

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50441/2015 (51) Int. Cl.: **B32B 27/32** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 29.05.2015  
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2016

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102012214978 A1  
DE 102013005243 A1  
DE 69505160 T2

(71) Patentanmelder:  
Lenzing Plastics GmbH & Co KG  
4860 Lenzing (AT)

(72) Erfinder:  
Brandstätter Andreas Dipl.Ing. Dr.  
4863 Seewalchen (AT)  
Schlögl Sandra Dipl.Ing. Dr.  
8152 Geistthal-Södingberg (AT)  
Kramer Rebecca Melanie Dipl.Ing.  
84032 Altdorf (DE)  
Riess Gisbert Dr.  
8700 Leoben (AT)

(74) Vertreter:  
Fabian Patentanwalt KG  
4814 Neukirchen bei Altmünster (AT)

(54) **Verpackungselement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verpackungselement aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht die eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist, wobei die Sperrschicht einen Anteil an einem Polymer von mindestens 90 Gew.-% aufweist, und wobei das Polymer ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol, wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymere, wie Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure).

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verpackungselement aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht die eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist, wobei die Sperrschicht einen Anteil an einem Polymer von mindestens 90 Gew.-% aufweist, und wobei das Polymer ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol, wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymere, wie Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure)

Die Erfindung betrifft ein Verpackungselement aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht die eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Verpackungselementes aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht die eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist.

Schließlich betrifft die Erfindung die Verwendung des Verpackungselementes.

Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Angaben zu Normen so zu verstehen sind, dass die jeweiligen Normen in der am Anmeldetag dieser bzw. der prioritätsbegründenden Patentanmeldung gültigen Fassung gemeint sind.

Sperrschichtverpackungen bestehen derzeit meistens aus Verbunden mit einer Aluminiumschicht als Barriere gegen Wasser und Wasserdampf, um das Packgut zu schützen. Aluminium hat aber den Nachteil, dass es in Hinblick auf die Gesundheit eines Menschen nicht unbedenklich ist. Zudem haben diese Mehrschichtverbunde den Nachteil der schlechten bzw. aufwändigen Verwertbarkeit der gebrauchten Verpackungen, weil diese Sperrschichtverpackungen nicht ohne weiteres thermisch verwertet werden können, da Aluminium thermische Prozesse oftmals stört.

Im Stand der Technik ist auch Polyvinylalkohol (PVOH) als Schichtmaterial für Sperrschichten bekannt. So beschreibt z.B. die DE 695 32 378 T2 eine Polymerfilmstruktur, welche einen der Coronaentladung oder der Flammbehandlung unterzogenen hydrophoben Polyolefinträger und eine feuchtigkeitsbeständige Grundierungsschichtzusammensetzung auf mindestens einer Oberfläche des behandelten hydrophoben Polyolefinträgers umfasst, wobei die feuchtigkeitsbeständige Grundierungsschichtzusammensetzung miteinander vernetzten Polyvinylalkohol und Harnstoff umfasst, wobei zwischen dem Träger und der Beschichtung Urethanbindungen vorhanden sind, und wobei die Polymerfilmstruktur Sperreigenschaften für Sauerstoff und Geschmack/Geruch aufweist. In dieser Druckschrift wird ausgeführt, dass PVOH wasserlöslich und folglich für den Angriff von Feuchtigkeit empfindlich ist. Die geringe Wasserbeständigkeit von PVOH schränkt dessen Verwendung als Sperrschicht auf die wenigen Anwendungszwecke ein, bei denen nahezu wasserfreie Bedingungen vorherrschen. Es sei eine Anzahl von Verfahren bekannt, um die Wasserbeständigkeit von PVOH zu verbessern, keines liefert jedoch vollkommen befriedigende Ergebnisse. Trotz verschiedener bisher praktizierter Verfahren neigt PVOH noch zum Weichwerden, Quellen und einem Verlust der Haftfestigkeit, wenn es Wasser oder sogar Wasserdampf ausgesetzt wird. Wenn sie auf hydrophobe Oberflächen, wie Polyolefine, aufgebracht werden, haften PVOH enthaltende Beschichtungen nicht gut und sind nicht feuchtigkeitsbeständig.

Eine Methode zur Verbesserung der Feuchtigkeitsbeständigkeit besteht darin, wie dies aus der DE 692 29 798 T2 bekannt ist, den Polyvinylalkohol zu vernetzen. Diese Druckschrift beschreibt eine Mehrschichtfolie umfassend ein orientiertes Polymersubstrat, das an sich den Durchgang von Sauerstoff und Wasserdampf erlaubt, eine Grundierungsschicht auf mindestens einer Oberfläche des Substrats, eine Schicht aus vernetztem Polyvinylalkohol auf der Grundierungsschicht und eine Schicht aus einem innigen Gemisch eines Homo- oder Copolymers von Vinylalkohol mit einem Ethylen- Acrylsäure-Copolymer. Doch auch in dieser Druckschrift wird ausgeführt, dass das Abscheiden von Metall, insbesondere Aluminium, auf diesen Folien erwünscht ist, da das Aussehen verbessert wird und noch eine

weitere Schicht bereitgestellt wird, die dem Eindringen von Sauerstoff und Wasserdampf entgegenwirkt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verpackungselement bereitzustellen, das eine nichtaluminiumbasierte Sperrschicht gegen Wasserdampf aufweist.

Diese Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verpackungselement gelöst, bei dem die Sperrschicht einen Anteil an einem Polymer von mindestens 90 Gew.-% aufweist, wobei das Polymer ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol, wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymeren, wie Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure).

Die Aufgabe der Erfindung wird eigenständig auch mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, nach dem die Sperrschicht aus einem Polymer ausgewählt aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol, wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymeren, wie Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure) hergestellt wird.

Schließlich wird die Aufgabe der Erfindung eigenständig durch die Verwendung des Verpackungselementes zur Verpackung von (wasserdampfeempfindlichen) Gütern, wie beispielsweise als Lebensmittelverpackung, gelöst.

Von Vorteil ist, dass durch die Vermeidung von Aluminium in dem Verpackungselement, sodass also das Verpackungselement aluminiumfrei ist, kann die Recyclierbarkeit des Verpackungselementes vereinfacht bzw. verbessert werden. Insbesondere kann die Recyclierbarkeit verbessert werden, wenn für die Sperrschicht ein unvernetzter Polyvinylalkohol eingesetzt wird, da dieser bekanntlich wasserlöslich ist, wodurch die Trennung von den weiteren Bestandteilen des Verpackungselementes vereinfacht werden kann. Es ist somit auch kein Einsatz von organischen Lösungsmitteln erforderlich, wodurch die Umweltverträglichkeit des Verpackungselementes – und auch des Herstellungsverfahrens – verbessert werden

kann. Das Ergebnis, dass ein unvernetzter Polyvinylalkohol als Wasserdampfsperre in derartigen Verpackungselementen einsetzbar ist, ist überraschend, da – wie voranstehend ausgeführt – in der Literatur zu finden ist, dass Polyvinylalkohol aufgrund dessen Wasserlöslichkeit unvernetzt bzw. unbehandelt bzw. ohne Modifikation nicht eingesetzt werden kann. Ein weiterer Vorteil ist die Biokompatibilität von Polyvinylalkohol, d.h. dass er nicht toxisch ist. Zudem ist Polyvinylalkohol für die Verwendung im Kontakt mit Lebensmitteln bereits zugelassen, sodass keine aufwändigen Zulassungsverfahren durchlaufen werden müssen. Ein weiterer Vorteil ist die optische Transparenz der Verpackungen, die mit Aluminium als Sperrschicht nicht erzielbar ist. Es ist damit möglich, Qualitätskontrollen (möglicherweise auch inline von bereits verpackten Gütern) und Inspektionen (z.B. Zoll) einfacher durchzuführen, da man die Verpackung nicht öffnen muss.

Zur weiteren Verbesserung dieser Vorteile kann gemäß einer Ausführungsvariante des Verpackungselementes vorgesehen sein, dass die Sperrschicht ausschließlich aus dem Polymer besteht, insbesondere ausschließlich aus einem nicht vernetzten Polyvinylalkohol besteht.

Nach einer anderen Ausführungsvariante des Verpackungselementes kann vorgesehen sein, dass die Sperrschicht eine Schichtdicke aufweist, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 90  $\mu\text{m}$ . Überraschenderweise wurde festgestellt, dass mit einer Schichtdicke der Sperrschicht von über 90  $\mu\text{m}$  keine weitere wesentliche bzw. keine weitere Verringerung der Wasserdampfdurchlässigkeit erreicht werden kann.

Ebenso überraschend ist es, dass eine weitere Verringerung der Wasserdampfdurchlässigkeit erreicht werden kann, wenn gemäß einer Ausführungsvariante des Verpackungselementes die Sperrschicht aus zwei oder mehreren übereinander angeordneten, insbesondere miteinander verbundenen, Einzelschichten besteht. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass die Sperrwirkung vorwiegend auf Grenzflächeneigenschaften beruht.

Vorzugsweise sind dabei alle Einzelschichten aus dem gleichen Polymer hergestellt, insbesondere aus Polyvinylalkohol, da damit die Verbindung der Einzelschichten miteinander verbessert werden kann.

Weiter ist bevorzugt, wenn die Einzelschichten eine Schichtdicke aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 µm bis 10 µm, da damit in Bezug auf die Gesamtschichtdicke der Sperrschicht ein relativ hoher Anteil an Grenzflächen zwischen den Schichten des Verpackungselementes bereitgestellt werden kann.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante des Verpackungselementes kann vorgesehen sein, dass auf der Sperrschicht zumindest eine weitere Polymerschicht angeordnet ist bzw. wird, die insbesondere mit der Sperrschicht verbunden ist. Es kann damit eine weitere Reduktion des Wertes der Wasserdampfdurchlässigkeit erreicht werden, da damit eine zusätzliche Grenzfläche zwischen dem Polymer der Sperrschicht und dem weiteren Polymer erzeugt wird.

Insbesondere kann gemäß einer Ausführungsvariante vorgesehen sein, dass der Verbundwerkstoff, aus dem das Verpackungselement hergestellt ist, aus mehreren übereinander angeordneten, insbesondere miteinander verbundenen, Einheiten besteht, wobei die Einheiten jeweils aus der Trägerschicht und der Sperrschicht bestehen. Dazu kann in weiteren Verfahrensschritten zur Herstellung des Verpackungselementes auf die Sperrschicht eine weitere Polymerschicht aufgebracht werden und auf diese weitere Polymerschicht wieder eine Sperrschicht aufgetragen und mit der weiteren Polymerschicht verbunden werden. Diese weiteren Verfahrensschritte können auch mehrmals wiederholt werden. Durch die geschaffenen Grenzflächen zwischen der Trägerschicht und dem Polymer der Sperrschicht und die Abfolge dieser Schichten und damit der Grenzflächen können die Barriereigenschaften des Verpackungselementes gegenüber Wasserdampf vergleichbar mit den Barriereigenschaften von Verbunden mit einer Aluminiumschicht (Wasserdampfdurchlässigkeit < 0,05 g/(m<sup>2</sup>d)) erreicht werden.

Durch den Einsatz eines unvernetzten Polyvinylalkohols mit einem Hydrolysegrad gemäß ISO 15023-2:2006-06-01 von mindestens 95 Mol.-%, kann die Anzahl der zwischen der Trägerschicht und der Sperrschicht ausgebildeten Wasserstoffbrü-

cken erhöht werden, wodurch die Grenzflächeneigenschaften zwischen diesen beiden Schichten, und damit die Wasserdampfbarrierewirkung, positiv beeinflusst werden kann.

Eine Verbesserung der Barrierewirkung der Sperrschicht gegenüber Wasserdampf kann weiter erreicht werden, wenn ein Polyvinylalkohol eingesetzt wird, der einen Kristallinitätsgrad von mindestens 40 % (bestimmt mittels DSC lt. DIN EN ISO 11357-7:2013-04) aufweist. Es kann damit zusätzlich zu der durch die Grenzfläche(n) bedingten Barrierewirkung eine Reduktion der Wasserdampfdurchlässigkeit durch das Polymer an sich erreicht werden.

Aus den gleichen Gründen kann vorgesehen werden, dass ein Polyvinylalkohol verwendet wird, der ein Molekulargewicht zwischen 110.000 g/mol und 135.000 g/mol (bestimmt mittels GPC lt. DIN 55672-3:2007-08) aufweist.

Gemäß einer Ausführungsvariante des Verfahrens zur Herstellung des Verpackungselementes kann vorgesehen sein, dass aus dem Polymer für die Sperrschicht eine Lösung mit einem Anteil an dem Polymer zwischen 2 Gew.-% und 50 Gew.-% hergestellt wird und diese Lösung auf die Trägerschicht aufgerakelt wird. Obwohl prinzipiell auch andere Herstellungsverfahren für das Verpackungselement in Frage kommen, beispielsweise das Verkleben der Sperrschicht mit der Trägerschicht, wurde im Rahmen der Evaluierung der Erfindung festgestellt, dass eine Reduktion der Wasserdampfdurchlässigkeit des Verpackungselementes erreicht werden kann, wenn die Sperrschicht aufgerakelt wird. Es wird vermutet, dass dabei ebenfalls die Eigenschaften der Grenzfläche zwischen der Trägerschicht und der Sperrschicht entsprechend beeinflusst werden.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Einführend sei festgehalten, dass die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene Ausführungsform des Verpackungselements bezogen sind und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Das, insbesondere folienartige, Verpackungselement (Verpackungsfolie) besteht aus einem Verbundwerkstoff, der in der einfachsten Ausführungsvariante des Verpackungselementes aus einer polymeren Trägerschicht (T) und einer Sperrschicht (S) gebildet wird bzw. daraus besteht, also zweischichtig aufgebaut ist. Die Sperrschicht ist mit der Trägerschicht verbunden.

Die (thermoplastische) Trägerschicht besteht vorzugsweise aus einem (synthetischen) Polymer, das ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend oder bestehend aus Polyolefine, Polyester, wie beispielsweise Polyethylenterephthalat (PET) oder Polylactide (PLA), Polyamide, Polystyrol.

Besonders bevorzugt besteht die Trägerschicht aus Polyethylen oder Polypropylen. Das Polyethylen kann PE, HDPE, UHMWPE, LDPE oder LLDPE sein.

Die Trägerschicht kann eine Schichtdicke aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 50 µm bis 300 µm, wobei auch dünnere oder dickere Trägerschichten verwendet werden können, da – wie dies im Nachfolgenden noch näher erläutert wird – die Barriereigenschaften des Verpackungselementes gegen die Permeation von Wasserdampf hauptsächlich bzw. zur Gänze von der Ausbildung der Grenzfläche zwischen den Polymerschichten und von der Auswahl des Polymers für die Herstellung der Sperrschicht abhängen.

Die Sperrschicht besteht aus einem Polymer bzw. ist polymerbasierend aufgebaut, wobei in letzterem Fall der Anteil des Polymers an der Sperrschicht mindestens 90 Gew.-% ist, insbesondere ausgewählt aus einem Bereich von 90 Gew.-% und 99,99 Gew.-%. Es ist aber auch möglich (und bevorzugt), wenn die Sperrschicht ausschließlich aus dem Polymer besteht.

Das Polymer der Sperrschicht ist ausgewählt aus einer Gruppe umfassend oder bestehend aus unvernetztem Polyvinylalkohol, wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymeren, wie Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure). Besonders bevorzugt wird für die Sperrschicht unvernetzter Polyvinylalkohol verwendet.

Die Sperrschicht weist eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß ISO 15106-2:2003 auf.

Die Sperrschicht kann eine Schichtdicke aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 µm bis 90 µm, insbesondere aus einem Bereich von 1 µm bis 50 µm.

Neben der zweischichtigen Ausführungsvariante des Verpackungselementes sind im Rahmen der Erfindung auch Ausführungsvarianten möglich, die mehr als zwei Schichten aufweisen.

So kann vorgesehen werden, dass die Sperrschicht aus zwei oder mehreren übereinander angeordneten Einzelschichten (E) besteht. Die Einzelschichten sind insbesondere miteinander verbunden, d.h. dass jeweils zwei übereinander angeordnete Einzelschichten miteinander verbunden sind. Die Anzahl der Einzelschichten kann ausgewählt sein aus einem Bereich von 2 bis 20, insbesondere aus einem Bereich von 3 bis 15.

Das Verpackungselement weist also bei dieser Ausführungsvariante die Schichtabfolge T-E-E-...-E auf, wobei die Summe aller Einzelschichten E die Sperrschicht S ergibt.

Prinzipiell ist es möglich, dass die Einzelschichten E der Sperrschicht aus unterschiedlichen Polymeren bestehen, wobei die Polymere ausgewählt sind aus der voranstehend angeführten Gruppe der Polymere für die Sperrschicht. Der Begriff „**unterschiedliche Polymere**“ inkludiert dabei auch, dass zwei oder mehr Polymere eingesetzt werden können, die aus den gleichen Monomeren hergestellt wurden, aber unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, also beispielsweise Polyvinylalkohole mit unterschiedlichem Kristallisationsgrad oder unterschiedlichem Hydrolysegrad oder unterschiedlicher Oberflächenpolarität, etc..

Vorzugsweise bestehen die Einzelschichten aus dem gleichen Polymer, also beispielsweise dem gleichen Polyvinylalkohol.

Die Einzelschichten können eine Schichtdicke aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 µm bis 10 µm, insbesondere aus einem Bereich von 1 µm bis 6 µm.

Es ist weiter möglich, dass auf der, gegebenenfalls aus mehreren Einzelschichten aufgebauten, Sperrschicht zumindest eine weitere Polymerschicht (P) angeordnet ist, die insbesondere mit der Sperrschicht verbunden ist. Die weitere Polymerschicht kann aus einem Polymer bestehen, das ausgewählt ist aus der Gruppe der Polymere, die voranstehend für die Trägerschicht genannt wurden.

In einer speziellen Ausführungsvariante kann die weitere Polymerschicht aus dem gleichen Polymer bestehen, das für die Trägerschicht verwendet wird, sodass das Verpackungselement den Aufbau T-S-T hat. Die Sperrschicht ist also zwischen zwei Trägerschichten angeordnet und mit diesen verbunden.

Generell kann der Verbundwerkstoff aus mehreren übereinander angeordneten, insbesondere miteinander verbundenen, Einheiten bestehen, wobei die Einheiten jeweils aus der Trägerschicht und der Sperrschicht bestehen. Es sind also Ausführungsvarianten des Verpackungselementes möglich, die beispielsweise folgenden Aufbau haben, wobei die im Folgenden angeführten Beispiele keinen einschränkenden Charakter haben:

T-S-T-S oder T-S-T-S-T-S oder T-S-T-S-T-S-T-S oder T-S-T-S-T-S-T-S-T-S, etc.

Die Anzahl  $n$  der aus T und S aufgebauten Einheiten kann ausgewählt sein aus einem Bereich von 2 bis 20, insbesondere aus einem Bereich von 2 bis 10, vorzugsweise aus einem Bereich von 2 bis 5.

Auch bei dieser Ausführungsvariante des Verpackungselementes kann auf der letzten Sperrschicht S die weitere Polymerschicht P angeordnet sein, wobei in einer speziellen Ausführungsvariante dazu die weitere Polymerschicht ebenfalls durch das Polymer der Trägerschicht gebildet werden kann, sodass also das Verpackungselement den Aufbau T-S-(T-S)<sub>n-1</sub>-T haben kann.

Selbstverständlich ist es auch bei diesen Ausführungsvarianten des Verpackungselementes möglich, dass zumindest einzelne der Sperrschichten aus mehreren Einzelschichten aufgebaut sind, wie dies voranstehend ausgeführt wurde.

Es ist weiter möglich, dass beispielsweise zur Anpassung der mechanischen Eigenschaften zusätzlich zumindest ein Gewebe und/oder zumindest ein Gelege und/oder zumindest ein Vliesstoffe und/oder zumindest Papier oder ähnliche Verstärkungsschichten in das Verpackungselement eingearbeitet sein können. Weiter kann das Verpackungselement auch übliche Beschichtungen aufweisen, wie z.B. eine Lackierung oder ein Druckbild,

Bei sämtlichen Ausführungsvarianten des Verpackungselementes ist jedoch vorgesehen, dass dieses keine Metallschichten, insbesondere keine Aluminiumschichten, aufweist.

Wie bereits voranstehend ausgeführt, wird die Sperrschicht vorzugsweise aus einem Polyvinylalkohol hergestellt bzw. besteht diese aus einem Polyvinylalkohol.

Dazu wird bevorzugt ein Polyvinylalkohol verwendet, der einen Hydrolysegrad gemäß ISO 15023-2:2006-06-01 von mindestens 95 Mol.-% aufweist, insbesondere von mindestens 99 Mol.-%; vorzugsweise von mindestens 99,99 Mol.-%.

Alternativ oder zusätzlich dazu wird vorzugsweise ein Polyvinylalkohol verwendet, der einen Kristallinitätsgrad von mindestens 40 %, insbesondere mindestens 45 %, vorzugsweise mindestens 55 %, (bestimmt mittels DSC lt. DIN EN ISO 11357-7:2013-04) aufweist.

Alternativ oder zusätzlich zum Hydrolysegrad und/oder Kristallinitätsgrad ist es von Vorteil, wenn der Polyvinylalkohol ein niedriges bis mittleres Molekulargewicht aufweist. Das Molekulargewicht des Polyvinylalkohols kann zwischen 110.000 g/mol und 135.000 g/mol (bestimmt mittels GPC lt. DIN 55672-3:2007-08) betragen.

Beispiele für derartige Polyvinylalkohole werden in den nachstehenden Ausführungsbeispielen wiedergegeben.

Generell kann das Verpackungselement auf unterschiedlichen Wegen hergestellt werden. Beispielsweise kann eine Folie aus dem Trägerschichtpolymer mit einer Folie aus dem Sperrschichtpolymer verklebt werden. In diesem Fall empfiehlt sich eine Vorbehandlung der Folie aus dem Trägerschichtpolymer, um die Haftfestigkeit der Folie aus dem Sperrschichtpolymer darauf zu verbessern.

In Versuchen hat sich aber gezeigt, dass eine bessere Sperrwirkung gegen Wasserdampf erreicht werden kann, wenn die Sperrschicht aus einer Lösung des Polymers für die Sperrschicht hergestellt wird. Dabei kann der Anteil des Polymers für die Sperrschicht an dieser Lösung zwischen 2 Gew.-% und 50 Gew.-% betragen. Den Rest auf 100 Gew.-% bildet bevorzugt Wasser. Diese Lösung kann dann nach einem Rakelverfahren, wie dies an sich bekannt ist, auf die Trägerschicht aufgerakelt werden. Es ist aber auch möglich, die Lösung mit anderen Verfahren aufzutragen, z.B. durch Aufwalzen, Aufstreichen, Aufsprühen, Drucken, etc.

Zur Herstellung der voranstehenden Ausführungsvarianten der Schichtabfolgen des Verpackungselementes können dann je nach Bedarf weitere Schichten aus dem Trägerschichtpolymer und/oder dem Sperrschichtpolymer aufgebracht werden, wobei beide oder nur letzteres aufgerakelt werden können. Diese Verfahrensschritte können entsprechend mehrmals wiederholt werden.

Obwohl im Folgenden ausschließlich auf Polyvinylalkohole eingegangen wird, sind die Ergebnisse der Untersuchungen auch auf die anderen voranstehend angegebenen Polymere zur Herstellung der Sperrschicht übertragbar. Weiter wird im Folgenden nur auf Polyethylen als Trägerschichtmaterial eingegangen. Auch hier sind die Ergebnisse der Untersuchungen auch auf die anderen voranstehend angegebenen Polymere zur Herstellung der (thermoplastischen) Trägerschicht übertragbar. Auf die Wiedergabe dieser Einzelergebnisse wurde lediglich aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet.

Für die durchgeführten Tests wurden unterschiedliche Polyvinylalkohol-Typen herangezogen, die in Tabelle 1 wiedergegeben sind. Aus diesen Polyvinylalkohol-Typen wurden 10 Gew.-%ige Lösungen mit deionisiertem Wasser hergestellt. Dazu wurden 50 g des entsprechenden Polyvinylalkohols für 4 h bei 70 °C - 80 °C in

450 g deionisiertem Wasser gelöst und die Lösung anschließend filtriert. Zusätzlich zu den verschiedenen Polyvinylalkohol-Typen wurde der Einfluss verschiedener Vernetzer und Vernetzungskonzentrationen auf die Permeation untersucht. Bei den untersuchten Vernetzern handelte es sich um Maleinsäureanhydrid (MSA) und Polyacrylsäure (PAS). Die mit dem Vernetzer versehenen Polyvinylalkohol-Lösungen wurden anschließend in Petrischalen aus Polystyrol (PS) gegossen und bei 70 °C getempert bzw. vernetzt.

#### Herstellung von Verbunden aus Polyethylen und Polyvinylalkohol:

Alternativ zu Folien aus Polyvinylalkohol wurden zur Bestimmung der Permeationseigenschaften von Wasserdampf auch Verbunde aus Polyvinylalkohol (als Sperrschichtmaterial) und Polyethylen (als Trägerschichtmaterial) hergestellt. Die Verbunde wurden einerseits durch Aufrakeln der genannten Polyvinylalkohol-Lösung auf eine Polyethylen-Folie oder durch Verklebung einer Polyethylen- mit einer Polyvinylalkohol-Folie hergestellt.

Um eine Verklebung von Polyethylen und Polyvinylalkohol zu verbessern, ist es von Vorteil, wenn die zu beschichtende Polyethylen-Oberfläche zunächst mittels Corona-Entladung oder einem ähnlichen Verfahren modifiziert bzw. aktiviert wird. Dadurch wird die Polarität der Oberfläche durch den Einbau von Sauerstoff enthaltenden Gruppen erhöht. Nach der Corona Behandlung kann die Polyethylen-Folie mit der Polyvinylalkohol-Folie verklebt werden. Für die Verklebung wurde ein üblicher Zweikomponenten-Kleber eingesetzt.

#### Bestimmung der Permeation von Wasserdampf

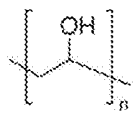
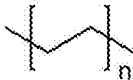
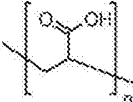
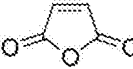
Von den hergestellten Filmen und Verbunden wurde die Wasserdampfdurchlässigkeit gemessen. Dazu wurde ein Mocon/Permatran W 1 A ASTM F 1249-06 bzw. ein PermeH<sub>2</sub>O von Testing Machines, Inc. verwendet. Die Gaskammer des Geräts wird durch die eingespannte Probe in zwei Teile getrennt. Der untere Teil der Kammer wird mit bestimmten Salzlösungen gefüllt, um die gewünschte relative Luftfeuchtigkeit einzustellen. Der obere Teil der Kammer wird mit einem trockenen Spülgas (z.B. Stickstoff) geflutet und gespült. Die Wasserdampfmoleküle, die

durch die Probe permeieren werden vom Spülgasstrom erfasst und zu einem Infrarotsensor transportiert. Dieser erfasst die Konzentration des Wasserdampfs. Nachdem sich ein Gleichgewicht eingestellt hat, wird die Messung gestartet.

Für höhere Wasserdampf-Durchlässigkeiten wurde eine gravimetrische Messung nach ÖNORM EN 1931 mittels eines Gravitesters bei 23 °C und 75 % relativer Luftfeuchtigkeit durchgeführt.

In der folgenden Tabelle 1 sind die verwendeten Materialien wiedergegeben.

Tabelle 1: verwendete Materialien

Material	Strukturformel	Hersteller
PVA		Sigma Aldrich
BF-04		Colltec
Mowiol 28-99		Kuraray
Elvanol 90-50		DuPont
Polyethylen		
Polyacrylsäure (PAS)		Sigma Aldrich
Maleinsäureanhydrid		Fluka Analytical

Die folgende Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Messungen der Wasserdampfdurchlässigkeit (WDD) verschiedener Basismaterialien.

Tabelle 2: Ergebnisse der Messung der Wasserdampfdurchlässigkeit (WDD) der Basismaterialien

Probe	WDD [g/(m <sup>2</sup> d)]	Schichtdicke [µm]
Aluminium 7	0,01-0,02 <sup>(a)</sup>	7
Aluminium 12	0,00-0,01 <sup>(a)</sup>	12

F8064 (HDPE/LLDPE Folie 75 µm weiß)	0,75 <sup>(a)</sup>	121
Eval FP101B (EVOH, Kuraray)	1,30 <sup>(a)</sup>	104
Eval EP105B (EVOH, Kuraray)	1,05 <sup>(a)</sup>	74
Elvanol 90-50 (DuPont)	45,71 <sup>(b)</sup>	50
Elvanol 90-50 (DuPont)	33 <sup>(b)</sup>	90
Elvanol 90-50 (DuPont)	23,96 <sup>(b)</sup>	130
Elvanol 90-50 (DuPont) + 1 wt.-% PAS	64,77 <sup>(b)</sup>	50
Elvanol 90-50 (DuPont) + 1 wt.-% PAS	44,39 <sup>(b)</sup>	90
Elvanol 90-50 (DuPont) + 1 wt.-% PAS	27,83 <sup>(b)</sup>	130
Elvanol 90-50 (DuPont) + 10 wt.-% PAS	59,52 <sup>(b)</sup>	50
Elvanol 90-50 (DuPont) + 10 wt.-% PAS	26,63 <sup>(b)</sup>	90
Elvanol 90-50 (DuPont) + 10 wt.-% PAS	22,92 <sup>(b)</sup>	130

<sup>(a)</sup> ... Mocon/Permatran W 1 A ASTM F 1249-06, 23 °C, 85 % relative Luftfeuchtigkeit

<sup>(b)</sup> ... Gravitester ÖNORM EN 1931, 23 °C, 75 % relative Luftfeuchtigkeit

Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, weist Polyvinylalkohol an sich, verglichen mit einer Aluminiumfolie, einen relativ hohen Wert für die Wasserdampfdurchlässigkeit auf. Ebenso kann aus Tabelle 2 der Einfluss des Vernetzens des Polyvinylalkohols zur Reduktion von dessen Wasserlöslichkeit abgelesen werden. Demzufolge weist der unvernetzte – aber wasserlösliche – Polyvinylalkohol in der Regel bei kleineren Schichtdicken deutlich bessere Werte hinsichtlich der Barriereigenschaften für Wasserdampf auf. Eine Ausnahme stellt lediglich Elvanol 90-50 (DuPont) + 10 wt.-% PAS dar, wobei die Ursache hierfür noch nicht gefunden wurde.

Die folgende Tabellen 3 zeigt die Ergebnisse der Messung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Verbunden, wobei eine 10 Gew.-%ige Polyvinylalkohol-Lösung mit einer Schichtdicke (nass) von 120 µm auf Polyethylen aufgerakelt wurde. Anschließend wurden die Verbunde bei 70 °C im Trockenschrank getrocknet. Die Ergebnisse zeigen, dass die gerakelten Schichten bereits bei geringen Schichtdicken im Bereich von 4-5 µm gute Sperrwirkungen aufweisen. Durch das

Aufbringen von zwei bzw. drei PVOH-Schichten im Mehrschichtverbund können die Wasserdampfdurchlässigkeiten auf unter  $0,5 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$  gesenkt werden.

Tabelle 3: Wasserdampfdurchlässigkeit von Verbunden mit einer gerakelten Polyvinylalkohol-Schicht auf Polyethylen (<sup>1</sup> Schichtdicke der Barrierschicht)

Probe	WDD [g/(m <sup>2</sup> d)]	Schichtdicke <sup>1</sup> [μm]
Elvanol 90-50 (DuPont) mit 5 wt.-% Schichtsilikat	0,72 <sup>(a)</sup>	5
Elvanol 90-50 (DuPont)	0,45 <sup>(a)</sup>	5
BF-04 (Colltec)	0,79 <sup>(a)</sup>	2
PVA (Sigma Aldrich)	0,78 <sup>(a)</sup>	4
Mowiol 28-99 (Kuraray)	0,54 <sup>(a)</sup>	5

<sup>(a)</sup> ... Mocon/Permatran W 1 A ASTM F 1249-06, 23 °C, 85 % relative Luftfeuchtigkeit

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse von Mehrschichtverbunden wiedergegeben, bei denen das Verpackungselement mehrere, sich wiederholende Einheiten aus einer Trägerschicht und einer Sperrschicht aufweist. Die Wasserdampfdurchlässigkeit wurde dabei mit einem PermeH<sub>2</sub>O nach ISO 15106-2:2003 bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit bestimmt.

Tabelle 4: Wasserdampfdurchlässigkeit von Verbunden mit mehreren gerakelten Polyvinylalkohol-Schichten auf Polyethylen (<sup>1</sup> Schichtdicke des gesamten Verbundes)

Probe	WDD [g/(m <sup>2</sup> d)]	Schichtdicke <sup>1</sup> [μm]
Mehrschichtverbunde: PE und PVOH (Elvanol 90-50, gerakelt 120 μm) abwechselnd; 2 Schichten PVOH	0,13 (Perme H <sub>2</sub> O)	350
Mehrschichtverbunde: PE und PVOH (Elvanol	0,04 (Perme	420

90-50, gerakelt 120 µm) abwechselnd; 3 Schichten PVOH	H <sub>2</sub> O)	
---	-------------------	--

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass mit mehreren Einheiten T-S der Verbundwerkstoff für das Verpackungselement sehr niedrige Werte für die Wasserdampfdurchlässigkeit zeigt, die in der Größenordnung von jenen für Aluminiumfolien sind.

### Geklebte Verbunde

Für die Herstellung von Verbunden mit Polyvinylalkohol-Folien wurde ein Epoxidkleber verwendet. In der folgenden Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Messungen der Wasserdampfdurchlässigkeit dargestellt. Die Wasserdampfdurchlässigkeit wurde dabei mit einem Mocon/Permatran W 1 A ASTM F 1249-06 bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit bestimmt.

Tabelle 5: Ergebnisse der Messung der Wasserdampfdurchlässigkeit der Mehrschicht- und Sandwichverbunde mit dem Basismaterial F8064 mit einer Schichtdicke von 75 µm (<sup>1</sup> Schichtdicke des gesamten Verbundes)

Probe	WDD [g/(m <sup>2</sup> d)]	Schichtdicke <sup>1</sup> [µm]
Sandwichverbund: PE + PVOH (90 µm) verklebt mit 2-Komponenten-Kleber (30 µm Nass)	0,31	310
Sandwichverbund: PE + PVOH (90 µm) verklebt mit 2-Komponenten-Kleber (30 µm Nass); Zusätzliche Imprägnierung der PE-Folie mit aufgerakeltem PVOH (120 µm Nass)	0,3	310
Sandwichverbund: PE + PVOH (90 µm) mit 10 wt.-% PAS vernetzt verklebt mit 2-Komponenten-Kleber (30 µm Nass)	0,4	285
Sandwichverbund: PE + PVOH (90 µm) mit 10 wt.-% PAS vernetzt verklebt mit 2-	0,41	310

Komponenten-Kleber (30 µm nass); Zusätzliche Imprägnierung der PE-Folie mit aufgerakeltem PE (120 µm nass)		
Mehrschichtverbunde: PE verklebt mit gegossenen Filmen aus Elvanol 90-50 (DuPont); Abwechselnd eine Schicht PE, eine Schicht PVOH; 2 Schichten PVOH	0,41	504
Mehrschichtverbunde: PE verklebt mit gegossenen Filmen aus Elvanol 90-50 (DuPont); Abwechselnd eine Schicht PE, eine Schicht PVOH; 3 Schichten PVOH	0,42	640

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass mit einer Verklebung von Polyvinylalkohol- und PE-Filmen zwar mit dickeren Polyvinylalkohol-Folien (Schichtdicke: 90µm) im ersten Schritt Wasserdampfdurchlässigkeiten im Bereich von 0,3 g/(m<sup>2</sup>d) erreicht werden können. Bei einer Verklebung der Polyvinylalkohol-Folie als Barrierschicht mit PE haben die Untersuchungen aber deutlich gezeigt, dass die Polyvinylalkohol auch durch eine Erhöhung der Schichtdicke der Polyvinylalkohol-Folie bzw. durch eine Erhöhung der Anzahl der Schichten nicht gesenkt werden kann.

Diese Ergebnisse bestätigen, dass die bessere Barrierewirkung der Verbunde mit gerakelter Polyvinylalkohol-Schicht als Sperrschicht vorwiegend auf Grenzflächeneigenschaften zurückzuführen sind, die beim Rakeln ausgebildet werden.

#### Weitere Untersuchungen

Zum Nachweise, dass das Verpackungselement nicht nur bei Raumtemperatur eingesetzt werden kann, wurden Sandwichverbunde, die in Tabelle 4 beschrieben sind (4 PE-Schichten und 3 PVOH Schichten) in weiterer Folge bei unterschiedlichen Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) ausgelagert und mit einer reinen PE-Trägerfolie verglichen (1 und 4 Lagen). Die Ergebnisse unterstreichen, dass die Verbunde nicht nur bei Raumtemperatur sondern zumindest auch in einem

Temperaturbereich von +60°C oder -10°C eingesetzt werden können bzw. auch noch bei unterschiedlicher Luftfeuchtigkeit funktionieren.

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle 6 wiedergegeben. Die Messung der Wasserdampfdurchlässigkeit erfolgte mit einem PermeH<sub>2</sub>O nach ISO 15106-2:2003. Der Schichtaufbau der Verpackungselemente nach der Erfindung war PE-PVOH-PE-PVOH-PE-PVOH-PE.

Tabelle 6:

Nr.	Material	T [°C] / rF [%]	WDD [g/m <sup>2</sup> .d]	Vor- trock- nung <sup>1</sup> [h]	Flächen- gewicht [g/m <sup>2</sup> ]	Schicht- dicke [µm]
A	4xTrägerschicht PE + 3xPVOH	23/85	nmb Unter- grenze	43	368	ca. 430
B	4xTrägerschicht PE + 3xPVOH	23/85	0,085	32	284	ca. 320
C	4xTrägerschicht PE	23/85	0,323	25	228	ca. 250
D	1xTrägerschicht PE	23/85	1,175	6	58	ca. 63
E	Nr. A - nach Klimati- sierung 40°C/50% rF/24 h	23/85	0,016	43	368	ca. 430
F	Nr. B - nach Klimati- sierung 40°C/50% rF/24 h	23/85	0,087	32	284	ca. 320
G	Nr. F - nach Klimati- sierung 50°C/50% rF/24 h	23/85	nmb Unter- grenze	32	284	ca. 320

H	Nr. G	50/50	1,012	32	284	ca. 320
I	Nr. G - nach Messung 50°C/50% rF	23/85	0,131	32	284	ca. 320
J	Nr. I - nach Klimatisie- rung 60°C/50% rF	23/85	0,077	32	284	ca. 320
K	Nr. J - nach Klimatisie- rung -10°C	23/85	0,087	32	284	ca. 320

<sup>1</sup> ... Nullpunktsbestimmung durch Vortrocknung

nmb ...nicht messbar

Bemerkungen:

rF ... relative Luftfeuchtigkeit

Messung Nr. A: weist ähnliche Messcharakteristik auf wie bei Aluminiummaterialien. Läuft letztendlich in Minuswerten aus. Manuelle Stoppung.

Messung Nr. B: automatische Stoppung.

Messung Nr. C: automatische Stoppung.

Messung Nr. D: automatische Stoppung.

Messung Nr. E: automatische Stoppung. Ergebnis von Erstmessung A (nicht klimatisiert) wurde bestätigt.

Messung Nr. F: automatische Stoppung. Ergebnis von Erstmessung B (nicht klimatisiert) wurde bestätigt.

Messung Nr. G: weist ähnliche Messcharakteristik auf wie bei Aluminiummaterialien. Läuft letztendlich in Minuswerten aus. Manuelle Stoppung.

Messung Nr. H: dem Verlauf der Vorkonditionierungskurve kann man eine starke Feuchtigkeitsabgabe im Cleaningzeitraum von 3-6h ablesen.

Messung Nr. I: automatische Stoppung. Geringfügige Erhöhung zu Ausgangswert Messung Nr. B.

Messung Nr. J: manuelle Stoppung nach 60 h Meßzeit.

Messung Nr. K: manuelle Stoppung nach 60 h Meßzeit.

Herstellung von Verbunden mittels Walzenauftragung von PVOH-Lösungen und Herstellung von Sandwichverbunden mittels HOT-MELT Anlage

Es wurden mehrschichtigen LDPE/PVOH Verbunde als Rollenware hergestellt. Dazu wurden folgende Aufbauten erzeugt:

Versuch 1 - Einschichtige Barrierschicht (niederviskose PVOH-Lösung 1)

Der Verbund bestand aus einer Lage A (LDPE, Flächengewicht 51,5 g/m<sup>2</sup>), einer unmittelbar darauf aufgetragenen Lage B (hergestellt aus PVOH-Lösung 1 aus 450 ml vollentsalztem Wasser und 50 g Elvanol 90-50, Flächengewicht ca. 15 g/m<sup>2</sup>) und einer auf dieser unmittelbar aufgetragenen weiteren Lage A.

Versuch 2 - Dreischichtige Barrierschicht (niederviskose PVOH-Lösung 1)

Es wurde ein Verbund mit dem Aufbau LDPE-PVOH-LDPE-PVOH-LDPE-PVOH-LDPE hergestellt. Das Flächengewicht des LDPE betrug 120 g/m<sup>2</sup>, jenes der aus der PVOH-Lösung 1 hergestellten Schicht ca. 15 g/m<sup>2</sup>.

Versuch 3 - Einschichtige Barrierefolie (hochviskose PVOH-Lösung 2)

Der Versuch 1 wurde wiederholt, wobei anstelle der niederviskosen PVOH-Lösung 1 eine hochviskose PVOH-Lösung 2 (450 ml vollentsalztes Wasser, 150 g Elvanol 90-50) verwendet wurde. Aus letztere wurde eine Schicht mit einem Flächengewicht von ca. 50 g/m<sup>2</sup> hergestellt.

Vor der Auftragung der PVOH-Lösungen wurde bei allen drei Versuchen die LDPE-Folie beidseitig mittels Corona aktiviert

#### Herstellung der PVOH-Lösungen

Bei PVOH Lösung 1 wurde das vollentsalzte Wasser auf 70 °C erwärmt. Das PVOH Pulver wurde unter ständigen Rühren (150 U/min) in das Wasser eingerührt. Nach ca. 4 h ist PVOH-Pulver gelöst.

Die PVOH-Lösung 2 wurde nach ca. 30 min Rühren verarbeitet. Die Ist-Temperatur wurde mittels Fühler geregelt.

Die Sandwichverbunde wurden mittels einer üblichen Hotmelt-Anlage hergestellt. Danach wurde die Rollenware bei Raumtemperatur sieben Tage getrocknet.

Die Ergebnisse der Messungen der Wasserdampfdurchlässigkeit sind in folgender Tabelle 7 wiedergegeben. Die Messungen erfolgten mit einem PermeH<sub>2</sub>O nach ISO 15106-2:2003.

Tabelle 7: WDD Messungen von Rollenware

	WDD [g/m <sup>2</sup> .d]	Flächengewicht [g/m <sup>2</sup> ]
Versuch 1 Lösung 1 (Aushärtung 23 °C)	zu gering/nmb unter Nachweisgrenze	120
Versuch 1 Lösung 1 (Aushärtung 50°C/24h)	zu gering/nmb unter Nachweisgrenze	111**

Versuch 3		
Lösung 2 (Aushärtung 23 °C)	0,088*	155
Versuch 2	zu gering/nmb	
Lösung 1 (Aushärtung 23 °C)	unter Nachweisgrenze	257

\* ... Durch den ca. 50 g/m<sup>2</sup> Auftrag entstehen Falten, die die Wasserdampfdurchlässigkeit erhöhen können.

\*\* ... Die Reduzierung des Gesamtflächengewichtes durch die Wärmelagerung beträgt ca. 10%.

Wie aus den Messergebnissen zu ersehen ist, ist die Verarbeitung einer PVOH-Lösung auf der Hot-Melt Anlage möglich. Aufgrund der niedrigen Viskosität von Lösung 1 kommt es zum seitlichen Austritt der PVOH-Masse. Mit Erhöhung der Viskosität bei Lösung 2 tritt seitlich keine Masse mehr aus.

#### Verbunde mit vernetzten Polyvinylalkohol-Folien

Die in Tabelle 2 wiedergegebenen Ergebnisse der Erhöhung der Wasserdampfdurchlässigkeit wurde auch bei hergestellten Verbunden mit diesen Folien gefunden. Prinzipiell sind also vernetzte Polyvinylalkohol einsetzbar, die besseren Ergebnisse liefern aber die unernetzten Polyvinylalkohol

Vorzugsweise wird das Verpackungselement zum Verpacken von Lebensmitteln eingesetzt. Es können aber auch andere, feuchtigkeitsempfindliche (technische) Güter mit dem Verpackungselement verpackt werden.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Verpackungselementes, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

## Patentansprüche

1. Verpackungselement aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht die eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht einen Anteil an einem Polymer von mindestens 90 Gew.-% aufweist, wobei das Polymer ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol, wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymere, wie Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure).
2. Verpackungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht ausschließlich aus dem Polymer besteht.
3. Verpackungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht eine Schichtdicke aufweist, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 µm bis 90 µm.
4. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht aus zwei oder mehreren übereinander angeordneten, insbesondere miteinander verbundenen, Einzelschichten besteht.
5. Verpackungselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle Einzelschichten aus dem gleichen Polymer hergestellt sind.
6. Verpackungselement nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelschichten eine Schichtdicke aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 µm bis 10 µm.

7. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Sperrschicht zumindest eine weitere Polymerschicht angeordnet ist, die insbesondere mit der Sperrschicht verbunden ist.
8. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbundwerkstoff aus mehreren übereinander angeordneten, insbesondere miteinander verbundenen, Einheiten besteht, wobei die Einheiten jeweils aus der Trägerschicht und der Sperrschicht bestehen.
9. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Polyvinylalkohol einen Hydrolysegrad gemäß ISO 15023-2:2006-06-01 von mindestens 95 Mol.-% aufweist.
10. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Polyvinylalkohol einen Kristallinitätsgrad von mindestens 40 % (bestimmt mittels DSC lt. DIN EN ISO 11357-7:2013-04) aufweist.
11. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Polyvinylalkohol ein Molekulargewicht zwischen 110.000 g/mol und 135.000 g/mol (bestimmt mittels GPC lt. DIN 55672-3:2007-08) aufweist.
12. Verfahren zur Herstellung eines Verpackungselementes aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht die eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht aus einem Polymer ausgewählt aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol, wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymere, wie Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-

co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure) hergestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Polymer für die Sperrschicht eine Lösung mit einem Anteil an dem Polymer zwischen 2 Gew.-% und 50 Gew.-% hergestellt wird und diese Lösung auf die Trägerschicht aufgerakelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass in weiteren Verfahrensschritten auf die Sperrschicht eine weitere Polymerschicht aufgebracht wird und auf diese weitere Polymerschicht wieder eine Sperrschicht aufgetragen und mit der weiteren Polymerschicht verbunden wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Verfahrensschritte mehrmals wiederholt werden.

16. Verwendung eines Verpackungselementes nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Verpackung von feuchtigkeitsempfindlichen Gütern.

17. Verwendung eines Verpackungselementes nach einem der Ansprüche 1 bis 11 als Lebensmittelverpackung.

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: <b>B32B 27/32</b> (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: <b>B32B 27/32</b> (2013.01)
Recherchiertes Prüfverfahren (Klassifikation): B32B
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, Epodoc, Depatisnet
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>29.05.2015</b> eingereichten Ansprüchen <b>1 - 17</b> erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	DE 102012214978 A1 (HENKEL AG & CO KGAA [DE]) 28. Mai 2014 (28.05.2014) [0018] - [0026], Patentanspruch 1.	1 - 17
Y	DE 102013005243 A1 (MARIA SOELL HIGH TECHNOLOGY FILMS GMBH [DE]) 02. Oktober 2014 (02.10.2014) [0001], [0007], [0011], [0018], [0028], [0029], [0056], [0078], Beispiele 1, 2; [0085], Tabelle Seite 15.	1 - 17
Y	DE 69505160 T2 (KUREHA CHEMICAL IND CO LTD [JP]) 25. Februar 1999 (25.02.1999) Seite 1, Absätze 1,2; Seite 5 - Seite 7, 1. Absatz; Seite 9, 3. Absatz - Seite 10, 1. Absatz; Seite 17, 3. Absatz - Seite 18 unten; Patentansprüche 1, 4 - 6, 9, 10.	1 - 17

Datum der Beendigung der Recherche: 20.05.2016	Seite 1 von 1	Prüfer(in): BAUMSCHABL Franz
---	---------------	---------------------------------

<sup>1)</sup> <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente: <b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.	<b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b> ), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b> ), aus dem ein „ <b>älteres Recht</b> “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.
---	---

## Patentansprüche

1. Verpackungselement aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht, die einen Anteil an einem Polymer von mindestens 90 Gew.-% aufweist, wobei das Polymer ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol und wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymere, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist und dass entweder die Sperrschicht aus zwei oder mehreren übereinander angeordneten, miteinander verbundenen, Einzelschichten besteht, wobei alle Einzelschichten aus dem gleichen Polymer hergestellt sind, oder dass der Verbundwerkstoff aus mehreren übereinander angeordneten, insbesondere miteinander verbundenen, Einheiten besteht, wobei die Einheiten jeweils aus der Trägerschicht und der Sperrschicht bestehen.
2. Verpackungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Poly(Vinylalkohol-co-Vinylamin), Poly(Vinylalkohol-co-Ethylenglykol), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylamid), Poly(Vinylalkohol-co-Acrylsäure)
3. Verpackungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht ausschließlich aus dem Polymer besteht.
4. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrschicht eine Schichtdicke aufweist, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 µm bis 90 µm.
5. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelschichten eine Schichtdicke aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 µm bis 10 µm.

6. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Sperrschicht zumindest eine weitere Polymerschicht angeordnet ist, die insbesondere mit der Sperrschicht verbunden ist.
7. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Polyvinylalkohol einen Hydrolysegrad gemäß ISO 15023-2:2006-06-01 von mindestens 95 Mol.-% aufweist.
8. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Polyvinylalkohol einen Kristallinitätsgrad von mindestens 40 % (bestimmt mittels DSC lt. DIN EN ISO 11357-7:2013-04) aufweist.
9. Verpackungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Polyvinylalkohol ein Molekulargewicht zwischen 110.000 g/mol und 135.000 g/mol (bestimmt mittels GPC lt. DIN 55672-3:2007-08) aufweist.
10. Verfahren zur Herstellung eines Verpackungselementes aus einem Verbundwerkstoff umfassend eine polymere Trägerschicht und eine mit der polymeren Trägerschicht verbundene Sperrschicht aus einem Polymer ausgewählt aus einer Gruppe umfassend unvernetzten Polyvinylalkohol und wasserlösliche Polyvinylalkoholcopolymere, dadurch gekennzeichnet, dass entweder die Sperrschicht aus zwei oder mehreren übereinander angeordneten, miteinander verbundenen, Einzelschichten hergestellt wird, wobei alle Einzelschichten aus dem gleichen Polymer hergestellt werden, oder dass der Verbundwerkstoff aus mehreren übereinander angeordneten, insbesondere miteinander verbundenen, Einheiten hergestellt werden, wobei die Einheiten jeweils aus der Trägerschicht und der Sperrschicht hergestellt werden, wobei die Sperrschicht eine Wasserdampfdurchlässigkeit von maximal 0,8 g/(m<sup>2</sup>d), insbesondere von maximal 0,05 g/(m<sup>2</sup>d), bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit gemäß NORM ISO 15106-2:2003 aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Polymer für die Sperrschicht eine Lösung mit einem Anteil an dem Polymer zwischen 2 Gew.-% und 50 Gew.-% hergestellt wird und diese Lösung auf die Trägerschicht aufgerakelt wird.

12. Verwendung eines Verpackungselementes nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Verpackung von feuchtigkeitsempfindlichen Gütern.

13. Verwendung eines Verpackungselementes nach einem der Ansprüche 1 bis 9 als Lebensmittelverpackung.

Lenzing Plastics GmbH & Co KG  
vertreten durch

Fabian Patentanwalt KG