusätzlich können die Isocyanate auch mit einem oder mehreren Polyamino- oder Polythiolkettenverlängerern verlängert werden, um zwei oder mehrere Isocyanate, wie zuvor für die Polyurethane der Formel 2 beschrieben, zu überbrücken.

**[0200]** In einigen Ausführungsformen besteht das Polyurethan-Hydrogel aus MDI, PTMO und 1,4-Butylenglycol, wie in US-Patent Nr. 4.523.005 beschrieben.

**[0201]** In einigen Ausführungsformen ist das Polyurethan-Hydrogel physikalisch vernetzt durch beispielsweise unpolare oder polare Wechselwirkungen zwischen den Urethan- oder Carbamatgruppen an den Polymeren (den Hartsegmenten) und ein thermoplastisches Polyurethan (TPU), oder spezifisch, was nachstehend als ein hydrophiles thermoplastisches Polyurethan bezeichnet wird. In diesen Ausführungsformen bildet der Bestandteil  $R_1$  in Formel 1 und die Bestandteile  $R_1$  und  $R_3$  aus Formel 2 den Abschnitt des Polymers, das oftmals als Hartsegment bezeichnet wird, und  $R_2$  bildet den Abschnitt des Polymers, der oftmals als Weichsegment bezeichnet wird. In diesen Ausführungsformen kann das Weichsegment kovalent an das Hartsegment gebunden sein.

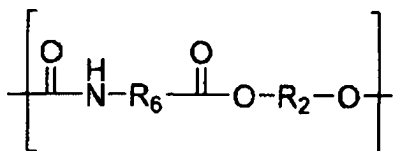
**[0202]** Im Handel erhältliche thermoplastische Polyurethan-Hydrogele, die sich für die vorliegende Verwendung eignen, schließen die unter dem Handelsnamen "TECOPHILIC" wie TG-500, TG-2000, SP-80A-150, SP-93A-100, SP-60D-60 (Lubrizol, Countryside, IL), "ESTANE" (z. B. AIR G 500; Lubrizol, Countryside, IL) ein, sind aber nicht darauf beschränkt.

**[0203]** In verschiedenen Ausführungsformen wird das Polyurethan-Hydrogel kovalent vernetzt, wie zuvor hierin beschrieben.

**[0204]** In einigen Ausführungsformen umfasst das Polyamid-Segment des Polyamid-Hydrogels ein Polyamid oder besteht im Wesentlichen daraus. Das Polyamid Hydrogel kann aus der Polykondensation eines Polyamid-Vorpolymers mit einem hydrophilen Vorpolymer gebildet werden, um ein Blockcopolymid zu bilden.

**[0205]** In einigen Ausführungsformen kann das Polyamidsegment des Polyamid-Hydrogels aus der Kondensation von Polyamid-Vorpolymeren wie Lactamen, Aminosäuren und/oder Diaminoverbindungen mit Dicarbonsäuren oder aktivierten Formen davon abgeleitet werden. Die resultierenden Polyamidsegmente schließen Amidverknüpfungen  $-(\text{CO})\text{NH}-$  ein. Der Begriff „Aminosäure“ bezieht sich auf ein Molekül mit mindestens einer Aminogruppe und mindestens einer Carboxylgruppe. Jedes Polyamidsegment des Polyamid-Hydrogels kann gleich oder unterschiedlich sein.

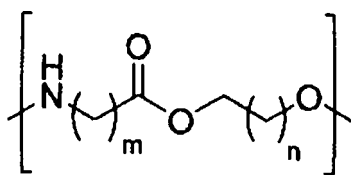
**[0206]** In einigen Ausführungsformen ist das Polyamidsegment aus der Polykondensation von Lactamen und/oder Aminosäuren abgeleitet und weist ein Amidsegment mit einer in Formel 13 dargestellten Struktur auf, bei der das Segment des Blockcopolymers aus dem Lactam oder der Aminosäure abgeleitet ist und  $R_2$  das Segment ist, das aus einem hydrophilen Vorpolymer abgeleitet wurde:



(Formel 13)

**[0207]** In einigen Ausführungsformen wird  $\text{R}_6$  aus einem Lactam abgeleitet. In einigen Fällen wird  $\text{R}_6$  aus einem  $\text{C}_{3-20}$ -Lactam oder einem  $\text{C}_{4-15}$ -Lactam oder einem  $\text{C}_{6-12}$ -Lactam abgeleitet. Beispielsweise kann  $\text{R}_6$  aus Caprolactam oder Laurinlactam abgeleitet werden. In einigen Fällen wird  $\text{R}_6$  aus einer oder mehreren Aminosäuren abgeleitet. In verschiedenen Fällen wird  $\text{R}_6$  aus einer  $\text{C}_{4-25}$ -Aminosäure oder einer  $\text{C}_{5-20}$ -Aminosäure oder einer  $\text{C}_{8-15}$ -Aminosäure abgeleitet. Beispielsweise kann  $\text{R}_6$  aus 12-Aminolaurinsäure oder 11-Aminoundecansäure abgeleitet sein.

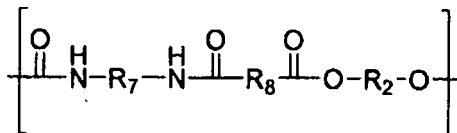
**[0208]** In einigen Fällen schließt Formel 13 ein Polyamid-Polyether-Blockcopolymer-Segment ein, wie unten dargestellt:



(Formel 14)

worin  $m$  3 bis 20 ist und  $n$  1 bis 8 ist. In einigen Ausführungsbeispielen ist  $m$  4 bis 15 oder 6 bis 12 (z. B. 6, 7, 8, 9, 10, 11 oder 12) und  $n$  ist 1, 2 oder 3. Zum Beispiel kann  $m$  11 oder 12 sein und  $n$  kann 1 oder 3 sein.

**[0209]** In einigen Ausführungsformen ist das Polyamidsegment aus der Polykondensation von Lactamen und/oder Aminosäuren abgeleitet und weist ein Amidsegment mit einer in Formel 15 dargestellten Struktur auf, bei der das Segment des Blockcopolymers aus dem Lactam oder der Aminosäure abgeleitet ist und  $\text{R}_2$  das Segment ist, das aus einem hydrophilen Vorpolymer abgeleitet wurde:



(Formel 15)

**[0210]** In einigen Aspekten ist  $\text{R}_7$  aus einer Diaminoverbindung abgeleitet, die eine aliphatische Gruppe mit  $\text{C}_{4-15}$ -Kohlenstoffatomen oder  $\text{C}_{5-10}$ -Kohlenstoffatomen oder  $\text{C}_{6-9}$ -Kohlenstoffatomen enthält. In einigen Ausführungsformen weist die Diaminoverbindung eine aromatische Gruppe wie Phenyl, Naphthyl, Xylyl und Tolylyl auf. Geeignete Diaminoverbindungen schließen Hexamethyldiamin (HMD), Tetramethyldiamin, Trimethylhexamethyldiamin (TMD), *m*-Xylyldiamin (MXD) und 1,5-Pentamindiamin ein, sind aber nicht darauf beschränkt. In verschiedenen Ausführungsformen ist  $\text{R}_8$  aus einer Dicarbonsäure oder aktivierten Form davon abgeleitet, die eine aliphatische Gruppe mit  $\text{C}_{4-15}$ -Kohlenstoffatomen oder  $\text{C}_{5-10}$ -Kohlenstoffatomen oder  $\text{C}_{6-10}$ -Kohlenstoffatomen enthält. In einigen Fällen weist die Dicarbonsäure oder aktivierte Form davon eine aromatische Gruppe wie Phenyl, Naphthyl, Xylyl und Tolylyl auf. Geeignete Carbonsäuren oder aktivierten Formen davon schließen Adipinsäure, Sebacinsäure, Terephthalsäure und Isophthalsäure ein, sind aber nicht darauf beschränkt. In einigen Ausführungsformen sind die Copolymerketten im Wesentlichen frei von aromatischen Gruppen.

**[0211]** In einigen bevorzugten Ausführungsformen ist jedes Polyamidsegment unabhängig von einem Polyamid-Vorpolymer abgeleitet, das ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus 12-Aminolaurinsäure, Caprolactam, Hexamethyldiamin und Adipinsäure.

**[0212]** Zusätzlich können die Polyamid-Hydrogele auch mit einem oder mehreren Polyamino-, Polycarboxyl- (oder Derivaten davon) oder Aminosäurekettenverlängerern verlängert sein, wie hierin zuvor beschrieben. In einigen Ausführungsformen kann der Kettenverlängerer ein Diol, Dithiol, Aminoalkohol, Aminoalkyl-Mercaptan, Hydroxyalkyl-Mercaptan, ein Phosphit oder eine Bisacyllactamverbindung (z. B. Triphenylphosphit, N,N'-bis-Terephthaloylaurinlactam und Diphenylisophthalat) enthalten.

**[0213]** Jeder Bestandteil  $R_2$  der Formel 13 und 15 ist unabhängig Polyether, Polyester, Polycarbonat, eine aliphatische Gruppe oder eine aromatische Gruppe, worin die aliphatische Gruppe oder aromatische Gruppe durch eine oder mehrere hydrophile Seitengruppen substituiert ist, wie zuvor hierin beschrieben, worin die Seitengruppe gegebenenfalls an die aliphatische oder aromatische Gruppe über einen Linker gebunden sein kann, wie zuvor hierin beschrieben.

**[0214]** In einigen bevorzugten Ausführungsformen ist  $R_2$  aus einer Verbindung abgeleitet, die ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Polyethylenoxid (PEO), Polypropylenoxid (PPO), Polytetrahydrofuran (PTHF), Polytetramethylenoxid (PTMO), eine polyethylenoxid-funktionalisierte aliphatische oder aromatische Gruppe, eine polyvinylpyrrolidon-funktionalisierte aliphatische aromatische Gruppe und Kombinationen davon. In verschiedenen Fällen wird  $R_2$  aus einer Verbindung abgeleitet, die ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Polyethylenoxid (PEO), Polypropylenoxid (PPO), Polytetramethylenoxid (PTMO), eine polyethylenoxidfunktionalisierte aliphatische oder aromatische Gruppe und Kombinationen davon. Beispielsweise kann  $R_2$  aus einer Verbindung abgeleitet werden, die ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Polyethylenoxid (PEO), Polytetramethylenoxid (PTMO) und Kombinationen davon.

**[0215]** In einigen Ausführungsformen ist das Polyamid-Hydrogel physikalisch vernetzt durch beispielsweise unpolare oder polare Wechselwirkungen zwischen den Polyamidgruppen an den Polymeren und ein thermoplastisches Polyamid oder spezifisch ein hydrophiles thermoplastisches Polyamid. In diesen Ausführungsformen bilden der Bestandteil  $R_6$  in Formel 13 und die Bestandteile  $R_7$  und  $R_8$  in Formel 15 den Abschnitt des Polymers, der oftmals als Hartsegment bezeichnet wird, und der Bestandteil  $R_2$  bildet den Abschnitt des Polymers, der oftmals als Weichsegment bezeichnet wird. Daher kann in einigen Ausführungsformen das Hydrogel ein physikalisch vernetztes polymeres Netzwerk mit einer oder mehreren Polymerketten mit Amidverknüpfungen aufweisen.

**[0216]** In einigen Ausführungsformen weist das Hydrogel mehrere Blockcopolymerketten auf, wobei mindestens ein Abschnitt der Blockcopolymerketten jeweils einen Polyamidblock und einen hydrophilen Block aufweist (z. B. einen Polyether-Block), die kovalent an den Polyamidblock gebunden sind, um ein thermoplastisches Polyamid-Blockcopolymer-Hydrogel (d. h., einem Polyamid-Polyether-Blockcopolymer) zu ergeben. In diesen Ausführungsformen können die Polyamidsegmente miteinander interagieren, um den kristallinen Bereich zu bilden. Daher können die Polyamid-Blockcopolymer-Ketten jeweils mehrere Polyamidsegmente umfassen, die kristalline Bereiche mit anderen Polyamidsegmenten der Polyamid-Blockcopolymer-Ketten und mehrere hydrophile Segmente bilden, die kovalent an die Polyamidsegmente gebunden sind.

**[0217]** In einigen Ausführungsformen ist das Polyamid Polyamid-11 oder Polyamid-12 und der Polyether ist ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Polyethylenoxid, Polypropylenoxid und Polytetramethylenoxid. Im Handel erhältliche thermoplastische Polyamid-Hydrogele, die für die vorliegende Verwendung geeignet sind, schließen die unter dem Handelsnamen "PEBAX" (z. B. "PEBAX MHI657" und "PEBAX MV1074") von Arkema, Inc., Clear Lake, TX) und SERENE-Beschichtung (Sumedics, Eden Prairie, MN) ein.

**[0218]** In verschiedenen Ausführungsformen ist das Polyamid-Hydrogel kovalent vernetzt, wie zuvor hierin beschrieben.

**[0219]** In einigen Ausführungsformen umfasst das Hydrogel ein Polyolefin-Hydrogel oder besteht im Wesentlichen daraus. Das Polyolefin-Hydrogel kann durch freie Reste, kationische und/oder anionische Polymerisation durch einem Fachmann bekannte Verfahren (z. B. unter Verwendung eines Peroxidinitiators, Wärme und/oder Licht) gebildet werden.

**[0220]** In einigen Ausführungsformen kann das Hydrogel eine oder mehrere oder eine Vielzahl von Polyolefinketten aufweisen. Zum Beispiel kann das Polyolefin Polyacrylamid, Polyacrylat, Polyacrylsäure und deren Derivate oder deren Salze, Polyacrylohalid, Polyacrylnitril, Polyallylalkohol, Polyallylether, Polyallyl-Ester, Polyallyl-Carbonat, Polyallyl-Carbamat, Polyallylsulfon, Polyallyl-Sulfonsäure, Polyallylamin, Polyallyl-Cyanid, Polyvinylester, Polyvinylalkohol, Thioester, Polyvinylpyrrolidon, Poly- $\alpha$ -Olefin, Polystyrol und Kombinationen davon einschließen. Daher kann das Polyolefin aus einem Monomer abgeleitet werden, das ausgewählt ist

aus der Gruppe, bestehend aus Acrylamid, Acrylat, Acrylsäure und Derivate oder Salze davon, Acrylohalid, Acrylnitril, Allylalkohol, Allylether, Allylester, Allyl-Carbonat, Allylcarbamate, Allylsulfon, Allylsulfonsäure, Allylamin, Allylcyanid, Vinylester, Thioester, Vinylpyrrolidon,  $\alpha$ -Olefin, Styrol, und Kombinationen davon.

**[0221]** In einigen Ausführungsformen wird das Polyolefin aus einem Acrylamid abgeleitet. Geeignete Acrylamide können uneingeschränkt Acrylamid, Methacrylamid, Ethylacrylamid, N,N-Dimethylacrylamid, N-Isopropylacrylamid, N-tert-Butylacrylamid, N-Isopropylmethacrylamid, N-Phenylacrylamid, N-diphenylmethacrylamid, N-(Triphenylmethyl)methacrylamid, N-Hydroxyethylacrylamid, 3-acryloylamino-1-propanol, N-acryloylamido-Ethoxyethanol, N-[Tris(hydroxymethyl)methyl]acrylamid, N-(3-Methoxypropyl)acrylamid, N-[3-(dimethylamino)propyl]Methacrylatamid, (3-Acrylamidopropyl) trimethylammoniumchlorid, Diacetoneacrylamid Acrylamid, 2-Acrylamido-2-methyl-1-propansulfonsäure, Salze der 2-Acrylamido-2-methyl-1-propansulfonsäure, 4-Acryloylmorpholin und Kombinationen davon einschließen. Zum Beispiel kann das Acrylamid-Vorpolymer Acrylamid oder Methacrylamid sein.

**[0222]** In einigen Fällen wird das Polyolefin aus einem Acrylat (z. B. Acrylat und/oder Alkylacrylat) abgeleitet. Geeignete Acrylate schließen uneingeschränkt Methacrylat, Ethylacrylat, Propylacrylat, Isopropylacrylat, n-Butylacrylat, Isobutylacrylat, tert-Butylacrylat, Hexylacrylat, Isooctylacrylat, Isodecylacrylat, Octadecyl, Laurylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 4-tert-butylcyclohexylacrylat, 3,5,5-Trimethylhexylacrylat, Isobornylacrylat, Vinylmethacrylat, Allyl, Methylmethacrylat, Ethylmethacrylat, Butylmethacrylat, Isobutylmethacrylat, tert-Butylmethacrylat, Hexylmethacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Isodecylmethacrylat, Laurylmethacrylat, Stearylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, 3,3,5-Trimethylcyclohexylmethacrylat, Kombinationen davon und dergleichen ein. Zum Beispiel kann das Acrylat-Vorpolymer Methacrylat, Ethylmethacrylat oder 2-Hydroxyethylmethacrylat sein.

**[0223]** In einigen Fällen wird das Polyolefin von einer Acrylsäure oder einem Derivat oder einem Salz davon abgeleitet. Geeignete Acrylsäuren sind, aber nicht eingeschränkt auf Acrylsäure, Natriumacrylat, Methacrylsäure, Natriummethacrylat, 2-Ethylacrylsäure, 2-Propylacrylsäure, 2-Bromacrylsäure, 2-(Brommethyl)acrylsäure, 2-(Trifluormethyl)acrylsäure, Acryloylchlorid, Methacryloylchlorid und 2-Ethylacryloylchlorid.

**[0224]** In verschiedenen Ausführungsformen kann das Polyolefin aus einem Allylalkohol, Allylether, Allylester, Allylcarbonat, Allylcarbamate, Allylsulfon, Allylsulfonsäure, Allylamin, Allylcyanid oder eine Kombination davon abgeleitet werden. Zum Beispiel kann das Polyolefin-Segment von Allyloxyethanol, 3-Allyloxy-1,2-propanediol, Allylbutylether, Allylbenzylether, Allylethylether, Allylphenylether, Allyl-2,4,6-Tribromphenylether, 2-Allyloxybenzaldehyd, 2-Allyloxy-2-hydroxybenzophenon, Allylacetat, Allylacetacetat, Allylchloroacetat, Allylcynoacetat, Allyl-2-brom-2-methylpropionat, Allylbutyrat, Allyltrifluoracetat, Allylmethylcarbonat, tert-Butyl-N-allylcarbamate, Allylmethylsulfon, 3-Allyloxy-2-hydroxy-1-propansulfonsäure, 3-Allyloxy-2-hydroxy-1-propansulfonsäure-Natriumsalz, Allylamin, ein Allylaminsalz und Allylcyanid abgeleitet werden.

**[0225]** In einigen Fällen kann das Polyolefin aus einem Vinylester, Thioester, Vinylpyrrolidon (z. B. N-Vinylpyrrolidon) und Kombinationen davon abgeleitet werden. Zum Beispiel kann das Vinylmonomer Vinylchloroformiat, Vinylacetat, Vinyldecanoat, Vinylneodecanoat, Vinylneononanoat, Vinylpivalat, Vinylpropionat, Vinylstearat, Vinylvalerat, Vinyltrifluoracetat, Vinylbenzoat, Vinyl-4-tert-butylbenzoat, Vinylcinnamat, Butylvinylether, tert-Butylvinylether, Cyclohexylvinylether, Dodecylvinylether, Ethylenglykolvinylother, 2-Ethylhexylvinylether, Ethylvinylether, Ethyl-1-propenylether, Isobutylvinylether, Propylvinylether, 2-Chlorethylvinylether, 1,4-Butandiolvinylether, 1,4-Cyclohexandimethanolvinylether, Di(ethylenglycol)vinyl, Diethylethervinyl-Orthoformiat, Vinylsulfid, Vinylhalid und Vinylchlorid sein.

**[0226]** In einigen Ausführungsformen kann das Polyolefin von einem  $\alpha$ -Olefin abgeleitet werden, wie 1-Octen, 1-Nonen, 1-Decen, 1-Undecen, 1-Dodecen, 1-Tridecen, 1-Tetradecen, 1-Pentadecen, 1-Hexadecen, 1-Pentadecen, 1-Heptadecen und 1-Octadecen.

**[0227]** In verschiedenen Fällen kann das  $R_7$ -haltige Polyolefinsegment aus Styrol abgeleitet werden. Geeignete Styrolmonomere schließen Styrol,  $\alpha$ -Bromstyrol, 2,4-Diphenyl-4-methyl-1-penten, ein Methylstyrol, 4-Acetoxystryl, 4-Benzhydrylstryl, 4-tert-Butylstryl, 2,4-Dimethylstryl, 2,5-Dimethylstryl, 2-Methylstryl, 3-Methylstryl, 4-Methylstryl, 2-(Trifluormethyl)stryl, 3-(Trifluormethyl)stryl, 4-(Trifluormethyl)stryl, 2,4,6-Trimethylstryl, Vinylbenzylchlorid, 4-Benzoyloxy-3-methoxystryl, 4-tert-Butoxystryl, 3,4-Dimethoxystryl, 4-Ethoxystryl, 4-Vinylanisol, 2-Bromstyrol, 3-Bromstyrol, 4-Bromstyrol, 4-Chlor- $\alpha$ -Methylstryl, 2-Chlorstryl, 3-Chlorstryl, 4-Chlorstryl, 2,6-Dichlorstryl, 2,6-Difluorstryl, 2-Fluorstryl, 3-Fluorstryl, 4-Fluorstryl, 2,3,4,5,6-Pentafluorstryl, N,N-Dimethylvinylbenzylamin, 2-Isopropenylanilin, 4-[N-(Methylaminoethyl)aminomethyl]stryl, 3-Vinylanilin, 4-Vinylanilin, (Vinylbenzyl)trimethylammoniumchlorid, 4-(Diphenylphosphino)stryl, 3-Iso-

propenyl- $\alpha$ -dimethylbenzylisocyanat, 3-Nitrostyrol, 9-Vinylnanthracen, 2-Vinylnaphthalin, 4-Vinylbenzocyclobuten, 4-Vinylbiphenyl und Vinylbenzoesäure ein.

**[0228]** In einigen Ausführungsformen umfasst das Polyolefin einen hydrophilen Abschnitt. Der hydrophile Abschnitt des Polyolefin-Hydrogels kann eine Seitengruppe der Polyolefinhauptkette sein, oder der hydrophile Abschnitt kann als kovalentes Vernetzungsmittel des Polyolefin-Hydrogels fungieren. In einigen Aspekten kann der hydrophile Abschnitt des Polyolefin-Hydrogels einen Seitenpolyether, Polyester, Polycarbonat, Hydroxyl, Lacton (z. B. Pyrrolidon), Amino, Carboxylat, Sulfonat, Phosphat, Ammonium (z. B. tertiäres und quaternäres Ammonium), eine Zwitterionengruppe (z. B. Betain, wie Poly(carboxybetain (pCB) und Ammoniumphosphonate wie Phosphatidylcholin) oder Kombinationen davon einschließen. Polyolefin-Hydrogele, die einen hydrophilen Seitengruppenabschnitt enthalten, können durch Copolymerisieren eines Polyolefin-Monomer gebildet werden, wie zuvor beschrieben, mit einem zweiten Polymer-Olefinmonomer mit einer hydrophilen Seitenkette, wie z. B. Acrylsäure oder Polyvinylpyrrolidon.

**[0229]** In einigen Ausführungsformen weist das Hydrogel mehrere Polyolefinketten auf, wobei mindestens ein Abschnitt der Polyolefinketten jeweils ein erstes Kettensegment umfasst, das physikalisch mit mindestens einer anderen Polyolefinkette der mehreren Polyolefinketten vernetzt ist und eines oder mehrere hydrophile Kettensegmente kovalent an dem ersten Kettensegment gebunden sind.

**[0230]** In anderen Ausführungsformen ist der hydrophile Abschnitt des Polyolefin-Hydrogels ein hydrophiles Vernetzungsmittel. Das Vernetzungsmittel kann Polyether, Polyester, Polycarbonat, Hydroxyl, Lacton (z. B. Pyrrolidon), Amino, Carboxylat, Sulfonat, Phosphat, Ammonium (z. B. tertiäres und quaternäres Ammonium), ein Zwitterion (z. B. Betain, wie Poly(Carboxybetain (pCB) und Ammoniumphosphonate wie Phosphatidylcholin) und Kombinationen davon einschließen. Das hydrophile Vernetzungsmittel kann von einem Molekül mit mindestens zwei ethylenisch ungesättigten Gruppen abgeleitet werden, wie beispielsweise ein Polyethylenglykol-Dimethacrylat.

**[0231]** Geeignete im Handel erhältliche Polyolefin-Materialien sind die POLYOX-Produktlinie von Dow Chemical, Midland, MI und Styrol-Block-Copolymere, sind aber nicht darauf beschränkt. Beispiele für Styrol-Copolymere schließen uneingeschränkt TPE-s (z. B. Styrol-Butadien-Styrol(SBS)-Blockcopolymere wie "SOF-PRENE" und Styrol-Ethylen-Butylen-Styrol(SEES)-Block-Copolymer wie "LAPRENE" der SO.F.TER. GROUP, Libanon, TN); thermoplastische Copolyester-Elastomere (z. B. thermoplastische Elastomervulconate (TPE-v oder TPV)), wie FORPRENE der SO.F.TER. GROUP), "TERMOTON-V" von Termopol, Istanbul, Türkei; und TPE-Blockcopolymere, wie "SANTOPRENE" (ExxonMobil, Irving, TX) ein.

**[0232]** In einigen Ausführungsformen wird das Monomer oder Vorpolymer, wie z. B. das oben beschriebene Polyolefin-Vorpolymer, mit einem Silicon-Vorpolymer copolymerisiert, um ein Silikon-Hydrogel zu bilden, wobei in diesen Ausführungsformen das Silicon-Vorpolymer, das Polyolefin-Vorpolymer oder beide als Vernetzungsmittel fungieren.

**[0233]** Beispiele für Silikon-Monomere schließen uneingeschränkt 3-Methacryloxypropyltris(trimethylsiloxy)silan (IRIS) und Monomethacryloxypropylpolydimethylsiloxan (mPDMS), m-Vinyl-[3-[3,3,3-Trimethyl-1,1-bis(trimethylsiloxy)disiloxanyl]propyl]carbamate, 3-methacryloxypropyl-bis(trimethylsiloxy)methylsilan und Methacryloxypropylpentamethyldisiloxan ein.

**[0234]** In anderen Ausführungsformen umfasst das Hydrogel ein ionomeres Hydrogel mit einer Vielzahl von Ionomerketten oder besteht im Wesentlichen daraus. Ein Ionomer ist ein Copolymer, das sowohl von neutral geladenen Einheiten als auch ionisierten Einheiten, die an das Polymergerüst gebunden sind, gebildet wird, z. B. als Seitengruppen. Üblicherweise enthalten die ionisierten Einheiten Carbonsäure-gruppen. Die Synthese von Ionomeren beinhaltet typischerweise den Schritt des zuerst Einführens der ionisierten Einheiten (z. B. Säuregruppen) in die Polymerkette und dann des Neutralisierens eines Abschnitts der ionisierten Einheiten (z. B. mit einem Metallkation). Das Ionomer kann Einheiten von Acrylsäure, Methacrylsäure oder beiden umfassen. Das Ionomer kann ein Copolymer von Ethylen und Methacrylsäure umfassen.

**[0235]** Wie oben erläutert, kann das Material gegebenenfalls auch eines oder mehrere Additive einschließen, wie Antioxidantien, Farbstoffe, Stabilisatoren, antistatische Mittel, Wachspakete, Antiblockmittel, Kristallkeimbildungsmittel, Schmelzfestigkeitsverstärker, Antifleckenmittel, Fleckenblocker, hydrophilitätssteigernde Additive und Kombinationen davon.

**[0236]** Beispiele für insbesondere geeignete Additive umfassen hydrophilitätssteigernde Additive wie eines oder mehrere superabsorbierende Polymere (beispielsweise superabsorbierende Polyacrylsäure oder deren Copolymere). Beispiele für hydrophilitätssteigernde Additive schließen die im Handel unter dem Handelsnamen "CREASORB" oder "CREABLOCK" von Evonik, Mobile, AL, "HYSORB" von BASF, Wyandotte, MI, "WASTE LOCK PAM" von M<sup>2</sup> Polymer Technologies, Inc., Dundee Township, IL, und "AQUA KEEP" von Sumitomo Seika, New York, NY ein. Die Aufnahme des hydrophilitätssteigernden Additivs hilft dem Hydrogel durch die Erhöhung der Wasseraufnahmerate und/oder -vermögens des Materials. Beispiele für geeignete Konzentrationen des hydrophilitätssteigernden Additivs liegen im Materialbereich von 1 bis 15 Gew.-%, von 0,5 Gew.-% bis 10 Gew.-% oder von 1 Gew.-% bis 5 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht des Materials.

**[0237]** In einigen Ausführungsformen kann das Material eine äußere oder zum Boden weisende Oberfläche der Laufsohle definieren. Alternativ kann eine wasserdurchlässige Membran die äußere oder zum Boden weisende Oberfläche der Laufsohle definieren und kann in direktem Kontakt mit dem Material stehen. Zum Beispiel kann mindestens ein Abschnitt der Außenoberfläche der Laufsohle von einer ersten Seite der wasserdurchlässigen Membran definiert werden, wobei das Material zwischen der Stützplatte/dem Laufsohlensubstrat und der Membran vorliegt.

**[0238]** Der Grad an Wasserdurchlässigkeit der wasserdurchlässigen Membran reicht vorzugsweise aus, damit Wasser schnell von der äußeren Oberfläche der Laufsohle (d. h. der ersten Seite der Membran) über die zweite Seite der Membran und in das Material geteilt wird. Zum Beispiel kann der Grad an Wasserdurchlässigkeit der wasserdurchlässigen Membran für eine Probe der Laufsohle ausreichend sein, die gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren erhalten wird, die ein Wasseraufnahmevermögen von mehr als 40 Gew.-% nach 24 Stunden besitzt. Der Grad an Wasserdurchlässigkeit der wasserdurchlässigen Membran kann für eine Probe der Laufsohle ausreichend sein, die gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren erhalten wird, die ein Wasseraufnahmevermögen von mehr als 40 Gew.-% nach 1 Stunde besitzt.

**[0239]** Die Fußbekleidungsartikel der vorliegenden Offenbarung können unter Verwendung mehrerer unterschiedlicher Fußbekleidungsherstellungsverfahren hergestellt werden. Zum Beispiel können das Material (z. B. das Material **116**) und die optionale Stützplatte oder Substrat mithilfe von Verfahren wie z. B. Spritzguss, Formguss, Thermoformung, Vakuumformung, Strangpressen, Sprühbeschichtung und dergleichen hergestellt werden.

**[0240]** In einigen Ausführungsformen wird die Laufsohle durch Verwenden einer coextrudierten Laufsohlenplatte ausgebildet. In diesem Fall kann das Material mit einem thermoplastischen Material coextrudiert werden, das zum Bilden eines dünnen Stützsubstrats verwendet wird, wobei das resultierende coextrudierte Material als Bahn oder Bogenform bereitgestellt werden kann. Die Bahn oder der Bogen können dann in einem Vakuum-Thermoformwerkzeug angeordnet werden, um die dreidimensionale Geometrie der zum Boden weisenden Laufsohlenseite zu erzeugen (die als Laufsohlenflächen-Vorläufer bezeichnet wird). Das Stützsubstrat stellt eine erste Funktion in diesem Schritt durch Erzeugen einer Strukturstütze für das relativ dünnere und schwächere Material bereit. Der Laufsohlenflächen-Vorläufer kann dann zum Bilden seines Umfangs und Öffnungen zur Aufnahme der Bodenhaftungselemente zugeschnitten werden, wodurch eine Laufsohlenfläche bereitgestellt wird.

**[0241]** Die Laufsohlenfläche kann dann in einem Formhohlraum angeordnet werden, in dem das Material vorzugsweise weg von den Einspritzgießtrichtern positioniert ist. Ein anderes thermoplastisches Material kann dann in die Form zurückgespritzt werden, um sich an das Stützsubstrat gegenüber des Materials zu binden. Dies zeigt die zweite Funktion des Stützsubstrats, nämlich das Schützen des Materials vor dem Einspritzdruck. Das eingespritzte thermoplastische Material kann das gleiche oder ein anderes Material sein, als das, das zum Herstellen des Trägersubstrats verwendet wird. Vorzugsweise können sie die gleichen oder ähnliche Materialien (z. B. beide thermoplastische Polyurethane) einschließen. Daher bilden das Stützsubstrat und das eingespritzte Material in der Form die Laufsohlenstützplatte, die an dem Material gesichert ist (während des Coextrusion-Schrittes).

**[0242]** In anderen Ausführungsformen wird die Laufsohle durch Spritzguss ausgebildet. In diesem Fall wird ein Substratmaterial vorzugsweise in eine Form eingespritzt, um die Laufsohlenstützplatte herzustellen. Die Laufsohlenstützplatte kann dann mit dem Material zurückgespritzt werden, um das Material an der Laufsohlenstützplatte gebunden herzustellen.

**[0243]** In jeder der obigen Ausführungsformen kann nach der Fertigung der Laufsohle diese direkt oder indirekt an der Fußbekleidungsobenseite (d. h. dem oberen Abschnitt eines Fußbekleidungsartikels, der typischer-

weise einen Hohlraum bildet, in dem der Trägerfuß während des Tragens eingeführt ist) zum Bereitstellen des Fußbekleidungsartikels der vorliegenden Offenbarung gesichert sein. Insbesondere kann das Material als eine zum Boden weisende Oberfläche der Laufsohle dienen, die auf der gegenüberliegenden Seite der Laufsohlenstützplatte vom Obermaterial angeordnet ist.

## EIGENSCHAFTSANALYSE UND KENNZEICHNUNGSVERFAHREN

**[0244]** Verschiedene Eigenschaften können für Fußbekleidungslaufsohlen gemäß der vorliegenden Offenbarung gemäß den folgenden Methodologien bestimmt werden. In einigen Fällen stammen die Eigenschaften, die unter Verwendung dieser Testverfahren bestimmt werden, aus Proben von Laufsohlen oder Fußbekleidungsartikeln, die gemäß den Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren genommen wurden. In anderen Fällen können die Eigenschaften, die mithilfe dieser Testverfahren bestimmt werden, aus Materialproben stammen, die gemäß dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film, dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren genommen wurden. Ungeachtet, ob der Test auf einer Probe, die von einer Laufsohle genommen wurde, oder einer Probe des Materials durchgeführt wurde, sind die Eigenschaften, die aus diesen Tests erhalten werden, als repräsentativ für die Laufsohlen der vorliegenden Offenbarung zu verstehen.

### Stichprobenverfahren

**[0245]** Wie oben erwähnt, hat sich herausgestellt, dass, wenn das Material an einem anderen Substrat gesichert ist, die Schnittstellenbindung das Ausmaß einschränken kann, in dem das Material Wasser aufnehmen und/oder anschwellen kann. Daher können verschiedene Eigenschaften der Laufsohlen der vorliegenden Offenbarung mithilfe von Proben gekennzeichnet werden, die mithilfe der folgenden Stichprobenverfahren hergestellt wurden:

#### A. Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren

**[0246]** Dieses Verfahren kann verwendet werden, um eine Probe einer Laufsohle der vorliegenden Offenbarung zu erhalten, wenn die Laufsohle, die das Material umfasst, eine Komponente einer Fußbekleidung (d. h. eine Laufsohle, die nicht an einem Obermaterial gesichert ist) oder eines Fußbekleidungsartikels (bei dem z. B. das Material an einem Laufsohlensubstrat wie einer Laufsohlenstützplatte gebunden ist) ist. Eine Laufsohlenprobe, die das Material in einem nicht nassen Zustand (z. B. bei 25°C und 20% relativer Luftfeuchtigkeit) aufweist, wird aus dem Fußbekleidungsartikel mithilfe einer Schneide geschnitten. Dieser Prozess wird durch Trennen der Laufsohle von einem zugehörigen FußbekleidungsObermaterial und Entfernen sämtlicher Materialien von der oberen Laufsohlenoberfläche (z. B. der oberen Oberfläche **142** entsprechenden) durchgeführt, die Wasser aufnehmen können und die Wasseraufnahmemessungen der Laufsohle möglicherweise verzerren. Zum Beispiel kann die obere Laufsohlenoberfläche aufgeschürft, abgerieben, abgeschabt oder anders gereinigt werden, um alle oberen Klebstoffe, Garne, Fasern, Schaumstoffe und dergleichen zu entfernen, welche möglicherweise selbst Wasser aufnehmen könnten.

**[0247]** Die resultierende Probe weist das Material und jedes Laufsohlensubstrat auf, das an das Material gebunden ist, und hält die Schnittstellenbindung zwischen dem Material und dem zugehörigen Laufsohlensubstrat aufrecht. Daher kann dieser Test simulieren, wie sich die Laufsohle (d. h. der Abschnitt der Laufsohle, der das Material umfasst, sodass das Material eine Oberfläche oder Seite der Laufsohle definiert) als Teil eines Fußbekleidungsartikels verhalten wird. Zusätzlich ist diese Probe auch in Fällen nützlich, bei denen die Schnittstellenbindung zwischen dem Material und einem optionalen Laufsohlensubstrat weniger definiert ist, z. B., wenn das Material des Materials in dem Material des Laufsohlensubstrats (z. B. mit einem Konzentrationsgradienten) stark verteilt ist.

**[0248]** Die Probe wird einer Stelle entlang der Laufsohle entnommen, die eine im Wesentlichen konstante Materialdicke für das Material wie an der Laufsohle vorhanden bereitstellt (innerhalb  $\pm 10\%$  der durchschnittlichen Materialdicke), wie z. B. im Vorderfußbereich, Mittelfußbereich oder einem Fersenbereich der Laufsohle, und weist einen Oberflächenbereich von 4 Quadratzentimeter ( $\text{cm}^2$ ) auf. In Fällen, bei denen das Material nicht an der Laufsohle in einem Segment mit einem Oberflächenbereich von  $4 \text{ cm}^2$  vorliegt und/oder die Materialdicke im Wesentlichen nicht konstant ist für ein Segment mit einem Oberflächenbereich von  $4 \text{ cm}^2$ , können Probengrößen mit kleineren Querschnittsoberflächenbereichen genommen werden und die bereichsspezifischen Messungen entsprechend angepasst werden.

## B. Stichprobeverfahren für coextrudierten Film

**[0249]** Dieses Verfahren kann zum Erhalten einer Materialprobe der vorliegenden Offenbarung verwendet werden, bei dem das Material auf ein Stützsubstrat zum Bilden der gesamten oder eines Teils einer Laufsohle der vorliegenden Offenbarung coextrudiert wird. Das Stützsubstrat kann aus einem Material hergestellt sein, das mit dem Material des Materials kompatibel ist, wie z. B. Material, das zum Bilden einer Laufsohlen-Stützplatte für das Material verwendet wird.

**[0250]** Es wurde gefunden, dass Proben, die aus coextrudierten Filmen genommen werden, einen geeigneten Ersatz für Proben darstellen, die von Laufsohlen oder Fußbekleidungsartikeln genommen werden. Zusätzlich ist diese Probe auch in Fällen nützlich, bei denen die Schnittstellenbindung zwischen dem Material und einem Stützsubstrat weniger definiert ist, z. B., wenn das Material in der Zusammensetzung des Stützsubstrats (z. B. mit einem Konzentrationsgradienten) stark verteilt ist.

**[0251]** In diesem Fall wird das Material mit dem Stützsubstrat als eine Bahn oder ein Bogen mit einer im Wesentlichen konstanten Dicke für das Material coextrudiert (innerhalb  $\pm 10\%$  der durchschnittlichen Materialdicke) und zum Verfestigen der resultierenden Bahn oder Bogens abgekühlt. Eine Probe des Materials, das an dem Stützsubstrat gesichert ist, wird dann aus der resultierenden Bahn oder Bogen mit einem Probengrößen-Oberflächenbereich von  $4 \text{ cm}^2$  geschnitten, sodass das Material der resultierenden Probe an dem Stützsubstrat gesichert bleibt.

## C. Reinform-Stichprobenverfahren

**[0252]** Dieses Verfahren kann zum Erhalten einer Materialprobe der vorliegenden Offenbarung verwendet werden, wenn das Material in Reinform isoliert wird (d. h. ohne gebundenes Substrat). In diesem Fall wird das Material als eine Bahn oder ein Bogen mit einer im Wesentlichen konstanten Dicke für das Material extrudiert (innerhalb  $\pm 10\%$  der durchschnittlichen Materialdicke) und zum Verfestigen der resultierenden Bahn oder Bogens abgekühlt. Eine Materialprobe mit einem Oberflächenbereich von  $4 \text{ cm}^2$  wird dann aus der resultierenden Bahn oder Bogen geschnitten.

**[0253]** Alternativ kann, wenn keine Materialquelle in Reinform verfügbar ist, das Material aus einem Laufsohlensubstrat einer Fußbekleidungsauflaufsohle geschnitten werden, oder aus einem Stützsubstrat eines coextrudierten Bogens oder Bahn, wodurch das Material isoliert wird. In jedem Fall wird dann eine Materialprobe mit einem Oberflächenbereich von  $4 \text{ cm}^2$  aus dem resultierenden Material geschnitten.

## D. Reinmaterial-Stichprobenverfahren

**[0254]** Dieses Verfahren kann zum Erhalten einer Probe eines Materials der vorliegenden Offenbarung verwendet werden. In diesem Fall wird das Material in Medienform bereitgestellt, wie Flocken, Granalien, Pulver, Kügelchen und dergleichen. Wenn keine Materialquelle in Reinform verfügbar ist, kann das Material aus einer Laufsohle einer Fußbekleidungsauflaufsohle geschnitten, geschabt oder geschliffen werden, oder aus einem Stützsubstrat eines coextrudierten Bogens oder Bahn, wodurch das Material isoliert wird.

## 2. Test des Wasseraufnahmevermögens

**[0255]** Dieser Test misst das Wasseraufnahmevermögen einer Probe des Materials nach einer vorgegebenen Einweichdauer. Die Probe kann eine Probe einer Laufsohle oder eines Fußbekleidungsartikels sein, die mit dem oben besprochenen Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren genommen wurde, kann eine Probe des Materials sein, die mithilfe des coextrudierten Films mithilfe des Stichprobenverfahren für coextrudierten Films genommen wurde, kann eine Probe des Materials sein, das in Reinform aus dem Reinform-Stichprobenverfahren vorliegt oder kann eine Probe des Materials in Reinform sein, die mithilfe des Reinmaterial-Stichprobenverfahrens genommen wurde. Die Probe wird anfangs bei  $60^\circ\text{C}$  getrocknet, bis bei den nachfolgenden Messintervallen keine Gewichtsänderung nach mindestens 30 Minuten vorliegt (z. B. ist 24 Stunden Trocknungszeitraum bei  $60^\circ\text{C}$  typischerweise eine geeignete Dauer). Das Gesamtgewicht der getrockneten Probe ( $G_{W, \text{Probe, trocken}}$ ) wird dann in Gramm gemessen. Die Probe darf dann auf  $25^\circ\text{C}$  abkühlen und wird dann vollständig in ein entionisiertes Wasserbad, das bei  $25^\circ\text{C}$  gehalten wird, eingetaucht. Nach einer vorgegebenen Einweichdauer wird die Probe aus dem entionisierten Wasserbad genommen, mit einem Tuch abgetupft, um Oberflächenwasser zu entfernen und das Gesamtgewicht der eingeweichten Probe ( $G_{W, \text{Probe, nass}}$ ) in Gramm gemessen.



**[0256]** Es kann jede geeignete Einweichdauer verwendet werden. Für viele der Materialien der vorliegenden Offenbarung, so glaubt man, ist eine 24-stündige Einweichdauer ausreichend, damit das Material eine Sättigung erreicht (d. h. das Material im gesättigten Zustand ist). Wie hierin verwendet, bezieht sich der Ausdruck „mit einem Wasseraufnahmevermögen nach 5 Minuten von...“ auf eine Einweichdauer von 5 Minuten, „mit einem Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde...“ auf eine Einweichdauer von 1 Stunde, der Ausdruck „mit einem Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden...“ auf eine Einweichdauer von 24 Stunden und dergleichen.

**[0257]** Man wird zu schätzen wissen, dass das Gesamtgewicht einer Probe, die gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren oder dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film genommen wurde, das Gewicht des Materials wie getrocknet oder eingeweicht ( $G_{w, \text{Material, trocken}}$  oder  $G_{w, \text{Material, nass}}$ ) und das Gewicht der Laufsohle oder Stützsubstrats ( $G_{w, \text{Substrat}}$ ) enthält. Zum Bestimmen einer Gewichtsänderung des Materials aufgrund der Wasseraufnahme muss das Gewicht des Substrats ( $G_{w, \text{Substrat}}$ ) von den Probenmessungen subtrahiert werden.

**[0258]** Das Gewicht des Substrats ( $G_{w, \text{Substrat}}$ ) wird mithilfe des Probenoberflächenbereichs (z. B. 4 cm<sup>2</sup>), einer durchschnittlich gemessenen Dicke des Substrats in der Probe und der durchschnittlichen Dichte des Substratmaterials gemessen. Alternativ kann, wenn die Dichte des Materials für das Substrat nicht bekannt ist oder nicht erhalten werden kann, das Gewicht des Substrats ( $G_{w, \text{Substrat}}$ ) durch Nehmen einer zweiten Probe mithilfe des gleichen Stichprobenverfahrens wie für die erste Probe und mit den gleichen Abmessungen (Oberflächenbereich und Material-/Substratdicke) wie in der ersten Probe bestimmt werden. Das Material der zweiten Probe wird dann von dem Substrat der zweiten Probe mit einer Schneide weggeschnitten, um ein isoliertes Substrat bereitzustellen. Das isolierte Substrat wird dann bei 60°C für 24 Stunden getrocknet, was zur gleichen Zeit wie die Trocknung der ersten Probe sein kann. Das Gewicht des isolierten Substrats ( $G_{w, \text{Substrat}}$ ) wird dann in Gramm gemessen.

**[0259]** Das resultierende Substratgewicht ( $G_{w, \text{Substrat}}$ ) wird dann von den Gewichten der getrockneten und eingeweichten Primärprobe ( $G_{w, \text{Probe, trocken}}$  und ( $G_{w, \text{Probe, nass}}$ ) subtrahiert, um die Gewichte des Materials nach Trocknen und Einweichen ( $G_{w, \text{Material, trocken}}$  und  $G_{w, \text{Material, nass}}$ ) bereitzustellen, wie unten in Gleichung 1 und 2 dargestellt:

$$G_{w, \text{Material, trocken}} = G_{w, \text{Probe, trocken}} - G_{w, \text{Substrat}} \quad (\text{Gleichung 1})$$

$$G_{w, \text{Material, nass}} = G_{w, \text{Probe, nass}} - G_{w, \text{Substrat}} \quad (\text{Gleichung 2})$$

**[0260]** Für Proben, die gemäß dem Reinfilm-Stichprobenverfahren oder dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren genommen wurden, beträgt das Substratgewicht ( $G_{w, \text{Substrat}}$ ) null. Daher reduziert sich Gleichung 1 auf  $G_{w, \text{Material, trocken}} - G_{w, \text{Probe, trocken}}$  und Gleichung 2 reduziert sich auf  $G_{w, \text{Material, nass}} = G_{w, \text{Probe, nass}}$ .

**[0261]** Das Gewicht des getrockneten Materials ( $G_{w, \text{Material, trocken}}$ ) wird dann von dem Gewicht des eingeweichten Materials ( $G_{w, \text{Material, nass}}$ ) zum Bereitstellen des Wassergewichts subtrahiert, das von dem Material aufgenommen wurde, das dann durch das Gewicht des getrockneten Materials ( $G_{w, \text{Material, trocken}}$ ) zum Bereitstellen des Wasseraufnahmevermögens für die vorgegebene Einweichdauer als Prozentsatz dividiert wird, wie unten durch Gleichung 3 ausgedrückt:

$$\text{Wasseraufnahmevermögen} = \frac{G_{w, \text{Film, nass}} - G_{w, \text{Film, trocken}}}{G_{w, \text{Film, trocken}}} (100\%) \quad (\text{Gleichung 3})$$

**[0262]** Zum Beispiel bedeutet ein „Wasseraufnahmevermögen von 50% nach 1 Stunde“, dass das eingeweichte Material in der Probe das 1,5-fache des Trockenzustand-Gewichts nach dem Einweichen für eine Stunde wog, wobei ein Gewichtsverhältnis von Wasser zu Material von 1:2 vorliegt. Ähnlich bedeutet ein „Wasseraufnahmevermögen von 500% nach 24 Stunden“, dass das eingeweichte Material in der Probe das 5-fache des Trockenzustand-Gewichts nach dem Einweichen für 24 Stunden wog, wobei ein Gewichtsverhältnis von Wasser zu Material von 4:1 vorliegt.

### 3. Test der Wasseraufnahmerate

**[0263]** Dieser Test misst die Wasseraufnahmerate einer Probe einer Laufsohle oder eines Materials durch Modellieren der Gewichtszunahme in Abhängigkeit von der Einweichzeit einer Probe mit einem eindimensionalen Diffusionsmodell. Die Probe kann mit jedem beliebigen der oben besprochenen Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, Stichprobenverfahren für coextrudierten Film oder Reinfilm-Stichprobenverfahren genommen werden. Die Probe wird anfangs bei 60°C getrocknet, bis bei den nachfolgenden Messintervallen keine Gewichts-

änderung nach mindestens 30 Minuten vorliegt (24 Stunden Trocknungszeitraum bei 60°C ist typischerweise eine geeignete Dauer). Das Gesamtgewicht der getrockneten Probe ( $G_{w,Probe,trocken}$ ) wird dann in Gramm gemessen. Zusätzlich wird die Durchschnittsdicke des Materials für die getrocknete Probe für die Verwendung bei der Berechnung der Wasseraufnahmerate gemessen, wie unten erklärt.

**[0264]** Die Probe darf dann auf 25°C abkühlen und wird dann vollständig in ein entionisiertes Wasserbad, das bei 25°C gehalten wird, eingetaucht. Zwischen den Einweichdauern von 1, 2, 4, 9, 16 und 25 Minuten wird die Probe aus dem entionisierten Wasserbad entfernt, mit einem Tuch zum Entfernen des Oberflächenwasser abgetupft und das Gesamtgewicht der eingeweichten Probe ( $G_{w,Probe,nass}$ ) gemessen, wobei sich  $t$  auf den bestimmten Einweichdauerdatenpunkt (z. B. 1, 2, 4, 9, 16 oder 25 Minuten) bezieht.

**[0265]** Der freigelegte Oberflächenbereich der eingeweichten Probe ( $A_t$ ) wird ebenfalls mit Messschiebern zum Bestimmen der spezifischen Gewichtszunahme gemessen, wie unten erklärt. Der freigelegte Oberflächenbereich bezieht sich auf den Oberflächenbereich, der mit dem entionisierten Wasser in Kontakt tritt, wenn dieser vollständig in das Bad eingetaucht ist. Bei Proben, die mithilfe des Fußbekleidungs-Stichprobenverfahrens und des Stichprobenverfahrens für coextrudierten Film erhalten werden, weisen die Proben nur eine freigelegte Hauptoberfläche auf. Bei Proben, die mit dem Reinfilm-Stichprobenverfahren erhalten werden, werden jedoch beide Hauptoberflächen freigelegt. Der Einfachheit halber werden die Oberflächenbereiche der Umfangsränder der Proben aufgrund ihrer relativ geringen Abmessungen ignoriert.

**[0266]** Die gemessene Probe wird zwischen den Messungen erneut vollständig in ein entionisiertes Wasserbad eingetaucht. Die Dauer von 1, 2, 4, 9, 16 und 25 Minuten bezieht sich auf eine kumulative Einweichdauer während die Probe vollständig in dem entionisierten Wasserbad eingetaucht ist (d. h. nach der ersten Minute der Einweichung und der ersten Messung wird die Probe für eine oder mehrere Einweichminuten zurück in das Bad gegeben, bevor sie bei der 2-Minutenmarke erneut gemessen wird).

**[0267]** Wie oben im Test des Wasseraufnahmevermögens gemessen, enthält das Gesamtgewicht einer Probe, die gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren oder dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film genommen wurde, das Gewicht des Materials wie getrocknet oder eingeweicht ( $G_{w,Material,trocken}$  oder  $G_{w,Material,nass,t}$ ) und das Gewicht der Laufsohle oder des Stützsubstrats ( $G_{w,Substrat}$ ). Zum Bestimmen einer Gewichtsänderung des Materials aufgrund der Wasseraufnahme muss das Gewicht des Substrats ( $G_{w,Substrat}$ ) von den Probegewichtsmessungen subtrahiert werden. Dies kann unter Verwendung der gleichen Schritte wie oben im Test des Wasseraufnahmevermögens besprochen erreicht werden, um die resultierenden Materialgewichte ( $G_{w,Material,trocken}$  und  $G_{w,Material,nass}$ ) für jede Einweichdauer-Messung bereitzustellen.

**[0268]** Die spezifische Gewichtszunahme ( $G_{ws,Material,t}$ ) aus der Wasseraufnahme für jede eingeweichte Probe wird dann als die Differenz zwischen dem Gewicht der eingeweichten Probe ( $G_{w,Material,nass,t}$ ) und dem Gewicht der ursprünglich getrockneten Probe ( $G_{w,Material,trocken}$ ) berechnet, wobei die resultierende Differenz dann durch den freigelegten Oberflächenbereich ( $A_t$ ), dividiert wird, wie unten durch die Gleichung 4 dargestellt:

$$G_{ws,Material,t} = \frac{G_{w,Material,nass,t} - G_{w,Material,trocken}}{A_t} \quad \text{(Gleichung 4)}$$

worin sich  $t$  auf den bestimmten Einweichdauerdatenpunkt (z. B. 1, 2, 4, 9, 16, oder 25 Minuten) bezieht, wie oben erwähnt.

**[0269]** Die Wasseraufnahmerate für das Material in der Probe wird dann als die Steigung der spezifischen Gewichtszunahmen ( $G_{ws,Material,t}$ ) gegenüber der Quadratwurzel der Zeit (in Minuten) bestimmt, wie mindestens durch die lineare Quadratregression der Datenpunkte bestimmt. Für die Materialien der vorliegenden Offenbarung stellt die Darstellung der spezifischen Gewichtszunahmen ( $G_{ws,Material,t}$ ) gegenüber der Quadratwurzel von Zeit (in Minuten) eine anfängliche Steigung bereit, die im Wesentlichen linear ist (um die Wasseraufnahmerate durch die lineare Regressionsanalyse bereitzustellen). Nach einer Zeitdauer, die von der Dicke des Materials abhängig ist, verlangsamt sich die spezifische Gewichtszunahme jedoch, was eine Reduktion der Wasseraufnahmerate anzeigt, bis die Sättigung erreicht ist. Man glaubt, dass dies stattfindet, weil das Wasser ausreichend im Material verteilt ist, wenn die Wasseraufnahme sich der Sättigung annähert und je nach Materialdicke variiert.

**[0270]** Daher werden für das Material mit einer durchschnittlichen getrockneten Materialdicke (wie oben gemessen) von weniger als 0,3 Millimeter nur die spezifischen Gewichtszunahme-Datenpunkte bei 1, 2, 4 und 9 Minuten in der linearen Regressionsanalyse verwendet. In diesen Fällen können die Datenpunkte bei 16 und 25 Minuten beginnen, signifikant von der linearen Steigung abzuweichen, weil die Wasseraufnahme die

Sättigung erreicht, und werden von der linearen Regressionsanalyse ausgelassen. Im Vergleich dazu werden für das Material mit einer durchschnittlichen getrockneten Materialdicke (wie oben gemessen) von 0,3 Millimeter oder mehr die spezifischen Gewichtszunahme-Datenpunkte bei 1, 2, 4, 9, 16 und 25 Minuten in der linearen Regressionsanalyse verwendet. Die resultierende Steigung, welche die Wasseraufnahmerate für das Probematerial definiert, weist Gewichtseinheiten/(Oberflächenbereich-Quadratwurzel aus Zeit) wie z. B. Gramm/(Meter<sup>2</sup>-Minuten<sup>0,5</sup>) auf.

**[0271]** Des Weiteren können einige Material- oder Substratoberflächen ein Oberflächenphänomen erzeugen, welche die Wassermoleküle schnell anziehen und halten können (z. B. über die Oberflächen-Wasserstoffbindung oder Kapillarkwirkung), ohne tatsächlich die Wassermoleküle in das Material oder Substrat zu ziehen. Daher können die Proben dieser Materialien oder Substrate schnelle, spezifische Gewichtszunahmen für die 1-Minuten-Probe und möglicherweise 2-Minuten-Probe zeigen. Danach ist jedoch keine weitere Gewichtszunahme möglich. Daher wird die lineare Regressionsanalyse nur angewendet, wenn die spezifischen Gewichtszunahmedatenpunkte bei 1, 2 und 4 Minuten weiter eine Erhöhung der Wasseraufnahme zeigen. Wenn nicht, wird die Wasseraufnahmerate mit dieser Testmethodologie als Null Gramm/(Meter<sup>2</sup>-Minuten<sup>0,5</sup>) angesehen.

#### 4. Test der Schwellkapazität

**[0272]** Dieser Test misst die Schwellkapazität einer Probe einer Laufsohle oder eines Materials in Bezug auf die Zunahme der Materialdicke und des Materialvolumens nach einer vorgegebenen Einweichdauer für eine Probe (die z. B. mit dem oben besprochenen Fußbekleidungsverfahren, Stichprobenverfahren für coextrudierten Film oder Reinmaterial-Stichprobenverfahren genommen wurde). Die Probe wird anfangs bei 60°C getrocknet, bis bei den nachfolgenden Messintervallen nach 30 Minuten keine Gewichtsänderung mehr vorliegt (24 Stunden Trocknungszeitraum sind typischerweise eine geeignete Dauer). Die Abmessungen der getrockneten Probe werden dann gemessen (z. B. Dicke, Länge und Breite bei einer rechteckigen Probe; Dicke und Durchmesser bei einer runden Probe, usw.). Die getrocknete Probe wird dann vollständig in ein entionisiertes Wasserbad eingetaucht, das bei 25°C gehalten wird. Nach einer vorgegebenen Einweichdauer wird die Probe aus dem entionisierten Wasserbad genommen, mit einem Tuch abgetupft, um Oberflächenwasser zu entfernen, und die gleichen Messungen für die eingeweichte Probe erneut gemessen.

**[0273]** Es kann jede geeignete Einweichdauer verwendet werden. Entsprechend und wie hierin verwendet, beziehen sich die Ausdrücke „mit einer Schwelldicke (oder -volumen) nach 5 Minuten...“ auf eine Einweichdauer von 5 Minuten, „mit einer Schwelldicke (oder -volumen) nach 1 Stunde...“ auf eine Testdauer von 1 Stunde, der Ausdruck „mit einer Schwelldicke (oder -volumen) nach 24 Stunden...“ auf eine Testdauer von 24 Stunden und dergleichen.

**[0274]** Die Schwellung des Materials in der Probe wird bestimmt durch: (i) eine Zunahme in der Materialdicke zwischen dem getrockneten und dem eingeweichten Material, (ii) eine Zunahme des Materialvolumens zwischen dem getrockneten und dem eingeweichten Material oder (iii) beidem. Die Zunahme der Materialdicke zwischen dem getrockneten und dem eingeweichten Material wird durch Subtrahieren der gemessenen Materialdicke des anfänglich getrockneten Materials von der gemessenen Materialdicke des eingeweichten Materials berechnet. Auf die gleiche Weise wird die Zunahme des Materialvolumens zwischen dem getrockneten und dem eingeweichten Material durch Subtrahieren des gemessenen Materialvolumens von dem anfänglich getrockneten Material des gemessenen Materialvolumens des eingeweichten Materials berechnet. Diese Zunahmen der Materialdicke und des Materialvolumens können als Prozentzunahmen in Bezug auf die Trockenmaterialdicke bzw. -volumen dargestellt werden.

#### 5. Kontaktwinkeltest

**[0275]** Dieser Test misst den Kontaktwinkel einer Probenoberfläche (z. B. einer Oberfläche einer Laufsohle der vorliegenden Offenbarung, wobei die Oberfläche durch das Material der vorliegenden Offenbarung definiert wird, oder einer Oberfläche eines coextrudierten Films, der aus dem Material ausgebildet ist, oder einer Oberfläche eines Reinfilms, der aus dem Material basierend auf einer statischen Kontaktwinkelmessung bei liegendem Tropfen (die z. B. mit dem oben genannten Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinfilm-Stichprobenverfahren genommen wird) ausgebildet wird. Der Kontaktwinkel bezieht sich auf den Winkel, bei dem eine flüssige Schnittstelle auf die feste Oberfläche der Probe trifft und ist eine Anzeige dafür, wie die hydrophile Oberfläche beschaffen ist.

**[0276]** Für einen Trockentest (d. h. zum Bestimmen eines Trockenzustand-Kontaktwinkels) wird die Probe anfänglich bei 25°C und 20% Feuchtigkeit für 24 Stunden equilibriert. Für einen Nasstest (d. h. zum Bestimmen

des Nasszustand-Kontaktwinkels) wird die Probe vollständig in ein entionisiertes Wasserbad eingetaucht und bei 25°C für 24 Stunden darin gehalten. Danach wird die Probe aus dem Bad entfernt und mit einem Tuch abgetupft, um das Oberflächenwasser zu entfernen, und dann, falls nötig, an einem Glasträger befestigt, um ein Kräuseln zu verhindern.

**[0277]** Die trockene oder nasse Probe wird dann auf einem beweglichen Objektträger eines Kontaktwinkel-Goniometers angeordnet, wie einem im Handel unter dem Handelsnamen Goniometer „RAME-HART F290“ von Rare-Hart Instrument Co., Succasunna, NJ erhältlichen. Ein 10-Mikroliter-Tropfen aus entionisiertem Wasser wird dann mithilfe einer Spritze und automatischen Pumpe auf der Probe angeordnet. Unmittelbar danach wird ein Bild des Tropfens genommen (bevor das Material den Tropfen aufnehmen kann) und der Kontaktwinkel beider Ränder des Wassertropfens im Bild gemessen. Die Abnahme des Kontaktwinkels zwischen den getrockneten und den nassen Proben wird durch Subtrahieren des gemessenen Kontaktwinkels des nassen Materials von dem gemessenen Kontaktwinkel des trockenen Materials berechnet.

## 6. Test des Reibungskoeffizienten

**[0278]** Dieser Test misst den Reibungskoeffizienten einer Probenoberfläche (z. B. einer Oberfläche einer Laufsohle gemäß der vorliegenden Offenbarung, einer Oberfläche eines coextrudierten Films, der aus dem Material der vorliegenden Offenbarung ausgebildet ist, oder einer Oberfläche eines Reinfilms, der aus dem Material der vorliegenden Offenbarung ausgebildet wurde) für eine Probe (die z. B. mit dem oben genannten Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren, dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film oder dem Reinfilm-Stichprobenverfahren genommen wird). Für einen Trockentest (d. h. zum Bestimmen eines Trockenzustand-Reibungskoeffizienten) wird die Probe anfänglich bei 25°C und 20% Feuchtigkeit für 24 Stunden equilibriert. Für einen Nasstest (d. h. zum Bestimmen des Nasszustand-Reibungskoeffizienten) wird die Probe vollständig in ein entionisiertes Wasserbad eingetaucht und bei 25°C für 24 Stunden gehalten. Danach wird die Probe aus dem Bad entfernt und mit einem Tuch abgetupft, um das Oberflächenwasser zu entfernen.

**[0279]** Die Messung wird mit einem Aluminiumschlitten durchgeführt, der an einer Aluminium-Testschiene montiert ist und zum Durchführen eines Gleitwiderstandstests auf der Probe durch Gleiten davon auf der Aluminiumoberfläche der Testschiene verwendet wird. Die Testschiene ist 127 Millimeter breit und 610 Millimeter lang. Der Aluminiumschlitten misst 76,2 Millimeter × 76,2 Millimeter, mit einem 9,5 Millimeterradius, der in die Anströmkante geschnitten ist. Der Kontaktbereich des Aluminiumschlittens mit der Schiene beträgt 76,2 Millimeter × 66,6 Millimeter, bzw. 5100 Quadratmillimeter).

**[0280]** Die trockene oder nasse Probe wird mithilfe eines bei Raumtemperatur aushärtenden zweiteiligen Epoxylebmittels, der im Handel unter dem Handelsnamen LOCTITE 608 von Henkel, Düsseldorf, Deutschland, erhältlich ist, an der Unterseite des Schlittens befestigt. Der Klebstoff wird zum Aufrechterhalten der Flachheit der nassen Probe verwendet, die sich bei Sättigung kräuseln kann. Ein Polystyrol-Schaumstoff mit einer Dicke von etwa 25,4 Millimetern ist zur Strukturabstützung an der Oberseite der Oberfläche des Schlittens befestigt (gegenüber der Testprobe).

**[0281]** Der Gleitwiderstandstest wird mithilfe eines schraubenbetriebenen Lastrahmens durchgeführt. Ein Zugkabel ist mit einer Montagehalterung an dem Schlitten befestigt, die von der Polystyrolschaumstoff-Strukturstütze abgestützt wird, und das Kabel um eine Riemenscheibe zum Ziehen des Schlittens entlang der Aluminiumtestschiene gewickelt. Die Gleit- oder Reibungskraft wird mithilfe eines Kraftaufnehmers mit einer Kapazität von 2000 Newton gemessen. Die Normalkraft wird durch Anordnen von Gewichten auf der Oberseite des Aluminiumschlittens gesteuert, die von der Polystyrol-Schaumstoff-Strukturstütze abgestützt werden, für ein Gesamtschlittengewicht von 20,9 Kilogramm (205 Newton). Der Kreuzkopf des Testrahmens wird mit einer Rate von 5 Millimeter/Sekunde erhöht und die Gesamttestverschiebung beträgt 250 Millimeter. Der Reibungskoeffizient wird basierend auf der Dauerkraft parallel zur Bewegungsrichtung berechnet, die zum Ziehen des Schlittens bei einer konstanten Geschwindigkeit benötigt wird. Der Reibungskoeffizient selbst wird durch Dividieren der Dauerzugkraft durch die angelegte Normalkraft ermittelt. Jeder vorübergehende Wert in Bezug auf den statischen Reibungskoeffizienten zum Teststart wird ignoriert.

## 7. Speichermodultest

**[0282]** Dieser Test misst den Widerstand der Materialprobe gegen Verformung (Spannungs-Belastungsverhältnis), wenn eine Vibrations- oder Schwingungskraft daran angelegt wird, und ist eine gute Anzeige der Materialnachgiebigkeit in trockenem und nassem Zustand. Für diesen Test wird eine Probe in Filmform mithilfe des Reinfilm-Stichprobenverfahrens bereitgestellt, die derart modifiziert wird, dass der Oberflächenbereich der

Testprobe rechteckig mit Abmessungen von 5,35 Millimetern Breite und 10 Millimetern Länge ist. Die Materialdicke kann in einem Bereich zwischen 0,1 Millimeter bis 2 Millimeter liegen und der spezifische Bereich ist nicht besonders eingeschränkt, wenn das Endmodulergebnis gemäß der Materialdicke normalisiert wird.

**[0283]** Das Speichermodul ( $\Delta E'$ ) mit Einheiten in Megapascal (MPa) der Probe wird durch die dynamische, mechanische Analyse (DMA) mithilfe eines DMA-Analysiergeräts bestimmt, das im Handel unter dem Handelsnamen „Q800 DMA ANALYZER“ von TA Instruments, New Castle, DE erhältlich ist und mit einem Zubehör für relative Luftfeuchtigkeit ausgestattet ist, um die Probe bei einer konstanten Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit während der Analyse zu halten.

**[0284]** Anfangs wird die Dicke der Testprobe mithilfe von Messschiebern gemessen (zur Verwendung bei Modulberechnungen). Die Testprobe wird dann im DMA-Analysiergerät festgeklemmt, das bei den folgenden Spannungs-/Belastungsbedingungen während der Analyse betrieben wird: isothermische Temperatur 25°C, Frequenz 1 Hz, Belastungsamplitude 10 Mikrometer, Vorlast 1 Newton und Auflagekraft von 125%. Die DMA-Analyse wird bei einer konstanten Temperatur von 25°C durchgeführt, gemäß des folgenden Profils für Zeit/relative Luftfeuchtigkeit (RH): (i) 0% RH für 300 Minuten (was den Trockenzustand für die Speichermodulbestimmung darstellt), (ii) 50% RH für 600 Minuten, (iii) 90% RH für 600 Minuten (was den Nasszustand für die Speichermodulbestimmung darstellt) und (iv) 0% RH für 600 Minuten.

**[0285]** Der  $\Delta E'$ -Wert (in MPa) wird aus der DMA-Kurve gemäß Standard-DMA-Techniken am Ende jedes Zeitsegments mit einem konstanten RH-Wert bestimmt. Der  $\Delta E'$ -Wert bei 0% RH (d. h. dem Trockenzustand-Speichermodul) ist nämlich der Wert am Ende von Schritt (i), der  $\Delta E'$ -Wert bei 50% RH ist der Wert am Ende von Schritt (ii) und der  $\Delta E'$ -Wert bei 90% RH (d. h. das Nasszustand-Speichermodul) ist der Wert am Ende von Schritt (iii) im spezifizierten Profil für Zeitrelative Luftfeuchtigkeit.

**[0286]** Die Probe des Materials kann durch ihr Trockenzustand-Speichermodul, ihr Nasszustand-Speichermodul oder durch die Reduktion im Speichermodul zwischen Trockenzustand- und Nasszustand-Materialien gekennzeichnet sein, wobei das Nasszustand-Speichermodul geringer als das Trockenzustand-Speichermodul ist. Diese Reduktion im Speichermodul kann als eine Differenz zwischen dem Trockenzustand-Speichermodul und dem Nasszustand-Speichermodul aufgelistet werden, oder als Prozentsatzveränderung in Bezug auf das Trockenzustand-Speichermodul.

## 8. Test der Glasübergangstemperatur

**[0287]** Dieser Test misst die Glasübergangstemperatur ( $T_g$ ) einer Probe des Materials, wobei das Material in Reinform bereitgestellt wird, wie beim Reinform-Stichprobenverfahren oder Reinmaterial-Stichprobenverfahren, mit einem Probegewicht von 10 Milligramm. Die Probe wird sowohl im Trocken- als auch Nasszustand gemessen (d. h. nach der Aussetzung mit einer feuchten Umgebung, wie hierin beschrieben).

**[0288]** Die Glasübergangstemperatur wird mit DMA unter Verwendung eines DMA-Analysiergeräts bestimmt, das unter dem Handelsnamen Q2000 DMA ANALYZER von TA Instruments, New Castle, DE erhältlich ist und mit hermetischen Aluminiumschalen mit Stiftlochdeckeln ausgestattet ist, wobei die Kammer während der Analyse mit 50 Milliliter/Minute Stickstoffgas durchspült wird. Proben im Trockenzustand werden durch Halten von 0% RH zubereitet, bis ein konstantes Gewicht erreicht wird (weniger als 0,01% Gewichtsänderung über einen Zeitraum von 120 Minuten). Proben im Nasszustand werden durch Halten davon bei konstanten 25°C hergestellt, gemäß des folgenden Profils für Zeitrelative Luftfeuchtigkeit (RH): (i) 250 Minuten bei 0% RH, (ii) 250 Minuten bei 50% RH und (iii) 1440 Minuten bei 90% RH. Schritt (iii) des Wartungsprogramms kann früh bestimmt werden, wenn das Probegewicht während der Wartung gemessen wird und wird gemessen, um im innerhalb von 0,05% während eines Intervalls von 100 Minuten im Wesentlichen konstant gemessen zu werden.

**[0289]** Nach der Herstellung der Probe in trockenem oder nassem Zustand, wird diese durch DSC zum Bereitstellen einer Wärmefluss- ggü. Temperaturkurve analysiert. Die DSC-Analyse wird mit dem folgenden Zeit-/Temperaturprofil durchgeführt: (i) Equilibrieren bei -90°C für 2 Minuten, (ii) Anheben mit +10°C/Minute auf 250°C, (iii) Absenken mit -50°C/Minute auf -90°C und (iv) Anheben mit +10°C/Minute auf 250°. Der Glasübergangstemperaturwert (in Celsius) wird aus dem DSC-Verlauf gemäß Standard-DSC-Techniken bestimmt.

## 9. Schlagenergetest

**[0290]** Dieser Test misst die Fähigkeit der Materialprobe (z. B. einer Laufsohle eines coextrudierten Films oder eines Reinfilms) zum Ablösen von Schmutz unter bestimmten Testbedingungen, wobei die Probe gemäß dem Stichprobenverfahrens für coextrudierten Film oder dem Reinfilm-Stichprobenverfahren (zum Erhalten eines geeigneten Probenoberflächenbereichs) hergestellt wird. Anfangs wird die Probe vollständig in ein Wasserbad eingetaucht, das bei 25°C für 24 Stunden gehalten wird, und dann aus dem Bad entfernt und mit einem Tuch abgetupft, um Oberflächenwasser zu entfernen.

**[0291]** Die Nasstestprobe wird dann an eine Aluminiumblockmodell-Laufsohle mit einer 25,4 Millimeterdicke und einem Oberflächenbereich von 76,2 × 76,2 Millimeter mithilfe eines bei Raumtemperatur aushärtenden zweiteiligen Epoxylebstoffs, der im Handel unter dem Handelsnamen LOCTITE 608 von Henkel, Düsseldorf, Deutschland, erhältlich ist, geklebt. Der Klebstoff wird zum Aufrechterhalten der Flachheit der eingeweichten Probe verwendet, die sich bei Sättigung kräuseln kann.

**[0292]** Vier Polyurethanstollen, die im Handel unter dem Handelsnamen "MARKWORT M12-EP" als 0,5 Inch (12,7 Millimeter) hohe Stollen der Markwort Sporting Goods Company, St. Louis, MO erhältlich sind, werden dann in die Unterseite des Blocks in einem Quadratmuster mit einer Steigung von 1,56 Inch (39,6 Millimeter) eingeschraubt. Als Kontrollreferenz werden vier identische Stollen an einer Aluminiumblockmodell-Laufsohle ohne Materialprobe befestigt.

**[0293]** Zum Stopfen der Modelllaufsohlenstollen wird ein Bett aus nasser Erde von etwa 75 Millimeter Höhe auf der Oberseite einer flachen Kunststoffplatte angeordnet. Die Erde ist unter dem Handelsnamen "TIMBERLINE TOP SOIL", Modell 50051562 von Timberline (Filiale der Old Castle, Inc., Atlanta, GA) im Handel erhältlich und wurde mit einem quadratischen Maschensieb mit einer Porenabmessung von 1,5 Millimeter auf jeder Seite durchsiebt. Danach wurde der trockenen Erde Wasser zugegeben, um nasse Erde (Schmutz) mit einem Feuchtegehalt von 20 bis 22% zu erzeugen. Die Modelllaufsohle wurde dann in die nasse Erde unter dem Körpergewicht und mit einer Verdrehbewegung gedrückt, bis die Stollen die Kunststoffplatte berührten. Das Gewicht wurde von der Modelllaufsohle entfernt und die Modelllaufsohle dann um 90 Grad auf der Ebene der Platte verdreht und vertikal angehoben. Wenn keine nasse Erde an der Modelllaufsohle klebt, wird kein weiterer Test durchgeführt.

**[0294]** Wenn jedoch weiterhin Erde an der Modelllaufsohle haftet, wird die nasse Erde durch Fallenlassen einer 25,4-Millimeter-Durchmesser-Kugel, die 67 Gramm wiegt, auf die Oberseite der Modelllaufsohle abgesprengt (gegenüber der Testprobe und stauender Nässe). Die anfängliche Fallhöhe beträgt 152 Millimeter (6 Inch) über Modelllaufsohle. Wenn sich die nasse Erde nicht lockert, wird die Kugelfallhöhe um zusätzliche 152 Millimeter (6 Inch) erhöht und erneut fallengelassen. Dieses Verfahren wird mit sich erhöhender Kugelfallhöhe in jeweils 152 Millimeter (6 Inch)-Schritten wiederholt, bis die nasse Erde an der Unterseite des Laufsohlenmodells abgesprengt wurde.

**[0295]** Dieser Test wird 10 Mal pro Testprobe durchgeführt. In jedem Durchlauf kann die Kugelfallhöhe in eine Schmutzabsprengungs-Schlagenergie umgewandelt werden, indem die Kugelfallhöhe mit der Kugelmasse (67 Gramm) und der Schwerkraftbeschleunigung ( $9,8 \text{ Meter/Sekunde}^2$ ) multipliziert wird. Die Schmutzabsprengungs-Schlagenergie in Joule entspricht der Kugelfallhöhe in Inch, multipliziert mit 0,0167. Das Verfahren wird sowohl auf der Modelllaufsohle mit der Materialprobe als auch einer Kontroll-Modelllaufsohle ohne das Material durchgeführt, und die relative Kugelfallhöhe und damit relative Schlagenergie werden als die Kugelfallhöhe für die Modelllaufsohle mit der Materialprobe durch die Kontrollmodelllaufsohle ohne das Material dividiert. Ein Ergebnis von Null für die relative Kugelfallhöhe (oder relative Schlagenergie) zeigt an, dass anfänglich keine Erde an der Modelllaufsohle haftete, als die Modelllaufsohle in die Testerde gedrückt wurde (d. h., in diesem Fall werden der Kugelfall und die Kontrollmodelllaufsohlen-Abschnitte des Tests ausgelassen).

## 10. Schmutzablösungs-Fußbekleidungstest

**[0296]** Dieser Test misst die Schmutzablösungsfähigkeit eines Fußbekleidungsartikels mit Stollen und erfordert kein Stichprobenverfahren. Anfangs wird die Laufsohle der Fußbekleidung (die weiterhin am Obermaterial befestigt ist) vollständig in ein Wasserbad eingetaucht, das bei 25°C für 20 Minuten gehalten wird, und dann aus dem Bad entfernt und mit einem Tuch abgetupft, um das Oberflächenwasser zu entfernen, und dann das Anfangsgewicht gemessen.

**[0297]** Die Fußbekleidung mit der eingeweichten Laufsohle wird dann auf einen Leisten (z. B. Fußform) angeordnet und an einer Testvorrichtung fixiert, die unter dem Handelsnamen INSTRON 8511 von der Instron Corporation, Norwood, MA im Handel erhältlich ist. Die Fußbekleidung wird dann abgesenkt, sodass die Stollen vollständig im Boden versenkt sind und dann mit einer Amplitude von 10 Millimeter für 10 Wiederholungen bei 1 Hertz angehoben und abgesenkt. Bei in der Erde versenkten Stollen wird der Stollen in jede Richtung zehn Mal um 20 Grad bei 1 Hertz gedreht. Die Erde ist unter dem Handelsnamen TIMBERLINE TOP SOIL, Modell 50051562 von Timberline (Filiale von Old Castle, Inc., Atlanta, GA) im Handel erhältlich und der Feuchtegehalt wird angepasst, sodass ein Scherkraftwert zwischen 3 und 4 Kilogramm/cm<sup>2</sup> auf einem Scherschaukelprüfer von Test Mark Industries (Esst Palestine, OH) beträgt.

**[0298]** Nach Abschluss des Tests wird die Fußbekleidung sorgfältig von dem Leisten entfernt und das Gewicht nach dem Test gemessen. Der Unterschied zwischen dem Gewicht nach dem Test aufgrund der Schmutzan Sammlung und dem anfänglichen Gewicht der Fußbekleidung wird dann bestimmt.

## BEISPIELE

**[0299]** Die vorliegende Offenbarung wird insbesondere in den folgenden Beispielen beschrieben, die rein veranschaulichend sind, da zahlreiche Veränderungen und Variationen innerhalb des Umfangs der vorliegenden Offenbarung einem Fachmann offensichtlich sind. Wenn nicht anders angegeben, sind alle Teile, Prozentsätze und Verhältnisse, die in den folgenden Beispielen angegeben werden, auf Gewichtsbasis und alle Reaktionsmittel, die in den Beispielen verwendet werden, wurden von den Chemielieferanten, die unten beschrieben sind, erhalten oder sind bei diesen erhältlich oder können mithilfe herkömmlicher Techniken synthetisiert werden.

### 1. Wasseraufnahmeanalyse der Fußbekleidungs Laufsohle

**[0300]** Die Testproben für die Beispiele 1 bis 5 wurden für das Wasseraufnahmevermögen über mehrere Einweichdauern gemessen. Jede Testprobe wurde einer Fußballschuh-Laufsohle mit einer Laufsohle der vorliegenden Offenbarung entnommen. Jede Laufsohle wurde anfänglich durch Coextrudieren des Materials mit einem Stützsubstrat mit einer Substratdicke von 0,4 Millimetern hergestellt, wobei das Stützsubstratmaterial ein aromatisches thermoplastisches Polyurethan war, das im Handel unter dem Handelsnamen ESTANE 2103-874E von der Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH erhältlich ist.

**[0301]** Für die Beispiele 1 bis 3 war das Material ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel, das im Handel unter dem Handelsnamen TECOPHILIC TG-500 von der Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH, erhältlich ist, das Copolymerketten mit aliphatischen Hartsegmenten und hydrophilen Weichsegmenten (mit Polyetherketten) enthielt. Für die Beispiele 4 und 5 war das Material ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel mit geringerer Wasseraufnahme, das im Handel unter dem Handelsnamen TECOPHILIC HP-60D-60 von der Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH, erhältlich ist.

**[0302]** Für jedes Beispiel wurde die resultierende coextrudierte Bahn in Lagen geteilt, mit Vakuum thermogeformt und auf die Abmessungen für eine Laufsohlenfläche zugeschnitten. Die Laufsohlenfläche wurde dann mit einem anderen thermoplastischen Polyurethan zurückgespritzt, das unter dem Handelsnamen DESMOPAN DP 8795 A von Bayer MaterialScience AG, Leverkusen, Deutschland zum Herstellen der Laufsohle mit dem Material erhältlich ist, das die zum Boden weisende Oberfläche definiert, und das extrudierte Stützsubstrat und das zurückgespritzte Material bildeten gemeinsam die Laufsohlenstützplatte. Danach wurden Fußbekleidungsobermaterialien an die oberen Seiten der hergestellten Laufsohlen zum Bereitstellen des Fußbekleidungsartikels geklebt.

**[0303]** Testproben für jedes Beispiel wurden dann gemäß dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren oben genommen, mit Ausnahme der unten beschriebenen Probengrößen. Insbesondere wurden ringförmige Testproben mit dem Material und der Laufsohlenstützplatte aus der Fußbekleidung geschnitten. Dies wurde durch anfängliches Abschneiden des Obermaterials von der Laufsohle neben Stechlinie, an der die Laufsohle und das Obermaterial aufeinandertreffen, durchgeführt.

**[0304]** Ein kleines Führungsloch im Zentrum der Probe wurde dann erzeugt (durch Erzeugen eines inneren Durchmessers für die Probe), um das Schneiden einer ringförmigen Probe mit dem gewünschten Außendurchmesser zu unterstützen. Alle entfernbaren Schichten, die auf der Oberseite der Laufsohlenstützplatte nach dem Schneiden verblieben, wurden von den Testproben abgezogen, einschließlich Einlegesohle, Strobel und Einlegeteilsohle, obwohl ein wenig Restklebstoff auf der Probe verblieb. Jede Probe wurde von einer zentralen

Stelle in ihrem zugehörigen Bereich (d. h. neben einer Längsmittellinie) und im Allgemeinen zwischen den Stollen entnommen.

**[0305]** Die Testproben für die Beispiele 1 bis 3 wurden entsprechend aus dem Vorderfußbereich, dem Mittelfußbereich und dem Fersenbereich der Laufsohle genommen. Die Testproben für die Beispiele 4 und 5 wurden entsprechend aus dem Vorderfußbereich und dem Mittelfußbereich genommen. Jede Probe wurde von einer zentralen Stelle in ihrem zugehörigen Bereich (d. h. neben einer Längsmittellinie) und im Allgemeinen zwischen den Stollen entnommen.

**[0306]** Zu Vergleichszwecken wurden die Laufsohlenproben auch von einer Fußballschuhbekleidung mit einem thermoplastischen Polyurethan genommen, das im Handel unter dem Handelsnamen DESMOPAN DP 8795 A von Bayer Material-Science AG, Leverkusen, Deutschland erhältlich ist; wobei die Laufsohlen kein Material der vorliegenden Offenbarung aufwiesen. Für das Vergleichsbeispiel A wurde eine ringförmige Testprobe aus dem Vorderfußbereich der Laufsohle unter Verwendung der gleichen Technik wie oben für die Beispiele 1 bis 5 genommen. Für das Vergleichsbeispiel B wurde eine rechteckige Testprobe aus dem Mittelfußbereich der Laufsohle genommen. Jede Probe wurde von einer zentralen Stelle in ihrem zugehörigen Bereich (d. h. neben einer Längsmittellinie) und im Allgemeinen zwischen den Stollen entnommen.

**[0307]** Die Materialdicke, Laufsohlendicke, der Oberflächenbereich und das Materialvolumen jeder Testprobe wurden gemessen und berechnet. Das Wasseraufnahmevermögen für jede Testprobe wurde dann für unterschiedliche Einweichzeiten gemessen, gemäß dem Test des Wasseraufnahmevermögens. Nach der Einweichdauer wurde das Gesamtprobengewicht aufgezeichnet und das Wasseraufnahmegewicht für jede Einweichdauer durch Subtrahieren des Trockenprobengewichts aus dem vorgegebenen aufgezeichneten Gesamtprobengewicht berechnet.

**[0308]** Das Materialgewicht wurde für jede Einweichdauer durch Subtrahieren des Gewichts des Probenlaufsohlensubstrats berechnet, wie im Test des Wasseraufnahmevermögens beschrieben. Das Laufsohlensubstratgewicht wurde durch Berechnen des Volumens (aus Laufsohlendicke und Oberflächenbereich) und Verwenden der bekannten Dichte des Laufsohlenstützplattenmaterials bestimmt. Das Wasseraufnahmevermögen wurde dann für jede Einweichdauer berechnet, wie ebenfalls im Test des Wasseraufnahmevermögens beschrieben. Tabellen 1A bis 1G unten listen die Gesamtprobengewichte, die Wasseraufnahmevermögen-Gewichte, die Materialgewichte und das Wasseraufnahmevermögen für die Testproben aus Beispiel 1 bis 5 und Vergleichsbeispiele A und B mit unterschiedlichen Einweichdauern auf.

Tabelle 1A

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Gesamtprobengewicht (Gramm) | Gewicht von aufgenommenem Wasser (Gramm) | Materialgewicht (Gramm) | Wasseraufnahmevermögen |
|------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Beispiel 1 | 0                  | 1,54                        | 0,00                                     | 0,64                    | 0%                     |
| Beispiel 1 | 2                  | 1,72                        | 0,18                                     | 0,77                    | 28%                    |
| Beispiel 1 | 5                  | 1,75                        | 0,21                                     | 0,84                    | 33%                    |
| Beispiel 1 | 10                 | 1,84                        | 0,30                                     | 0,90                    | 47%                    |
| Beispiel 1 | 30                 | 2,01                        | 0,47                                     | 1,10                    | 74%                    |
| Beispiel 1 | 60                 | 2,18                        | 0,64                                     | 1,22                    | 101%                   |



Tabelle 1B

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Gesamtprobengewicht (Gramm) | Gewicht von aufgenommenem Wasser (Gramm) | Materialgewicht (Gramm) | Wasseraufnahmevermögen |
|------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Beispiel 2 | 0                  | 1,50                        | 0,00                                     | 0,51                    | 0%                     |
| Beispiel 2 | 2                  | 1,68                        | 0,18                                     | 0,67                    | 35%                    |
| Beispiel 2 | 5                  | 1,75                        | 0,25                                     | 0,73                    | 49%                    |
| Beispiel 2 | 10                 | 1,84                        | 0,34                                     | 1,04                    | 66%                    |
| Beispiel 2 | 30                 | 2,15                        | 0,65                                     | 1,33                    | 127%                   |
| Beispiel 2 | 60                 | 2,40                        | 0,90                                     | 1,49                    | 176%                   |

Tabelle 1C

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Gesamtprobengewicht (Gramm) | Gewicht von aufgenommenem Wasser (Gramm) | Materialgewicht (Gramm) | Wasseraufnahmevermögen |
|------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Beispiel 3 | 0                  | 1,21                        | 0,00                                     | 0,46                    | 0%                     |
| Beispiel 3 | 2                  | 1,36                        | 0,15                                     | 0,51                    | 32%                    |
| Beispiel 3 | 5                  | 1,44                        | 0,23                                     | 0,72                    | 50%                    |
| Beispiel 3 | 10                 | 1,52                        | 0,31                                     | 0,88                    | 67%                    |
| Beispiel 3 | 30                 | 1,63                        | 0,42                                     | 0,79                    | 91%                    |
| Beispiel 3 | 60                 | 1,80                        | 0,59                                     | 1,12                    | 127%                   |
| Beispiel 3 | 180                | 2,15                        | 0,94                                     | 1,58                    | 203%                   |
| Beispiel 3 | 300                | 2,30                        | 1,09                                     | 1,72                    | 235%                   |
| Beispiel 3 | 1260               | 2,57                        | 1,36                                     | 1,93                    | 294%                   |

Tabelle 1D

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Gesamtprobengewicht (Gramm) | Gewicht von aufgenommenem Wasser (Gramm) | Materialgewicht (Gramm) | Wasseraufnahmevermögen |
|------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Beispiel 4 | 0                  | 1,06                        | 0,00                                     | 0,18                    | 0%                     |
| Beispiel 4 | 2                  | 1,08                        | 0,02                                     | 0,31                    | 11%                    |
| Beispiel 4 | 5                  | 1,11                        | 0,05                                     | 0,35                    | 28%                    |
| Beispiel 4 | 10                 | 1,06                        | 0,00                                     | 0,34                    | 0%                     |
| Beispiel 4 | 30                 | 1,11                        | 0,05                                     | 0,28                    | 28%                    |
| Beispiel 4 | 60                 | 1,12                        | 0,06                                     | 0,41                    | 33%                    |
| Beispiel 4 | 180                | 1,14                        | 0,08                                     | 0,38                    | 44%                    |
| Beispiel 4 | 300                | 1,10                        | 0,04                                     | 0,38                    | 22%                    |
| Beispiel 4 | 1260               | 1,10                        | 0,04                                     | 0,36                    | 22%                    |

Tabelle 1E

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Gesamtproben-gewicht (Gramm) | Gewicht von aufgenommenem Wasser (Gramm) | Materialgewicht (Gramm) | Wasseraufnahmevermögen |
|------------|--------------------|------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Beispiel 5 | 0                  | 1,14                         | 0,00                                     | 0,21                    | 0%                     |
| Beispiel 5 | 2                  | 1,17                         | 0,03                                     | 0,21                    | 61%                    |
| Beispiel 5 | 5                  | 1,07                         | -0,07                                    | 0,24                    | 6%                     |
| Beispiel 5 | 10                 | 1,19                         | 0,05                                     | 0,26                    | 72%                    |
| Beispiel 5 | 30                 | 1,18                         | 0,04                                     | 0,26                    | 66%                    |
| Beispiel 5 | 60                 | 1,19                         | 0,05                                     | 0,27                    | 72%                    |
| Beispiel 5 | 180                | 1,20                         | 0,06                                     | 0,29                    | 77%                    |
| Beispiel 5 | 300                | 1,19                         | 0,05                                     | 0,36                    | 72%                    |
| Beispiel 5 | 1260               | 1,20                         | 0,06                                     | 0,24                    | 77%                    |

Tabelle 1F

| Probe                | Einweichzeit (Min) | Gesamtproben-gewicht (Gramm) | Gewicht von aufgenommenem Wasser (Gramm) |
|----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Vergleichsbeispiel A | 0                  | 1,26                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel A | 2                  | 1,60                         | 0,34                                     |
| Vergleichsbeispiel A | 5                  | 1,62                         | 0,36                                     |
| Vergleichsbeispiel A | 10                 | 1,56                         | 0,30                                     |
| Vergleichsbeispiel A | 30                 | 1,62                         | 0,36                                     |
| Vergleichsbeispiel A | 60                 | 1,57                         | 0,31                                     |

Tabelle 1F

| Probe                | Einweichzeit (Min) | Gesamtproben-gewicht (Gramm) | Gewicht von aufgenommenem Wasser (Gramm) |
|----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Vergleichsbeispiel B | 0                  | 1,05                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 2                  | 1,05                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 5                  | 1,05                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 10                 | 1,05                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 30                 | 1,05                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 60                 | 1,05                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 180                | 1,06                         | 0,01                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 300                | 1,05                         | 0,00                                     |
| Vergleichsbeispiel B | 1260               | 1,06                         | 0,01                                     |

**[0309]** Wie in Tabelle 1A bis 1C dargestellt, liegt eine deutliche Gewichtsveränderungen der Proben in Beispiel 1 bis 3 vor, was, so glaubte man, auf die hohe Adsorptionsfähigkeit des Materials zurückzuführen war. Die Proben aus Beispiel 4 und 5 basierten auf einem weniger absorbierenden Material und verwendeten einen dünneren Auftrag im Vergleich im Beispiel 1 bis 3. Beide Unterschiede führten zu einer geringeren Auflösung in der Messung, obschon der Aufnahmeprozentsatz (bis zu 50% Durchschnitt für die zwei Proben) messbar ist.

Dies zeigt, wie die Wasseraufnahme eines Materials von den Wasseraufnahmeeigenschaften des Materials und von der Materialdicke abhängig ist.

**[0310]** Im Vergleich dazu zeigten die Proben aus den Vergleichsbeispielen A und B den Mangel der Wasseraufnahme für das Thermoplastik ohne Hydrogel. Insbesondere zeigte die Probe aus Vergleichsbeispiel A nur eine Gewichtsänderung zum ersten Zeitpunkt, danach aber keine Änderung mehr. Man glaubt, dass dies auf das Oberflächenphänomen der Probe zurückzuführen ist (z. B. Kapillarwirkung) und nicht auf die Wasseraufnahme in die Laufsohle. Insbesondere war die Trägerschicht des Vergleichsbeispiel A rau (d. h. hatte Mikroporen, die nicht mit der Polymerchemie in Beziehung standen) und die Fasern, die mit der Schuhkonstruktion verknüpft waren, hafteten an der Trägerschicht, die während der Probenherstellung nicht vollständig entfernt wurde. Andererseits besaß die Probe aus Vergleichsbeispiel B eine glatte Laufsohlenoberfläche und alle potentiellen Verunreinigungen wurden entfernt.

**[0311]** Bei den Beispielen 1 bis 3 eines Materials, das ein Hydrogel umfasst, hatten alle Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunden von mehr als 40 Gew.-%. Tatsächlich hatte das Material ein durchschnittliches Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von mehr als 80 Gew.-%. Beispiele 4 und 5 eines anderen Materials, das ein Hydrogel umfasst, hatte ein durchschnittliches Wasseraufnahmevermögen nach 180 Minuten von mehr als 40 Gew.-%. Im Vergleich hatten die Vergleichsbeispiele der Materialien ohne Hydrogel ein durchschnittliches Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von weniger als 1 Gew.-%.

**[0312]** Zusätzlich zu dem Wasseraufnahmevermögen wurden die Testproben der Beispiele 1 bis 5 und der Vergleichsbeispiele A und B auf Dicke und volumetrische Schwellung gemessen, gemäß dem Schwellkapazitätstest, über die oben genannten Einweichdauern. Tabellen 2A bis 2G listen die gemessenen Oberflächenbereiche und Materialdicken und die berechneten Materialvolumina in den Testproben, und Tabellen 3A und 3E listen die Materialdickenzunahme, die prozentuale Materialdickenzunahme, die Materialvolumenzunahme, die prozentuale Materialvolumenzunahme auf.

Tabelle 2A

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Oberflächenbereich (mm <sup>2</sup> ) | Proben-Dicke (in mm) | Material-Dicke (in mm) | Material-volumen (mm <sup>3</sup> ) |
|------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Beispiel 1 | 0                  | 380                                   | 3,66                 | 1,44                   | 548                                 |
| Beispiel 1 | 2                  | 379                                   | 3,75                 | 1,75                   | 664                                 |
| Beispiel 1 | 5                  | 410                                   | 3,75                 | 1,77                   | 726                                 |
| Beispiel 1 | 10                 | 410                                   | 3,90                 | 1,90                   | 779                                 |
| Beispiel 1 | 30                 | 451                                   | 4,18                 | 2,11                   | 951                                 |
| Beispiel 1 | 60                 | 481                                   | 4,34                 | 2,18                   | 1049                                |

Tabelle 2B

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Oberflächenbereich (mm <sup>2</sup> ) | Proben-Dicke (in mm) | Material-Dicke (in mm) | Material-volumen (mm <sup>3</sup> ) |
|------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Beispiel 2 | 0                  | 421                                   | 3,50                 | 1,05                   | 442                                 |
| Beispiel 2 | 2                  | 415                                   | 3,70                 | 1,40                   | 582                                 |
| Beispiel 2 | 5                  | 436                                   | 4,22                 | 1,45                   | 633                                 |
| Beispiel 2 | 10                 | 472                                   | 4,20                 | 1,90                   | 897                                 |
| Beispiel 2 | 30                 | 561                                   | 4,15                 | 2,05                   | 1150                                |
| Beispiel 2 | 60                 | 612                                   | 4,18                 | 2,10                   | 1285                                |

Tabelle 2C

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Oberflächenbereich (mm <sup>2</sup> ) | Proben-Dicke (in mm) | Material-Dicke (in mm) | Material-volumen (mm <sup>3</sup> ) |
|------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Beispiel 3 | 0                  | 347                                   | 2,95                 | 1,15                   | 399                                 |
| Beispiel 3 | 2                  | 347                                   | 3,08                 | 1,28                   | 444                                 |
| Beispiel 3 | 5                  | 369                                   | 3,46                 | 1,68                   | 620                                 |
| Beispiel 3 | 10                 | 399                                   | 3,58                 | 1,89                   | 755                                 |
| Beispiel 3 | 30                 | 404                                   | 3,70                 | 1,68                   | 678                                 |
| Beispiel 3 | 60                 | 449                                   | 3,75                 | 2,15                   | 964                                 |
| Beispiel 3 | 180                | 513                                   | 4,00                 | 2,65                   | 1359                                |
| Beispiel 3 | 300                | 530                                   | 4,18                 | 2,80                   | 1485                                |
| Beispiel 3 | 1260               | 581                                   | 4,35                 | 2,87                   | 1667                                |

Tabelle 2D

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Oberflächenbereich (mm <sup>2</sup> ) | Proben-Dicke (in mm) | Material-Dicke (in mm) | Material-volumen (mm <sup>3</sup> ) |
|------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Beispiel 4 | 0                  | 363                                   | 2,41                 | 0,43                   | 156                                 |
| Beispiel 4 | 2                  | 366                                   | 2,56                 | 0,73                   | 267                                 |
| Beispiel 4 | 5                  | 372                                   | 2,57                 | 0,80                   | 298                                 |
| Beispiel 4 | 10                 | 371                                   | 2,47                 | 0,78                   | 290                                 |
| Beispiel 4 | 30                 | 374                                   | 2,47                 | 0,65                   | 243                                 |
| Beispiel 4 | 60                 | 379                                   | 2,55                 | 0,93                   | 352                                 |
| Beispiel 4 | 180                | 373                                   | 2,55                 | 0,87                   | 324                                 |
| Beispiel 4 | 300                | 386                                   | 2,53                 | 0,85                   | 328                                 |
| Beispiel 4 | 1260               | 379                                   | 2,40                 | 0,81                   | 307                                 |

Tabelle 2E

| Probe      | Einweichzeit (Min) | Oberflächenbereich (mm <sup>2</sup> ) | Proben-Dicke (in mm) | Material-Dicke (in mm) | Material-volumen (mm <sup>3</sup> ) |
|------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Beispiel 5 | 0                  | 378                                   | 2,42                 | 0,47                   | 178                                 |
| Beispiel 5 | 2                  | 377                                   | 2,50                 | 0,48                   | 181                                 |
| Beispiel 5 | 5                  | 386                                   | 2,50                 | 0,54                   | 208                                 |
| Beispiel 5 | 10                 | 385                                   | 2,52                 | 0,58                   | 223                                 |
| Beispiel 5 | 30                 | 384                                   | 2,53                 | 0,59                   | 227                                 |
| Beispiel 5 | 60                 | 388                                   | 2,50                 | 0,59                   | 229                                 |
| Beispiel 5 | 180                | 389                                   | 2,57                 | 0,65                   | 253                                 |
| Beispiel 5 | 300                | 394                                   | 2,57                 | 0,78                   | 307                                 |
| Beispiel 5 | 1260               | 388                                   | 2,55                 | 0,54                   | 209                                 |

Tabelle 2F

| Probe                | Einweichzeit (in min) | Oberflächenbereich (mm <sup>2</sup> ) | Proben-Dicke (in mm) |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Vergleichsbeispiel A | 0                     | 405                                   | 2,90                 |
| Vergleichsbeispiel A | 2                     | 417                                   | 2,90                 |
| Vergleichsbeispiel A | 5                     | 425                                   | 3,15                 |
| Vergleichsbeispiel A | 10                    | 407                                   | 2,77                 |
| Vergleichsbeispiel A | 30                    | 416                                   | 2,77                 |
| Vergleichsbeispiel A | 60                    | 426                                   | 2,87                 |

Tabelle 2G

| Probe                | Einweichzeit (in min) | Oberflächenbereich (mm <sup>2</sup> ) | Proben-Dicke (in mm) |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Vergleichsbeispiel B | 0                     | 501                                   | 1,77                 |
| Vergleichsbeispiel B | 2                     | 500                                   | 1,77                 |
| Vergleichsbeispiel B | 5                     | 502                                   | 1,77                 |
| Vergleichsbeispiel B | 10                    | 503                                   | 1,75                 |
| Vergleichsbeispiel B | 30                    | 503                                   | 1,75                 |
| Vergleichsbeispiel B | 60                    | 496                                   | 1,73                 |
| Vergleichsbeispiel B | 180                   | 499                                   | 1,73                 |
| Vergleichsbeispiel B | 300                   | 503                                   | 1,74                 |
| Vergleichsbeispiel B | 1260                  | 501                                   | 1,73                 |

Tabelle 3A

| Probe      | Einweichzeit (in min) | Material-dicken-zunahme (mm) | Prozentuale Material-dicken-zunahme | Material-volumen-zunahme (mm) | Material-Volumen Zunahme (%) |
|------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Beispiel 1 | 0                     | 0                            | 0%                                  | 0                             | 0%                           |
| Beispiel 1 | 2                     | 0,31                         | 22%                                 | 116                           | 21%                          |
| Beispiel 1 | 5                     | 0,33                         | 23%                                 | 178                           | 33%                          |
| Beispiel 1 | 10                    | 0,46                         | 32%                                 | 231                           | 42%                          |
| Beispiel 1 | 30                    | 0,67                         | 47%                                 | 403                           | 74%                          |
| Beispiel 1 | 60                    | 0,74                         | 51%                                 | 501                           | 92%                          |

Tabelle 3B

| Probe      | Einweichzeit (in min) | Material-dicken-zunahme (mm) | Prozentuale Material-dicken-zunahme | Material-volumen-zunahme (mm) | Material-Volumen Zunahme (%) |
|------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Beispiel 2 | 0                     | 0                            | 0%                                  | 0                             | 0%                           |
| Beispiel 2 | 2                     | 0,35                         | 33%                                 | 140                           | 32%                          |
| Beispiel 2 | 5                     | 0,40                         | 38%                                 | 191                           | 43%                          |
| Beispiel 2 | 10                    | 0,85                         | 81%                                 | 455                           | 103%                         |
| Beispiel 2 | 30                    | 1,00                         | 95%                                 | 708                           | 160%                         |
| Beispiel 2 | 60                    | 1,05                         | 100%                                | 843                           | 191%                         |

Tabelle 3C

| Probe      | Einweichzeit (in min) | Materialdickenzunahme (mm) | Prozentuale Materialdickenzunahme | Materialvolumenzunahme (mm) | Material-Volumen Zunahme (%) |
|------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Beispiel 3 | 0                     | 0                          | 0%                                | 0                           | 0%                           |
| Beispiel 3 | 2                     | 0,13                       | 11%                               | 45                          | 11%                          |
| Beispiel 3 | 5                     | 0,53                       | 46%                               | 22 J                        | 55%                          |
| Beispiel 3 | 10                    | 0,74                       | 64%                               | 356                         | 89%                          |
| Beispiel 3 | 30                    | 0,53                       | 46%                               | 279                         | 70%                          |
| Beispiel 3 | 60                    | 1,00                       | 87%                               | 565                         | 142%                         |
| Beispiel 3 | 180                   | 1,50                       | 130%                              | 960                         | 240%                         |
| Beispiel 3 | 300                   | 1,65                       | 143%                              | 1086                        | 272%                         |
| Beispiel 3 | 1260                  | 1,72                       | 150%                              | 1268                        | 318%                         |

Tabelle 3D

| Probe      | Einweichzeit (in min) | Materialdickenzunahme (mm) | Prozentuale Materialdickenzunahme | Materialvolumenzunahme (mm) | Material-Volumen Zunahme (%) |
|------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Beispiel 4 | 0                     | 0                          | 0%                                | 0                           | 0%                           |
| Beispiel 4 | 2                     | 0,30                       | 70%                               | 111                         | 71%                          |
| Beispiel 4 | 5                     | 0,37                       | 86%                               | 142                         | 91%                          |
| Beispiel 4 | 10                    | 0,35                       | 81%                               | 134                         | 85%                          |
| Beispiel 4 | 30                    | 0,22                       | 51%                               | 87                          | 56%                          |
| Beispiel 4 | 60                    | 0,50                       | 116%                              | 196                         | 125%                         |
| Beispiel 4 | 180                   | 0,44                       | 102%                              | 168                         | 107%                         |
| Beispiel 4 | 300                   | 0,42                       | 98%                               | 172                         | 110%                         |
| Beispiel 4 | 1260                  | 0,38                       | 88%                               | 151                         | 96%                          |

Tabelle 3E

| Probe      | Einweichzeit (in min) | Materialdickenzunahme (mm) | Prozentuale Materialdickenzunahme | Materialvolumenzunahme (mm) | Material-Volumen Zunahme (%) |
|------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Beispiel 5 | 0                     | 0                          | 0%                                | 0                           | 0%                           |
| Beispiel 5 | 2                     | 0,01                       | 2%                                | 3                           | 2%                           |
| Beispiel 5 | 5                     | 0,07                       | 15%                               | 30                          | 17%                          |
| Beispiel 5 | 10                    | 0,11                       | 23%                               | 45                          | 26%                          |
| Beispiel 5 | 30                    | 0,12                       | 26%                               | 49                          | 28%                          |
| Beispiel 5 | 60                    | 0,12                       | 26%                               | 51                          | 29%                          |
| Beispiel 5 | 80                    | 0,18                       | 38%                               | 75                          | 42%                          |
| Beispiel 5 | 300                   | 0,31                       | 66%                               | 129                         | 73%                          |
| Beispiel 5 | 1260                  | 0,07                       | 15%                               | 31                          | 18%                          |

**[0313]** Wie in Tabellen 2A bis 2G und 3A bis 3E zu sehen, zeigen die Proben der Beispiele 1 bis 5 alle wichtigen Veränderungen sowohl in Dicke und Volumen bei Wasseraufnahme. Die Dicken- und Volumenänderung wird für Beispiele 3 und 4 gleichförmig gelöst, wobei der Wasseraufnahmetest weniger Veränderung zeigte. Die Proben der Vergleichsbeispiele A und B zeigten jedoch keine Veränderung in Dicke und Volumen. Auch

wenn das Vergleichsbeispiel A eine Veränderung im Gewicht zeigte, wie oben besprochen, fand keine entsprechende Dickenänderung statt, weil das aufgenommene Wasser nicht wirkte, um die Proben anzuschwellen, wie dies der Fall in Beispiel 1 bis 5 war.

**[0314]** Bei den Beispielen 1 bis 5 der Materialien, die ein Hydrogel umfassen, wiesen die Materialien eine durchschnittliche Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mehr als 20% auf. Tatsächlich wies das Material der Beispiele 1 bis 3 eine durchschnittliche Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mehr als 75% auf. Zum Vergleich nahmen die Vergleichsmaterialien ohne Hydrogel in ihrer Dicke nicht zu.

## 2. Material-Wasseraufnahmevermögen

**[0315]** Verschiedene Proben der Materialien aus den Beispielen 6 bis 18 wurden ebenfalls getestet, um ihre Aufnahmevermögen nach 1 Stunde und 24 Stunden zu bestimmen, gemäß dem Test des Wasseraufnahmevermögens entweder mit dem Stichprobenverfahren für coextrudierten Film (coextrudierte Form) oder dem Reinfilm-Stichprobenverfahren (Reinfilmform). Für die coextrudierten Formen war das Stützsubstrat ein thermoplastisches Polyurethan, das unter dem Handelsnamen DESMOPAN DP 8795 A von Bayer MaterialSciences AG, Leverkusen, Deutschland erhältlich ist.

**[0316]** Das Material für die Beispiele 6 bis 8 war ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel, das unter dem Handelsnamen TECOPHILIC TG-500 von der Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH, erhältlich ist (das gleiche Material wie für die Beispiele 1 bis 3). Für Beispiel 6 lag das Material in Reinfilmform mit einer Materialdicke von 0,25 Millimeter vor. Für Beispiel 7 lag das Material in coextrudierter Form mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vor. Im Beispiel 8 lag das Material auch in coextrudierter Filmform vor, aber mit einer Materialdicke von 0,25 Millimeter.

**[0317]** Das Material für die Beispiele 9 und 10 war ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel mit geringer Wasseraufnahme, das unter dem Handelsnamen TECOPHILIC HP-60D-60 von der Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH, erhältlich ist (das gleiche Material wie für Beispiele 4 und 5). Im Beispiel 9 lag das Material in coextrudierter Filmform mit einer Materialdicke von 0,25 Millimeter vor. Im Beispiel 10 lag das Material in Reinfilmform mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vor.

**[0318]** Das Material für Beispiel 11 war ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel, das unter dem Handelsnamen TECOPHILIC TG-2000 von der Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH erhältlich ist, wobei das Material in Reinfilmform mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vorlag. Das Material für Beispiel 12 war ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel, das unter dem Handelsnamen TECOPHILIC HP-93A-100 von der Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH erhältlich ist, wobei das Material in coextrudierter Filmform mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vorlag.

**[0319]** Die Materialmaterialien für die Beispiele 13 bis 17 waren auch thermoplastische Hydrogele, die aus kettenerweiterten TD1-Isocyanaten und Polyetherglykolen abgeleitet wurden, wobei die Polyetherglykolkonzentrationen zum Anpassen der Wasseraufnahmevermögen variiert wurden. Für diese Beispiele wurden die Materialien zu dicken Reinfilmen mit einer Materialdicke von 3 Millimeter gepresst.

**[0320]** Das Material für Beispiel 18 war ein thermoplastisches Polyamid-Polyether-Blockcopolymer-Hydrogel, das unter dem Handelsnamen PEBAX MH1657 von Arkema Inc., Clear Lake, TX, erhältlich ist, wobei das Material in Reinfilmform mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vorliegt. Tabelle 4 listet die Wasseraufnahmevermögen für die Proben aus Beispielen 6 bis 18 auf.

Tabelle 4

| Probe       | Wasseraufnahmevermögen<br>(1 Stunde) | Wasseraufnahmevermögen<br>(24 Stunden) |
|-------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| Beispiel 6  | 341%                                 | 468%                                   |
| Beispiel 7  | 260%                                 | —                                      |
| Beispiel 8  | 153 %                                | 168%                                   |
| Beispiel 9  | ---                                  | 44%                                    |
| Beispiel 10 | 29%                                  | 80%                                    |
| Beispiel 13 | 415%                                 | 900%                                   |
| Beispiel 12 | 44%                                  | —                                      |
| Beispiel 13 | 55%                                  | 238%                                   |
| Beispiel 14 | 60%                                  | 250%                                   |
| Beispiel 15 | 35%                                  | 184%                                   |
| Beispiel 16 | 40%                                  | 167%                                   |
| Beispiel 17 | 15%                                  | 69%                                    |
| Beispiel 18 | 116%                                 | 100%                                   |

**[0321]** Wie gezeigt, zeigen die Beispiele 6 bis 8 in Tabelle 4 die Auswirkungen der Einschränkung des Materials auf ein coextrudiertes Trägersubstrat. Beispiele 9 und 10 zeigen die gleichen Auswirkungen mit einem Material mit geringerer Aufnahme. Beispiel 11 ist ein Reinfilm mit relativ hoher Wasseraufnahme, während Beispiel 12 eine coextrudierte Form eines Reinharztes ist, der ein Wasseraufnahmevermögen zwischen denen aus Beispielen 6 und 10 besitzt. Beispiele 13 bis 17 zeigten ebenfalls gute Wasseraufnahmen und wiesen deutlich dickere Materialien auf (mit einem Faktor von etwa 10).

**[0322]** Alle Materialien der Beispiele 6 bis 18 umfassen ein Hydrogel. Die Beispiele 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17 und 18 besaßen alle ein Wasseraufnahmevermögen von 40% oder mehr nach 1 Stunde. Die Beispiele 6, 7, 8, 11 und 18 besaßen alle ein Wasseraufnahmevermögen von mehr als 100% nach 1 Stunde. Die Beispiele 6, 7, 8, 11, 13, 14, 16 und 18 besaßen alle ein Wasseraufnahmevermögen von mehr als 40% nach 24 Stunden. Die Beispiele 6, 8, 11, 13, 14, 15, 16 und 18 besaßen alle ein Wasseraufnahmevermögen von mindestens 100% nach 24 Stunden.

### 3. Material-Wasseraufnahmerate und -schwellung

**[0323]** Verschiedene Proben (für die Beispiele 1, 4, 6 bis 8 und 10 bis 12) wurden auch zum Bestimmen ihrer Wasseraufnahmeraten und Schwellkapazitäten gemäß dem Test der Wasseraufnahmerate und dem Test der Schwellkapazität getestet. Tabelle 5 listet die Testresultate für die Proben aus Beispielen 1, 4, 6 bis 8 und 10 bis 12 auf.

Tabelle 5

| Probe       | Wasseraufnahmerate<br>(Gramm/m <sup>2</sup> -Minuten <sup>1/2</sup> ) | Prozentuale Material-<br>dickenzunahme<br>(1 Stunde) | Prozentuale Material-<br>volumenzunahme<br>(1 Stunde) |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Beispiel 1  | 235                                                                   | 73%                                                  | 130%                                                  |
| Beispiel 4  | 58                                                                    | 72%                                                  | 75%                                                   |
| Beispiel 6  | 752                                                                   | 89%                                                  | 117%                                                  |
| Beispiel 7  | 173                                                                   | 318%                                                 | 64%                                                   |
| Beispiel 8  | 567                                                                   | 177%                                                 | 77%                                                   |
| Beispiel 10 | 33                                                                    | 43%                                                  | 88%                                                   |
| Beispiel 11 | 1270                                                                  | 69%                                                  | 92%                                                   |
| Beispiel 12 | 172                                                                   | 153%                                                 | 70%                                                   |



**[0324]** Wie dargestellt, zeigten die getesteten Proben variierende Wasseraufnahmeraten, wobei die Proben höhere Wasseraufnahmevermögen (aus Tabelle 4) aufwiesen und in Reinform eine schnellere Wasseraufnahmerate zeigten. Des Weiteren entsprachen die Schwelldicken- und -volumenzunahmen aus Tabelle 5 allgemein den Wasseraufnahmevermögen aus Tabelle 4 oben.

**[0325]** Die Beispiele 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11 und 12 besaßen alle Wasseraufnahmeraten von mehr als 20 Gramm/m<sup>2</sup>-Minute<sup>1/2</sup>. Die Beispiele 1, 6, 7, 8, 11 und 12 besaßen alle Wasseraufnahmeraten von mehr als 150 Gramm/m<sup>2</sup>-Minute<sup>1/2</sup>. Die Beispiele 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11 und 12 besaßen alle Schwelldickenzunahmen von mehr als 20% nach 1 Stunden. Tatsächlich zeigten die Beispiele 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11 und 12 alle Schwelldickenzunahmen von mehr als 40% nach 1 Stunde, und die Beispiele 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11 und 12 besaßen alle Schwelldickenzunahmen von mehr als 60% nach 1 Stunde. Die Beispiele 1, 4, 6, 7, 8, 10, 11 und 12 besaßen alle Schwellvolumenzunahmen von mindestens 70%.

#### 4. Material-Kontaktwinkel

**[0326]** Die Proben der Beispiele 6, 7, 10 bis 12 und 18 wurden auch getestet, um ihre Trockenzustand- und Nasszustand-Kontaktwinkel gemäß dem Kontaktwinkeltest zu bestimmen. Tabelle 6 unten listet die zugehörigen statistischen Trocken- und Nasskontaktwinkel bei liegendem Tropfen mit ihren Variationen sowie den Unterschied des Kontaktwinkels zwischen Trocken- und Nassmessungen auf.

Tabelle 6

| Probe       | Ø Trockenmaterial-Kontaktwinkel (Grad) | Trockenmaterial-Kontaktwinkel (Std-Abw.) | Ø Nassmaterial-Kontaktwinkel (Grad) | Nassmaterial-Kontaktwinkel (Std-Abw.) | Kontaktwinkel-differenz |
|-------------|----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Beispiel 6  | 87,6                                   | 2,6                                      | 66,9                                | 4,9                                   | 20,7                    |
| Beispiel 7  | 86,6                                   | 1,1                                      | 57,4                                | 5,5                                   | 29,2                    |
| Beispiel 10 | 95,6                                   | 3,2                                      | 72,5                                | 2,5                                   | 23,1                    |
| Beispiel 11 | 79,5                                   | 2,4                                      | 64,7                                | 2,3                                   | 14,8                    |
| Beispiel 12 | 97,1                                   | 2,5                                      | 95,5                                | 4,7                                   | 1,7                     |
| Beispiel 18 | 66,2                                   | 5,0                                      | 52,0                                | 3,7                                   | 14,2                    |

**[0327]** Die Proben aus Beispiel 6 und 7 zeigen, dass kein Unterschied zwischen den Kontaktwinkeln zwischen einem Reinform und coextrudierten Film bei den relevanten Dicken vorlag, weil der Kontaktwinkel eine Oberflächeneigenschaft ist. Die Proben aus Beispiel 10 und 11 zeigen, dass ein höherer Kontaktwinkel im Allgemeinen bei einem Material mit geringerer Wasseraufnahme (Beispiel 10) im Vergleich zu einem Material mit einer höheren Wasseraufnahme (Beispiel 11) vorliegt: Die Probe aus Beispiel 18, die auf einer Polyamid-Copolymerchemie basiert, zeigt, dass die Grundchemie den Trockenkontaktwinkel beeinflussen kann. Es wird jedoch in allen Fällen eine wesentliche Reduktion des Kontaktwinkels für nasse Materialien im Vergleich zu den trockenen Proben festgestellt. Wie man aus der Besprechung hierin zu schätzen wissen wird, kann ein niedriger Nasszustand-Kontaktwinkel oder eine Abnahme des Kontaktwinkels vom trockenen zum nassen Zustand oder beides für Laufsohlen und Materialien vorhersagbar sein, die effektiv die Ansammlung von Schmutz verhindern oder reduzieren. Die Beispiele 6, 7, 10 und 18 wiesen einen statischen Nasszustand-Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen von weniger als 80 Grad auf. Die Beispiele 6, 7, 11 und 18 wiesen einen statischen Nasszustand-Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen von weniger als 70 Grad auf.

**[0328]** Die Beispiele 6, 7, 10, 11 und 18 wiesen einen Tropfen im statischen Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen vom Trockenzustand zu Nasszustand von mindestens 10 Grad auf. Die Beispiele 6, 7, 10 und 11 wiesen einen Tropfen im statischen Kontaktwinkel bei liegendem Tropfen vom Trockenzustand zu Nasszustand von mindestens 20 Grad auf.

#### 5. Material-Reibungskoeffizient

**[0329]** Die Proben für die Beispiele 7, 10 bis 12 und 18 bis 21 wurden auch auf den Trockenzustand- und Nasszustand-Reibungskoeffizienten getestet, gemäß dem Test des Reibungskoeffizienten. Das Material für Beispiel 19 war das gleiche thermoplastische Polyamid-Hydrogel, das für Beispiel 18 verwendet wurde, wobei das Material in coextrudierter Filmform mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vorlag.

**[0330]** Das Material für die Beispiele 20 und 21 war ein thermoplastisches Polyamid-Polyether-Blockcopolymer-Hydrogel, das unter dem Handelsnamen PEBAX MV1074 von Arkema Inc., Clear Lake, TX, erhältlich ist. Im Beispiel 20 lag das Material in Reinfilmform mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vor. Im Beispiel 21 lag das Material in coextrudierter Filmform mit einer Materialdicke von 0,13 Millimeter vor.

**[0331]** Zu Vergleichszwecken wurden ein Film aus thermoplastischem Polyurethan (im Handel unter dem Handelsnamen DESMOPAN DP 8795 A von Bayer MaterialScience AG, Leverkusen, Deutschland erhältlich; Vergleichsbeispiel C) und ein thermoplastisches Polyamid ohne Hydrogel (im Handel von Arkema, Inc., Clear Lake, TX erhältlich; Vergleichsbeispiel D) ebenfalls getestet. Tabelle 7 unten listet die zugehörigen Trocken- und Nass-Reibungskoeffizienten auf, sowie die Prozentreduktionen der Reibungskoeffizienten zwischen Trocken- und Nassmessungen.

| Probe                | Reibungs-<br>koeffizient<br>(trocken) | Reibungs-<br>koeffizient (nass) | Prozentuale Reduktion<br>des Reibungs-<br>koeffizienten |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Beispiel 7           | 0,3                                   | 0,13                            | 57%                                                     |
| Beispiel 10          | 0,63                                  | 0,11                            | 83%                                                     |
| Beispiel 11          | 0,29                                  | 0,06                            | 79%                                                     |
| Beispiel 12          | 1,22                                  | 0,54                            | 56%                                                     |
| Beispiel 18          | 0,6                                   | 0,76                            | -27%                                                    |
| Beispiel 19          | 0,65                                  | 0,31                            | 52%                                                     |
| Beispiel 20          | 0,59                                  | 0,47                            | 20%                                                     |
| Beispiel 21          | 0,53                                  | 0,26                            | 51%                                                     |
| Vergleichsbeispiel C | 0,59                                  | 0,71                            | -20%                                                    |
| Vergleichsbeispiel D | 0,37                                  | 0,35                            | 5%                                                      |

Tabelle 7

**[0332]** Ein Vergleich der Ergebnisse zwischen den Beispielen 7, 10 bis 12 und 19 bis 21 mit den Vergleichsbeispielen C und D aus Tabelle 7 zeigen, wie die Wasseraufnahme durch die Materialien der vorliegenden Offenbarung den Reibungskoeffizienten der Materialoberflächen reduzieren kann. Beispiel 18 zeigte eine Zunahme des Reibungskoeffizienten nach Einweichen an. Man glaubt, dass dies auf die teilweise Sättigung des Materials zurückzuführen ist, wobei das Wasser, das auf oder in der Nähe der Materialoberfläche vorliegt, in das Material gezogen wird und eine vorübergehende klebrigere Oberfläche erzeugt. Da das Material aus Beispiel 18 zusätzliches Wasser aufnahm (Daten nicht gezeigt), reduzierte sich der Reibungskoeffizient ebenfalls unter den Trockenzustandswert.

**[0333]** Beispiele 7, 10, 11, 12, 19, 20 und 21 zeigten einen Unterschied zwischen dem Trockenzustand-Reibungskoeffizienten und dem Nasszustand-Reibungskoeffizienten (nass wird von trocken subtrahiert) von mindestens 0,1 oder mindestens 20%. Die Beispiele 10, 11, 12, 19 und 21 wiesen einen Unterschied von mindestens 0,2 oder mindestens 50% auf.

## 6. Material-Speichermodul

**[0334]** Die Proben der Beispiele 6, 8 bis 12 und 18 wurden auch getestet, um ihre Trockenzustand- und Nasszustand-Speichermodulwerte gemäß dem Speichermoduletest zu bestimmen. Tabelle 8 listet die Speichermodulewerte bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit (RH), 50% RH und 90% auf, sowie die prozentualen Reduktionen zwischen 0% und 50% RH und zwischen 0% und 90% RH.

| Probe       | E' (MPa)<br>0%RH | E' (MPa)<br>50%RH | E' (MPa)<br>90%RH | $\Delta E'$ 50 (%) | $\Delta E'$ 90 (%) |
|-------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Beispiel 6  | 766,6            | 548,3             | 0,03              | 29%                | 100%               |
| Beispiel 8  | 151,7            | 119               | 41,9              | 22%                | 72%                |
| Beispiel 9  | 60,16            | 52,68             | 45,93             | 12%                | 24%                |
| Beispiel 10 | 43,44            | 34,05             | 29,58             | 22%                | 32%                |
| Beispiel 11 | 514,9            | 396,8             | 0,86              | 23%                | 100%               |
| Beispiel 12 | 44,7             | 38,2              | 34,5              | 15%                | 23%                |
| Beispiel 18 | 119,7            | 105,3             | 64,6              | 12%                | 46%                |

Tabelle 8

**[0335]** Die mechanischen Eigenschaften der Probenmaterialien und ihre Veränderungen bei Wasseraufnahme können sowohl die Schmutzablösungs- als auch Dauerhaftigkeitseigenschaften aufzeigen. Zuerst wird das Speichermodul invers mit der Nachgiebigkeit in Beziehung gesetzt, eine nachgiebige Oberfläche ist nützlich, um die Adhäsion von Schmutz an der Laufsohle, zu verhindern oder zu reduzieren wie oben besprochen. Eine Abnahme im Modul bei Aussetzen mit Feuchtigkeit ist für eine Zunahme der Nachgiebigkeit des Materials repräsentativ, welche die Schmutzablösungsleistung des Materials an einer Laufsohle vorhersagbar macht. Zusätzlich sind die Materialien der vorliegenden Offenbarung, wenn trocken, weniger nachgiebig, was die Dauerhaftigkeit der Materialien unter trockenen Bedingungen erhöht und gleichzeitig ermöglicht, dass die Materialien nachgiebiger werden, wenn sie nass sind.

**[0336]** Beispiele 6, 8, 9, 10, 11, 12 und 18 weisen, wenn bei 50% RH equilibriert, Nassspeicherrmodule von mindestens 10% unter ihrem Trockenspeichermodul (0% RH) auf. Außerdem weisen die Beispiele 6, 8, 9, 10, 11, 12 und 18, wenn bei 90% RH equilibriert, Nassspeicherrmodule von mindestens 20% unter ihrem Trockenspeichermodul (0% RH) auf. Die Beispiele 6, 8, 11 und 18 weisen, wenn bei 90% RH equilibriert, Nassspeicherrmodule von mindestens 40% unter ihrem Trockenspeichermodul (0% RH) auf.

## 7. Material-Glasübergangstemperatur

**[0337]** Die Proben der Beispiele 6, 8 bis 12 und 18 wurden auch getestet, um ihre Trockenzustand- und Nasszustand-Glasübergangstemperatur gemäß dem Test der Glasübergangstemperatur zu bestimmen. Tabelle 9 listet die Trocken- und Nass-Glasübergangstemperaturen sowie ihre Reduktionen zwischen Trocken- und Nasszustand auf.

Tabelle 9

| Probe       | T <sub>g,trocken</sub> (°C) | T <sub>g,nass</sub> (°C) | $\Delta T_g$ (°C) |
|-------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Beispiel 6  | -27,5                       | -70                      | -42,5             |
| Beispiel 8  | -30                         | -63                      | -33               |
| Beispiel 9  | -25                         | -31                      | -6                |
| Beispiel 10 | -20                         | -37,1                    | -17,1             |
| Beispiel 11 | —                           | -63                      | —                 |
| Beispiel 12 | -49,59                      | -60,59                   | -11               |
| Beispiel 18 | -54,93                      | -64,76                   | -9,83             |

**[0338]** Wie in Tabelle 9 zu sehen, plastifiziert, wenn Wasser in die Materialien aufgenommen wird, die ein Hydrogel umfassen (Beispiele 6, 8, 9, 10, 11, 12 und 18), dies das Hydrogel. Ein stärkerer Abfall in der Glasübergangstemperatur wird typischerweise für einen Reinfilm beobachtet (Beispiele 6 und 10) gegenüber einer coextrudierten Version (Beispiele 8 bzw. 9). Interessanterweise zeigte Beispiel 11 keinen messbaren Glasübergang, wenn trocken, was nahelegt, dass nicht genügend amorphes Material in der Probe vorhanden ist, um ein messbares Signal zu erzeugen. Das Auftreten einer Glasübergangstemperatur nach Wasseraufnahme legt nahe, dass das Material entweder deutlich plastifiziert ist und/oder dass die absorbierenden Bereiche hoch kristallin bei Nichtvorhandensein von Wasser sind. Die Plastifizierung der hydrogelhaltigen Materialien kann,

wie durch einen Abfall der Glasübergangstemperatur vom Trockenzustand zum Nasszustand nachgewiesen, das Hydrogelmaterial von Materialien unterscheiden, die Wasser aufnehmen, aber von dem Wasser nicht plastifiziert werden. Die Beispiele 6, 8, 9, 10, 12 und 18 besitzen eine Nasszustand-Glasübergangstemperatur von mindestens 5 Grad unter ihrer Trockenzustand-Glasübergangstemperatur. Tatsächlich haben Beispiel 6, 8 und 10 Nasszustand-Glasübergangstemperaturen von mindestens 55 Grad unter ihren Trockenzustand-Glasübergangstemperaturen.

#### 8. Schlagenergetest

**[0339]** Die Proben der Beispiele 7, 12, 14, 16, 17, 19 und 21 wurden auch auf ihre Schmutzablösungsfähigkeiten getestet, gemäß dem Schlagenergetest, wie unten in Tabelle 10 gezeigt.

| Probe       | Relative Schlagenergie |
|-------------|------------------------|
| Beispiel 7  | 0,60                   |
| Beispiel 12 | 0,90                   |
| Beispiel 14 | 0,00                   |
| Beispiel 16 | 0,00                   |
| Beispiel 17 | 0,83                   |
| Beispiel 19 | 1,03                   |
| Beispiel 21 | 0,95                   |

Tabelle 10

**[0340]** Alle in Tabelle 10 aufgelisteten Proben mit Ausnahme von Beispiel 19 zeigen eine Reduktion der relativen Schlagenergie, die zum Ablösen von anhaftender nasser Erde von dem Material im Vergleich zum nicht veränderten Aluminiumblock erforderlich ist. Beispiel 19 zeigte eine leichte Zunahme der Adhäsionsenergie. Man glaubt jedoch, dass dies auf die Dicke der Probe zurückzuführen ist (3 Millimeter), was das Material an der Aufnahme von ausreichend Wasser während des Einweichschrittes hinderte.

**[0341]** Die Beispiele 7, 12, 14, 16, 17 und 21 erforderten eine relative Schlagenergie von weniger als 1,0, um anhaftende nasse Erde abzulösen. Die Beispiele 7, 14 und 16 erforderten eine relative Schlagenergie von weniger als 0,65, um anhaftende nasse Erde abzulösen.

#### 9. Schmutzablösung von Fußbekleidung

**[0342]** Die Fußballschuhbekleidung der Beispiele 22 und 23 wurde auch auf die Schmutzablösungsfähigkeiten getestet, gemäß dem Schmutzablösungs-Fußbekleidungstest, wobei Beispiel 22 die gleiche Fußbekleidung und Materialien aufwies, wie die oben für Beispiele 1 bis 3 besprochenen, und wobei Beispiel 23 die gleiche Fußbekleidung und Materialien aufwies, wie die oben für Beispiele 4 und 5 besprochenen.

**[0343]** Nach dem Test zeigte die Probe für Beispiel 22 eine durchschnittliche Gewichtszunahme von 28,3% im Vergleich zu einer Kontrolle ohne das Material, und die Probe für Beispiel 23 zeigte eine durchschnittliche Gewichtszunahme von 37,4% im Vergleich zur Kontrolle. Beide Beispiele zeigten, dass die Verwendung von Materialien bei vorherigem Einweichen in Wasser zum Verhindern oder Reduzieren der Ansammlung von nassem Schmutz wirksam sind. Des Weiteren war das Material mit höherem Wasseraufnahmevermögen, Wasseraufnahmerate und Schwellkapazität (Beispiel 22) effektiver bei der Reduzierung der Ansammlung von nassem Schmutz als ein Material mit einem geringeren Wasseraufnahmevermögen (Beispiel 23).

#### 10. Feldeinsatz

**[0344]** Die Fußballschuhbekleidung der Beispiele 24 und 25 wurde auch in einem geschlossenen Durchgang während eines Spiels getestet, wobei Beispiel 24 die gleiche Fußbekleidung und Materialien aufwies, wie oben für die Beispiele 1 bis 3 und 22 besprochen und wobei Beispiel 25 die gleiche Fußbekleidung und Materialien aufwies, wie die oben für Beispiele 4 und 23 besprochenen. Fünf Paare der Fußbekleidung für Beispiel 24 wurden getestet, ein Paar Fußbekleidung für Beispiel 25 und zwei Paar Kontrollfußbekleidung wurden getestet (die kein Material aufwiesen)(Vergleichsbeispiele E und F). Die Fußbekleidung, die anfangs frei von Schmutz war, wurde dann von Spielern in einem geschlossenen Durchgang eines Fußballspiels für 90 Minuten an einem regnerischen Tag getragen.

**[0345]** Die ersten 45 Minuten wurden auf einem Naturrasenplatz gespielt und die zweiten 45 Minuten auf einem organischen Sand-Lehm-Mischplatz. Nach 90 Minuten Spielzeit wurden die Schuhe auf die Ansammlung von Schmutz an den Laufsohlen über den Spielablauf untersucht. Wie aus den Bildern in **Fig. 20B** bis **Fig. 20F** zu sehen, sammelten die fünf Paar Schuhe mit dem Material aus Beispiel 24 wenig oder keinen Schmutz an, während die zwei Paare Kontrollfußbekleidung der Vergleichsbeispiele E und F eine wesentliche Menge an Schmutz ansammelten. Die Paare Schuhe mit dem Material aus Beispiel 25 sammelten ebenfalls Schmutz an (wie in **Fig. 20A** dargestellt), aber die angesammelte Menge war etwas geringer als bei der Kontrollfußbekleidung oder die der Vergleichsbeispiele E und F (wie in **Fig. 20G** und **Fig. 20H** dargestellt). Dies zeigt die Wirksamkeit der Materialien der vorliegenden Offenbarung zur Verhinderung und Reduzierung des Anhaftens von Schmutz.

**[0346]** Außerdem wurde die Fußbekleidung für Beispiele 24 und 25 auch für längere Dauern während Spielen in einem geschlossenen Durchgang verwendet, um die Grenzen ihrer Haltbarkeit aufzuzeigen. Die Materialien für die Fußbekleidung beider Beispiele 24 und 25 sind zum Verhindern und Reduzieren der Ansammlung von Schmutz nach 100 Stunden Spielzeit ohne nennenswerte Abnutzung oder Delaminierung weiterhin wirksam. Daher sind die Materialien der vorliegenden Offenbarung zur Verwendung als zum Boden weisende Oberflächen für Fußbekleidungslaufsohlen geeignet.

**[0347]** Die vorliegende Offenbarung kann gemäß den folgenden durchnummerierten Bestimmungen beschrieben werden.

**[0348]** Bestimmung 1. Laufsohle für einen Fußbekleidungsartikel, wobei die Laufsohle umfasst: eine erste Oberfläche der Laufsohle, die konfiguriert ist, um zum Boden zu weisen; und eine zweite Oberfläche der Laufsohle gegenüber der ersten Oberfläche, wobei die Laufsohle zum Sichern an einem Obermaterial eines Fußbekleidungsartikels konfiguriert ist; wobei die Laufsohle ein Material umfasst, das mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche definiert und das Material in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel umfasst.

**[0349]** Bestimmung 2. Laufsohle nach Bestimmung 1, wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 40 Gew.-% besitzt, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0350]** Bestimmung 3. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 2, wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden von mehr als 100 Gew.-% besitzt, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0351]** Bestimmung 4. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 3, wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 24 Stunden im Bereich von 40 Gew.-% bis 900 Gew.-% besitzt, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0352]** Bestimmung 5. Laufsohle nach Bestimmung 2 bis 3, wobei das Wasseraufnahmevermögen des Materials nach 24 Stunden im Bereich von 100 Gew.-% bis 900 Gew.-% liegt.

**[0353]** Bestimmung 6. Laufsohle nach Bestimmung 2 bis 3, wobei das Wasseraufnahmevermögen des Materials nach 24 Stunden im Bereich von 200 Gew.-% bis 500 Gew.-% liegt.

**[0354]** Bestimmung 7. Laufsohle nach Bestimmung 2 bis 3, wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von 200 Gew.-% bis 500 Gew.-% besitzt.

**[0355]** Bestimmung 8. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 7, wobei das Material eine Wasseraufnahmerate von mehr als  $20 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0.5})$  besitzt, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0356]** Bestimmung 9. Laufsohle nach Bestimmung 8, wobei die Wasseraufnahmerate des Materials größer als  $100 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0.5})$  ist.

**[0357]** Bestimmung 10. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 7, wobei das Material eine Wasseraufnahmerate in dem Bereich von  $1 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0.5})$  bis  $1500 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0.5})$  besitzt, wie durch den Test des Wasseraufnahmevermögens im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

- [0358]** Bestimmung 11. Artikel nach Bestimmung 8, wobei das Material eine Wasseraufnahmerate von  $30 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  bis  $1200 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  besitzt.
- [0359]** Bestimmung 12. Laufsohle nach Bestimmung 8, wobei das Material eine Wasseraufnahme im Bereich von  $30 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  bis  $800 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  besitzt.
- [0360]** Bestimmung 13. Laufsohle nach Bestimmung 8, wobei das Material eine Wasseraufnahmerate von  $100 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  bis  $800 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  besitzt.
- [0361]** Bestimmung 14. Laufsohle nach Bestimmung 8, wobei das Material eine Wasseraufnahmerate in dem Bereich von  $100 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  bis  $600 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  besitzt.
- [0362]** Bestimmung 15. Laufsohle nach Bestimmung 8, wobei das Material eine Wasseraufnahmerate in dem Bereich von  $150 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  bis  $400 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  besitzt.
- [0363]** Bestimmung 16. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 15, wobei das Material eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mehr als 20% besitzt, wie durch den Test der Schwellkapazität im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
- [0364]** Bestimmung 17. Laufsohle nach Bestimmung 16, wobei das Material eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mindestens 150% besitzt.
- [0365]** Bestimmung 18. Laufsohle nach Bestimmung 16, wobei das Material eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mindestens 50% bis 400% besitzt.
- [0366]** Bestimmung 19. Laufsohle nach Bestimmung 16, wobei das Material eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mindestens 50% bis 300% besitzt.
- [0367]** Bestimmung 20. Laufsohle nach Bestimmung 16, wobei das Material eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mindestens 150% bis 500% besitzt.
- [0368]** Bestimmung 21. Laufsohle nach Bestimmung 16, wobei das Material eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mindestens 100% bis 200% besitzt.
- [0369]** Bestimmung 22. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 21, wobei das Material eine Volumenschwellzunahme von mehr als 50% nach 1 Stunde besitzt, wie durch den Test der Schwellkapazität im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
- [0370]** Bestimmung 23. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 22, wobei der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, der von dem Material definiert wird, einen Nasszustand-Kontaktwinkel von weniger als  $80^\circ$  besitzt, wie durch den Kontaktwinkeltest im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
- [0371]** Bestimmung 24. Laufsohle nach Bestimmung 23, wobei der Nasszustand-Kontaktwinkel weniger als  $70^\circ$  beträgt.
- [0372]** Bestimmung 25. Laufsohle nach Bestimmung 23, wobei der Nasszustand-Kontaktwinkel weniger als  $65^\circ$  beträgt.
- [0373]** Bestimmung 26. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 25, wobei der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, die durch das Material definiert wird, einen Trockenzustand-Kontaktwinkel und einen Nasszustand-Kontaktwinkel besitzt, die jeweils durch den Kontaktwinkeltest mit dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, wobei der Trockenzustand-Kontaktwinkel mindestens  $10^\circ$  größer als der Nasszustand-Kontaktwinkel ist.
- [0374]** Bestimmung 27. Laufsohle nach Bestimmung 26, wobei der Trockenzustand-Kontaktwinkel im Bereich zwischen  $60^\circ$  bis  $100^\circ$  liegt.
- [0375]** Bestimmung 28. Fußbekleidungsartikel nach Bestimmung 26, wobei der Trockenzustand-Kontaktwinkel im Bereich zwischen  $70^\circ$  bis  $100^\circ$  liegt.

**[0376]** Bestimmung 29. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 28, wobei der mindestens ein Abschnitt der ersten Oberfläche, der von dem Material definiert wird, einen Nasszustand-Reibungskoeffizienten von weniger als 0,8 besitzt, wie durch den Test des Reibungskoeffizienten im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0377]** Bestimmung 30. Laufsohle nach Bestimmung 29, wobei der Nasszustand-Reibungskoeffizient weniger als 0,6 beträgt.

**[0378]** Bestimmung 31. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 28, wobei der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, der von dem Material definiert wird, einen Nasszustand-Reibungskoeffizienten von weniger als 1,5 besitzt, wie durch den Test des Reibungskoeffizienten im Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.

**[0379]** Bestimmung 32. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 31, wobei der mindestens eine Abschnitt der ersten Oberfläche, die durch das Material definiert wird, einen Trockenzustand-Reibungskoeffizienten und einen Nasszustand-Reibungskoeffizienten besitzt, die jeweils durch den Test des Reibungskoeffizienten mit dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, wobei ein Unterschied zwischen dem Trockenzustand-Reibungskoeffizienten und dem Nasszustand-Reibungskoeffizienten mindestens 0,3 beträgt, wobei der Trockenzustand-Reibungskoeffizient größer als der Nasszustand-Reibungskoeffizient ist.

**[0380]** Bestimmung 33. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 32, wobei das Material eine Nasszustand-Glasübergangstemperatur, wenn bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit equilibriert, und eine Trockenzustand-Glasübergangstemperatur, wenn bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit equilibriert, besitzt, die jeweils durch den Glasübergangstemperatur-Test gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, und wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur mehr als 6°C geringer als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur ist.

**[0381]** Bestimmung 34. Laufsohle nach Bestimmung 33, wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur des Materials mindestens 15°C geringer als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur des Materials ist.

**[0382]** Bestimmung 35. Laufsohle nach Bestimmung 33, wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur des Materials in dem Bereich zwischen 5°C und 50°C kleiner als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur des Materials ist.

**[0383]** Bestimmung 36. Laufsohle nach Bestimmung 33, wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur des Materials in dem Bereich zwischen 6°C und 40°C kleiner als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur des Materials ist.

**[0384]** Bestimmung 37. Laufsohle nach Bestimmung 33, wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur des Materials in dem Bereich zwischen 10°C und 30°C kleiner als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur des Materials ist.

**[0385]** Bestimmung 38. Laufsohle nach Bestimmung 33, wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur des Materials in dem Bereich zwischen 30°C und 45°C kleiner als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur des Materials ist.

**[0386]** Bestimmung 39. Laufsohle nach Bestimmung 33 bis 38, wobei die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur des Materials im Bereich von -40°C bis -80°C liegt.

**[0387]** Bestimmung 40. Laufsohle nach Bestimmung 68, wobei die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur des Materials im Bereich von -40°C bis -60°C liegt.

**[0388]** Bestimmung 41. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 40, wobei das Material ein Nasszustand-Speichermodul, wenn bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit equilibriert, und ein Trockenzustand-Speichermodul, wenn bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit equilibriert, besitzt, die jeweils durch den Speichermodul-Test gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, und wobei das Nasszustand-Speichermodul kleiner als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0389]** Bestimmung 42. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 40, wobei das Material ein Nasszustand-Speichermodul, wenn bei 50% relativer Luftfeuchtigkeit equilibriert, und ein Trockenzustand-Speichermodul, wenn bei

0% relativer Luftfeuchtigkeit equilibriert, besitzt, die jeweils durch den Speichermodul-Test gemäß dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet werden, und wobei das Nasszustand-Speichermodul kleiner als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0390]** Bestimmung 43. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 42, wobei das Nasszustand-Speichermodul mindestens 25 MPa niedriger als das Trockenzustand-Speichermodul ist.

**[0391]** Bestimmung 44. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 43, wobei das Nasszustand-Speichermodul des Materials in dem Bereich zwischen 25 MPa bis 800 MPa niedriger als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0392]** Bestimmung 45. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 44, wobei das Nasszustand-Speichermodul des Materials in dem Bereich zwischen 25 MPa bis 200 MPa niedriger als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0393]** Bestimmung 46. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 45, wobei das Nasszustand-Speichermodul des Materials in dem Bereich zwischen 100 MPa bis 800 MPa niedriger als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0394]** Bestimmung 47. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 46, wobei das Nasszustand-Speichermodul des Materials in dem Bereich zwischen 400 MPa bis 800 MPa niedriger als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0395]** Bestimmung 48. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 47, wobei das Nasszustand-Speichermodul des Materials mindestens 10% geringer als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0396]** Bestimmung 49. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 48, wobei das Nasszustand-Speichermodul des Materials mindestens 20% geringer als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0397]** Bestimmung 50. Laufsohle nach Bestimmung 41 bis 49, wobei das Nasszustand-Speichermodul des Materials mindestens 40% geringer als das Trockenzustand-Speichermodul des Materials ist.

**[0398]** Bestimmung 51. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 50, wobei das Hydrogel eines oder mehrere Polymere umfasst.

**[0399]** Bestimmung 52. Laufsohle nach Bestimmung 51, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels ein Polyurethan, ein Polyamid-Homopolymer, ein Polyamid-Copolymer und Kombinationen daraus umfassen.

**[0400]** Bestimmung 53. Laufsohle nach Bestimmung 52, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels ein Polyurethan umfassen.

**[0401]** Bestimmung 54. Laufsohle nach Bestimmung 53, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels im Wesentlichen aus Polyurethan bestehen.

**[0402]** Bestimmung 55. Laufsohle nach Bestimmung 52, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels ein Polyamid-Homopolymer umfassen.

**[0403]** Bestimmung 56. Laufsohle nach Bestimmung 55, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels im Wesentlichen aus einem Polyamid-Homopolymer bestehen.

**[0404]** Bestimmung 57. Laufsohle nach Bestimmung 52, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels ein Polyamid-Copolymer umfassen.

**[0405]** Bestimmung 58. Laufsohle nach Bestimmung 58, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels im Wesentlichen aus einem Polyamid-Copolymer bestehen.

**[0406]** Bestimmung 59. Laufsohle nach Bestimmung 57 oder 58, wobei das Polyamid-Copolymer ein Polyamid-Blockcopolymer ist.



- [0407]** Bestimmung 60. Laufsohle nach Bestimmung 59, wobei das Polyamid-Blockcopolymer ein Polyamid-Polyether-Blockcopolymer ist.
- [0408]** Bestimmung 61. Laufsohle nach Bestimmung 51 bis 59, wobei das eine oder die mehreren Polymere des Hydrogels im Wesentlichen frei von aromatischen Gruppen sind.
- [0409]** Bestimmung 62. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 50, wobei das Hydrogel ein vernetztes Polymer-Netzwerk ist.
- [0410]** Bestimmung 63. Laufsohle nach Bestimmung 62, wobei das Polymernetzwerk ein physikalisch vernetztes Polymernetzwerk ist.
- [0411]** Bestimmung 64. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 63, wobei das Hydrogel ein thermoplastisches Hydrogel umfasst.
- [0412]** Bestimmung 65. Laufsohle nach Bestimmung 64, wobei das thermoplastische Hydrogel ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel, ein thermoplastisches Polyamid-Homopolymer-Hydrogel, ein thermoplastisches Polyamid-Copolymer-Hydrogel und Kombinationen davon umfasst.
- [0413]** Bestimmung 66. Laufsohle nach Bestimmung 65, wobei das thermoplastische Hydrogel im Wesentlichen aus einem thermoplastischen Polyurethan-Hydrogel, einem thermoplastischen Polyamid-Homopolymer-Hydrogel, einem thermoplastischen Polyamid-Copolymer-Hydrogel und Kombinationen davon besteht.
- [0414]** Bestimmung 67. Laufsohle nach Bestimmung 65, wobei das thermoplastische Hydrogel ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel umfasst.
- [0415]** Bestimmung 68. Laufsohle nach Bestimmung 65, wobei das thermoplastische Hydrogel im Wesentlichen aus einem thermoplastischen Polyurethan-Hydrogel besteht.
- [0416]** Bestimmung 69. Laufsohle nach Bestimmung 65, wobei das thermoplastische Hydrogel ein thermoplastisches Polyamid-Homopolymer-Hydrogel umfasst.
- [0417]** Bestimmung 70. Laufsohle nach Bestimmung 65, wobei das thermoplastische Hydrogel im Wesentlichen aus einem thermoplastischen Polyamid-Homopolymer-Hydrogel besteht.
- [0418]** Bestimmung 71. Laufsohle nach Bestimmung 65, wobei das thermoplastische Hydrogel ein thermoplastisches Polyamid-Copolymer-Hydrogel umfasst.
- [0419]** Bestimmung 72. Laufsohle nach Bestimmung 65, wobei das thermoplastische Hydrogel im Wesentlichen aus einem thermoplastischen Polyamid-Copolymer-Hydrogel besteht.
- [0420]** Bestimmung 73. Laufsohle nach Bestimmung 65, 71 oder 72, wobei das thermoplastische Hydrogel ein thermoplastisches Polyamid-Blockcopolymer-Hydrogel umfasst.
- [0421]** Bestimmung 74. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 73, wobei das Material in Form eines Films vorliegt.
- [0422]** Bestimmung 75. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 74, wobei das Material in Form eines Filaments vorliegt, das zum Bilden mindestens eines Abschnitts eines Vliesgewebes verwendet wird.
- [0423]** Bestimmung 76. Laufsohle nach Bestimmung 75, wobei das Material in Form eines Garns vorliegt.
- [0424]** Bestimmung 77. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 76, wobei das Material auf mindestens 80% der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle vorliegt.
- [0425]** Bestimmung 78. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 77, wobei das Material eine Trockenzustandsdicke im Bereich von 0,1 Millimeter bis 2 Millimeter besitzt.
- [0426]** Bestimmung 79. Laufsohle nach Bestimmung 78, wobei das Material eine Trockenzustandsmaterialdicke im Bereich von 0,1 Millimeter bis 1,5 Millimeter besitzt.

- [0427]** Bestimmung 80. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 78, wobei das Material eine Trockenzustandsdicke im Bereich von 0,1 Millimeter bis 1 Millimeter besitzt.
- [0428]** Bestimmung 81. Laufsohle nach Bestimmung 78, wobei das Material eine Trockenzustandsmaterialdicke von 0,25 Millimeter bis 1 Millimeter besitzt.
- [0429]** Bestimmung 82. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 81, wobei das Material, wenn es mit entionisiertem Wasser bei 25°C gesättigt wird, eine Nasszustandsmaterialdicke im Bereich von 0,25 Millimeter bis 2 Millimeter besitzt.
- [0430]** Bestimmung 83. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 82, wobei die Laufsohle ferner ein Laufsohlenstützelement, das an der Laufsohle gesichert ist, umfasst, wobei das Material an dem Laufsohlenstützelement gesichert ist, sodass das Material den mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche definiert.
- [0431]** Bestimmung 84. Laufsohle nach Bestimmung 83, wobei das Hydrogel in seiner Zusammensetzung ein vernetztes Polymernetzwerk umfasst, das physikalisch vernetzte Copolymerketten enthält, und das Laufsohlenstützelement in seiner Zusammensetzung ein thermoplastisches Polyurethan umfasst.
- [0432]** Bestimmung 85. Laufsohle nach Bestimmung 83 bis 84, wobei das Hydrogel in seiner Zusammensetzung ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel umfasst, und wobei das Laufsohlenstützelement ein zweites thermoplastisches Polyurethan umfasst.
- [0433]** Bestimmung 86. Laufsohle nach Bestimmung 83, wobei das Hydrogel ein thermoplastisches Polyamid-Blockcopolymer-Hydrogel umfasst und das Laufsohlenstützelement in seiner Zusammensetzung ein zweites thermoplastisches Polyamid umfasst.
- [0434]** Bestimmung 87. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 86, wobei die Laufsohle ferner eines oder mehrere Bodenhaftungselemente umfasst, die an der ersten Oberfläche vorliegen.
- [0435]** Bestimmung 88. Laufsohle nach Bestimmung 87, wobei jedes der Bodenhaftungselemente einen abschließenden Rand umfasst und wobei das Material nicht am abschließenden Rand mindestens eines Abschnitts des einen oder der mehreren Bodenhaftungselemente vorliegt.
- [0436]** Bestimmung 89. Laufsohle nach Bestimmung 87, wobei das eine oder die mehreren Bodenhaftungselemente jeweils einen Schaft mit einem abschließenden Rand aufweisen, wobei das Material den abschließenden Rand der Schäfte nicht bedeckt und wobei das Material die Schäfte nicht bedeckt oder nur weniger als 10% der Schäfte bedeckt.
- [0437]** Bestimmung 90. Laufsohle nach Bestimmung 87, wobei das Material nicht auf oder in direktem Kontakt mit mindestens einem Abschnitt des einen oder der mehreren Bodenhaftungselemente vorliegt.
- [0438]** Bestimmung 91. Laufsohle nach Bestimmung 87 bis 90, wobei das eine oder die mehreren Bodenhaftungselemente einstückig an der ersten Oberfläche der Laufsohle ausgebildet sind, separat aus der ersten Oberfläche der Laufsohle ausgebildet sind und permanent an der ersten Oberfläche der Laufsohle befestigt sind, separat von der ersten Oberfläche der Laufsohle ausgebildet sind und entfernbar von der ersten Oberfläche der Laufsohle befestigt sind, und Kombinationen davon.
- [0439]** Bestimmung 92. Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 91, wobei das Material die Schmutzansammlung an der Laufsohle verhindert oder reduziert, sodass die Laufsohle mindestens 10 Gew.-% weniger Schmutz als die zweite Laufsohle zurückhält, die identisch zu der Laufsohle ist, außer, dass die zweite Laufsohle im Wesentlichen frei von dem Material ist.
- [0440]** Bestimmung 93. Fußbekleidungsartikel, umfassend die Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 92 und ein Obermaterial für einen Fußbekleidungsartikel, der an der zweiten Oberfläche der Laufsohle gesichert ist.
- [0441]** Bestimmung 94. Verfahren zur Herstellung eines Fußbekleidungsartikels, wobei das Verfahren umfasst: Bereitstellen einer Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 92; Bereitstellen eines Obermaterials; und Sichern der Laufsohle und des Obermaterials aneinander, sodass das Material eine zum Boden weisende Oberfläche des Fußbekleidungsartikels definiert.

**[0442]** Bestimmung 95. Verfahren nach Bestimmung 94, wobei das Bereitstellen der Laufsohle umfasst: Sichern des Materials an einer ersten Seite eines Stützsubstrats, das aus einem zweiten Material ausgebildet ist, das in seiner Zusammensetzung einen Thermoplast umfasst; Thermoformen des Materials, das an dem Stützsubstrat gesichert ist, um einen Laufsohlenflächen-Vorläufer herzustellen, wobei der Laufsohlenflächen-Vorläufer das Material aufweist, das an der ersten Seite des Stützsubstrats gesichert ist; Anordnen der Laufsohlenfläche in einer Form; und Einspritzen eines dritten Materials, das in seiner Zusammensetzung ein Thermopolymer umfasst, auf eine zweite Seite des Stützsubstrats der Laufsohlenfläche, während die Laufsohlenfläche in der Form zum Erzeugen einer Laufsohle vorliegt, wobei die Laufsohle ein Laufsohlensubstrat umfasst, welches das Stützsubstrat und das dritte Material und das Material aufweist, das an dem Laufsohlensubstrat gesichert ist.

**[0443]** Bestimmung 96. Verfahren nach Bestimmung 94 bis 95, wobei das Verfahren umfasst: Zuschneiden des Laufsohlenflächen-Vorläufers zum Erzeugen einer Laufsohlenfläche, wobei die Laufsohlenfläche das Material einschließt, das an der ersten Seite des Stützsubstrats vor dem Anordnen der Laufsohlenfläche in der Form gesichert wird.

**[0444]** Bestimmung 97. Verfahren nach Bestimmung 94 bis 96, wobei das Material ein thermoplastisches Material ist und das Sichern des Materials an der ersten Seite des Trägersubstrats das Coextrudieren des Materials und des zweiten Materials zum Erzeugen einer Bahn oder eines Bogens des Materials umfasst, das an dem Stützsubstrat gesichert wird.

**[0445]** Bestimmung 98. Verfahren zum Verwenden eines Fußbekleidungsartikels, wobei das Verfahren umfasst: Bereitstellen eines Fußbekleidungsartikels, der ein Obermaterial und eine Laufsohle aufweist, die betriebswirksam am Obermaterial gesichert ist, wobei die Laufsohle eine Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 92 ist, und das Material auf einer zum Boden weisenden Seite der Laufsohle einschließt; Aussetzen des Materials mit Wasser zum Aufnehmen mindestens eines Anteils des Wassers in das Material, um ein nasses Material zu bilden; Drücken der Laufsohle mit dem nassen Material auf eine Bodenoberfläche, um das nasse Material mindestens teilweise zu verdichten; und Anheben der Laufsohle von der Bodenoberfläche zum Freigeben der Verdichtung des nassen Materials.

**[0446]** Bestimmung 99. Verfahren zum Verwenden eines Fußbekleidungsartikels nach Bestimmung 98, wobei der Druck einen Teil des aufgenommenen Wassers aus dem nassen Material abgibt, z. B. in die Erde der Bodenoberfläche.

**[0447]** Bestimmung 100. Verfahren nach Bestimmung 98 bis 99, ferner umfassend den Schritt des Aufnehmens von zusätzlichem Wasser in das nasse Material nach Lösen der Verdichtung von dem Material.

**[0448]** Bestimmung 101. Verfahren nach Bestimmung 98 bis 100, wobei das Material anschwellt, wenn es Wasser aufnimmt.

**[0449]** Bestimmung 102. Verfahren nach Bestimmung 98 bis 101, wobei die Schritte des Drückens der Laufsohle auf die Oberfläche und Anheben der Laufsohle von der Oberfläche als eine Fußschlagbewegung durchgeführt werden.

**[0450]** Bestimmung 103. Verfahren nach Bestimmung 102, wobei der Schritt des Aussetzens des Materials mit Wasser auch als Fußschlagbewegung durchgeführt wird.

**[0451]** Bestimmung 104. Verfahren nach Bestimmung 98 bis 102, wobei das Aussetzen des Materials mit Wasser das Einweichen der Laufsohle in Wasser umfasst.

**[0452]** Bestimmung 105. Verfahren nach Bestimmung 98 bis 104, wobei die Laufsohle ferner mehrere Bodenhaftungselemente umfasst und wobei das Verfahren ferner das Drücken mindestens eines Abschnitts der Bodenhaftungselemente in die Bodenoberfläche vor dem Drücken des nassen Materials auf die Bodenoberfläche umfasst.

**[0453]** Bestimmung 106. Verwendung eines Materials, das in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel zum Verhindern oder Reduzieren der Schmutzansammlung an einer ersten Oberfläche der Laufsohle umfasst, wobei die erste Oberfläche das Material umfasst, indem das Material auf der ersten Oberfläche der Laufsohle bereitgestellt wird, wobei die Laufsohle wahlweise mindestens 10 Gew.-% weniger Schmutz als die zweite

Laufsohle zurückhält, die identisch ist, außer, dass die erste Oberfläche der zweiten Laufsohle im Wesentlichen frei von dem Material ist.

**[0454]** Bestimmung 107. Verwendung nach Bestimmung 106, wobei die Laufsohle eine Laufsohle nach Bestimmung 1 bis 91 ist und/oder wobei das Material eines ist, das weiter in einer der Bestimmungen 2 bis 82 definiert wird.

**[0455]** Bestimmung 108. Laufsohle für einen Fußbekleidungsartikel, wobei die Laufsohle umfasst: eine erste Seite; und eine gegenüberliegende zweite Seite; wobei die erste Seite ein Material umfasst, das in seiner Zusammensetzung ein Hydrogel umfasst, wobei das Material ein Material gemäß der Bestimmung 1 bis 92 ist.

**[0456]** Bestimmung 109. Fußbekleidungsartikel, wobei der Artikel umfasst: eine Laufsohle nach Bestimmung 108 und ein Obermaterial, das an der gegenüberliegenden zweiten Seite der Laufsohle gesichert ist.

**[0457]** Obgleich die vorliegende Offenbarung unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben wurde, werden Fachleute des Gebiets erkennen, dass Änderungen an der Form und im Detail durchgeführt werden können, ohne den Geist und den Umfang der Offenbarung zu verlassen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 2462908 [0195]
- US 5969076 [0196]
- US 4523005 [0200]

**Schutzansprüche**

1. Laufsohle für einen Fußbekleidungsartikel, wobei die Laufsohle umfasst:  
eine erste Oberfläche der Laufsohle, die ausgebildet ist, um zu Boden weisend zu sein; und  
eine zweite Oberfläche der Laufsohle gegenüberliegend der ersten Oberfläche, wobei die Laufsohle ausgebildet ist, um an einem Obermaterial eines Fußbekleidungsartikels befestigbar zu sein; wobei die Laufsohle ein Material umfasst, das mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche definiert und das Material in seiner Zusammensetzung ein thermoplastisches Hydrogel mit Polyamid-Copolymerketten, Polyurethan-Copolymerketten oder beidem umfasst.
2. Laufsohle nach Anspruch 1, wobei das Material ein Wasseraufnahmevermögen nach 1 Stunde von mehr als 100 Gew.-% aufweist, wie durch den Wasseraufnahmekapazitätstest mit dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
3. Laufsohle nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Material eine Wasseraufnahmerate von mehr als  $20 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{min}^{0,5})$  aufweist, wie durch den Wasseraufnahmeratentest mit dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
4. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Material eine Schwelldickenzunahme nach 1 Stunde von mehr als 20% aufweist, wie durch den Schwellkapazitätstest mit dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
5. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der mindestens eine Abschnitt der von dem Material definierten ersten Oberfläche einen Nasszustand-Kontaktwinkel von weniger als  $80^\circ$  aufweist, wie durch den Kontaktwinkeltest mit dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
6. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der mindestens eine Abschnitt der von dem Material definierten ersten Oberfläche einen Nasszustand-Reibungskoeffizienten von weniger als 0,8 aufweist, wie durch den Reibungskoeffizienten-Test mit dem Fußbekleidungs-Stichprobenverfahren gekennzeichnet.
7. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Material, wenn äquilibriert bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit, eine Nasszustand-Glasübergangstemperatur und, wenn äquilibriert bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit, eine Trockenzustand-Glasübergangstemperatur aufweist, wie jeweils durch den Glasübergangstemperaturtest mit dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet, und wobei die Nasszustand-Glasübergangstemperatur mehr als  $6^\circ\text{C}$  geringer ist als die Trockenzustand-Glasübergangstemperatur.
8. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Material, wenn äquilibriert bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit, einen Nasszustand-Speichermodule und, wenn äquilibriert bei 0% relativer Luftfeuchtigkeit, einen Trockenzustand-Speichermodule aufweist, wie jeweils durch den Speichermoduletest mit dem Reinmaterial-Stichprobenverfahren gekennzeichnet, und wobei der Nasszustand-Speichermodule geringer als der Trockenzustand-Speichermodule des Materials ist.
9. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Copolymerketten des Hydrogels im Wesentlichen aus Polyamid-Copolymerketten bestehen.
10. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Polyamid-Copolymerketten Polyamid-Blockcopolymereketten sind.
11. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Copolymerketten des Hydrogels im Wesentlichen aus Polyurethan-Copolymerketten bestehen.
12. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Material auf mindestens 80% der zum Boden weisenden Oberfläche der Laufsohle vorhanden ist.
13. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Material eine Trockenzustand-Dicke im Bereich von 0,1 Millimeter bis 2 Millimeter aufweist.
14. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Laufsohle ferner ein an der Laufsohle befestigtes Laufsohlenstützelement aufweist, wobei das Material an dem Laufsohlenstützelement derart befestigt ist, dass das Material den mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche der Laufsohle definiert.

15. Laufsohle nach Anspruch 14, wobei das Hydrogel in seiner Zusammensetzung ein thermoplastisches Polyurethan-Hydrogel umfasst, und wobei das Laufsohlenstützelement ein zweites thermoplastisches Polyurethan umfasst.

16. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Laufsohle ferner ein oder mehrere an der ersten Oberfläche vorhandene Kraftschlusselemente aufweist.

17. Laufsohle nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei ein Fußbekleidungsartikel die Laufsohle und ein an der zweiten Oberfläche der Laufsohle befestigtes Obermaterial aufweist.

18. Laufsohle für einen Fußbekleidungsartikel, wobei der Fußbekleidungsartikel durch ein Verfahren hergestellt wird, aufweisend:

Bereitstellen der Laufsohle mit einer ersten Oberfläche der Laufsohle, die ausgebildet ist, um zu Boden weisend zu sein, und einer zweiten Oberfläche der Laufsohle gegenüberliegend der ersten Oberfläche, wobei die Laufsohle ausgebildet ist, um an einem Obermaterial eines Fußbekleidungsartikels befestigt zu werden, wobei die Laufsohle ein Material umfasst, das mindestens einen Abschnitt der ersten Oberfläche definiert und das Material in seiner Zusammensetzung ein thermoplastisches Hydrogel umfasst, das Polyamid-Copolymerketten, Polyurethan-Copolymerketten oder beide aufweist;

Bereitstellen eines Obermaterials; und

Befestigen der Laufsohle und des Obermaterials aneinander, sodass das Material eine zum Boden weisende Oberfläche des Fußbekleidungsartikels definiert.

19. Laufsohle nach Anspruch 18, wobei das Bereitstellen der Laufsohle umfasst:

Befestigen des Materials an einer ersten Seite eines Stützsubstrats, das aus einem zweiten Material ausgebildet ist, das in seiner Zusammensetzung einen Thermoplast umfasst;

Thermoformen des an dem Stützsubstrat befestigten Materials, um ein Laufsohlenflächen-Vorprodukt herzustellen, wobei das Laufsohlenflächen-Vorprodukt das an der ersten Seite des Stützsubstrats befestigte Material aufweist;

Anordnen der Laufsohlenfläche in einer Form; und

Einspritzen eines dritten Materials, das in seiner Zusammensetzung ein Thermopolymer umfasst, auf eine zweite Seite des Stützsubstrats der Laufsohlenfläche während die Laufsohlenfläche in der Form vorliegt zum Erzeugen einer Laufsohle, wobei die Laufsohle ein Laufsohlensubstrat umfasst, welches das Stützsubstrat und das dritte Material aufweist; und das an dem Laufsohlensubstrat befestigte Material.

20. Laufsohle mit einer ersten Oberfläche, wobei ein Material auf der ersten Oberfläche der Laufsohle bereitgestellt wird, wobei das Material in seiner Zusammensetzung ein thermoplastisches Hydrogel umfasst, das Polyamid-Copolymerketten, Polyurethan-Copolymerketten oder beide aufweist, um Schmutzansammlung an der ersten Oberfläche der Laufsohle zu verhindern oder zu reduzieren, wobei die erste Oberfläche das Material umfasst, wobei die Laufsohle mindestens 10 Gew.-% weniger Schmutz festhält, verglichen mit einer zweiten Laufsohle, die identisch ist, außer, dass die erste Oberfläche der zweiten Laufsohle im Wesentlichen frei von dem Material ist.

Es folgen 22 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

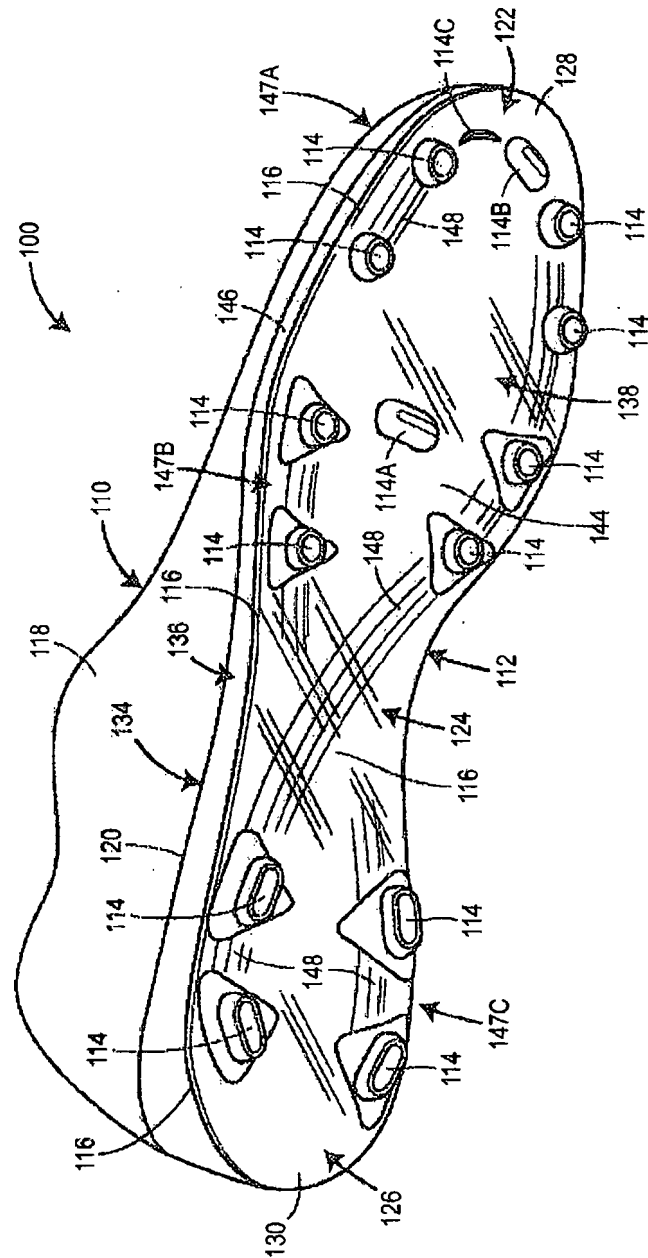
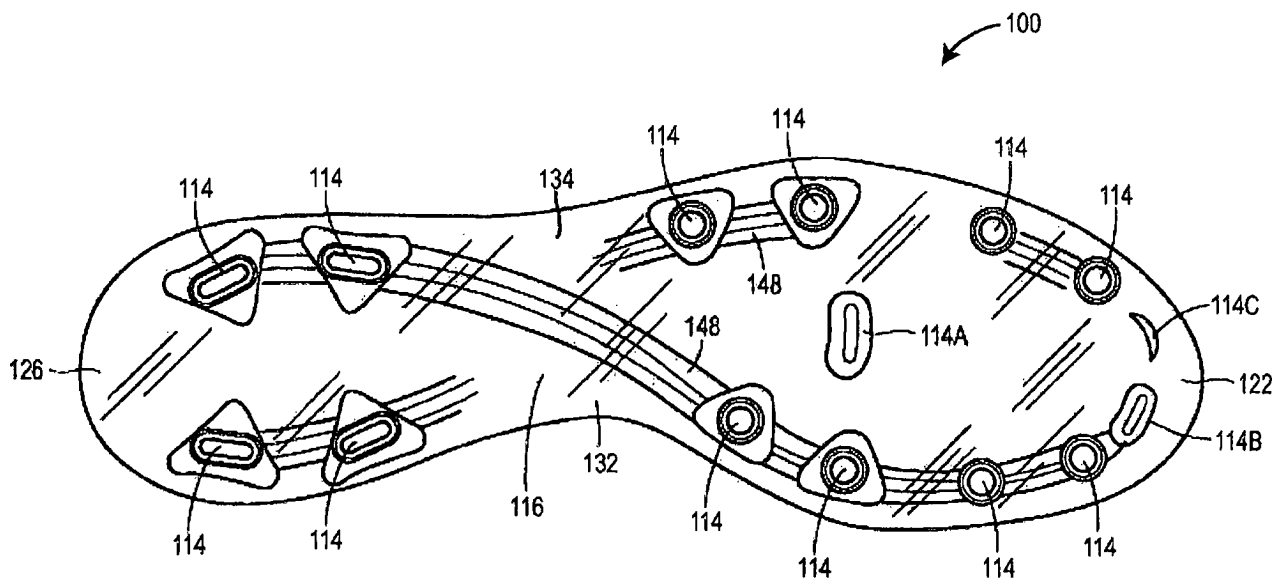
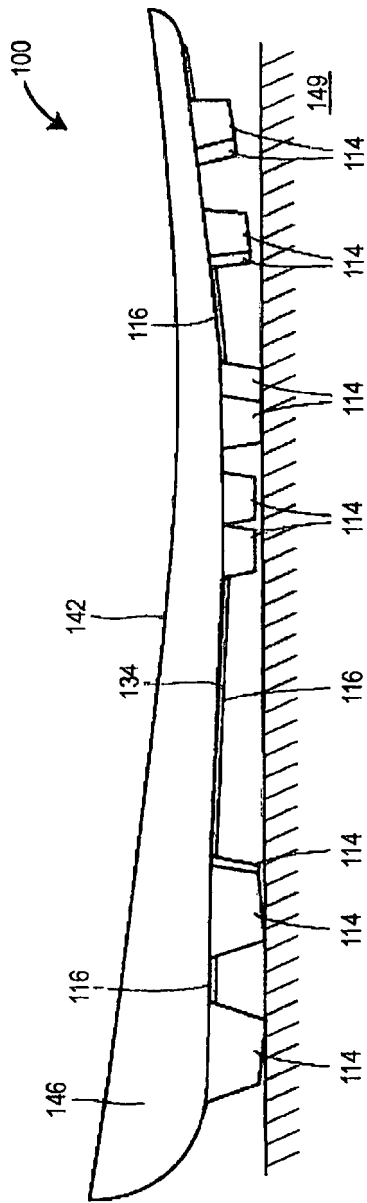


FIG. 1

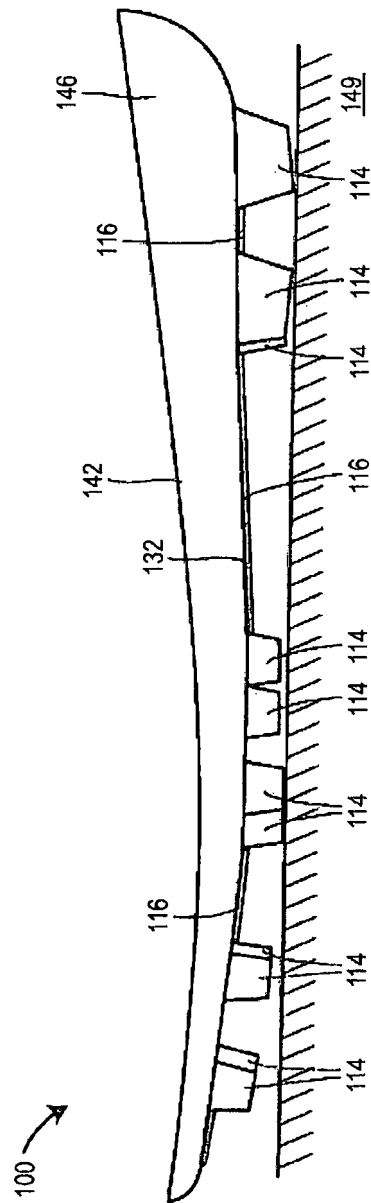




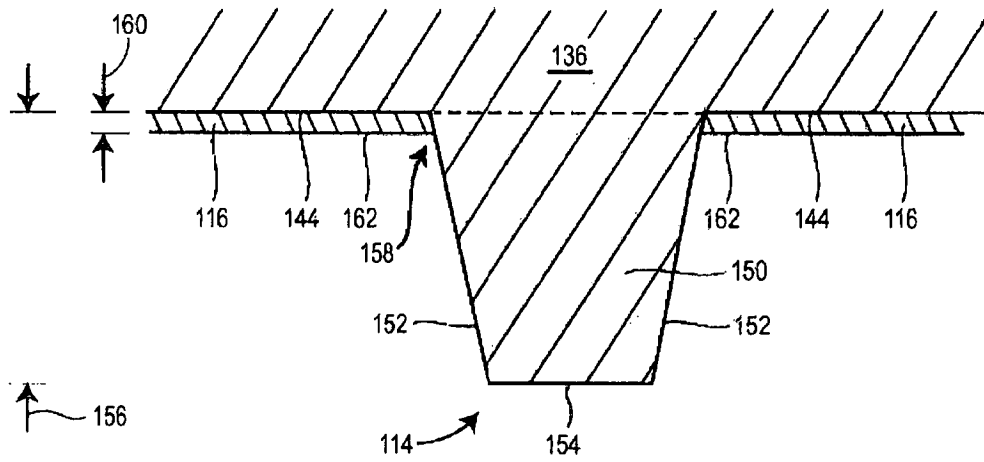
**FIG. 2**



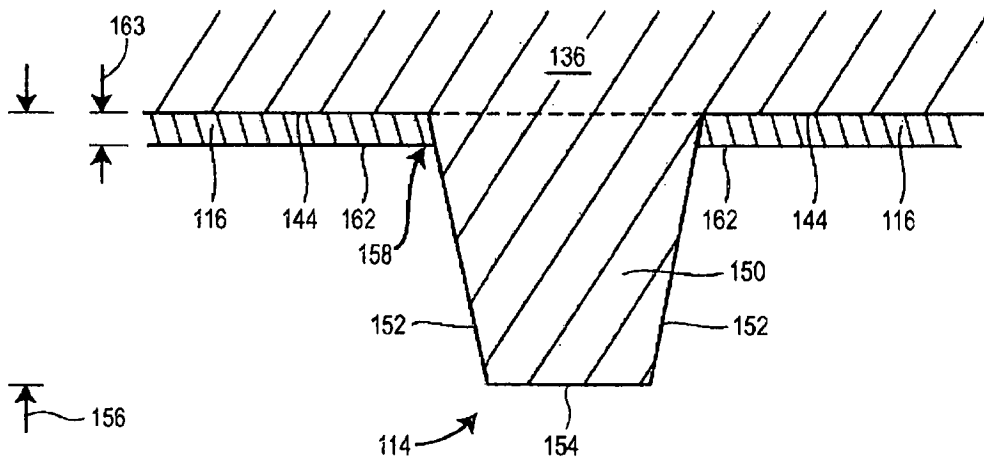
**FIG. 3**



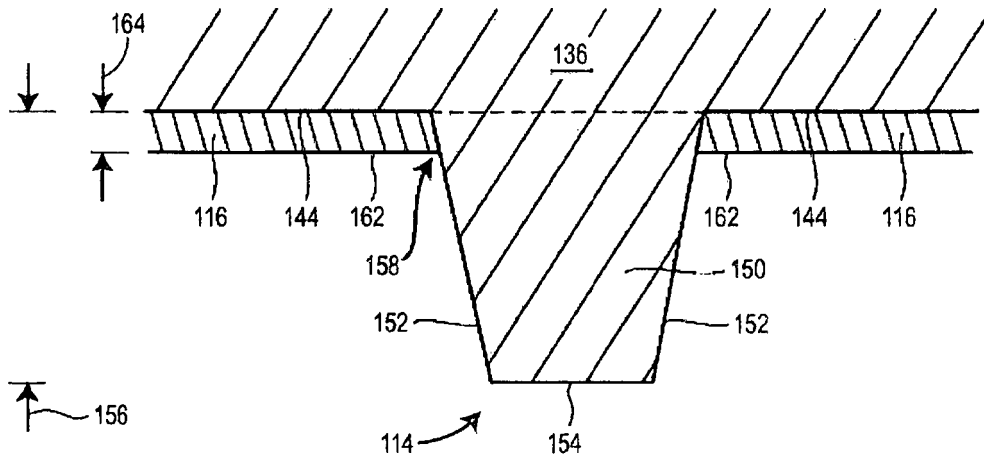
**FIG. 4**



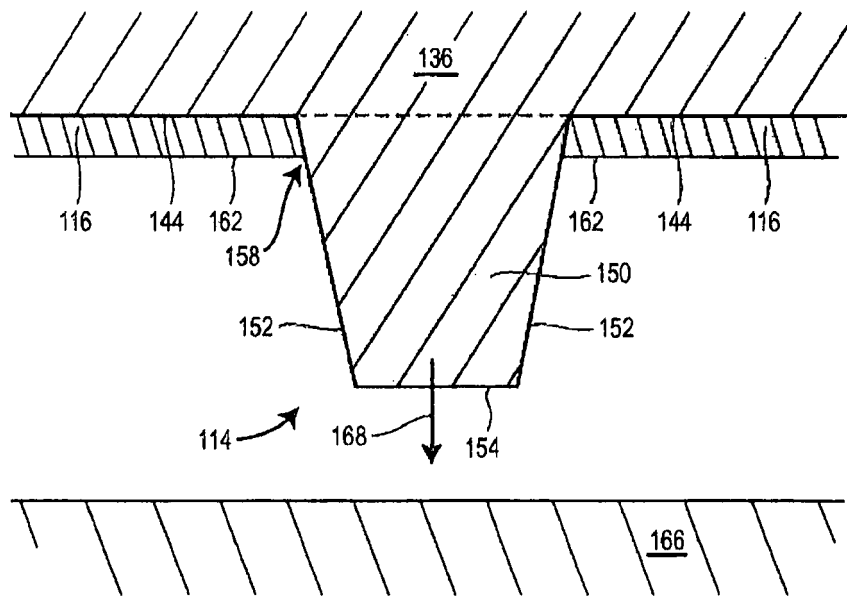
**FIG. 5**



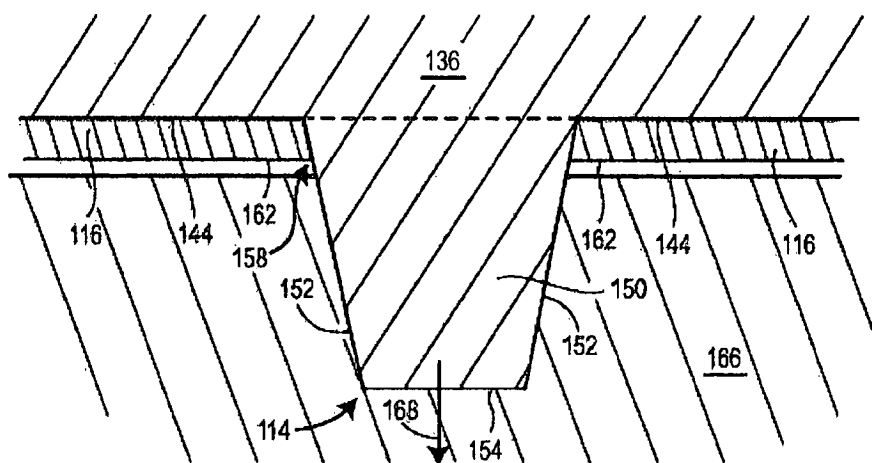
**FIG. 5A**



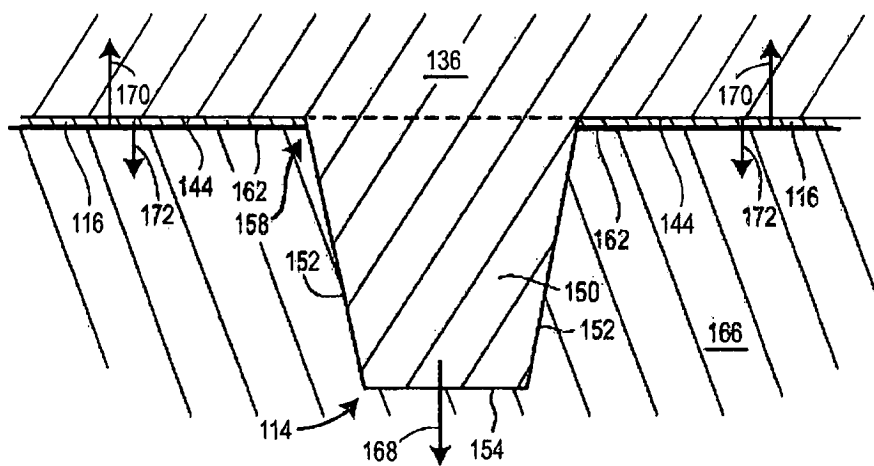
**FIG. 5B**



**FIG. 6**

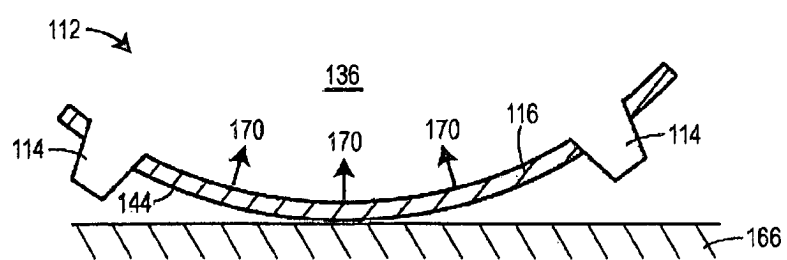


**FIG. 7**

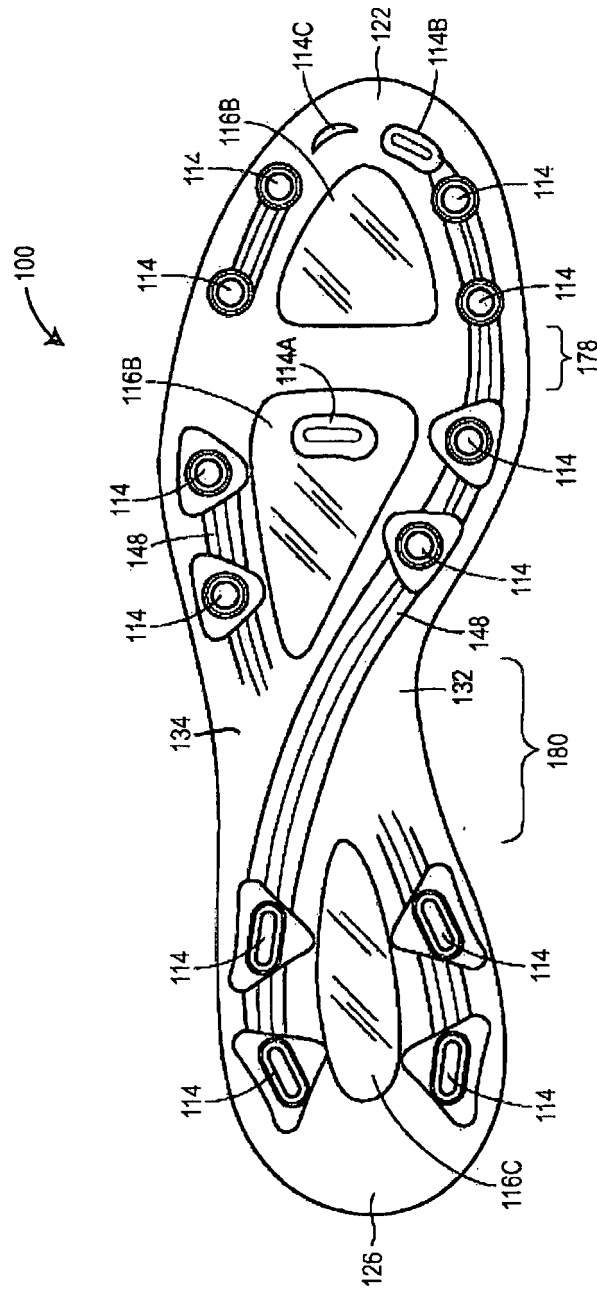


**FIG. 8**



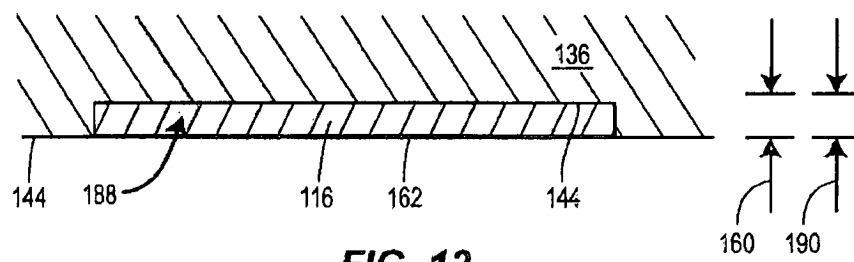


**FIG. 10**

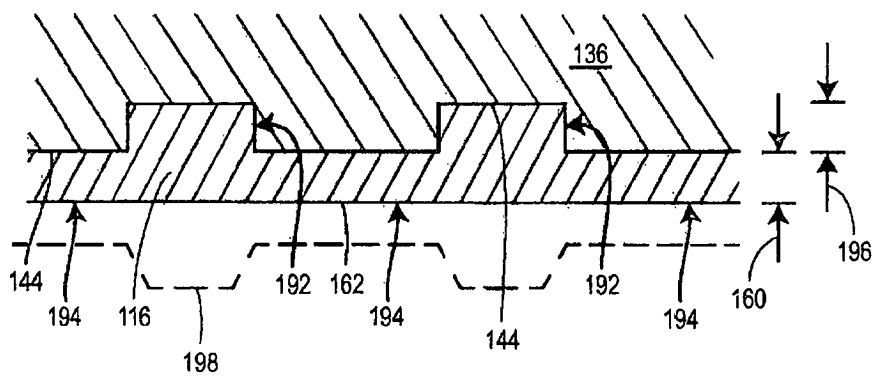


**FIG. 11**

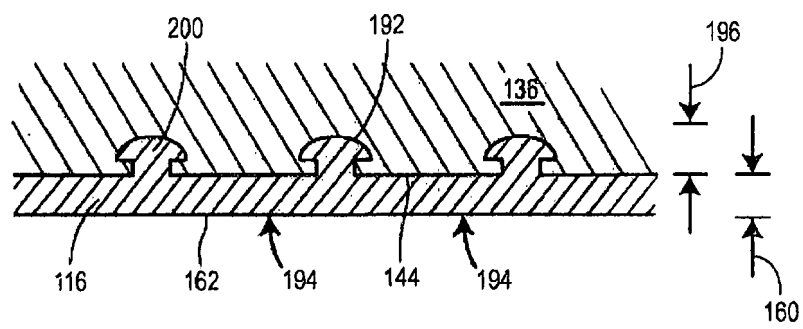




**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**

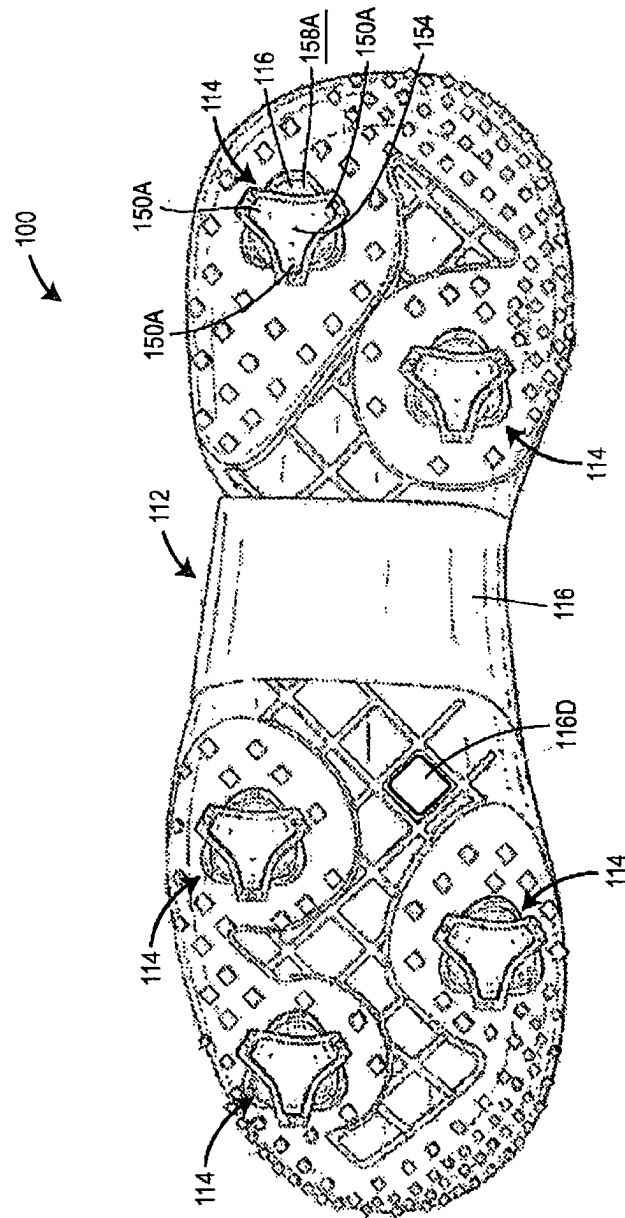
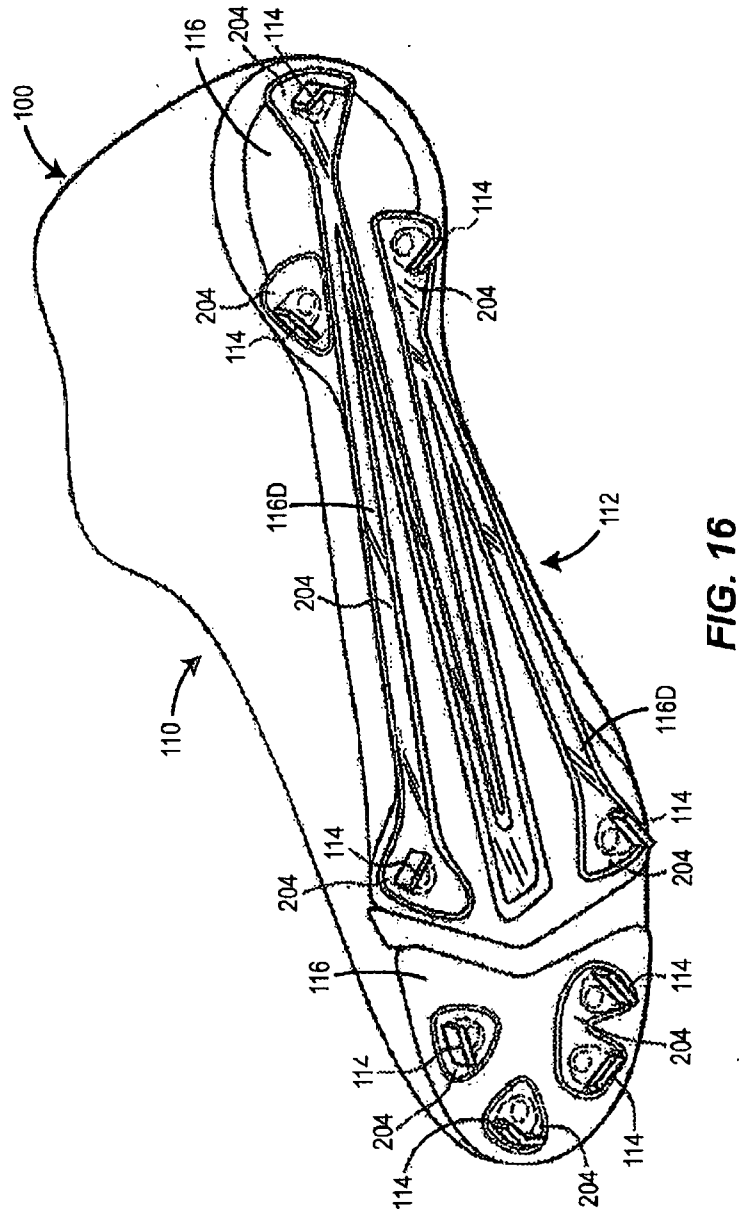
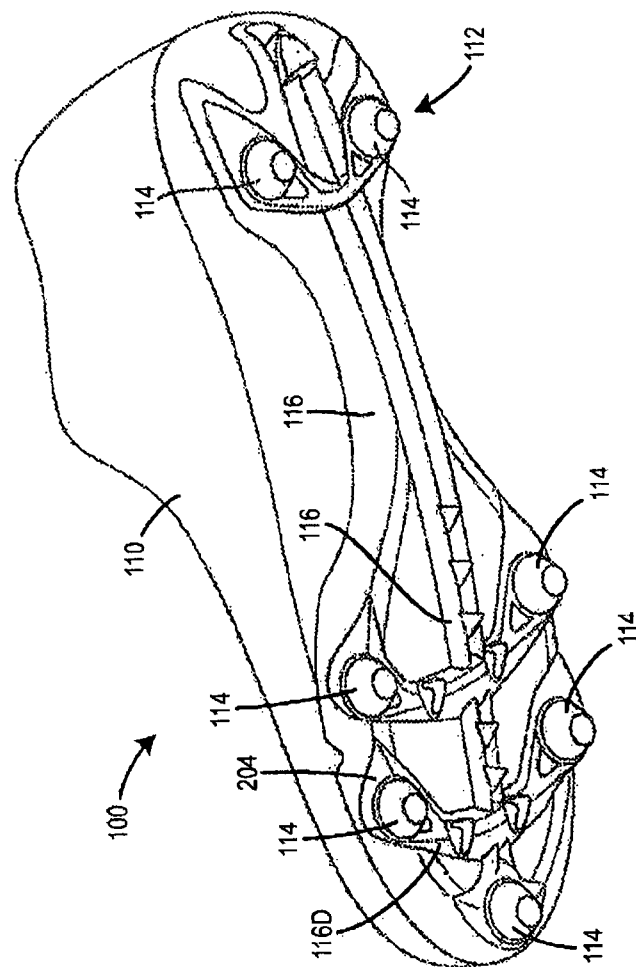
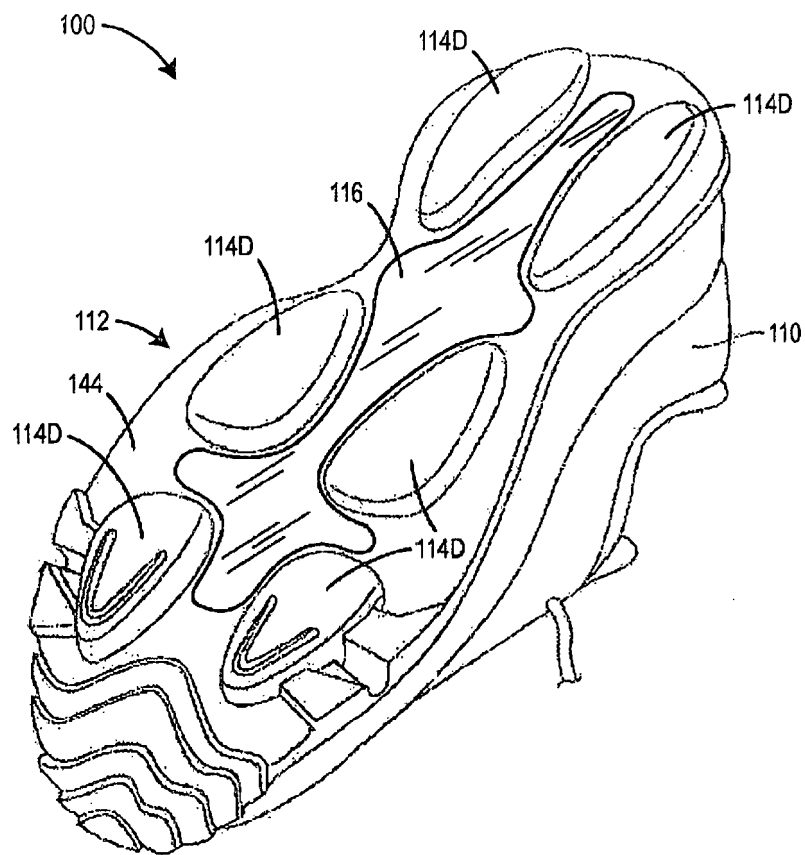


FIG. 15

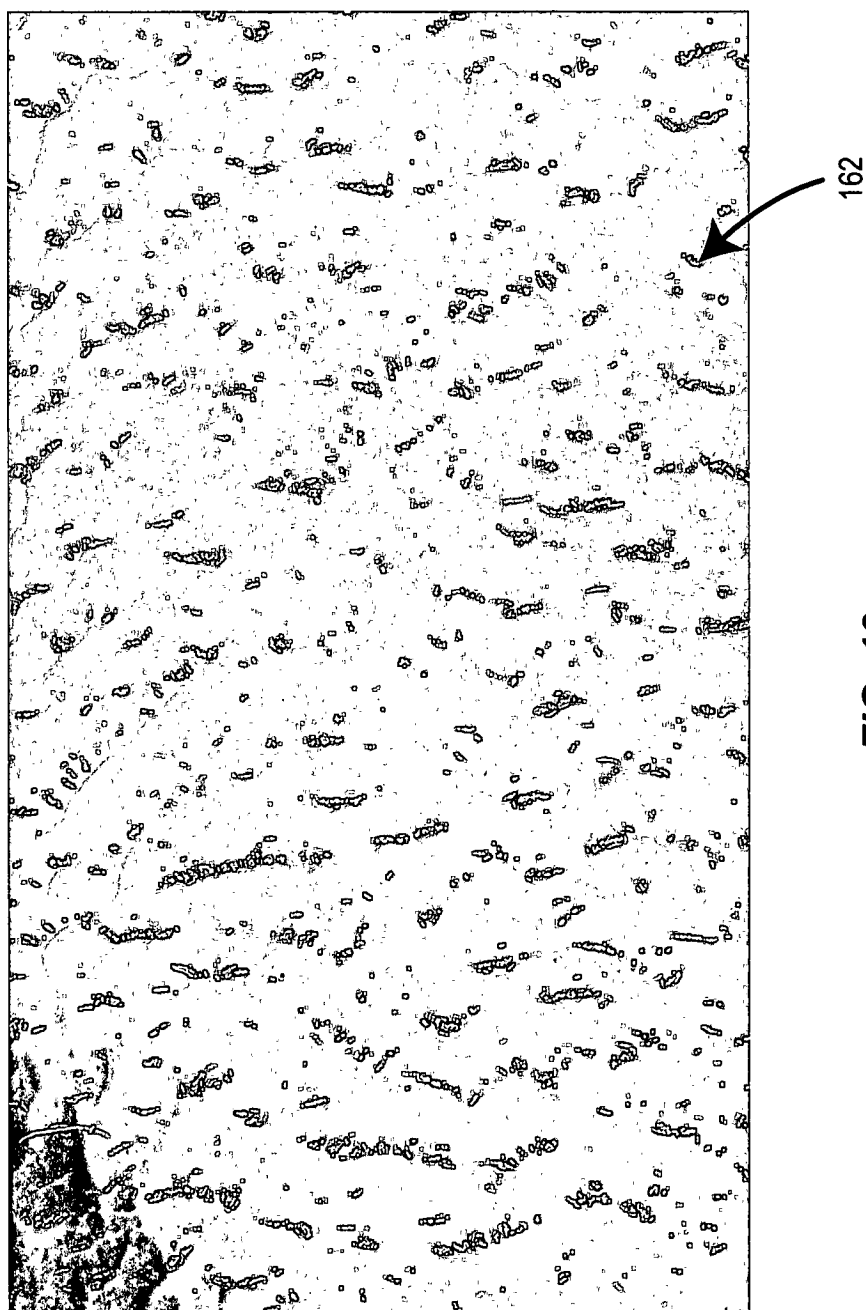




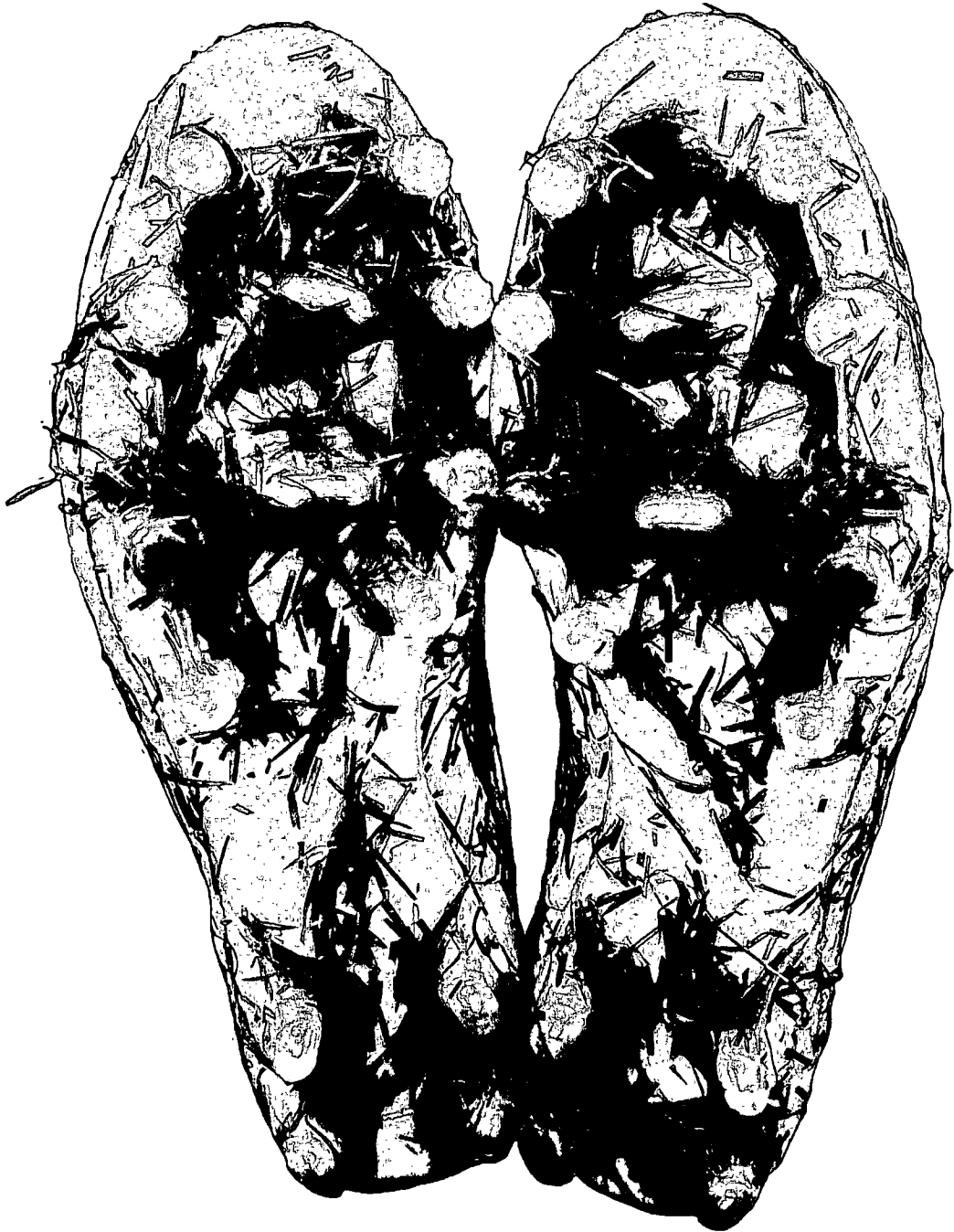
**FIG. 17**



**FIG. 18**



**FIG. 19**

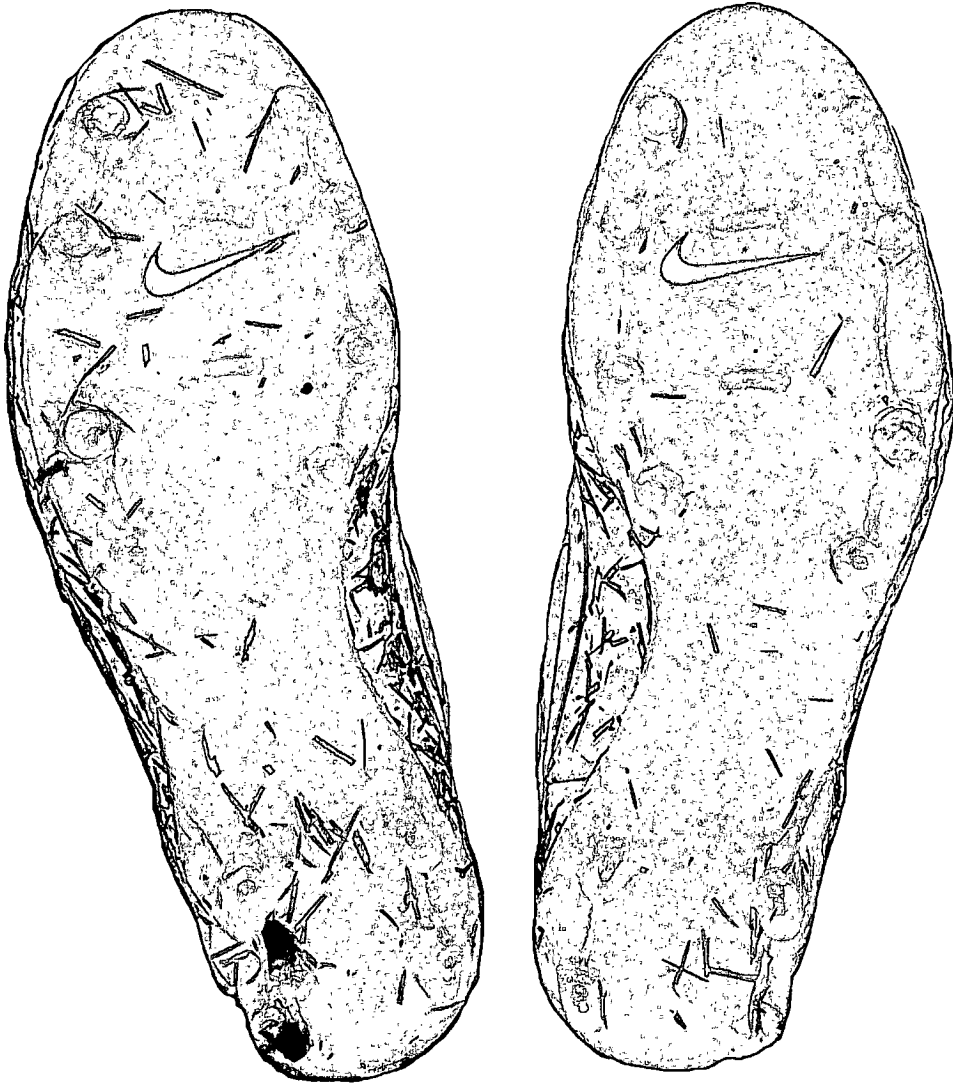


**FIG. 20A**

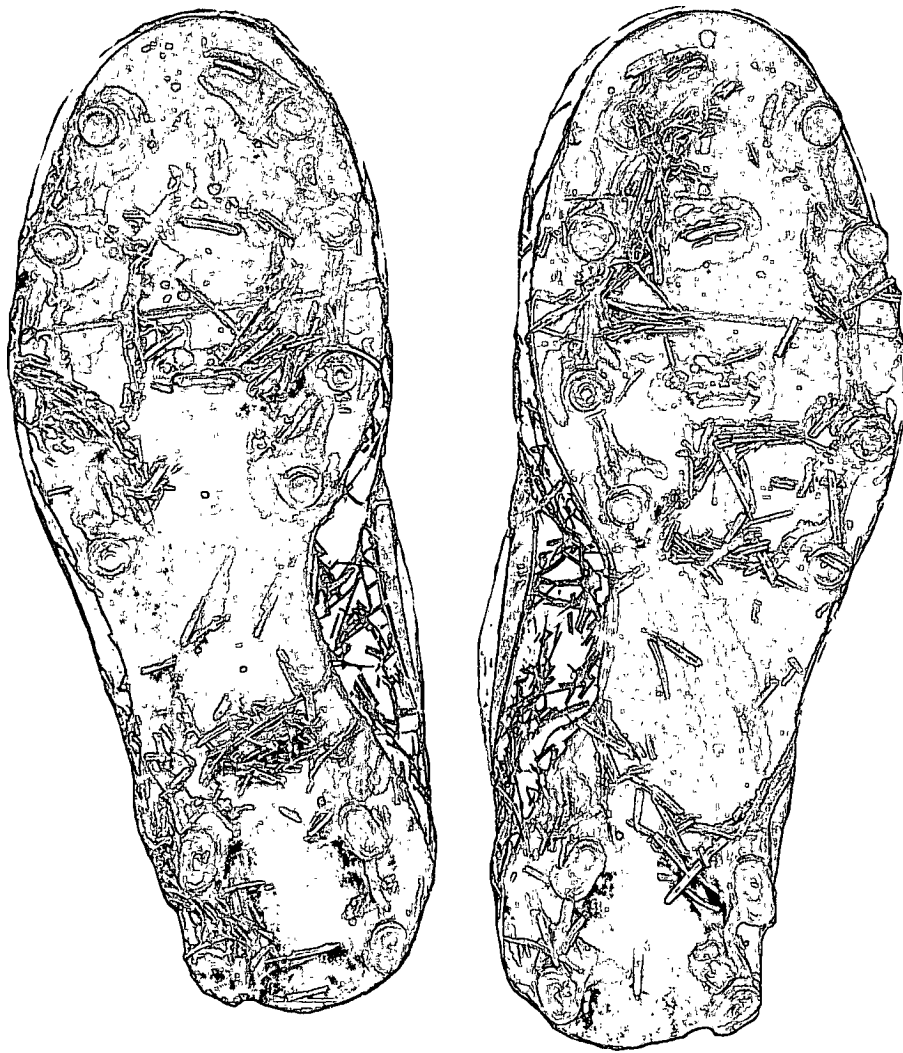




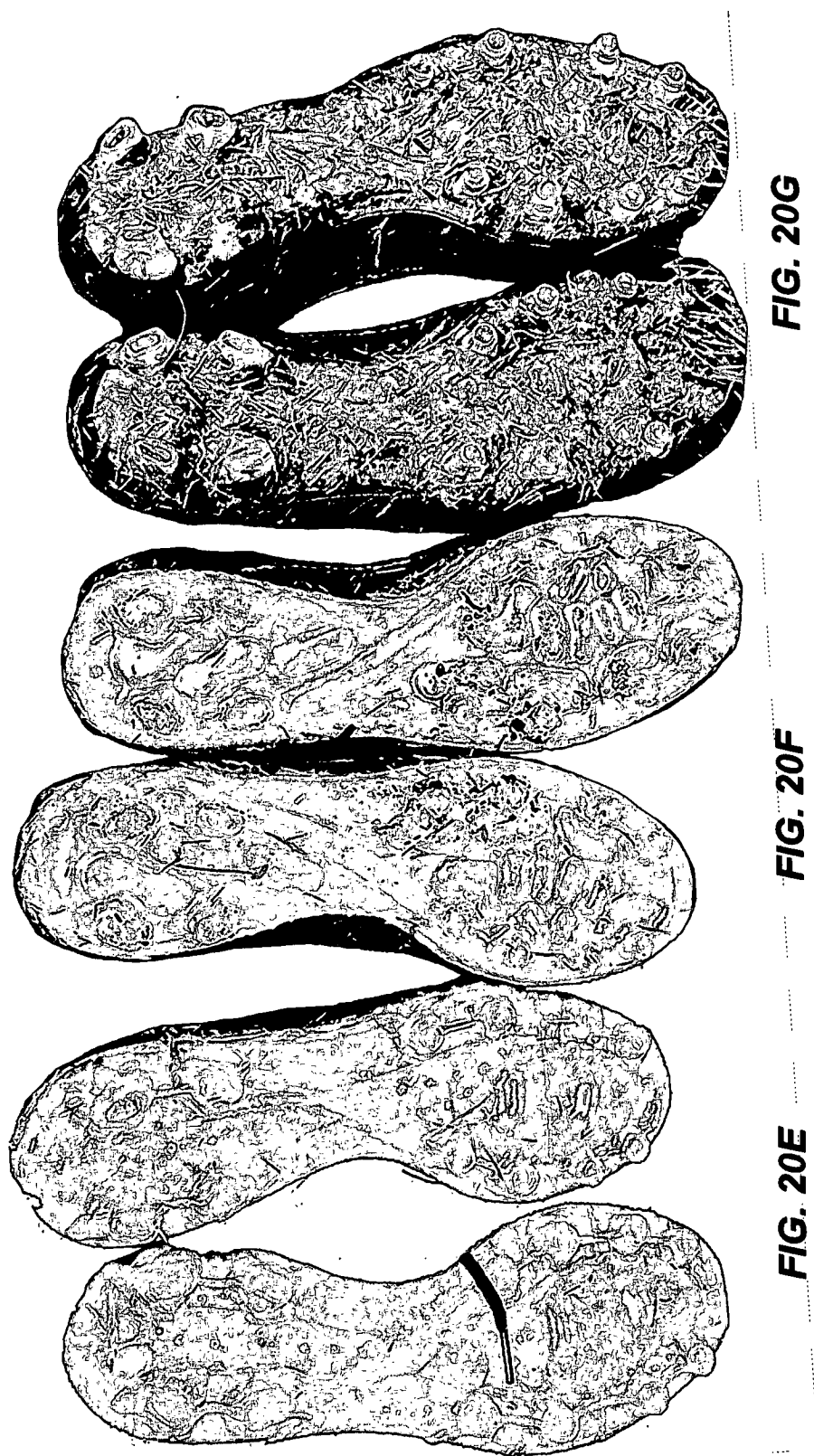
**FIG. 20B**

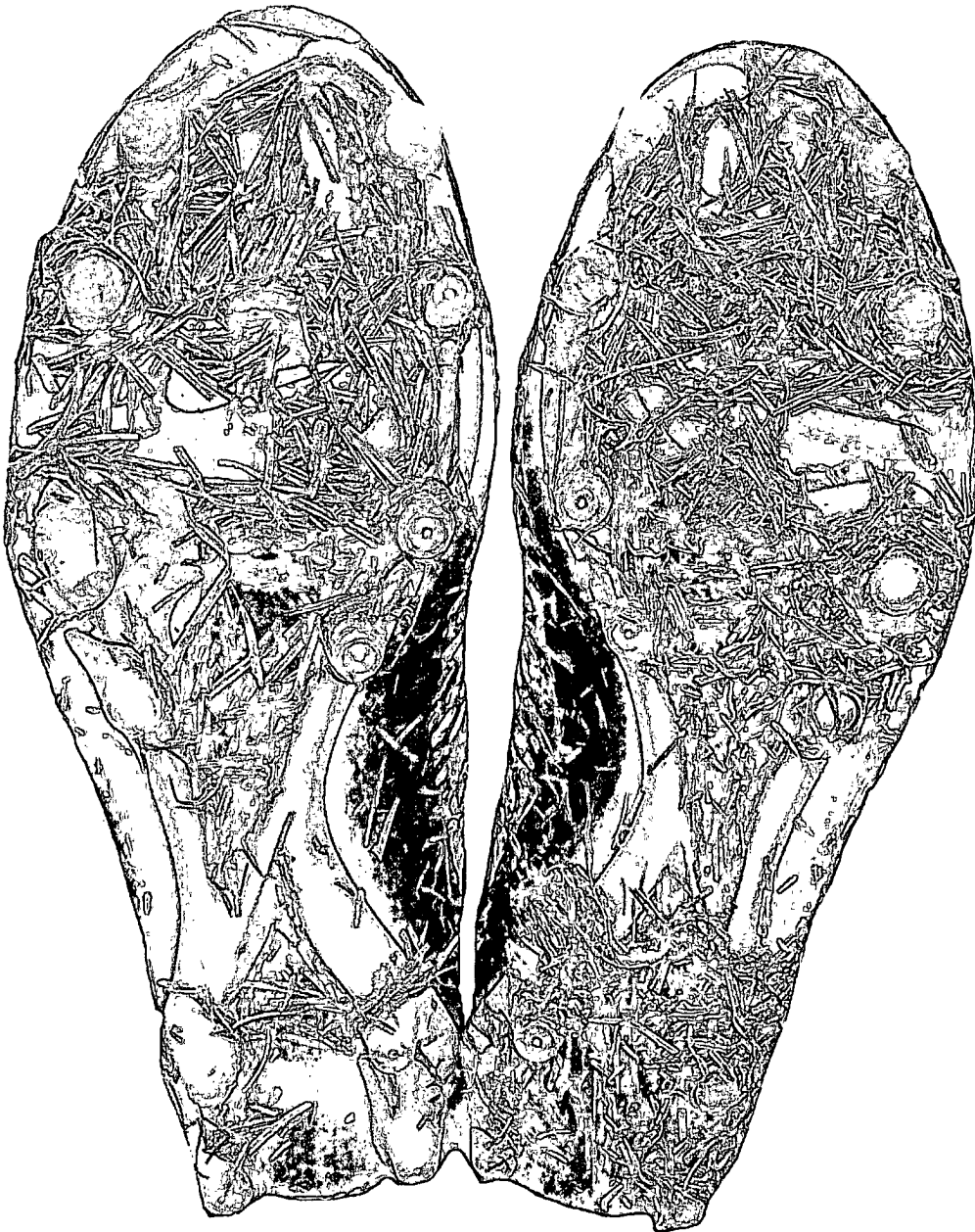


**FIG. 20C**



**FIG. 20D**





**FIG. 20H**