



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/109040**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 006 147.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2018/063476**
(86) PCT-Anmeldetag: **30.11.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.06.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **03.09.2020**

(51) Int Cl.: **B05B 1/14 (2006.01)**
B05B 12/14 (2006.01)
B05D 5/06 (2006.01)
B41J 3/407 (2006.01)
C09D 5/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/593,022 30.11.2017 US
62/593,026 30.11.2017 US
62/752,340 30.10.2018 US

(71) Anmelder:

Axalta Coating Systems GmbH, Basel, CH

(74) Vertreter:

LKGLOBAL | Lorenz & Kopf PartG mbB
Patentanwälte, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

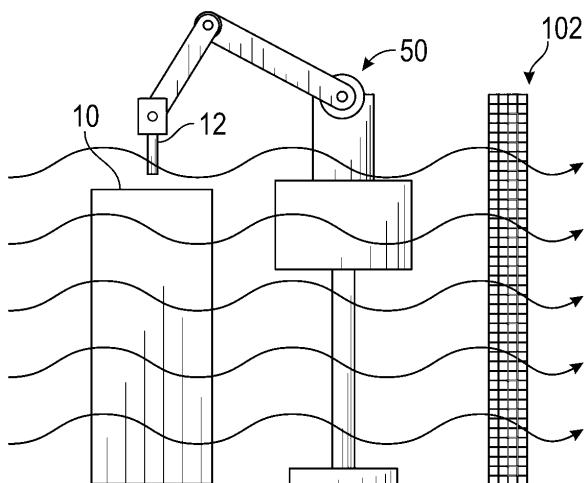
Moore, John R., Philadelphia, PA, US; Koerner,
Michael R., Philadelphia, PA, US; Jackson,
Christian, Philadelphia, PA, US; Jacobs, Bradley
A., Philadelphia, PA, US; Wang, Shih-Wa,
Philadelphia, PA, US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ANSTRICHMITTEL ZUM AUFTRAGEN UNTER VERWENDUNG EINES APPLIKATORS MIT HOHEM AUFTRAGSWIRKUNGSGRAD UND VERFAHREN UND SYSTEME DAFÜR**

(57) Zusammenfassung: Ein System zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad wird hier vorgestellt. Das System umfasst einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der eine Düse definiert. Das Anstrichmittel umfasst ein Träger- und ein Bindemittel. Das Anstrichmittel hat eine Viskosität von etwa 0,002 Pa*s bis etwa 0,2 Pa*s, eine Dichte von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s haben. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung auf den Untergrund abgibt, um eine Lackschicht zu bilden. Mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels kommen mit dem Untergrund in Kontakt.



Beschreibung**QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG**

[0001] Diese Anmeldung beansprucht den Nutzen der vorläufigen US-Anmeldung Nr. 62/593.022, eingereicht am 30. November 2017, der vorläufigen US-Anmeldung Nr. 62/593.026, eingereicht am 30. November 2017 und der vorläufigen US-Anmeldung Nr. 62/752.340, eingereicht am 30. Oktober 2018, die hiermit alle durch Verweis in ihrer Gesamtheit einbezogen werden.

TECHNISCHER BEREICH

[0002] Der technische Bereich bezieht sich im Allgemeinen auf Anstrichmittel zum Auftragen auf einen Untergrund und insbesondere auf Anstrichmittel zum Auftragen auf Untergründe unter Verwendung von Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad.

HINTERGRUND

[0003] Tintenstrahldruck ist ein berührungsloses Druckverfahren, bei dem als Reaktion auf ein elektronisches Signal Tintentröpfchen auf einen Untergrund, typischerweise Papier oder Textilgewebe, aufgebracht werden. Dieses Auftragsverfahren hat den Vorteil, dass es den digitalen Druck des Untergrunds ermöglicht, der auf individuelle Anforderungen zugeschnitten werden kann.

[0004] Die Tröpfchen können durch eine Vielzahl von Tintenstrahl-Auftragsverfahren auf den Untergrund gespritzt werden, einschließlich des kontinuierlichen und Drop-on-Demand-Drucks. Beim Drop-on-Demand-Druck kann die Energie zum Abgeben eines Tintentröpfchens von einem thermischen Widerstand, einem piezoelektrischen Kristall, einem akustischen oder einem Magnetventil abgegeben werden.

[0005] In der Automobilindustrie wird die Fahrzeugkarosserie üblicherweise mit einer Reihe von Oberflächenbehandlungen versehen, einschließlich einer Elektrotauchlackierung, einer Grundierung, einem farbigen Basislack, der die Farbe liefert, und einem klaren Decklack, der zusätzlichen Schutz und eine glänzende Oberfläche bietet.

[0006] Derzeit werden die meisten Automobilkarosserien in einer einzigen Farbe lackiert, wobei der Basislack in einem einzigen Spritzvorgang aufgetragen wird. Die Beschichtung wird mit pneumatischen Sprüh- oder Rotationsgeräten aufgetragen, die einen breiten Strahl von Lacktröpfchen mit einer breiten Größenverteilung von Tröpfchen erzeugen. Dies hat den Vorteil, dass durch einen automatisierten Prozess in relativ kurzer Zeit eine gleichmäßige, qualitativ hochwertige Beschichtung erzeugt wird.

[0007] Dieses Verfahren hat jedoch eine Reihe von Nachteilen. Wenn die Fahrzeugkarosserie mit mehreren Farben lackiert werden soll, z.B. wenn eine zweite Farbe für ein Muster wie einen Streifen verwendet wird oder ein ganzer Bereich der Fahrzeugkarosserie wie das Dach in einer anderen Farbe lackiert wird, ist es erforderlich, die erste Beschichtung abzudecken und die Fahrzeugkarosserie dann ein zweites Mal durch den Lackiervorgang zu führen, um die zweite Farbe hinzuzufügen. Nach diesem zweiten Lackiervorgang muss die Abdeckmaske entfernt werden. Dies ist sowohl zeit- als auch arbeitsintensiv und verursacht erhebliche Kosten für den Vorgang.

[0008] Ein zweiter Nachteil der derzeitigen Spritztechnik ist, dass die Lacktröpfchen in einem breiten Tröpfchenstrahl gespritzt werden, der eine große Bandbreite an Tröpfchengrößen aufweist. Infolgedessen landen viele der Tröpfchen nicht auf dem Fahrzeug, entweder weil sie in Randnähe gesprührt werden und so den Untergrund überspritzen, oder weil die kleineren Tröpfchen einen zu geringen Impuls haben, um die Fahrzeugkarosserie zu erreichen. Dieser überschüssige Sprühnebel muss aus dem Spritzbetrieb entfernt und sicher entsorgt werden, was zu erheblichen Abfällen und auch zusätzlichen Kosten führt.

[0009] Dementsprechend ist es wünschenswert, Anstrichmittel bereitzustellen, die für das Auftragen auf einen Untergrund mit einem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad geeignet sind. Darüber hinaus werden weitere wünschenswerte Merkmale und Eigenschaften aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen in Verbindung mit diesem Hintergrund deutlich.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG

[0010] Ein System zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad wird hier vorgestellt. Das System umfasst einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der eine Düse definiert. Das System umfasst ferner einen Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der so konfiguriert ist, dass er das Anstrichmittel enthält. Das Anstrichmittel umfasst ein Träger- und ein Bindemittel. Das Anstrichmittel hat eine Viskosität von etwa 0,002 Pa*s bis etwa 0,2 Pa*s, eine Dichte von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s haben. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter aufnimmt und das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung auf den Untergrund abgibt, um eine Lackschicht zu bilden. Mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels kommen mit dem Untergrund in Kontakt.

Figurenliste

[0011] Andere Vorteile des veröffentlichten Gegenstands werden gerne gewürdigt, da dieser durch die folgende detaillierte Beschreibung besser verstanden wird, wenn er in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen betrachtet wird, wobei:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Systems zum Auftragen des Anstrichmittels auf den Untergrund unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad darstellt;

Fig. 2 ein Diagramm ist, das eine nicht einschränkende Ausführungsform einer allgemeinen Beziehung zwischen der Ohnesorge-Zahl (Oh) und der Deborah-Zahl (De) für das Anstrichmittel darstellt;

Fig. 3 ein Diagramm ist, das eine nicht einschränkende Ausführungsform einer allgemeinen Beziehung zwischen der Reynolds-Zahl (Re) und der Ohnesorge-Zahl (Oh) für das Anstrichmittel darstellt;

Fig. 4A und **Fig. 4B** Diagramme sind, die eine nicht einschränkende Ausführungsform einer allgemeinen Beziehung zwischen der Reynolds-Zahl (Re) und der Ohnesorge-Zahl (Oh) für das Anstrichmittel darstellen;

Fig. 5A und **Fig. 5B** Diagramme sind, die eine nicht einschränkende Ausführungsform einer allgemeinen Beziehung zwischen der Reynolds-Zahl (Re) und der Ohnesorge-Zahl (Oh) für das Anstrichmittel darstellen;

Fig. 6 ein Diagramm ist, das eine nicht einschränkende Ausführungsform einer allgemeinen Beziehung zwischen Auftreffgeschwindigkeit und Satellitentröpfchenbildung relativ zum Düsendurchmesser darstellt;

Fig. 7A und **Fig. 7B** Bilder sind, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines anderen allgemeinen Effekts der Dehnrelaxation und der Scherviskosität des Anstrichmittels darstellen;

Fig. 8A und **Fig. 8B** Bilder sind, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines anderen allgemeinen Effekts der Dehnrelaxation und der Scherviskosität des Anstrichmittels darstellen;

Fig. 9A und **Fig. 9B** Bilder sind, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines anderen allgemeinen Effekts der Dehnrelaxation und der Scherviskosität des Anstrichmittels darstellen;

Fig. 10A, **Fig. 10B**, **Fig. 10C**, und **Fig. 10D** perspektivische Querschnittsansichten sind, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad darstellen;

Fig. 11 eine perspektivische Querschnittsansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad einschließlich einer Vielzahl von Düsen darstellt;

Fig. 12 eine perspektivische Querschnittsansicht ist, die eine andere nicht einschränkende Ausführungsform eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad einschließlich einer Vielzahl von Düsen darstellt;

Fig. 13 eine perspektivische Querschnittsansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform einer Applikatorbaugruppe mit hohem Auftragswirkungsgrad einschließlich vier Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad darstellt;

Fig. 14 eine perspektivische Querschnittsansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Mehrschichtenaufbaus einschließlich einer aus einem Anstrichmittel gebildeten Lackschicht darstellt;

Fig. 15 eine perspektivische Ansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Untergrunds einschließlich eines ersten Zielbereichs **80** und eines zweiten Zielbereichs **82** darstellt;

Fig. 16 eine perspektivische Ansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Untergrunds einschließlich einer Lackschicht mit einem Tarnmuster darstellt;

Fig. 17 eine perspektivische Ansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Untergrunds einschließlich einer Lackschicht mit einem zweifarbigem Muster darstellt;

Fig. 18 eine perspektivische Ansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Untergrunds einschließlich einer Lackschicht mit einem Streifenmuster darstellt;

Fig. 19 eine perspektivische Ansicht ist, die eine nicht einschränkende Ausführungsform eines Untergrunds einschließlich einer Lackschicht mit einem unregelmäßigen Muster darstellt; und

Fig. 20 eine grafische Darstellung der Eigenschaften verschiedener Anstrichmittel ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0012] Die folgende detaillierte Beschreibung hat lediglich exemplarischen Charakter und soll nicht dazu dienen, Anstrichmittel wie hier beschrieben zu beschränken. Darüber hinaus ist nicht beabsichtigt, sich an eine Theorie zu binden, die im vorhergehenden Hintergrund oder in der folgenden detaillierten Beschreibung vorgestellt wird.

[0013] Das Aufbringen von Lacken mit einem Druckkopf, ähnlich einem Tintenstrahldruckkopf, kann eine Lösung für das Aufbringen von zwei Farben auf ein Fahrzeug und für die Minimierung von Übersprühungen durch die Erzeugung von Tröpfchen gleichmäßiger Größe sein, die auf einen bestimmten Punkt auf dem Untergrund, in diesem Fall auf eine bestimmte Stelle der Fahrzeugkarosserie, gerichtet werden können, wodurch übersprühte Tröpfchen minimiert oder vollständig eliminiert werden können. Darüber hinaus können mit dem Digitaldruck Muster oder zwei Farbtöne auf die Fahrzeugkarosserie gedruckt werden, entweder als zweiter Farbdigitaldruck auf die Oberseite eines zuvor aufgesprühten Basislacks einer anderen Farbe oder direkt auf den grundierten oder klarlackierten Fahrzeuguntergrund.

[0014] Herkömmliche Tintenstrahldruckfarben wurden jedoch in der Regel für den Druck auf porösen Untergründen wie Papier und Textilien entwickelt, bei denen die Druckfarbe schnell in den Untergrund absorbiert wird, wodurch das Trocknen und die Handhabung des Untergrunds kurz nach dem Druck erleichtert wird. Obwohl die bedruckten Artikel für diese Anwendungen, wie z.B. gedruckte Texte und Bilder oder gemusterte Stoffe, eine ausreichende Haltbarkeit aufweisen, sind die Anforderungen an die Haltbarkeit einer Automobilbeschichtung weitaus höher, sowohl in Bezug auf die physikalische Beständigkeit, wie z.B. die Beständigkeit gegen Abrieb und Absplittern, als auch die Langzeitbeständigkeit gegen Witterungseinflüsse und Lichtbeständigkeit. Darüber hinaus sind die in der Technik bekannten Tintenstrahldruckfarben so formuliert, dass sie eine niedrige und in der Regel schergeschwindigkeitsunabhängige, d.h. newtonsche, Viskosität aufweisen, die typischerweise unter 20 cps liegt. Dies liegt an der begrenzten Energiemenge, die in jeder Düse eines Druckkopfes zur Verfügung steht, um ein Tröpfchen abzugeben und auch um eine Verdickung der Druckfarbe in den Kanälen des Druckkopfes zu vermeiden, die zu Verstopfen führen könnte.

[0015] In einigen Ausführungsformen hat ein Automobillack dagegen typischerweise ein signifikantes nicht-newtonsches Scherverhalten mit extrem hoher Viskosität bei geringer Scherung, um ein Absetzen der Pigmente zu vermeiden und ein schnelles und gleichmäßiges Abbinden des Lackes unmittelbar nach dem Auftragen zu gewährleisten, aber relativ niedriger Viskosität bei hohen Schergeschwindigkeiten, um das Versprühen und Zerstäuben des Sprays in Tröpfchen zu erleichtern.

[0016] Ein besseres Verständnis der oben beschriebenen Anstrichmittel und der Systeme und Methoden zum Auftragen des Anstrichmittels auf den Untergrund unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad kann durch eine Bewertung der Figuren, die diese Anwendung begleiten, zusammen mit einer Bewertung der folgenden detaillierten Beschreibung erreicht werden.

[0017] In Bezug auf **Fig. 1** wird hier ein Anstrichmittel, das für den Auftrag auf einem Untergrund **10** mit einem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet ist, vorgelegt. Das Anstrichmittel weist Eigenschaften auf, die es für den Auftrag mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet macht, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, Viskosität (η_0), Dichte (ρ), Oberflächenspannung (σ) und Relaxationszeit (λ). Darüber hinaus bildet das Anstrichmittel, wie es mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** aufgetragen wird, eine Lackschicht mit präzisen Grenzen, verbesserter Deckkraft und reduzierter Trocknungszeit. Bei bestimmten Ausführungsformen weist das Anstrichmittel ein nicht-newtonsches Flüssigkeitsverhalten auf, das im Gegensatz zur konventionellen Druckfarbe steht.

[0018] Die Identifizierung geeigneter Eigenschaften des Anstrichmittels für die Verwendung in dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann von den Eigenschaften des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** abhängig sein. Zu den Eigenschaften des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** können unter anderem gehören: Düsendifferenzmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Auftreffgeschwindigkeit (v) der Anstrichmittel durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Geschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vom Untergrund **10**, Tröpfchengröße des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Abgabegeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und Ausrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** in Bezug auf die Schwerkraft.

[0019] Angesichts der verschiedenen Eigenschaften des Anstrichmittels und des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** können eine oder mehrere Beziehungen zwischen diesen Eigenschaften hergestellt werden, um das Anstrichmittel mit Eigenschaften zu bilden, die für das Aufbringen mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet sind. In verschiedenen Ausführungsformen können verschiedene Gleichungen auf eine oder mehrere dieser Eigenschaften des Anstrichmittels und des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** angewendet werden, um Grenzen für diese Eigenschaften zu bestimmen, die das Anstrichmittel für ein Auftragen unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet erscheinen lassen. In bestimmten Ausführungsformen können die Grenzen für die Eigenschaften des Anstrichmittels durch die Festlegung einer Ohnesorge-Zahl (Oh) für das Anstrichmittel, einer Reynolds-Zahl (Re) für das Anstrichmittel, einer Deborah-Zahl (De) für das Anstrichmittel oder Kombinationen davon bestimmt werden.

[0020] Bei bestimmten Ausführungsformen ist die Ohnesorge-Zahl (Oh) eine dimensionslose Konstante, die im Allgemeinen mit der Tendenz zusammenhängt, dass ein Tröpfchen des Anstrichmittels bei Kontakt mit dem Untergrund entweder als einzelner Tröpfchen verbleibt oder sich unter Berücksichtigung der Viskositäts- und Oberflächenspannungskräfte des Anstrichmittels in viele Tröpfchen (d.h. Satellitentröpfchen) auflöst. Die Ohnesorge-Zahl (Oh) kann nach Gleichung I wie folgt bestimmt werden:

$$\text{Oh} = \left(\eta / \sqrt{\rho \sigma D} \right) \quad (\text{I}),$$

wobei η die Viskosität des Anstrichmittels in Pascal-Sekunden (Pa^*s), ρ die Dichte des Anstrichmittels in Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m^3), σ die Oberflächenspannung des Anstrichmittels in Newton pro Meter (N/m) und D den Düsendifferenzmesser des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad in Metern (m) darstellt. Die Ohnesorge-Zahl (Oh) kann in einer Größenordnung von etwa 0,01 bis etwa 50, alternativ von etwa 0,05 bis etwa 10 oder alternativ von etwa 0,1 bis etwa 2,70 liegen. Die Ohnesorge-Zahl (Oh) kann mindestens 0,01, alternativ mindestens 0,05 oder alternativ mindestens 0,1 betragen. Die Ohnesorge-Zahl (Oh) darf nicht größer als 50, alternativ nicht größer als 10 oder alternativ nicht größer als 2,70 sein.

[0021] In verschiedenen Ausführungsformen ist die Reynolds-Zahl (Re) eine dimensionslose Konstante, die im Allgemeinen mit dem Verlaufsmuster des Anstrichmittels und in bestimmten Ausführungsformen mit dem Verlaufsmuster, das sich zwischen laminarem und turbulentem Verlauf ausdehnt, in Beziehung steht, indem Viskose- und Trägheitskräfte des Anstrichmittels berücksichtigt werden. Die Reynolds-Zahl (Re) kann nach Gleichung II wie folgt bestimmt werden:

$$\text{Re} = \left(\rho v D / \eta \right) \quad (\text{II}),$$

wobei ρ die Dichte des Anstrichmittels in kg/m^3 , v die Auftreffgeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad in Metern pro Sekunde (m/s), D den Düsendifferenzmesser des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 12 in m und η die Viskosität des Anstrichmittels in Pa^*s darstellt. Die Reynolds-Zahl (Re) kann in einer Größenordnung von etwa 0,01 bis etwa 1.000, alternativ von etwa 0,05 bis etwa 500 oder alternativ von etwa 0,34 bis etwa 258,83 liegen. Die Reynolds-Zahl (Re) kann mindestens 0,01, alternativ mindestens 0,05 oder alternativ mindestens 0,34 betragen. Die Reynolds-Zahl (Re) darf nicht größer als 1.000, alternativ nicht größer als 500 oder alternativ nicht größer als 258,83 sein.

[0022] In anderen Ausführungsformen ist die Deborah-Zahl (De) eine dimensionslose Konstante, die sich allgemein auf die Elastizität des Anstrichmittels bezieht und in bestimmten Ausführungsformen auf die Struktur eines viskoelastischen Materials unter Berücksichtigung der Relaxationszeit des Anstrichmittels. Die Deborah-Zahl (De) kann gemäß Gleichung III wie folgt bestimmt werden:

$$De = \lambda / \sqrt{\rho D^3 / \sigma} \quad (\text{III}),$$

wobei λ die Relaxationszeit des Anstrichmittels in Sekunden (s), ρ die Dichte des Anstrichmittels in kg/m³, D den Düsendurchmesser des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 12 in m, und σ die Oberflächenspannung des Anstrichmittels in N/m darstellt. Die Deborah-Zahl (De) kann in einer Größenordnung von etwa 0,01 bis etwa 2.000, alternativ von etwa 0,1 bis etwa 1.000 oder alternativ von etwa 0,93 bis etwa 778,77 liegen. Die Deborah-Zahl (De) kann mindestens 0,01, alternativ mindestens 0,1 oder alternativ mindestens 0,93 betragen. Die Deborah-Zahl (De) darf nicht größer als 2.000, alternativ nicht größer als 1.000 oder alternativ nicht größer als 778,77 sein.

[0023] In anderen Ausführungsformen ist die Weber-Zahl (We) eine dimensionslose Konstante, die sich im Allgemeinen auf Flüssigkeitsverlauf bezieht, bei denen es eine Schnittstelle zwischen zwei verschiedenen gibt. Die Weber-Zahl (We) kann gemäß Gleichung IV wie folgt bestimmt werden:

$$We = (Dv^2 \rho) / \sigma \quad (\text{IV}),$$

wobei D den Düsendurchmesser des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 12 in m, v die Auftreffgeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad in Metern pro Sekunde (m/s), ρ die Dichte des Anstrichmittels in kg/m³ und σ die Oberflächenspannung des Anstrichmittels in N/m darstellt. Die Deborah-Zahl (De) kann in einer Größenordnung von größer als 0 bis etwa 16.600, alternativ von etwa 0,2 bis etwa 1.600 oder alternativ von etwa 0,2 bis etwa 10 liegen. Die Deborah-Zahl (We) kann mindestens 0,01, alternativ mindestens 0,1 oder alternativ mindestens 0,2 betragen. Die Deborah-Zahl (De) darf nicht größer als 16.600, alternativ nicht größer als 1.600 oder alternativ nicht größer als 10 sein.

[0024] In bestimmten Ausführungsformen wird hier ein Anstrichmittel zum Auftragen auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad vorgelegt. Das Anstrichmittel beinhaltet u.a. ein Träger- und ein Bindemittel. Das Anstrichmittel kann eine Ohnesorge-Zahl (Oh) von etwa 0,01 bis etwa 12,6, alternativ von etwa 0,05 bis etwa 1,8 oder alternativ etwa 0,38 haben. Das Anstrichmittel kann eine Reynolds-Zahl (Re) von etwa 0,02 bis etwa 6.200, alternativ von etwa 0,3 bis etwa 660 oder alternativ etwa 5,21 haben. Das Anstrichmittel kann eine Deborah-Zahl (De) von größer als 0 bis etwa 1730, alternativ von größer als 0 bis etwa 46 oder alternativ etwa 1,02 haben. Das Anstrichmittel kann eine Weber-Zahl (We) von größer als 0 bis etwa 16.600, alternativ von etwa 0,2 bis etwa 1.600 oder alternativ etwa 3,86 haben.

[0025] In Anbetracht einer oder mehrerer der oben beschriebenen Gleichungen kann das Anstrichmittel eine Viskosität (η) von etwa 0,001 bis etwa 1, alternativ von etwa 0,005 bis etwa 0,1 oder alternativ von etwa 0,01 bis etwa 0,06 Pascal-Sekunden (Pa·s) haben. Das Anstrichmittel kann eine Viskosität (η) in einer Größenordnung von mindestens 0,001, alternativ mindestens 0,005 oder alternativ mindestens 0,01, Pa·s haben. Das Anstrichmittel kann eine Viskosität (η) in einer Größenordnung von nicht mehr als 1, alternativ nicht mehr als 0,1 oder alternativ nicht mehr als 0,06 Pa·s aufweisen. Die Viskosität (η) kann nach ASTM D2196-15 bestimmt werden. Die Viskosität (η) wird bei einer hohen Scherviskosität von 10.000 reziproken Sekunden (1/s) bestimmt. Das Drucken einer nicht-newtonischen Flüssigkeit wird im Allgemeinen bei der hohen Scherviskosität von 10.000 1/s dargestellt.

[0026] Ferner kann das Anstrichmittel im Hinblick auf eine oder mehrere der oben beschriebenen Gleichungen eine Dichte (ρ) in einer Größenordnung von etwa 700 bis etwa 1500, alternativ von etwa 800 bis etwa 1400 oder alternativ von etwa 1030 bis etwa 1200 Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m³) haben. Das Anstrichmittel kann eine Dichte (ρ) in einer Größenordnung von mindestens 700, alternativ mindestens 800 oder alternativ mindestens 1030 kg/m³ haben. Das Anstrichmittel kann eine Dichte (ρ) von höchstens 1500, alternativ höchstens 1400 oder alternativ höchstens 1200 kg/m³ haben. Die Dichte (ρ) kann nach ASTM D1475 bestimmt werden.

[0027] Außerdem kann das Anstrichmittel im Hinblick auf eine oder mehrere der oben beschriebenen Gleichungen eine Oberflächenspannung (σ) in einer Größenordnung von etwa 0,001 bis etwa 1, alternativ von etwa 0,01 bis etwa 0,1 oder alternativ von etwa 0,024 bis etwa 0,05 Newton pro Meter (N/m) haben. Das Anstrichmittel kann eine Oberflächenspannung (σ) in einer Größenordnung von mindestens 0,001, alternativ mindestens 0,01 oder alternativ mindestens 0,015 N/m haben. Das Anstrichmittel kann eine Oberflächenspannung (σ) in einer Größenordnung von nicht mehr als 1, alternativ nicht mehr als 0,1 oder alternativ nicht mehr als 0,05 N/m haben. Die Oberflächenspannung (σ) kann nach ASTM D1331-14 bestimmt werden.

[0028] Darüber hinaus kann das Anstrichmittel im Hinblick auf eine oder mehrere der oben beschriebenen Gleichungen eine Relaxationszeit (λ) in einer Größenordnung von etwa 0,00001 bis etwa 1, alternativ von etwa 0,0001 bis etwa 0,1 oder alternativ von etwa 0,0005 bis etwa 0,01 Sekunden (s) haben. Das Anstrichmittel kann eine Relaxationszeit (λ) von mindestens 0,00001, alternativ mindestens 0,0001 oder alternativ mindestens 0,01 s haben. Das Anstrichmittel kann eine Relaxationszeit (λ) von nicht mehr als 1, alternativ nicht mehr als 0,1 oder alternativ nicht mehr als 0,01 s haben. Die Relaxationszeit (λ) kann durch einen Spannungsrelaxationstest in einem dehnungsgesteuerten Rheometer bestimmt werden. Die viskoelastische Flüssigkeit wird zwischen parallelen Platten gehalten, und auf eine Seite der Probe wird eine momentane Dehnung aufgebracht. Die andere Seite wird konstant gehalten, während die Spannung (proportional zum Drehmoment) überwacht wird. Der resultierende Spannungsabfall wird als Funktion des zeitlichen Spannungsrelaxationsbetrags (Spannung geteilt durch die ausgeübte Dehnung) gemessen. Bei vielen Flüssigkeiten nimmt der Spannungsrelaxationsbetrag exponentiell ab, wobei die Relaxationszeit die Zerfallskonstante ist.

[0029] In bestimmten Ausführungsformen wird hier ein Anstrichmittel zum Auftragen auf einen Untergrund **10** unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vorgelegt. Das Anstrichmittel beinhaltet u.a. ein Träger- und ein Bindemittel. Das Anstrichmittel kann eine Viskosität (η) von etwa 0,002 Pa·s bis etwa 0,2 Pa·s, das Anstrichmittel kann eine Dichte (ρ) von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, das Anstrichmittel kann eine Oberflächenspannung (σ) von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und das Anstrichmittel kann eine Relaxationszeit (λ) von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s haben.

[0030] In verschiedenen Ausführungsformen kann das Anstrichmittel eine Viskosität (η) von etwa 0,005 Pa·s bis etwa 0,05 Pa·s, das Anstrichmittel kann eine Dichte (ρ) von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, das Anstrichmittel kann eine Oberflächenspannung (σ) von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und das Anstrichmittel kann eine Relaxationszeit (λ) von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s haben.

[0031] In verschiedenen Ausführungsformen werden Grenzen für mindestens einen der folgenden Parameter bestimmt: Viskosität (η) des Anstrichmittels, Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels, Dichte (ρ) des Anstrichmittels, Relaxationszeit (λ) des Anstrichmittels, Düsendurchmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 12 und die Auftreffgeschwindigkeit (v) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 12 durch Analyse der Ohnesorge-Zahl (Oh), der Reynolds-Zahl (Re) und der Deborah-Zahl (De). Bei bestimmten Ausführungsformen führt das Anstrichmittel mit einer oder mehreren dieser Eigenschaften innerhalb der festgelegten Grenzen dazu, dass das Anstrichmittel für das Auftragen auf das Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet ist.

[0032] In Bezug auf **Fig. 2** können die Ohnesorge-Zahl (Oh) und die intrinsische Deborah-Zahl (De) zur Bestimmung der Grenzen für mindestens eine der folgenden Größen verwendet werden: Viskosität (η) des Anstrichmittels, Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels, Dichte (ρ) des Anstrichmittels, Düsendurchmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und Relaxationszeit des Polymers (λ). Ein erstes Diagramm **14** von **Fig. 2** zeigt eine allgemeine Beziehung zwischen der Ohnesorge-Zahl (Oh) und der Deborah-Zahl (De). Das erste Diagramm **14** enthält eine ungeeignete Zone **16**, die sich auf Eigenschaften des Anstrichmittels bezieht, die ein Auftragen des Anstrichmittels auf den Untergrund **10** mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** unerwünscht erscheinen lässt. Zu diesen unerwünschten Eigenschaften können unter anderem eine zu lange Relaxationszeit, die Bildung von Satellitentröpfchen aus dem Anstrichmittel und eine zu hohe Scherviskosität gehören. Ferner enthält das erste Diagramm **14** eine geeignete Zone **18**, die an die unerwünschten Zonen **14** angrenzt und sich auf Eigenschaften des Anstrichmittels bezieht, die das Anstrichmittel für das Aufbringen auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet erscheinen lassen. In dieser Ausführungsform erstreckt sich die geeignete Zone **18** für die Ohnesorge-Zahl (Oh) entlang der y-Achse des ersten Diagramms **14** in einer Größenordnung von etwa 0,10 bis etwa 2,70 und die geeignete Zone **18** für die Deborah-Zahl (De) entlang der x-Achse des ersten Diagramms **14** in einer Größenordnung von etwa 0,93 bis etwa 778,8. Die Ohnesorge-Zahl (Oh) und die Deborah-Zahl (De), die der geeigneten Zone **18** entsprechen, können auf die Gleichungen I und III angewendet werden, um die geeigneten Eigenschaften für das Anstrichmittel zu bestimmen. Es ist zu berücksichtigen, dass die Größenordnungen für die Ohnesorge-Zahl (Oh) und die Deborah-Zahl (De), die der geeigneten Zone **18** entsprechen, eingegrenzt werden können, indem eine oder mehrere der folgenden Größen definiert werden: Viskosität (η) des Anstrichmittels, Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels, Dichte (ρ) des Anstrichmittels, Düsendurchmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** oder Relaxationszeit (λ) des Anstrichmittels.

[0033] In Bezug auf **Fig. 3** können mit Hilfe der Ohnesorge-Zahl (Oh) und der Reynolds-Zahl (Re) Grenzen für mindestens eine der folgenden Größen bestimmt werden: Dichte (ρ) des Anstrichmittels, Düsendurchmesser

(D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Auftreffgeschwindigkeit (v) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels und Viskosität (η) des Anstrichmittels. Ein zweites Diagramm **20** von **Fig. 3** zeigt eine allgemeine Beziehung zwischen der Reynolds-Zahl (Re) und der Ohnesorge-Zahl (Oh). Das zweite Diagramm **20** enthält eine ungeeignete Zone **22**, die sich auf Eigenschaften des Anstrichmittels bezieht, die eine Anwendung des Anstrichmittels auf den Untergrund **10** mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** unerwünscht erscheinen lassen. Zu diesen unerwünschten Eigenschaften können unter anderem ein zu viskoses Anstrichmittel, eine unzureichende Energie des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Bildung von Satellitentröpfchen aus dem Anstrichmittel und das Verspritzen des Anstrichmittels gehören. Ferner enthält das zweite Diagramm **20** eine geeignete Zone **24**, die an die unerwünschten Zonen **22** angrenzt, die sich auf die Eigenschaften des Anstrichmittels beziehen und das Anstrichmittel für den Auftrag unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf dem Untergrund **10** geeignet erscheinen lassen. In dieser Ausführungsform erstreckt sich die geeignete Zone **24** für die Reynolds-Zahl (Re) entlang der x-Achse des zweiten Diagramms **20** in einer Größenordnung von etwa 0,34 bis etwa 258,8 und die geeignete Zone **24** für die Ohnesorge-Zahl (Oh) entlang der y-Achse des zweiten Diagramms **20** in einer Größenordnung von etwa 0,10 bis etwa 2,7. Die Reynolds-Zahl (Re) und die Ohnesorge-Zahl (Oh), die der geeigneten Zone **24** entsprechen, können auf die Gleichungen II und I angewendet werden, um die geeigneten Eigenschaften für das Anstrichmittel zu bestimmen. Es ist zu berücksichtigen, dass die Bereiche für die Reynolds-Zahl (Re) und die Ohnesorge-Zahl (Oh), die der geeigneten Zone **24** entsprechen, durch die Definition der Auftreffgeschwindigkeit des Druckkopfes (v), der Dichte (ρ) des Anstrichmittels, des Düsendurchmessers (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels und der Viskosität (η) des Anstrichmittels eingegrenzt werden können.

[0034] In Bezug auf **Fig. 4A**, können mit Hilfe der Ohnesorge-Zahl (Oh) und der Reynolds-Zahl (Re) Grenzen für mindestens eine der folgenden Größen bestimmt werden: Dichte (ρ) des Anstrichmittels, Düsendurchmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Auftreffgeschwindigkeit (v) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels und Viskosität (η) des Anstrichmittels. Das Diagramm von **Fig. 4A** zeigt eine allgemeine Beziehung zwischen der Reynolds-Zahl (Re) und der Ohnesorge-Zahl (Oh). Der Plot von **Fig. 4A** enthält eine ungeeignete Zone **52**, die sich auf Eigenschaften des Anstrichmittels bezieht, die das Anstrichmittel für den Auftrag unter Anwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf dem Untergrund **10** unerwünscht erscheinen lassen. Zu diesen unerwünschten Eigenschaften können unter anderem ein zu viskoses Anstrichmittel, eine unzureichende Energie des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Bildung von Satellitentröpfchen aus dem Anstrichmittel und das Verspritzen des Anstrichmittels gehören. Ferner enthält der Plot von **Fig. 4A** eine geeignete Zone **54**, angrenzend an die unerwünschten Zonen **52**, die sich auf Eigenschaften des Anstrichmittels beziehen, die das Anstrichmittel für den Auftrag auf dem Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet erscheinen lassen.

[0035] In bestimmten Ausführungsformen, unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 4A**, beträgt die Ohnesorge-Zahl (Oh) von 0,01 bis 12,6 und wird auf der Grundlage der folgenden Gleichungen V und VI im Hinblick auf die Reynolds-Zahl (Re) definiert:

$$\text{Oh ist nicht größer als } 10^{-0,5006 * \log(\text{Re}) + 1,2135} \quad (\text{V}),$$

und

$$\text{Oh ist mindestens } 10^{0,5435 * \log(\text{Re}) - 1,0324} \quad (\text{VI}),$$

wobei die Reynolds-Zahl (Re) zwischen 0,02 und 6.200 liegt. Die Gleichungen V und VI können verwendet werden, um die Grenze **56** in der Darstellung von **Fig. 4A** zwischen den unerwünschten Zonen **22** und der geeigneten Zone **24** zu definieren.

[0036] In anderen Ausführungsformen, mit weiterem Bezug auf **Fig. 4A** beträgt die Ohnesorge-Zahl (Oh) von 0,05 bis 1,8 und wird auf der Grundlage der folgenden Gleichungen VII und VIII im Hinblick auf die Reynolds-Zahl (Re) definiert:

$$\text{Oh ist nicht größer ist als } 10^{-0,5067 * \log(\text{Re}) + 0,706} \quad (\text{VII}),$$

und

$$\text{Oh ist mindestens } 10^{-0.5724 * \log(\text{Re}) - 1.4876} \quad (\text{VIII}),$$

wobei die Reynolds-Zahl (Re) zwischen 0,3 und 660 liegt. Die Gleichungen VII und VIII können verwendet werden, um die Grenze **58** in dem Diagramm von **Fig. 4A** der geeigneten Zone **24** zu definieren.

[0037] In Bezug auf **Fig. 4B** werden die Ohnesorge-Zahl (Oh) und die Reynolds-Zahl (Re) verschiedener exemplarischer Anstrichmittel zusammen mit den Grenzen **56** und **58** von **Fig. 4A** dargestellt und damit die Relevanz der Grenzen **56** und **58** weiter verdeutlicht.

[0038] In bestimmten Ausführungsformen weist ein Anstrichmittel, das für ein Auftragen unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet ist, minimale bis keine Spritzer bei Kontakt mit dem Untergrund **10** auf. Das Anstrichmittel, das durch Auftragen unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** minimale bis keine Spritzer aufweist, erfüllt die folgende Gleichung IX,

$$0 < v * D < 0,0021 \text{ m}^2 / \text{s} \quad (\text{IX}),$$

wobei v die Auftreffgeschwindigkeit, wie oben definiert, und D den Düsendurchmesser, wie oben definiert, darstellt.

[0039] In Bezug auf **Fig. 5A** können die Ohnesorge-Zahl (Oh) und die Reynolds-Zahl (Re) im Hinblick auf Gleichung (IX) zur Bestimmung der Grenzen für mindestens eine der folgenden Größen verwendet werden: Dichte (ρ) des Anstrichmittels, Düsendurchmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Auftreffgeschwindigkeit (v) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels und Viskosität (η) des Anstrichmittels. Das Diagramm von **Fig. 5A** zeigt eine allgemeine Beziehung zwischen der Reynolds-Zahl (Re) und der Ohnesorge-Zahl (Oh). Der Plot von **Fig. 5A** enthält eine ungeeignete Zone **60**, die sich auf Eigenschaften des Anstrichmittels bezieht, die das Anstrichmittel für den Auftrag unter Anwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf dem Untergrund **10** unerwünscht erscheinen lassen. Zu diesen unerwünschten Eigenschaften können unter anderem ein zu viskoses Anstrichmittel, eine unzureichende Energie des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Bildung von Satellitentröpfchen aus dem Anstrichmittel und das Verspritzen des Anstrichmittels gehören. Ferner enthält der Plot von **Fig. 5A** eine geeignete Zone **62**, angrenzend an die unerwünschten Zonen **60**, die sich auf Eigenschaften des Anstrichmittels beziehen, die das Anstrichmittel für den Auftrag auf dem Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** geeignet erscheinen lassen.

[0040] In bestimmten Ausführungsformen, unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 5A**, beträgt die Ohnesorge-Zahl (Oh) von 0,01 bis 12,6 und wird auf der Grundlage der obigen Gleichungen V und VI im Hinblick auf die Reynolds-Zahl (Re) definiert, wobei die Reynolds-Zahl (Re) von 0,02 bis 1.600 beträgt. Die Gleichungen V und VI können verwendet werden, um die Grenze **64** in dem Plot von **Fig. 5A** zwischen den unerwünschten Zonen **22** und der geeigneten Zone **24** zu definieren.

[0041] In anderen Ausführungsformen, mit weiterem Bezug auf **Fig. 5A**, beträgt die Ohnesorge-Zahl (Oh) von 0,05 bis 1,8 und ist auf der Grundlage der obigen Gleichungen VII und VIII im Hinblick auf die Reynolds-Zahl (Re) definiert, wobei die Reynolds-Zahl (Re) von 0,3 bis 660 beträgt. Die Gleichungen VII und VIII können verwendet werden, um die Grenze **66** in dem Diagramm von **Fig. 5A** der geeigneten Zone **24** zu definieren.

[0042] In Bezug auf **Fig. 5B** werden die Ohnesorge-Zahl (Oh) und die Reynolds-Zahl (Re) verschiedener exemplarischer Anstrichmittel zusammen mit den Grenzen **64** und **64** von **Fig. 5A** dargestellt und damit die Relevanz der Grenzen **64** und **66** weiter verdeutlicht.

[0043] Hier wird ein Verfahren zur Bildung eines Anstrichmittels zum Auftragen auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vorgelegt. Das Verfahren umfasst den Schritt der Identifizierung von mindestens einer Ohnesorge-Zahl (Oh) für das Anstrichmittel, einer Reynolds-Zahl (Re) für das Anstrichmittel oder einer Deborah-Zahl (De) für das Anstrichmittel. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des Erhalts mindestens einer der folgenden Größen: Viskosität (η) des Anstrichmittels, Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels, Dichte (ρ) des Anstrichmittels, Relaxationszeit (λ) des Anstrichmit-

tels, Düsendurchmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** oder Auftreffgeschwindigkeit (v) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**.

[0044] Zumindest eine der Größen Viskosität (η), Oberflächenspannung (σ), Dichte (ρ) oder Düsendurchmesser (D) wird auf der Grundlage der folgenden Gleichung I im Hinblick auf die Ohnesorge-Zahl (Oh) bestimmt:

$$Oh = \left(\eta / \sqrt{\rho \sigma D} \right) \quad (I).$$

[0045] Zumindest eine der Größen Auftreffgeschwindigkeit (v), Dichte (ρ), Düsendurchmesser (D) oder Viskosität (η) wird auf der Grundlage der folgenden Gleichung II im Hinblick auf die Reynolds-Zahl (Re) bestimmt:

$$Re = (\rho v D / \eta) \quad (II).$$

[0046] Mindestens eine der Größen Relaxationszeit (λ), Dichte (ρ), der Düsendurchmesser (D) oder die Oberflächenspannung (σ) wird auf der Grundlage der folgenden Gleichung III im Hinblick auf die Deborah-Zahl (De) bestimmt:

$$De = \lambda / \sqrt{\rho D^3 / \sigma} \quad (III).$$

[0047] Das Verfahren umfasst ferner den Schritt der Bildung des Anstrichmittels, das mindestens eine der Größen Viskosität (η), Oberflächenspannung (σ) oder Dichte (ρ) aufweist. Das Anstrichmittel ist so konfiguriert, dass es auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** mit mindestens einem der Parameter Düsendurchmesser (D) oder Auftreffgeschwindigkeit (v) aufgetragen wird.

[0048] In Ausführungsformen umfasst der Schritt zur Ermittlung der Viskosität (η) des Anstrichmittels ferner den Schritt der Durchführung einer Viskositätsanalyse des Anstrichmittels gemäß ASTM 7867-13 mit Kegel-Platte oder parallelen Platten, wobei, wenn die Viskosität von 2 bis 200 mPa·s beträgt, die Viskosität bei einer Schergeschwindigkeit von 1000 s⁻¹ gemessen wird. In Ausführungsformen umfasst der Schritt des Erhalts der Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels ferner den Schritt der Durchführung einer Oberflächenspannungsanalyse des Anstrichmittels gemäß ASTM 1331-14. In Ausführungsformen umfasst der Schritt zur Ermittlung der Dichte (ρ) des Anstrichmittels ferner den Schritt zur Durchführung einer Dichteanalyse des Anstrichmittels gemäß ASTM D1475-13. In Ausführungsformen umfasst der Schritt zur Ermittlung der Relaxationszeit (λ) des Anstrichmittels ferner den Schritt zur Durchführung einer Relaxationszeitanalyse des Anstrichmittels gemäß Keshavarz B. et al. (2015) Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 222, 171-189 und Greiciunas E. et al. (2017) Journal of Rheology, 61, 467. In Ausführungsformen umfasst der Schritt zur Ermittlung des Düsendurchmessers (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad zusätzlich den Schritt der Messung des Durchmessers einer Düsenöffnung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad. In Ausführungsformen umfasst der Schritt der Ermittlung der Auftreffgeschwindigkeit (v) des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Tröpfchens ferner den Schritt der Durchführung einer Analyse der Auftreffgeschwindigkeit (v) am Tröpfchen des Anstrichmittels beim Abgeben des Tröpfchens aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, wenn der Tröpfchen sich innerhalb eines Abstands von 2 Millimetern vom Untergrund befindet.

[0049] Ein weiteres Verfahren zur Bildung des Anstrichmittels zum Auftragen auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** wird hier ebenfalls vorgelegt. Das Verfahren beinhaltet die Ermittlung eines Tröpfchenkontaktwertes, der sich auf die Tendenz bezieht, dass ein Tröpfchen des Anstrichmittels bei Kontakt mit dem Untergrund **10** entweder als einzelner Tröpfchen verbleibt oder sich in viele Tröpfchen aufteilt, indem die Viskositäts- und Oberflächenspannungskräfte des Anstrichmittels berücksichtigt werden. Das Verfahren umfasst ferner die Identifizierung eines Verlaufsmusterwertes, der sich auf das Verlaufsmuster des Anstrichmittels zwischen laminarem und turbulentem Verlauf bezieht, indem Viskose- und Trägheitskräfte des Anstrichmittels berücksichtigt werden. Das Verfahren umfasst ferner die Identifizierung eines Fluiditätswertes, der sich auf die Fluidität des Anstrichmittels bezieht, die sich über den newtonischen viskosen Verlauf und den nichtnewtonischen viskosen Verlauf hinaus erstreckt, indem die Relaxationszeit des Anstrichmittels berücksichtigt wird. Das Anstrichmittel ist so konfiguriert, dass es unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** aufgetragen wird, basierend auf einem oder mehreren der Werte für Tröpfchenkontakt, Fließmuster und Fluidität.

[0050] In Ausführungsformen umfasst der Schritt der Identifizierung des Tröpfchenkontaktwertes den Schritt der Identifizierung der Ohnesorge-Zahl (Oh) für das Anstrichmittel. In Ausführungsformen umfasst der Schritt der Identifizierung des Fließmusterwertes den Schritt der Identifizierung der Reynolds-Zahl (Re) für das Anstrichmittel. In Ausführungsformen umfasst der Schritt der Identifizierung des Fluiditätswertes den Schritt der Identifizierung der Deborah-Zahl (De) für das Anstrichmittel.

[0051] Ein Verfahren zur Bestimmung der Eignung des Anstrichmittels zum Auftragen auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** wird hier ebenfalls vorgelegt. Das Verfahren kann für die Untersuchung der Auswirkungen von Scherviskosität und Dehnrelaxation auf die Tröpfchenbildung nützlich sein. Die Methode beinhaltet den Schritt der Lieferung des Anstrichmittels. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt der Bildung eines Tröpfchens **26** des Anstrichmittels. Das Verfahren umfasst ferner das Tropfen des Tröpfchens **26** von einer erhöhten Position **28** auf einen Probenuntergrund **30**, der von der erhöhten Position **28** beabstandet ist. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des Aufnehmens des Tröpfchens **26** mit einer Kamera, während sich der Tröpfchen **26** von der erhöhten Position **28** in Richtung des Probenuntergrunds **30** bewegt, um ein Probenbild **32** zu erzeugen. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt der Bildung einer Lackschicht **34** auf dem Probenuntergrund **30**. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt der Analyse des Tröpfchens **26** während der Ausdehnung auf dem Probenbild **32** und der Probenlackschicht **34** auf dem Probenuntergrund **30**.

[0052] In Bezug auf **Fig. 7A**, **Fig. 7B**, **Fig. 8A**, **Fig. 8B**, **Fig. 9A** und **Fig. 9B** werden in Ausführungsformen verschiedene Proben von Anstrichmitteln analysiert, um die Auswirkungen von Scherviskosität und Dehnrelaxation zu untersuchen. Unter besonderer Bezugnahme auf **Fig. 7A** und **Fig. 7B** hat eine erste Probe Anstrichmittel **44** eine Scherviskosität von 0,16 Pa*s und eine Dehnrelaxationszeit von 0,001 s. Unter besonderer Bezugnahme auf **Fig. 8A** und **Fig. 8B** hat eine zweite Probe Anstrichmittel **46** eine Scherviskosität von 0,009 Pa*s und eine Dehnrelaxationszeit von 0,001 s. Unter besonderer Bezugnahme auf **Fig. 9A** und **Fig. 9B** hat eine dritte Probe Anstrichmittel **48** eine Scherviskosität von 0,040 Pa*s und eine Dehnrelaxationszeit von 0,0025 s. Das Probenbild **32** von **Fig. 7B**, das der ersten Probe Anstrichmittel **44** von **Fig. 7A** entspricht, zeigt die resultierende Probenlackschicht **34** mit mäßigem Verlauf nach der Abscheidung mit mäßiger Tröpfchenplatzierungsgenauigkeit, wenig Streutropfchen von Satelliten und keinen Spritzern. Das Probenbild **32** von **Fig. 8B**, das der zweiten Probe Anstrichmittel **46** aus **Fig. 8A** entspricht, zeigt die resultierende Probenlackschicht **34** mit übermäßigem Verlauf nach der Abscheidung und Spritzern beim Auftreffen auf Untergrund **10**. Das Probenbild **32** von **Fig. 9B**, das der dritten Probe Anstrichmittel **48** aus **Fig. 9A** entspricht, zeigt die resultierende Lackschicht **34** mit verbesserter Tröpfchenplatzierungsgenauigkeit, minimalem Verlauf nach der Abscheidung, nahezu null Streutropfchen von Satelliten und ohne Spritzer.

[0053] Das Anstrichmittel kann zur Bildung einer Lackschicht auf dem Untergrund **10** verwendet werden. Die Lackschicht kann als Basislack, Klarlack, Farblack, Decklack, einlagiger Lack, Zwischenlack, Grundierung, Versiegelung oder Kombinationen davon verwendet werden. In bestimmten Ausführungsformen wird das Anstrichmittel zur Bildung einer Basislackschicht verwendet.

[0054] Der Begriff „Basislack“ bezieht sich auf eine Beschichtung, die opak ist und den größten Teil des Schutzes, der Farbe, der Deckung (auch als „Deckkraft“ bekannt) und des visuellen Erscheinungsbildes bietet. Ein Basislack enthält typischerweise Farbpigmente, Effektpigmente, wie z.B. Metallflockenpigmente, Rheologiekontrollmittel, UV-Absorber und andere Lackadditive. Der Begriff „Basislackanstrichmittel“ bezieht sich auf ein Anstrichmittel, das zur Bildung eines Basislacks verwendet werden kann. Der Begriff „Basislackschicht“ bezieht sich auf eine Lackschichtform aus einem Basislackanstrichmittel. Eine Basislackschicht kann durch Auftragen einer oder mehrerer Schichten des gleichen oder eines anderen Basislackanstrichmittels gebildet werden. Bei Automobillacken wird ein Untergrund **10** typischerweise mit einer Grundierungsschicht zum Schutz und zur Haftung, dann mit einer Basislackschicht über der Grundierungsschicht, optional mit einer Versiegelung über der Grundierung, für den größten Teil des Schutzes, der Farbe und des optischen Erscheinungsbildes und anschließend mit einer Klarlackschicht über der Basislackschicht für weiteren Schutz und optisches Erscheinungsbild beschichtet. Manchmal kann eine einzige Lackschicht, die als „Decklack“ bezeichnet wird, verwendet werden, um die Funktion sowohl des Basislacks als auch des Klarlacks zu gewährleisten. Es kann auch eine zusätzliche Lackschicht verwendet werden. So kann z.B. ein metallischer Untergrund mit einem Phosphatmaterial behandelt und vor dem Auftrag der Grundierung mit einer Elektrotauchlackschicht beschichtet werden.

[0055] Der Begriff „Zwischenlack“ oder „Zwischenlackschicht“ bezieht sich auf eine farbige, nicht opake Beschichtung, die zwischen einer Basislackschicht und einer Klarlackschicht in einem mehrschichtigen Lackierungssystem angeordnet ist. Um einzigartige und attraktive Farben oder visuelle Effekte zu erzielen, können in der Automobilindustrie und in anderen Endanwendungsbereichen des Lackierens Mehrschichtlacke mit drei

oder mehr Lackschichten anstelle des traditionellen Zweischichtlacksystems „Basislack und Klarlack“ verwendet werden. Das Mehrschichtsystem kann in der Regel aus mindestens einer ersten farbigen und opaken Basislackschicht, einer zweiten nicht opaken Farbschicht, die über mindestens einen Teil der Basislackschicht aufgebracht wird, und einer dritten Klarlackschicht, die über mindestens einen Teil der zweiten nicht opaken Lackschicht aufgebracht wird, bestehen. Die zweite nicht opake Farbschicht wird üblicherweise als Zwischenlackschicht bezeichnet, die Farbpigmente enthält. Die Zwischenlackschicht ist in der Regel so formuliert, dass sie nicht opak ist, damit die Farbe des darunter liegenden Basislacks durch die Zwischenschicht hindurch sichtbar ist.

[0056] Hier wird ein System **50** für das Auftragen eines ersten Anstrichmittels und eines zweiten Anstrichmittels vorgestellt. Das System **50** enthält einen ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der eine erste Düse enthält und die erste Düse eine erste Düsenöffnung **92** definiert. Das System umfasst ferner einen zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** einschließlich einer zweiten Düse, die eine zweite Düsenöffnung **94** definiert. Das System **50** umfasst ferner einen ersten Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad und ist so konfiguriert, dass er das erste Anstrichmittel enthält. Das System **50** umfasst ferner einen zweiten Vorratsbehälter, der mit dem zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** in Flüssigkeitsverbindung steht und ist so konfiguriert, dass er das zweite Anstrichmittel enthält. Das System **50** umfasst außerdem einen Untergrund **10**, der einen Zielbereich definiert. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das erste Anstrichmittel aus dem ersten Vorratsbehälter aufnimmt und das erste Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** in den Zielbereich des Untergrundes austrägt, um eine erste Lackschicht zu bilden. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** ist so konfiguriert, dass er das zweite Anstrichmittel aus dem zweiten Vorratsbehälter aufnimmt und das zweite Anstrichmittel durch die zweite Düsenöffnung **94** auf die erste Lackschicht austrägt, um eine zweite Lackschicht zu bilden.

[0057] In bestimmten Ausführungsformen enthält das erste Anstrichmittel ein Basislackanstrichmittel und das zweite Anstrichmittel ein Klarlackanstrichmittel. In anderen Ausführungsformen enthält das erste Anstrichmittel ein Bindemittel und das zweite Anstrichmittel einen mit dem Bindemittel reaktiven Vernetzer, oder das erste Anstrichmittel enthält einen Vernetzer und das zweite Anstrichmittel enthält ein mit dem Vernetzer reaktives Bindemittel.

[0058] In Bezug auf **Fig. 14** wird in Ausführungsformen eine Grundierungslackschicht **96** aus einem Grundierungsanstrichmittel gebildet und kann auf dem Untergrund **10** aufgebracht werden. Die erste Lackschicht **98** kann auf der Grundierungslackschicht **96** und die zweite Lackschicht **100** kann auf der ersten Lackschicht **98** aufgebracht werden. Das Grundierungsanstrichmittel kann mit einem herkömmlichen Sprühauftagsgerät aufgetragen werden.

[0059] Der Untergrund **10** kann ein metallhaltiges Material, ein Kunststoffhaltiges Material oder eine Kombination davon enthalten. In bestimmten Ausführungsformen ist der Untergrund **10** im Wesentlichen nicht porös. Der hier verwendete Begriff „im Wesentlichen“ bedeutet, dass mindestens 95 %, mindestens 96 %, mindestens 97 %, mindestens 98 %, mindestens 99 % einer Oberfläche der Lackschicht frei von Poren sind. Das Anstrichmittel kann zur Beschichtung jeder Art von Untergrund **10** verwendet werden, der nach dem Stand der Technik bekannt ist. In Ausführungsformen ist der Untergrund **10** ein Fahrzeug, ein Automobil oder ein Kraftfahrzeug. „Fahrzeug“ oder „Automobil“ oder „Kraftfahrzeug“ umfassen ein Automobil, wie z.B. Auto, Lieferwagen, Kleintransporter, Bus, SUV (Sports Utility Vehicle), Lastwagen, Sattelschlepper, Zugmaschine, Motorrad, Anhänger, ATV (All Terrain Vehicle), Pickup, Schwerlasttransporter, wie z.B. Bulldozer, Mobilkran und Erdbewegungsmaschine, Flugzeuge, Boote, Schiffe und andere Transportmittel. Das Anstrichmittel kann ebenfalls zur Beschichtung von Untergründen in industriellen Anwendungen wie Gebäuden, Zäunen, Keramikfliesen, stationären Strukturen, Brücken, Rohren, zellulosehaltigen Materialien (z.B. Holz, Papier, Fasern usw.) verwendet werden. Das Anstrichmittel kann auch zur Beschichtung von Substraten in Konsumgüteranwendungen wie Helmen, Baseballschlägern, Fahrrädern und Spielzeug verwendet werden. Es ist zu beachten, dass der Begriff „Substrat“, wie er hier verwendet wird, sich auch auf eine Lackschicht beziehen kann, die auf einem Artikel aufgebracht ist, der ebenfalls als Substrat betrachtet wird.

[0060] Die Lackschicht kann eine Lösemittelbeständigkeit von mindestens 5 Doppel-MEK-Abreibungen, alternativ mindestens 20 Doppel-MEK-Abreibungen oder alternativ mindestens 20 Doppel-MEK-Abreibungen auf einem nicht-porösen Untergrund gemäß ASTM D4752 haben.

[0061] Die Lackschicht kann einen Filmelastizitätsmodul von mindestens 100 MPa, alternativ mindestens 100 MPa oder alternativ mindestens 200 MPa gemäß ASTM 5026-15 haben.

[0062] Die Lackschicht, die aus dem Anstrichmittel einschließlich einer Vernetzung gebildet wird, kann eine Vernetzungsdichte von mindestens 0,2 mmol/cm³, alternativ mindestens 0,5 mmol/cm³ oder alternativ mindestens 1,0 mmol/cm³ gemäß ASTM D5026-15 haben.

[0063] Die Lackschicht kann einen Glanzwert von mindestens 75, alternativ mindestens 88 oder alternativ mindestens 92 bei einem Spiegelwinkel von 20 Grad gemäß ASTM 2813 haben.

[0064] Die Lackschicht kann eine Glanzbeständigkeit von mindestens 50 %, alternativ mindestens 70 % oder alternativ mindestens 90 % des ursprünglichen Glanzwertes nach 2000 Stunden Bewitterung gemäß ASTM D7869 haben.

[0065] Die Lackschicht kann eine Dicke von mindestens 5 Mikrometern, alternativ mindestens 15 Mikrometern oder alternativ mindestens 50 Mikrometern gemäß ASTM D7091-13 haben.

[0066] Ein System **50** für das Auftragen des Anstrichmittels auf Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** wird hier ebenfalls vorgestellt. Das System **50** umfasst den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der jeder nach dem Stand der Technik bekannte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad sein kann, sofern er für den Druck des Anstrichmittels geeignet ist. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann als kontinuierlicher Auftrag, als Drop-on-Demand oder selektiv als bei-des konfiguriert werden. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann das Anstrichmittel über einen Ventilstrahl, eine piezoelektrische, thermische, akustische oder Ultraschallmembran auftragen. Das System **50** kann mehr als einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** umfassen, wobei jeder so konfiguriert ist, dass er ein anderes Anstrichmittel aufträgt (z.B. verschiedene Farben, Voll- oder Effektpigmente, Basislack oder Klarlack). Es ist jedoch zu beachten, dass ein einziger Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** für die Applikation einer Vielzahl verschiedener Anstrichmittel verwendet werden kann.

[0067] In Bezug auf **Fig. 10A**, **Fig. 10B**, **Fig. 10C** und **Fig. 10D** in Ausführungsformen, ist der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** ein piezoelektrischer Applikator **68**, der so konfiguriert ist, dass er das Anstrichmittel Drop-on-Demand aufträgt. Der piezoelektrische Applikator **68** umfasst ein piezoelektrisches Element **70**, das so konfiguriert ist, dass es sich zwischen einer Saugposition, einer Ruheposition und einer Auftragsposition verformt. Der piezoelektrische Applikator **68** enthält außerdem die Düse, durch die ein Tröpfchen **74** des Anstrichmittels aufgetragen wird. In **Fig. 10A** befindet sich das piezoelektrische Element **70** in einer Ruheposition. In **Fig. 10B** befindet sich das piezoelektrische Element **70** in einer Saugposition, um das Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter anzusaugen. In **Fig. 10C** befindet sich das piezoelektrische Element **70** in einer Auftragsposition, um das Anstrichmittel aus dem piezoelektrischen Applikator **68** abzugeben und dadurch den Tröpfchen **74** zu bilden. **Fig. 10D** kehrt das piezoelektrische Element **70** in die Ruheposition zurück. In bestimmten Ausführungsformen kann der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** eine Strahlfrequenz von etwa 100 Hz bis etwa 1.000.000 Hz, alternativ von etwa 10.000 Hz bis etwa 100.000 Hz oder alternativ von etwa 30.000 Hz bis etwa 60.000 Hz haben.

[0068] Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann eine düsendefinierende Düsenöffnung umfassen. Es ist zu beachten, dass jeder Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad mehr als eine Düse umfassen kann, z.B. zum Auftragen eines Anstrichmittels mit Effektpigmenten, die eine größere Düsenöffnung erfordern können. Die Düsenöffnung **72** kann einen Düsendurchmesser (D) von etwa 0,000001 bis etwa 0,001, alternativ von etwa 0,000005 bis etwa 0,0005 oder alternativ von etwa 0,00002 bis etwa 0,00018 haben. Die Düsenöffnung **72** kann einen Düsendurchmesser (D) in einer Größenordnung von mindestens 0,000001, alternativ von mindestens 0,000005 oder alternativ von mindestens 0,00002 haben. Die Düsenöffnung **72** kann einen Düsendurchmesser (D) in einer Größenordnung von nicht größer als 0,001, alternativ nicht größer als 0,0005 oder alternativ nicht größer als 0,00018 haben.

[0069] In Bezug auf **Fig. 11** umfasst der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** in Ausführungsformen eine Vielzahl von Düsen **72**. Die Düsen **72** sind rechtwinklig zur Verfahrrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad ausgerichtet. Dadurch ist der Abstand der Tröpfchen **72** des Anstrichmittels ähnlich dem Abstand der Düsen **72** zueinander.

[0070] In Bezug auf **Fig. 12** umfasst der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad in Ausführungsformen eine Vielzahl von Düsen **72**. Die Düsen **72** sind diagonal zur Verfahrrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad ausgerichtet. Dadurch wird der Abstand der Tröpfchen **74** des Anstrichmittels gegenüber dem Abstand der Düsen **72** zueinander verringert.

[0071] In Bezug auf **Fig. 13** umfassen vier Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad in Ausführungsformen jeweils eine Vielzahl von Düsen **72**. Die vier Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** bilden zusammen eine Baugruppe von Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad **76**. Die Düsen **72** sind senkrecht zu der Verfahrrichtung ausgerichtet, in der sich der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad bewegt. Die vier Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad sind so gegeneinander versetzt, dass sich der Abstand zwischen den Düsen **72** für die Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad **76** insgesamt verringert. Dadurch wird der Abstand der Tröpfchen **74** des Anstrichmittels gegenüber dem Abstand der Düsen **72** zueinander weiter verringert.

[0072] In bestimmten Ausführungsformen wird hier ein System **50** zum Aufbringen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund **10** unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** beschrieben. Das System **50** enthält einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich einer Düse. Die Düse kann einen Düsendurchmesser von ca. 0,00002 m bis ca. 0,0004 m haben. Das System **50** umfasst ferner einen Vorratsbehälter, der mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** in Verbindung steht und für die Aufnahme des Anstrichmittels konfiguriert ist. Das Anstrichmittel beinhaltet u.a. ein Träger- und ein Bindemittel. Das Anstrichmittel kann eine Viskosität von etwa 0,002 Pa·s bis etwa 0,2 Pa*s, eine Dichte von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s haben. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** ist so konfiguriert, dass er das Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter aufnimmt und das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** auf den Untergrund **10** abgibt, um eine Lackschicht **78** zu bilden. Es ist zu beachten, dass die Größenordnungen für den Düsendurchmesser, die Viskosität, die Dichte, die Oberflächenspannung und die Relaxationszeit durch eine der hier beschriebenen Größenordnungen definiert werden können.

[0073] Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** mit einer Auftreffgeschwindigkeit von etwa 0,2 m/s bis etwa 20 m/s abgegeben wird. Alternativ kann der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** mit einer Auftreffgeschwindigkeit von etwa 0,4 m/s bis etwa 10 m/s abgegeben wird. Die Düsenöffnung **72** kann einen Düsendurchmesser von etwa 0,00004 m bis etwa 0,00025 m haben. Das Anstrichmittel kann aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** als ein Tröpfchen **74** mit einer Partikelgröße von mindestens 10 Mikrometern abgegeben werden.

[0074] In bestimmten Ausführungsformen treffen mindestens 80 % der aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** abgegebenen Tröpfchen **74** des Anstrichmittels auf den Untergrund **10**. In anderen Ausführungsformen treffen mindestens 85 %, alternativ mindestens 90 %, alternativ mindestens 95 %, alternativ mindestens 97 %, alternativ mindestens 98 %, alternativ mindestens 99 % oder alternativ mindestens 99,9 % der aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** abgegebenen Tröpfchen **74** der Anstrichmittel auf den Untergrund **10**. Ohne an die Theorie gebunden zu sein, geht man davon aus, dass eine Erhöhung der Anzahl der Tröpfchen **74**, die auf den Untergrund **10** auftreffen, im Verhältnis zu der Anzahl der Tröpfchen **74**, die nicht auf den Untergrund **10** auftreffen und dadurch in die Umwelt gelangen, die Effizienz der Anwendung des Anstrichmittels verbessert, das Abfallaufkommen und die Wartung des Systems **10** verringert.

[0075] In bestimmten Ausführungsformen sind mindestens 80 % der Tröpfchen **74** des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** abgegebenen Anstrichmittels monodispers, sodass die Tröpfchen **74** eine Partikelgrößenverteilung von weniger als 20 % aufweisen. Bei anderen Ausführungsformen sind mindestens 85 %, alternativ mindestens 90 %, alternativ mindestens 95 %, alternativ mindestens 97 %, alternativ mindestens 98 %, alternativ mindestens 99 % oder alternativ mindestens 99,9 % der aus dem Applikator abgegebenen Tröpfchen **74** monodispers, sodass die aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** abgegebenen Tröpfchen **74** eine Partikelgrößenverteilung von weniger als 20 % aufweisen, alternativ weniger als 15 %, alternativ weniger als 10 %, alternativ weniger als 5 %, alternativ weniger als 3 %, alternativ weniger als 2 %, alternativ weniger als 1 % oder alternativ weniger als 0,1 %. Während herkömmliche Applikatoren auf Zerstäubung angewiesen sind, um einen „Nebel“ aus zerstäubten Tröpfchen eines Anstrichmittels mit einer dispergierten Partikelgrößenverteilung zu bilden, können die monodispersen Tröpfchen **74**, die durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** gebildet werden, auf den Untergrund **10** ausgerichtet werden, was zu einem verbesserten Auftragswirkungsgrad relativ zu konventionellen Applikatoren führt.

[0076] In bestimmten Ausführungsformen bleiben mindestens 80 % der Tröpfchen **74** des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** abgegebenen Anstrichmittels nach Kontakt mit dem Untergrund **10** als einzelner Tröpfchen zurück. Bei anderen Ausführungsformen bleiben nach Kontakt mit dem Untergrund **10** mindestens 85 %, alternativ mindestens 90 %, alternativ mindestens 95 %, alternativ mindestens 97 %, alternativ mindestens 98 %, alternativ mindestens 99 % oder alternativ mindestens 99,9 %

der aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** abgegebenen Tröpfchen **74** des Anstrichmittels als einzelner Tröpfchen zurück. Ohne an die Theorie gebunden zu sein, geht man davon aus, dass das Spritzen des Anstrichmittels, das durch den Aufprall auf den Untergrund **10** entsteht, durch die Anwendung des Anstrichmittels mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** minimiert oder eliminiert werden kann.

[0077] In bestimmten Ausführungsformen bleiben nach dem Abgeben aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** mindestens 80 % der Tröpfchen **74** des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** abgegebenen Anstrichmittels als ein einziger Tröpfchen nach dem Abgeben aus der Düsenöffnung **72** des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** zurück. Bei anderen Ausführungsformen bleiben nach dem Abgeben von der Düsenöffnung **72** des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** mindestens 85 %, alternativ mindestens 90 %, alternativ mindestens 95 %, alternativ mindestens 97 %, alternativ mindestens 98 %, alternativ mindestens 99 % oder alternativ mindestens 99,9 % der Tröpfchen **74** des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** abgegebenen Anstrichmittels als einzelner Tröpfchen zurück. Ohne an die Theorie gebunden zu sein, geht man davon aus, dass die Bildung von Satellitentröpfchen durch den Auftrag des Anstrichmittels mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** reduziert oder eliminiert werden kann. In Bezug auf **Fig. 6**, haben in bestimmten Ausführungsformen Auftreffgeschwindigkeit und Düsendurchmesser einen Einfluss auf die Satellitentröpfchenbildung. Durch die Berücksichtigung der Auftreffgeschwindigkeit und des Düsendurchmessers kann die Satellitentröpfchenbildung reduziert werden.

[0078] In bestimmten Ausführungsformen ist die Lackschicht nach makroskopischer Analyse eine im Wesentlichen gleichmäßige Schicht. Der hier verwendete Begriff „im Wesentlichen“ bedeutet, dass mindestens 95 %, mindestens 96 %, mindestens 97 %, mindestens 98 %, mindestens 99 % einer Oberfläche der Lackschicht eine Oberfläche des Untergrundes **10** oder eine Oberfläche einer Zwischenschicht zwischen dem Untergrund **10** und Lackschicht bedecken. Die hier verwendete Formulierung „makroskopische Analyse“ bedeutet, dass die Analyse der Lackschicht auf der Grundlage einer Visualisierung ohne Mikroskop durchgeführt wird.

[0079] Ein weiteres System **50** für das Auftragen eines ersten Anstrichmittels und eines zweiten Anstrichmittels wird hier vorgestellt. Das System umfasst einen ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der eine erste Düse umfasst und die erste Düse eine erste Düsenöffnung **92** definiert. Das System umfasst ferner einen zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** einschließlich einer zweiten Düse, die eine zweite Düsenöffnung **94** definiert. Das System **50** umfasst ferner einen ersten Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad und ist so konfiguriert, dass er das erste Anstrichmittel enthält. Das System **50** umfasst ferner einen zweiten Vorratsbehälter, der mit dem zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** in Flüssigkeitsverbindung steht und ist so konfiguriert, dass er das zweite Anstrichmittel enthält. Das System **50** enthält ferner einen Untergrund **10**, der einen ersten Zielbereich **80** und einen zweiten Zielbereich **82** definiert. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das erste Anstrichmittel aus dem ersten Vorratsbehälter aufnimmt und das erste Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** in den ersten Zielbereich **80** des Untergrunds **10** abgibt. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** ist so konfiguriert, dass er das zweite Anstrichmittel aus dem zweiten Vorratsbehälter aufnimmt und das zweite Anstrichmittel durch die zweite Düsenöffnung **94** in den Zielbereich des Untergrunds **10** abgibt. In bestimmten Ausführungsformen grenzt das erste Zielgebiet **80** an das zweite Zielgebiet **82**.

[0080] In bestimmten Ausführungsformen umfasst der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad eine Vielzahl der ersten Düsen **72**, wobei jede der ersten Düsen **72** die erste Düsenöffnung **92** definiert. In diesen Ausführungsformen enthält der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** eine Vielzahl der zweiten Düsen, wobei jede der zweiten Düsen die zweite Düsenöffnung **94** definiert. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** ist so konfiguriert, dass das erste Anstrichmittel durch jede der ersten Düsenöffnungen **92** unabhängig voneinander abgegeben wird, und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** ist so konfiguriert, dass das zweite Anstrichmittel durch jede der zweiten Düsenöffnungen **94** unabhängig voneinander abgegeben wird.

[0081] In verschiedenen Ausführungsformen umfasst der Untergrund **10** ein erstes Ende **84** und ein zweites Ende **86**, wobei der erste Zielbereich **80** des Untergrunds **10** und der zweite Zielbereich **82** des Untergrunds **10** dazwischen angeordnet sind. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** können so konfiguriert werden, dass sie sich vom ersten Ende **84** zum zweiten Ende **86** bewegen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** können so konfiguriert werden, dass sie das erste Anstrichmittel und das

zweite Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** entlang eines einzigen Durchgangs vom ersten Ende **84** bis zum zweiten Ende **86** abgeben.

[0082] Es kann ein Pfad definiert werden, der sich zwischen dem ersten und dem zweiten Ende erstreckt. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass sie sich entlang des Pfades bewegen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass sie das erste Anstrichmittel und das zweite Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** während eines einzigen Durchgangs entlang des Pfades abgeben.

[0083] In Bezug auf **Fig. 16** wirken in einer exemplarischen Ausführungsform der erste Zielbereich **80** des Untergrunds **10** und ein zweiter Zielbereich **82** des Untergrunds **10** zusammen, um ein Tarmuster zu bilden. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass das erste Anstrichmittel und das zweite Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** in den ersten Zielbereich **80** und den zweiten Zielbereich **82** abgegeben werden, um eine Lackschicht mit dem Tarmuster während des einzigen Durchgangs zu erzeugen.

[0084] In Bezug auf **Fig. 17**, wirken in einer weiteren exemplarischen Ausführungsform der erste Zielbereich **80** des Untergrunds **10** und ein zweiter Zielbereich **82** des Untergrunds **10** zu einem zweifarbigem Muster zusammen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass das erste Anstrichmittel und das zweite Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** in den ersten Zielbereich **80** und den zweiten Zielbereich **82** abgegeben werden, um eine Lackschicht mit dem zweifarbigem Muster während des einzigen Durchgangs zu bilden.

[0085] In Bezug auf **Fig. 18**, wirken in einer weiteren exemplarischen Ausführungsform der erste Zielbereich **80** des Untergrunds **10** und ein zweiter Zielbereich **82** des Untergrunds **10** zu einem Streifenmuster zusammen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass sie das erste Anstrichmittel und das zweite Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** in den ersten Zielbereich **80** und den zweiten Zielbereich **82** abgeben, um eine Lackschicht mit dem Streifenmuster während des einzigen Durchgangs zu bilden.

[0086] In Bezug auf **Fig. 19**, wirken in einer weiteren exemplarischen Ausführungsform der erste Zielbereich **80** des Untergrunds **10** und ein zweiter Zielbereich **82** des Untergrunds **10** zu einem unregelmäßigen Muster zusammen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass sie das erste Anstrichmittel und das zweite Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** in den ersten Zielbereich **80** und den zweiten Zielbereich **82** abgeben, um eine Lackschicht mit dem unregelmäßigen Muster während des einzigen Durchgangs zu bilden.

[0087] In Bezug auf **Fig. 15** können der erste Zielbereich **80** des Untergrunds **10** und ein zweiter Zielbereich **82** des Untergrunds **10** abwechselnd eine rechteckige Anordnung zwischen dem ersten Zielbereich **80** und dem zweiten Zielbereich **82** bilden. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** können so konfiguriert werden, dass das erste Anstrichmittel und das zweite Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** in den ersten Zielbereich **80** und den zweiten Zielbereich **82** abgegeben werden, um die Lackschicht während des einzigen Durchgangs zu bilden. In Ausführungsformen enthält das erste Anstrichmittel ein Pigment und das zweite Anstrichmittel ein Effektpigment.

[0088] Das Pigment des ersten Anstrichmittels kann ein Primärpigment sein. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Primärpigmente sind Pigmente mit koloristischen Eigenschaften, die für die vorliegende Erfindung nützlich sind: blaue Pigmente, einschließlich Indanthronblau Pigment Blue **60**, Phthalocyaninblau, Pigment Blue 15:1, 15:2, 15:3 und 15:4, und Kobaltblau Pigment Blau **28**; Rotpigmente einschließlich Chinacridonrot, Pigment Rot **122** und Pigment Rot **202**, Eisenoxidrot Pigment Rot **101**, Perylenrot Scharlachrot Pigment Rot **149**, Pigment Rot **177**, Pigment Rot **178** und Kastanienbraun Pigment Rot **179**, Azorot Pigment Rot **188** und Diketo-Pyrrolopyrrol Rot Pigment Rot **255** und Pigment Rot **264**; gelbe Pigmente einschließlich Diarylid-gelb Pigment Gelb **14**, Eisenoxidgelb Pigment Gelb **42**, Nickeltitanatgelb Pigment Gelb **53**, Indolinongelb Pigment Gelb **110** und Pigment Gelb **139**, Monoazogelb Pigment Gelb **150**, Wismutvanadiumgelb Pigment Gelb **184**, Disazogelb Pigment Gelb **128** und Pigment Gelb **155**; orangene Pigmente einschließlich Chinacridon Orangene Pigmente Pigment Gelb **49** und Pigment Orange **49**, Benzimidazolon Orange Pigment Orange **36**;

grüne Pigmente einschließlich Phthalocyaningrün Pigment Grün 7 und Pigment Grün 36 und Kobaltgrün Pigment Grün 50; violette Pigmente einschließlich Chinacridonviolett Pigment Violett 19 und Pigment Violett 42, Dioxanviolett Pigment Violett 23, und Perylenviolett Pigment Violett 29; braune Pigmente einschließlich Monoazobraun Pigment Braun 25 und Chromantimontitanat Pigment Braun 24, Eisenchromoxid Pigment Braun 29; weiße Pigmente wie Anatas und Rutiltitandioxid (TiO₂) Pigment Weiß 6; und schwarze Pigmente einschließlich Kohlenschwarze Pigment Schwarz 6 und Pigment Schwarz 7, Perylenschwarz Pigment Schwarz 32, Kupferchromatschwarz Pigment Schwarz 28.

[0089] Das zweite Anstrichmittel kann ein Effektpigment enthalten. Das Effektpigment des zweiten Anstrichmittels wird aus der Gruppe der metallischen Flockenpigmente, glimmerhaltigen Pigmente, glashaltigen Pigmente und deren Kombinationen gewählt.

[0090] Das zweite Anstrichmittel kann ein funktionelles Pigment enthalten. Das funktionelle Pigment kann aus den Gruppen Radarreflexionspigment, LiDAR-Reflexionspigment, Korrosionsschutzpigment und Kombinationen davon gewählt werden.

[0091] Das zweite Anstrichmittel kann ein funktionelles Additiv enthalten, das so konfiguriert ist, dass es mit dem ersten Anstrichmittel zusammenwirkt, um die Eigenschaften des Anstrichmittels zu verbessern. Das funktionelle Additiv kann aus den Gruppen Anti-Hänger-Mittel, pH-Modifikator, Katalysator, Oberflächenspannungsmodifikator, Löslichkeitsmodifikator, Haftverbesserer und Kombinationen davon gewählt werden.

[0092] In Ausführungsformen sind die Vielzahl der ersten Düsen des ersten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 linear zueinander entlang einer ersten Achse und die Vielzahl der zweiten Düsen des zweiten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 linear zueinander entlang einer zweiten Achse angeordnet, wobei die erste Achse und die zweite Achse parallel zueinander verlaufen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 kann mit dem zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 gekoppelt werden. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 können zusammenwirken, um eine Applikatorbaugruppe mit hohem Auftragswirkungsgrad zu bilden, die eine einheitliche Komponente ist.

[0093] Ein weiteres System 50 für das Auftragen eines Anstrichmittels wird hier beschrieben. Das System 50 umfasst einen ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 einschließlich einer ersten Düse, die eine erste Düsenöffnung 92 definiert. Das System umfasst ferner einen zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 einschließlich einer zweiten Düse und die zweite Düse definiert eine zweite Düsenöffnung 94. Das System 50 umfasst ferner einen Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 und dem zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90. Der Vorratsbehälter ist für die Aufnahme des Anstrichmittels konfiguriert. Das System 50 umfasst einen Untergrund 10, der einen ersten Zielbereich 80 und einen zweiten Zielbereich 82 definiert. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 sind so konfiguriert, dass sie das Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter aufnehmen und das Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung 92 in den ersten Zielbereich 80 des Untergrunds 10 und durch die zweite Düsenöffnung 94 in den zweiten Zielbereich 82 des Untergrunds 10 abgeben.

[0094] Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 umfasst eine Vielzahl der ersten Düsen, wobei jede der ersten Düsen die erste Düsenöffnung 92 definiert. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 enthält eine Vielzahl der zweiten Düsen, wobei jede der zweiten Düsen die zweite Düsenöffnung 94 definiert. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 ist so konfiguriert, dass das Anstrichmittel durch jede der ersten Düsenöffnungen 90 unabhängig voneinander abgegeben wird, und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 ist so konfiguriert, dass das Anstrichmittel durch jede der zweiten Düsenöffnungen 94 unabhängig voneinander abgegeben wird.

[0095] Der Untergrund 10 umfasst ein erstes Ende und ein zweites Ende, wobei der erste Zielbereich 80 des Untergrundes 10 und der zweite Zielbereich 82 des Untergrundes 10 dazwischen angeordnet sind. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 sind so konfiguriert, dass sie sich vom ersten Ende zum zweiten Ende bewegen, und der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 88 und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad 90 sind so konfiguriert, dass sie das Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung 92 und die zweite Düsenöffnung 94 entlang eines einzigen Durchgangs vom ersten Ende zum zweiten Ende abgeben.

[0096] Es wird ein Pfad definiert, der sich zwischen dem ersten und dem zweiten Ende erstreckt. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass sie sich entlang des Pfades bewegen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** sind so konfiguriert, dass sie das Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** während eines einzigen Durchgangs entlang des Pfades abgeben.

[0097] Der erste Zielbereich **80** des Untergrunds **10** und ein zweiter Zielbereich **82** des Untergrunds **10** wirken zusammen, um eine rechteckige Anordnung zwischen dem ersten Zielbereich **80** und dem zweiten Zielbereich **82** zu bilden. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** werden so konfiguriert, dass das Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** in den ersten Zielbereich **80** und den zweiten Zielbereich **82** abgegeben werden, um die Lackschicht während des einzigen Durchgangs zu bilden.

[0098] Die Vielzahl der ersten Düsen des ersten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** sind in einer linearen Konfiguration relativ zueinander entlang einer ersten Achse und die Vielzahl der zweiten Düsen des zweiten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** verlaufen in einer linearen Konfiguration relativ zueinander. Die erste Achse und die zweite Achse sind parallel zueinander.

[0099] Die Vielzahl der ersten Düsen umfasst eine erste Düse A und eine erste Düse B, die an die erste Düse A angrenzt. Die erste Düse A und die erste Düse B sind in einem Düsenabstand zueinander angeordnet. Die Vielzahl der zweiten Düsen umfasst eine zweite Düse A, die an die erste Düse A angrenzt. Die erste Düse A und die zweite Düse A sind in einem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad im Abstand zueinander angeordnet. Der Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad entspricht im Wesentlichen dem Abstand der ersten Düse.

[0100] Die Vielzahl der ersten Düsen und die Vielzahl der zweiten Düsen sind relativ zueinander beabstandet, um eine rechteckige Anordnung zu bilden, und wobei die Vielzahl der ersten Düsen und die Vielzahl der zweiten Düsen so konfiguriert sind, dass sie abwechselnd das Anstrichmittel zwischen benachbarten ersten und zweiten Düsen der rechteckigen Anordnung abgeben, um das Hängen des Anstrichmittels zu verringern.

[0101] Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** umfasst in verschiedenen Ausführungsformen sechzig Düsen, die entlang einer y-Achse ausgerichtet sind. Es ist jedoch zu beachten, dass der Druckkopf **12** eine beliebige Anzahl von Düsen enthalten kann. Jede Düse kann unabhängig von den anderen Düsen betätigt werden, um das Anstrichmittel auf den Untergrund **10** aufzutragen. Während des Druckens kann durch die unabhängige Betätigung der Düsen die Platzierung der einzelnen Tröpfchen des Anstrichmittels auf dem Untergrund **10** gesteuert werden.

[0102] Zwei oder mehr Druckköpfe **12** können zu einer Druckkopfbaugruppe gekoppelt werden. In bestimmten Ausführungsformen werden die Druckköpfe **12** so ausgerichtet, dass die y-Achse der einzelnen Druckköpfe **12** parallel zu den anderen y-Achsen liegt. Außerdem können die Düsen jedes Druckkopfes **12** entlang einer senkrecht zur y-Achse verlaufenden x-Achse so ausgerichtet werden, dass ein „Array“ entsteht. Eine Düse kann in gleichem Abstand von den anderen Düsen direkt neben der einen Düse, bezogen auf die x-Achse und die y-Achse, angeordnet sein. Diese Konfiguration von Düsen kann geeignet sein, um das gleiche Anstrichmittel durch jeden der Druckköpfe **12** auf den Untergrund **10** aufzutragen, wenn sich die Druckkopfanordnung entlang der x-Achse bewegt. Ohne an die Theorie gebunden zu sein, geht man davon aus, dass gleiche Abstände der Düsen, sowohl zur x-Achse als auch zur y-Achse, zu einem gleichmäßigen Auftragen desselben Anstrichmittels auf den Untergrund **10** führen können. Ein einheitlicher Auftrag desselben Anstrichmittels kann für Einfarbenaufträge, Zweifarbenaufträge und dergleichen geeignet sein.

[0103] Alternativ dazu kann ein Satz Düsen entlang einer ersten y-Achse relativ zum Abstand der einzelnen Düsen entlang der y-Achse eines einzelnen Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** in geringem Abstand zu einem anderen Satz Düsen angeordnet sein. Diese Düsenkonfiguration kann geeignet sein, verschiedene Anstrichmittel durch jeden der Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** aufzutragen. Unterschiedliche Anstrichmittel, die innerhalb desselben Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad verwendet werden, können für Logos, Designs, Beschriftungen, Streifen, Tarnung und ähnliches geeignet sein.

[0104] Die Düsen des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** können jede nach dem Stand der Technik bekannte Konfiguration haben, wie z.B. linear, konkav relativ zum Untergrund **10**, konvex relativ zum

Untergrund **10**, kreisförmig und ähnliches. Eine Anpassung der Konfiguration der Düsen kann notwendig sein, um die Zusammenarbeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** mit unregelmäßigen Konfigurationen, wie z.B. Fahrzeugen mit Spiegeln, Verkleidungen, Konturen, Spoilern und ähnlichem, zu erleichtern.

[0105] Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann so konfiguriert werden, dass einzelne Tröpfchen zu einer gewünschten Farbe zusammengeführt werden. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann Düsen zum Auftragen von cyanfarbenen, magentafarbenen, gelben und schwarzen Anstrichmitteln enthalten. Die Eigenschaften der Anstrichmittel können modifiziert werden, um die Vermischung zu fördern. Außerdem können Rührquellen wie Luftbewegung oder Schallgeneratoren eingesetzt werden, um die Vermischung der Anstrichmittel zu fördern. Die Rührquellen können an den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** gekoppelt oder von diesem getrennt sein.

[0106] Ein System zur Anwendung eines ersten, eines zweiten und eines dritten Anstrichmittels wird hier ebenfalls vorgestellt. Das System umfasst einen ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** einschließlich einer ersten Düse, die eine erste Düsenöffnung **92** definiert. Das System umfasst einen zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** einschließlich einer zweiten Düse, die eine zweite Düsenöffnung **94** definiert. Das System umfasst ferner einen dritten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der eine dritte Düse umfasst und die dritte Düse eine dritte Düsenöffnung definiert. Das System umfasst ferner einen ersten Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zur Aufnahme des ersten Anstrichmittels konfiguriert ist. Das System umfasst ferner einen zweiten Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90**, der so konfiguriert, dass er das zweite Anstrichmittel enthält. Das System umfasst ferner einen dritten Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem dritten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der so konfiguriert, dass er das dritte Anstrichmittel enthält. Das System umfasst außerdem einen Untergrund **10**, der einen Zielbereich definiert. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** ist so konfiguriert, dass er das erste Anstrichmittel aus dem ersten Vorratsbehälter aufnimmt und das erste Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92** in den Zielbereich des Untergrunds **10** abgibt. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** ist so konfiguriert, dass er das zweite Anstrichmittel aus dem zweiten Vorratsbehälter aufnimmt und das zweite Anstrichmittel durch die zweite Düsenöffnung **94** in den Zielbereich des Untergrunds **10** abgibt. Der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das dritte Anstrichmittel aus dem dritten Vorratsbehälter aufnimmt und das dritte Anstrichmittel durch die dritte Düsenöffnung in den Zielbereich des Untergrunds **10** abgibt.

[0107] In Ausführungsformen weist das erste Anstrichmittel einen ersten Farbraum, das zweite Anstrichmittel einen zweiten Farbraum und das dritte Anstrichmittel einen dritten Farbraum auf. In bestimmten Ausführungsformen umfasst der erste Farbraum einen Cyan-Farbraum nach dem CMYK-Farbmodell, der zweite Farbraum einen Magenta-Farbraum nach dem CMYK-Farbmodell und der dritte Farbraum einen Gelb-Farbraum nach dem CMYK-Farbmodell. In anderen Ausführungsformen umfasst der erste Farbraum einen roten Farbraum nach dem RGB-Farbmodell, der zweite Farbraum einen grünen Farbraum nach dem RGB-Farbmodell und der dritte Farbraum einen blauen Farbraum nach dem RGB-Farbmodell.

[0108] Eines oder mehrere der ersten Anstrichmittel, der zweiten Anstrichmittel und der dritten Anstrichmittel können auf ein anderes der ersten Anstrichmittel, der zweiten Anstrichmittel und der dritten Anstrichmittel abgegeben werden, um einen anderen Farbraum als den ersten Farbraum, den zweiten Farbraum und den dritten Farbraum zu erzeugen. In Ausführungsformen definiert der Zielbereich eine Vielzahl von Unterbereichen, wobei ein oder mehrere des ersten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, des zweiten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** und des dritten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad so konfiguriert sind, dass ein oder mehrere des ersten Anstrichmittels, des zweiten Anstrichmittels und des dritten Anstrichmittels in den einen oder mehrere der Vielzahl von Unterbereichen abgegeben werden, um ein Halbtonmuster eines oder mehrerer des ersten Farbraums, des zweiten Farbraums und des dritten Farbraums zu erzeugen.

[0109] Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** kann eine Vielzahl der ersten Düsen umfassen, wobei jede der ersten Düsen die erste Düsenöffnung **92** definiert. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** kann eine Vielzahl der zweiten Düsen umfassen, wobei jede der zweiten Düsen die zweite Düsenöffnung **94** definiert. Der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad kann eine Vielzahl der dritten Düsen umfassen, wobei jede der dritten Düsen die dritte Düsenöffnung definiert. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** kann so konfiguriert werden, dass das erste Anstrichmittel unabhängig voneinander durch jede der ersten Düsenöffnungen **92** abgegeben werden. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** kann so konfiguriert werden, dass das zweite Anstrichmittel unabhängig voneinander durch jede der zweiten Düsenöffnungen **94** abgegeben wird. Der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad kann so konfiguriert werden, dass das dritte Anstrichmittel unabhängig voneinander durch jede der dritten Düsenöffnungen abgegeben wird.

kungsgrad kann so konfiguriert werden, dass das dritte Anstrichmittel durch jede der dritten Düsenöffnungen unabhängig voneinander abgegeben wird.

[0110] Der Untergrund **10** umfasst ein erstes Ende und ein zweites Ende mit dem dazwischen liegenden Zielbereich des Untergrunds **10**. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** und der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad können so konfiguriert werden, dass sie sich vom ersten Ende zum zweiten Ende bewegen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** und der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad können so konfiguriert werden, dass sie das erste Anstrichmittel, das zweite Anstrichmittel und das dritte Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92**, die zweite Düsenöffnung **94** und die dritte Düsenöffnung in einem einzigen Durchgang vom ersten Ende bis zum zweiten Ende abgeben.

[0111] Es kann ein Pfad definiert werden, der sich zwischen dem ersten und dem zweiten Ende erstreckt. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** und der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad können so konfiguriert werden, dass sie sich entlang des Pfades bewegen. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** und der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad können so konfiguriert werden, dass sie das erste Anstrichmittel, das zweite Anstrichmittel und das dritte Anstrichmittel durch die erste Düsenöffnung **92**, die zweite Düsenöffnung **94** und die dritte Düsenöffnung während eines einzigen Durchgangs entlang des Pfades abgeben.

[0112] Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** und der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad können miteinander gekoppelt werden. In Ausführungsformen können der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88**, der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** und der dritte Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad zusammenwirken, um eine Applikatorbaugruppe mit hohem Auftragswirkungsgrad zu bilden, die eine einheitliche Komponente ist.

[0113] In bestimmten Ausführungsformen umfasst das System ferner einen oder mehrere zusätzliche Applikatoren mit hohem Auftragswirkungsgrad.

[0114] Bestimmte Untergründe, wie z.B. Fahrzeuge, können die Anwendung eines Anstrichmittels auf einen bestimmten Teil des Untergrunds **10** erfordern. Herkömmliche dunkle Lackschichten, wie z.B. Schwarz, reflektieren das vom LiDAR bei etwa 920 nm erzeugte Signal möglicherweise nicht ausreichend, wodurch die Fähigkeit des LiDAR, den Untergrund **10** einschließlich der dunklen Lackschicht zu erkennen, beeinträchtigt wird. Außerdem können metallische Lackschichten, wie z.B. Silber, das vom LiDAR erzeugte Signal in eine Richtung weg vom LiDAR reflektieren, wodurch die Fähigkeit des LiDAR, den Untergrund **10** einschließlich der metallischen Lackschicht zu erkennen, beeinträchtigt wird.

[0115] In bestimmten Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel LiDAR-reflektierende Pigmente, die, zu einer Lackschicht geformt, die Erkennung des Untergrunds **10** durch das LiDAR verbessern können. Die Größe der Lackschicht, die aus dem Anstrichmittel einschließlich des LiDAR-reflektierenden Pigments gebildet wird, kann gerade groß genug sein, um vom LiDAR erkannt zu werden, während das Aussehen der konventionellen Beschichtung erhalten bleibt. Darüber hinaus kann das Anstrichmittel mit dem LiDAR-reflektierenden Pigment an bestimmten Stellen des Fahrzeugs (z.B. Stoßfänger, Dachlinie, Motorhaube, Seitenverkleidung, Spiegel usw.), die für die Erkennung durch das LiDAR relevant sind, aufgetragen werden, wobei das Erscheinungsbild der konventionellen Beschichtung erhalten bleibt. Das Anstrichmittel einschließlich LiDAR-reflektierendem Pigment kann ein beliebiges Anstrichmittel sein, wie z.B. ein Basislack oder ein Klarlack. Das Anstrichmittel mit LiDAR-reflektierendem Pigment kann mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** an einer vordefinierten Stelle auf den Untergrund **10** aufgetragen werden, ohne dass der Untergrund **10** abgeklebt werden muss und ein Teil des Anstrichmittels mit LiDAR-reflektierendem Pigment durch wenig effiziente Auftragsverfahren, wie z.B. konventionelle Sprühzerstäubung, verschwendet wird.

[0116] Das LiDAR-reflektierende Pigment kann eine oder mehrere Eigenschaften des Anstrichmittels beeinflussen. Eine Anpassung der Eigenschaften des Anstrichmittels kann notwendig sein, um das Anstrichmittel für den Auftrag mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, der Viskosität (η_0), der Dichte (ρ), der Oberflächenspannung (σ) und der Relaxationszeit (λ) geeignet zu machen. Ferner kann eine Anpassung der Eigenschaften des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** erforderlich sein, um den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** für die Anwendung, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, des Düsendurchmessers (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad

12, der Auftreffgeschwindigkeit (v) des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Geschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, dem Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vom Untergrund **10**, der Tröpfchengröße des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Abgabegeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und der Ausrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** relativ zur Schwerkraft geeignet zu machen.

[0117] In Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel ein Radarreflexionspigment oder ein LiDAR-Reflexionspigment. In bestimmten Ausführungsformen kann das Radarreflexionspigment oder das LiDAR-Reflexionspigment unter anderem Nickel-Manganferrit Schwarz (Pigment Schwarz **30**) und Eisenchromit Braunschwarz (CI-Pigment Grün **17**, CI-Pigment Braun **29** und **35**) enthalten. Weitere im Handel erhältliche Infrarotreflektierende Pigmente sind Pigment Blau **28**, Pigment Blau **36**, Pigment Grün **26**, Pigment Grün **50**, Pigment Braun **33**, Pigment Braun **24**, Pigment Schwarz **12** und Pigment Gelb **53**. Das reflektierende LiDAR-Pigment kann auch als infrarotreflektierendes Pigment bezeichnet werden.

[0118] Das Anstrichmittel enthält das LiDAR-Reflexionspigment in einer Größenordnung von etwa 0,1 Gewichtsprozent bis etwa 5 Gewichtsprozent bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels. In Ausführungsformen hat die Lackschicht ein Reflexionsvermögen bei einer Wellenlänge von 904 nm bis 1,6 Mikrometer. Der Untergrund **10** kann einen Zielbereich und einen an den Zielbereich angrenzenden Nicht-Zielbereich definieren. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad kann so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** in den Zielbereich abgegeben wird, um eine Lackschicht mit einem Reflexionsvermögen bei einer Wellenlänge von 904 nm bis 1,6 Mikrometer zu bilden. Der Nicht-Zielbereich kann im Wesentlichen frei von der Lackschicht sein.

[0119] In verschiedenen Ausführungsformen ist der Untergrund **10**, wie z.B. die Vorderkante eines Fahrzeugs, während des Betriebs anfällig für Beschädigungen durch Steine und andere Ablagerungen auf der Fahrbahn. Ein Anstrichmittel gegen Steinschlag kann vom Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** an einer vordefinierten Stelle auf den Untergrund **10** aufgetragen werden, ohne dass der Untergrund **10** abgeklebt werden muss und ein Teil des Anstrichmittels gegen Steinschlag durch schlecht übertragbare Auftragsverfahren, wie z.B. konventionelle Sprühzerstäubung, verschwendet wird.

[0120] Das Anstrichmittel gegen Steinschlag kann elastomere Polymere und Additive enthalten, die zu einer Lackschicht mit erhöhter Steinschlagfestigkeit führen. Die elastomeren Polymere und Additive können eine oder mehrere Eigenschaften des Anstrichmittels beeinflussen. Eine Anpassung der Eigenschaften des Anstrichmittels kann notwendig sein, um das Anstrichmittel für den Auftrag mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, der Viskosität (η_0), der Dichte (ρ), der Oberflächenspannung (σ) und der Relaxationszeit (λ) geeignet zu machen. Ferner kann eine Anpassung der Eigenschaften des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** erforderlich sein, um den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** für die Anwendung, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, des Düsendurchmessers (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Auftreffgeschwindigkeit (v) des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Geschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, dem Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vom Untergrund **10**, der Tröpfchengröße des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Abgabegeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und der Ausrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** relativ zur Schwerkraft geeignet zu machen.

[0121] In Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel ein Bindemittel, das ein elastomeres Harz in einer Größenordnung von mindestens 50 Gewichtsprozent enthält, wobei das elastomere Harz eine Bruchdehnung von mindestens 500 % gemäß DIN 53 504 aufweist. Das Bindemittel kann eine Tg von weniger als 0 °C haben. In bestimmten Ausführungsformen wird das Elastomerharz aus der Gruppe der Elastomere gewählt, das aus der Gruppe der Polyester, Polyurethane, Acrylate und deren Kombinationen gewählt wird.

[0122] In Ausführungsformen hat das Anstrichmittel einen Chip-Widerstand von mindestens 4B/7C nach SAE J400. Alternativ hat das Anstrichmittel einen Chip-Widerstand von mindestens 5B/8C nach SAE J400. Der Untergrund **10** kann einen Zielbereich und einen an den Zielbereich angrenzenden Nicht-Zielbereich definieren. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad kann so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** in den Zielbereich abgegeben wird, um eine Lackschicht mit einem Chip-Widerstand von mindestens 4B/7C gemäß SAE J400 zu bilden. Der Nicht-Zielbereich ist im Wesentlichen frei von der Lackschicht. Die Analyse gemäß SAE J400 wird auf einem Mehrschichtenaufbausystem mit Grundierung, Basislack und Klarlack durchgeführt. Insgesamt wird das Mehrschichtenaufbausystem auf seine mechanische Integrität

geprüft, indem der Chip-Widerstand durch Steine oder andere fliegende Objekte geprüft wird. In Anlehnung an die Methode gemäß SAE J400 (alternativ ASTM D-3170) mit 2 kg Steinen mit einem Durchmesser von 8 - 16 mm, wobei sowohl Steine als auch Testpaneele auf -29 °C +/- 2 °C (-20 °F) konditioniert wurden, werden die Steine auf die Testpaneele mit einer 90°-Ausrichtung unter Verwendung von Druckluft mit 70 psi (480 kPa +/- 20) in einem Zeitraum von weniger als 30 Sekunden geschleudert. Nach dem Abziehen des Klebebandes zum Entfernen von losen Farbsplittern wird der Schaden mit Hilfe einer visuellen Skala beurteilt.

[0123] In verschiedenen Ausführungsformen ist der Untergrund **10** anfällig für Korrosionsschäden. Obwohl moderne Untergründe eine Elektrotauchlackschicht zur Verhinderung von Korrosion an Innen- und Außenflächen von Fahrzeugen enthalten, kann auf den Untergrund **10** durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** an einer vordefinierten Stelle ein zusätzlicher Korrosionsschutzanstrich aufgetragen werden, ohne dass der Untergrund **10** abgeklebt werden muss und ein Teil des Korrosionsschutzanstrichmittels durch wenig wirksame Auftragsverfahren, wie z.B. konventionelle Sprühzerstäubung, verschwendet wird.

[0124] Das Korrosionsschutzmittel kann Pigmente oder Additive enthalten, die eine oder mehrere Eigenschaften des Anstrichmittels beeinflussen können. Eine Anpassung der Eigenschaften des Anstrichmittels kann notwendig sein, um das Anstrichmittel für den Auftrag mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, der Viskosität (η_0), der Dichte (ρ), der Oberflächenspannung (σ) und der Relaxationszeit (λ) geeignet zu machen. Ferner kann eine Anpassung der Eigenschaften des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** erforderlich sein, um den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** für die Anwendung, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, des Düsendurchmessers (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Auftreffgeschwindigkeit (v) des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Geschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, dem Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vom Untergrund **10**, der Tröpfchengröße des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Abgabegeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und der Ausrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** relativ zur Schwerkraft geeignet zu machen.

[0125] In Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel außerdem ein korrosionshemmendes Pigment. Jedes nach dem Stand der Technik bekannte korrosionshemmende Pigment kann verwendet werden, wie z.B. Calcium-Strontium-Zinkphosphosilikat. In anderen Ausführungsformen können Doppel-Orthophosphate verwendet werden, in denen eines der Kationen durch Zink dargestellt wird. Dazu gehören z.B. Zn-Al, Zn-Ca, aber auch Zn-K, Zn-Fe, Zn-Ca-Sr oder Ba-Ca und Sr-Ca Kombinationen. Es ist möglich, ein Phosphatanion mit weiteren korrosionshemmenden Anionen, wie z.B. Silikat, Molybdat oder Borat, zu kombinieren. Modifizierte Phosphatpigmente können durch organische Korrosionshemmer modifiziert werden. Modifizierte Phosphatpigmente können durch die folgenden Verbindungen beispielhaft dargestellt werden: Aluminium(III)-Zink(II)-Phosphat, Basisches Zinkphosphat, Zinkphosphomolybdat, Zink-Calciumphosphomolybdat, Zinkborphosphat. Außerdem Zink-Strontium-Phosphosilikat, Calcium-Barium-Phosphosilikat, Calcium-Strontium-Zink-Phosphosilikat und Kombinationen davon. Zink-5-Nitroisophthalat, Calcium-5-Nitroisophthalat, Calciumcyanurat, Metallsalze von Dinonylnaphthalinsulfonsäuren und Kombinationen davon können ebenfalls verwendet werden.

[0126] Das Anstrichmittel kann das korrosionshemmende Pigment in einer Größenordnung von ca. 3 Gewichtsprozent bis ca. 12 Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. In Ausführungsformen hat die Lackschicht eine Korrosionsbeständigkeit, die durch ein Kriechen von nicht mehr als 10 mm vom Anriss nach 500 Stunden Salzsprühnebel gemäß ASTM B117 nachgewiesen wird. Der Untergrund **10** kann einen Zielbereich und einen an den Zielbereich angrenzenden Nicht-Zielbereich definieren. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad kann so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** in den Zielbereich abgegeben wird, um eine Lackschicht zu bilden, deren Korrosionsbeständigkeit durch ein Kriechen von nicht mehr als 10 mm vom Anriss nach 500 Stunden Salzsprühnebel gemäß ASTM B117 nachgewiesen wird. Der Nicht-Zielbereich kann im Wesentlichen frei von der Lackschicht sein.

[0127] Verschiedene Untergründe können zwei oder mehrere diskrete Teile aus unterschiedlichen Materialien enthalten. Zum Beispiel können Fahrzeuge metallhaltige Karosserieteile und kunststoffhaltige Verkleidungssteile enthalten. Aufgrund der Beschränkungen in Bezug auf die Einbrenntemperaturen von Kunststoffen (80 °C) im Vergleich zu Metallen (140 °C) müssen die metallhaltigen Karosserieteile und die kunststoffhaltigen Verkleidungssteile konventionell in getrennten Anlagen beschichtet werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit von nicht übereinstimmenden beschichteten Teilen erhöht wird. Ein für Kunststoffuntergründe geeignetes Anstrichmittel kann nach dem Auftragen und Einbrennen des für Metalluntergründe geeigneten Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Kunststoffuntergrund aufgetragen werden, ohne dass der Untergrund **10** abgeklebt werden muss und ein Teil des Anstrichmittels durch Auftragsverfahren mit ge-

ringem Auftragswirkungsgrad, wie z.B. konventionelle Sprühzerstäubung, verschwendet wird. Das für Kunststoffuntergründe geeignete Anstrichmittel kann mit einem ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88 12** und das für Metalluntergründe geeignete Anstrichmittel kann mit einem zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90 12** aufgetragen werden. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88 12** und der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90 12** können eine Applikatorbaugruppe mit hohem Auftragswirkungsgrad bilden.

[0128] Das für Kunststoffuntergründe geeignete Anstrichmittel kann Vernetzer auf Isocyanatbasis enthalten, während das Anstrichmittel für Metalluntergründe Vernetzer auf Melaminbasis enthalten kann. Die Vernetzungstechnologie der Anstrichmittel kann eine oder mehrere Eigenschaften des Anstrichmittels beeinflussen. Eine Anpassung der Eigenschaften des Anstrichmittels kann notwendig sein, um das Anstrichmittel für den Auftrag mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, der Viskosität (η_0), der Dichte (ρ), der Oberflächenspannung (σ) und der Relaxationszeit (λ) geeignet zu machen. Ferner kann eine Anpassung der Eigenschaften des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** erforderlich sein, um den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** für die Anwendung, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, des Düsendurchmessers (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Auftreffgeschwindigkeit (v) des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Geschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, dem Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vom Untergrund **10**, der Tröpfchengröße des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Abgabegeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und der Ausrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** relativ zur Schwerkraft geeignet zu machen.

[0129] Ein System zum Auftragen eines ersten Anstrichmittels und eines zweiten Anstrichmittels wird hier vorgestellt. Das System umfasst ein Sprühauftagsgerät. Das System umfasst ferner einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der aus einer Düse, die eine Düsenöffnung definiert, besteht. Das System umfasst ferner einen ersten Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Sprühauftagsgerät und ist für die Aufnahme des ersten Anstrichmittels konfiguriert. Das System umfasst ferner einen zweiten Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der so konfiguriert ist, dass er das zweite Anstrichmittel enthält. Das System umfasst ferner eine Untergrundbaugruppe, die aus einem metallhaltigen Untergrund und einem kunststoffhaltigen Untergrund besteht, wobei der metallhaltige Untergrund mit dem kunststoffhaltigen Untergrund verbunden ist. Das Sprühauftagsgerät ist so konfiguriert, dass es das erste Anstrichmittel aus dem ersten Vorratsbehälter aufnimmt und dass es das erste Anstrichmittel auf den metallhaltigen Untergrund aufträgt. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das zweite Anstrichmittel aus dem zweiten Vorratsbehälter aufnimmt und das zweite Anstrichmittel durch die zweite Düsenöffnung **94** auf den kunststoffhaltigen Untergrund abgibt.

[0130] In Ausführungsformen ist das Sprühauftagsgerät so konfiguriert, dass es einen Nebel aus zerstäubten Tröpfchen des ersten Anstrichmittels erzeugt. In bestimmten Ausführungsformen enthält das Sprühauftagsgerät einen Bell-Sprayapplikator. Es ist jedoch zu beachten, dass jedes herkömmliche Zerstäubungssprühgerät verwendet werden kann.

[0131] Ein Verfahren zum Auftragen eines ersten Anstrichmittels und eines zweiten Anstrichmittels unter Verwendung eines Sprühauftagsgerätes und eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad wird hier ebenfalls beschrieben. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad umfasst eine Düse und die Düse definiert eine Düsenöffnung. Das Verfahren umfasst den Schritt der Bereitstellung einer Untergrundbaugruppe mit einem metallhaltigen Untergrund und einem kunststoffhaltigen Untergrund. Der metallhaltige Untergrund kann mit dem kunststoffhaltigen Untergrund verbunden sein. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des Auftragens des ersten Anstrichmittels unter Verwendung des Sprühauftagsgerätes auf den metallhaltigen Untergrund. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des Auftragens des zweiten Anstrichmittels durch die Düsenöffnung **72** des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad auf den kunststoffhaltigen Untergrund.

[0132] Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel mit einer Auftreffgeschwindigkeit (v) in einer Größenordnung von etwa 0,01 bis etwa 100, alternativ von etwa 0,1 bis etwa 50 oder alternativ von etwa 1 bis etwa 12 Meter pro Sekunde (m/s) aufgebracht wird. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel mit einer Auftreffgeschwindigkeit (v) in einer Größenordnung von mindestens 0,01, alternativ mindestens 0,1 oder alternativ mindestens 1 m/s aufgebracht wird. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann so konfiguriert werden, dass das Anstrichmittel mit einer Auftreffgeschwindigkeit (v) in einer Größenordnung von nicht mehr als 100, alternativ nicht mehr als 50 oder alternativ nicht mehr als 12 m/s aufgebracht wird.

[0133] Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann ferner einen Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** enthalten, der so konfiguriert ist, dass er das Anstrichmittel enthält. Der Vorratsbehälter kann direkt mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** oder indirekt über eine oder mehrere Leitungen mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** verbunden sein. Mehrere Vorratsbehälter, wobei jeder der Vorratsbehälter unterschiedliche Anstrichmittel enthält (z.B. verschiedene Farben, Vollton- oder Effektpigmente, Basislack oder Klarlack, 2er-Pack-Anstrichmittel), können mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** verbunden werden, um die verschiedenen Anstrichmittel demselben Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** zuzuführen. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** ist so konfiguriert, dass er die Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter aufnimmt und dass er die Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** auf den Untergrund **10** abgibt.

[0134] Ein nicht einschränkendes Beispiel des Systems **50** mit dem Anstrichmittel und dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann so konfiguriert werden, dass es die folgenden Eigenschaften aufweist.

Eigenschaften	Exemplarisches Minimum	Exemplarisches Maximum
Viskosität (η_0) des Anstrichmittels bei 1.000 1/sec	etwa 0,01 Pa·s (etwa 10 cP)	etwa 0,06 Pa·s (etwa 60 cP)
Dichte (ρ) des Anstrichmittels	etwa 0,00103 kg/m ³ (etwa 8,6 lbs/gal)	etwa 0,00120 kg/m ³ (etwa 10 lbs/gal)
Oberflächenspannung (σ) des Anstrichmittels	etwa 0,024 N/m (etwa 24 mN/m)	etwa 0,05 N/m (etwa 50 mN/m)
Relaxationszeit (λ) des Anstrichmittels	etwa 0,0005 s (etwa 0,5 ms)	etwa 0,01 s (etwa 10 ms)
Düsendurchmesser (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 12	etwa 0,00002 m (etwa 20 µm)	etwa 0,00018 m (etwa 180 µm)
Auftreffgeschwindigkeit (v) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad 12	etwa 1 m/s	etwa 12 m/s

[0135] Wenn das Anstrichmittel zur Bildung der Basislackschicht verwendet wird, kann eine erste Basislackschicht mit einer Farbe mit einer zweiten, auf der ersten Basislackschicht aufgebrachten Basislackschicht mit einer zweiten Farbe gebildet werden. Diese Konfiguration für die Basislackschicht kann für Fahrzeuge verwendet werden, die zwei Farben (siehe **Fig. 17**), Rennstreifen, ungleichfarbige Paneele wie das Dach oder die Motorhaube, Grafiken, Schriftzüge oder eine Kombination davon enthalten. Es ist jedoch zu beachten, dass jeder Untergrund von einer solchen Konfiguration profitieren kann.

[0136] Die erste Schicht Basislack kann mit einem konventionellen Sprühgerät, z.B. einem Bell-Applikator, auf den Untergrund **10** aufgetragen werden, und die zweite Schicht Basislack kann dann mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf die erste Schicht Basislack aufgetragen werden. In diesem nicht einschränkenden Beispiel können eine oder mehrere Überlegungen angestellt werden, wie z.B. die Berücksichtigung des Einflusses der Oberflächenspannung der ersten Basislackschicht auf die zweite Basislackschicht. Als nicht limitierendes Beispiel kann die Oberflächenspannung der ersten Basislackschicht erhöht werden, um den Verlauf des Anstrichmittels, das auf die erste Basislackschicht aufgetragen wird, mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** zu verbessern. Dieser verbesserte Verlauf kann beim Drucken des Anstrichmittels auf ein vollständiges Paneel eines Fahrzeugs wünschenswert sein. Als weiteres nicht limitierendes Beispiel kann die Oberflächenspannung der ersten Basislackschicht verringert werden, um eine verbesserte Grenzfestigkeit und/oder eine bessere Auflösung des Anstrichmittels auf der ersten Basislackschicht unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** zu erreichen. Diese verbesserte Grenzfestigkeit bzw. Auflösung kann beim Druck des Anstrichmittels als Design, Schriftzug und dergleichen wünschenswert sein. Außerdem kann man die Auswirkungen des Nass-auf-Nass-Auftrags zwischen der ersten Basislackschicht und der zweiten Basislackschicht berücksichtigen. Beispielsweise kann die Wahl des Trägers und des Additivs einen Einfluss auf die Eignung des Anstrichmittels für den Nass-auf-Nass-Auftrag auf den ersten Basislack haben.

[0137] Weitere Überlegungen können die Druckkopfgeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vom Untergrund **10**, die Ab-

gabegeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und die Ausrichtung des Untergrunds **10** relativ zur Schwerkraft sein. Weitere Überlegungen können sich auf die Trocknung des Anstrichmittels nach dem Auftragen auf den Untergrund **10** beziehen. Aufgrund der fehlenden Zerstäubung, die beim Aufbringen des Anstrichmittels auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Druckkopfes **12** entsteht, können Trocknungskomponenten in das System **50** einbezogen werden. Beispiele für geeignete Trocknungskomponenten können unter anderem Infrarotlampen, Ultraviolettlampen, Drucklufttrockner und dergleichen sein. Es ist zu beachten, dass diese Trocknungskomponenten an den Druckkopf **12** gekoppelt oder vom Druckkopf **12** getrennt sein können, aber so konfiguriert werden können, dass sie mit dem Druckkopf **12** zusammenarbeiten, um die Trocknung des Anstrichmittels zu erleichtern.

[0138] Das Anstrichmittel umfasst verschiedene Komponenten, wie Bindemittel, Pigmente, Extender-Pigmente, Farbstoffe, Rheologiemodifikatoren, Träger, wie organische Lösungsmittel, Wasser und nichtwässrige Lösungsmittel, Katalysatoren, konventionelle Additive oder Kombinationen davon. In Ausführungsformen wird der Träger aus der Gruppe Wasser, einem nichtwässrigen Lösungsmittel und einer Kombination davon gewählt. Konventionelle Additive können unter anderem Dispergiermittel, Antioxidantien, UV-Stabilisatoren und Absorber, Tenside, Netzmittel, Verlaufmittel, Antischäummittel, Antikratermittel oder Kombinationen davon umfassen. In Ausführungsformen eignet sich das Anstrichmittel für die Auftragung auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf der Grundlage, dass das Anstrichmittel bestimmte Komponenten enthält und/oder bestimmte Komponenten in einer bestimmten Menge/einem bestimmten Verhältnis enthält.

[0139] Der Begriff „Bindemittel“ bezieht sich auf filmbildende Bestandteile des Anstrichmittels. Typischerweise kann ein Bindemittel Polymere, Oligomere oder eine Kombination aus diesen enthalten, die für die Bildung einer Beschichtung mit gewünschten Eigenschaften wie Härte, Schutz, Haftung und anderen wesentlich sind. Zusätzliche Komponenten, wie Träger, Pigmente, Katalysatoren, Rheologiemodifizierer, Antioxidantien, UV-Stabilisatoren und Absorber, Verlaufmittel, Antischäummittel, Antikratermittel oder andere konventionelle Additive dürfen nicht in den Begriff „Bindemittel“ einbezogen werden, es sei denn, eine dieser zusätzlichen Komponenten sind filmbildende Bestandteile des Anstrichmittels. Eine oder mehrere dieser zusätzlichen Komponenten können in das Anstrichmittel aufgenommen werden. In bestimmten Ausführungsformen umfasst das Bindemittel Polymere.

[0140] In Ausführungsformen hat das Polymer eine vernetzbar-funktionelle Gruppe, wie z.B. eine isocyanatreaktive Gruppe. Der Begriff „vernetzbar-funktionelle Gruppe“ bezieht sich auf funktionelle Gruppen, die im Oligomer, im Polymer, in der Hauptkette des Polymers, in der an die Hauptkette des Polymers angehängten, endständig an der Hauptkette des Polymers positionierten Gruppe oder Kombinationen davon, wobei diese funktionellen Gruppen in der Lage sind, mit vernetzungsfähigen funktionellen Gruppen (während des Härtungsschritts) zu vernetzen, um eine Beschichtung in Form von vernetzten Strukturen zu erzeugen. Typische vernetzbar-funktionelle Gruppen können Hydroxyl, Thiol, Isocyanat, Thioisocyanat, Acetoacetoxy, Carboxyl, primäres Amin, sekundäres Amin, Epoxy, Anhydrid, Ketimin, Aldimin oder eine verarbeitungsfähige Kombination davon umfassen. Einige andere funktionellen Gruppen wie Orthoester, Orthocarbonat oder zyklisches Amid, die nach Öffnung der Ringstruktur Hydroxyl- oder Amingruppen erzeugen können, können ebenfalls als vernetzbar-funktionelle Gruppen geeignet sein.

[0141] Das Anstrichmittel kann ein Polyester-Polyurethan-Polymer, ein Latex-Polymer, ein Melaminharz oder Kombinationen davon enthalten. Es ist zu beachten, dass andere Polymere im Anstrichmittel enthalten sein können.

[0142] Der Polyester des Polyester-Polyurethan-Polymers kann linear oder verzweigt sein. Nützliche Polyester können Veresterungsprodukte von aliphatischen oder aromatischen Dicarbonsäuren, Polyolen, Diolen, aromatischen oder aliphatischen cyclischen Anhydriden und cyclischen Alkoholen sein. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete cycloaliphatische Polycarbonsäuren sind Tetrahydrophthalsäure, Hexahydrophthalsäure, 1,2-Cyclohexandicarbonsäure, 1,3-Cyclohexandicarbonsäure, 1,4-Cyclohexandicarbonsäure, 4-Methylhexahydrophthalsäure, Endomethylentetrahydrophthalsäure, Tricyclodecandicarbonsäure, Endoethylenhexahydrophthalsäure, Camphersäure, Cyclohexantetracarbonsäure und Cyclobutantetracarbonsäure. Die cycloaliphatischen Polycarbonsäuren können nicht nur in ihrer cis-, sondern auch in ihrer trans-Form und als Mischung beider Formen verwendet werden. Weitere nicht einschränkende Beispiele für geeignete Polycarbonsäuren können aromatische und aliphatische Polycarbonsäuren sein, wie z.B. Phthalsäure, Isophthalsäure, Terephthalsäure, Halogenphthalsäure, wie Tetrachlor- oder Tetrabromphthalsäure, Adipinsäure, Glutarsäure, Azelainsäure, Sebacinsäure, Fumarsäure, Maleinsäure, Trimellithsäure und Pyromellithsäure. Kombinationen

von Polysäuren, wie z.B. eine Kombination von Polycarbonsäuren und cycloaliphatischen Polycarbonsäuren, können geeignet sein. Auch Kombinationen von Polyolen können ebenfalls geeignet sein.

[0143] Nicht einschränkend geeignete mehrwertige Alkohole sind z.B. Ethylenglykol, Propandiole, Butandiole, Hexandiole, Neopentylglykol, Diethylenglykol, Cyclohexandiol, Cyclohexandimethanol, Trimethylpentandiol, Ethylbutylpropadiol, Ditrimethylolpropan, Trimethylolethan, Trimethylolpropan, Glycerin, Pentaerythrit, Dipentaerythrit, Polyethylenglykol und Polypropylenglykol. Falls gewünscht, können neben mehrwertigen Alkoholen auch einwertige Alkohole, wie z.B. Butanol, Octanol, Laurylalkohol, ethoxylierte oder propoxylierte Phenoole zur Kontrolle des Molekulargewichts einbezogen werden.

[0144] Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Polyester umfassen ein verzweigtes Copolyester-Polymer. Das verzweigte Copolyester-Polymer und das im U.S. Patent Nr. 6.861.495 beschriebene Herstellungsverfahren, das hiermit durch Bezugnahme einbezogen wird, kann geeignet sein. Monomere mit multifunktionalen Gruppen, wie z.B. AxBy (x,y = 1 bis 3, unabhängig voneinander) Typen, einschließlich solcher mit einer Carboxylgruppe und zwei Hydroxylgruppen, zwei Carboxylgruppen und einer Hydroxylgruppe, einer Carboxylgruppe und drei Hydroxylgruppen oder drei Carboxylgruppen und einer Hydroxylgruppe, können zur Erzeugung von verzweigten Strukturen verwendet werden. Nicht einschränkende Beispiele für solche Monomere sind 2,3-Dihydroxypropionsäure, 2,3-Dihydroxy-2-methylpropionsäure, 2,2-Dihydroxypropionsäure, 2,2-Bis(hydroxymethyl)propionsäure und dergleichen.

[0145] Das verzweigte Copolyester-Polymer kann konventionell aus einer Monomeremischung polymerisiert werden, die einen Kettenverlängerer enthält, der aus der Gruppe einer Hydroxycarbonsäure, eines Lactons einer Hydroxycarbonsäure und einer Kombination davon gewählt ist, und ein oder mehrere verzweigende Monomere. Zu den geeigneten Hydroxycarbonsäuren gehören Glykolsäure, Milchsäure, 3-Hydroxypropionsäure, 3-Hydroxybuttersäure, 3-Hydroxyvaleriansäure und Hydroxypivalinsäure. Zu den geeigneten Lactonen gehören Caprolacton, Valerolacton und Lactone der entsprechenden Hydroxycarbonsäuren, wie z.B. 3-Hydroxypropionsäure, 3-Hydroxybuttersäure, 3-Hydroxyvaleriansäure und Hydroxypivalinsäure. In bestimmten Ausführungsformen wird Caprolacton verwendet. In bestimmten Ausführungsformen kann das verzweigte Copolyester-Polymer hergestellt werden, indem in einem Schritt die Monomeremischung, die den Kettenverlängerer und die hyperverzweigten Monomere enthält, polymerisiert wird, oder indem zuerst die hyperverzweigten Monomere und dann die Kettenverlängerer polymerisiert werden. Es ist zu beachten, dass das verzweigte Copolyester-Polymer aus einem Acrylkern mit den oben beschriebenen verlängerten Monomeren gebildet werden kann.

[0146] Das Polyester-Polyurethan-Polymer kann aus dem Polyester und den Polyisocyanaten hergestellt werden. Der Polyester kann aus polymeren oder oligomeren organischen Spezies mit mindestens zwei Hydroxylfunktionalitäten oder zwei Mercaptofunktionalitäten und deren Mischungen bestehen. Als Diole können Polyester und Polycarbonate mit endständigen Hydroxygruppen effektiv eingesetzt werden.

[0147] Die Polyurethan-Polymere können durch Reaktion von Polyisocyanat(en) mit Polyol(en) im Überschuss hergestellt werden. In bestimmten Ausführungsformen werden durch eine empirische und strukturelle Formel definierte niedermolekulare Polyole, wie z.B. mehrwertige Alkohole, zur Bildung des Polyurethan-Polymers verwendet. Nicht einschränkende Beispiele für mehrwertige Alkohole sind Ethylenglykol, Propandiole, Butandiole, Hexandiole, Neopentylglykol, Diethylenglykol, Cyclohexandiol, Cyclohexandimethanol, Trimethylpentandiol, Ethylbutylpropadiol, Ditrimethylolpropan, Trimethylolethan, Trimethylolpropan, Glycerin, Pentaerythrit, Dipentaerythrit, Polyethylenglykol und Polypropylenglykol. In anderen Ausführungsformen werden oligomere oder polymere Polyole mit zahlenmittleren Molmassen von beispielsweise bis zu 8000, alternativ bis zu 5000, alternativ bis zu 2000, und/oder beispielsweise entsprechende hydroxylfunktionelle Polyether, Polyester oder Polycarbonate zur Bildung des Polyurethan-Polymers verwendet.

[0148] Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Polyisocyanate sind aromatische, aliphatische oder cycloaliphatische Di-, Tri- oder Tetraisocyanate, einschließlich Polyisocyanate mit Isocyanuratstruktureinheiten, wie z.B. das Isocyanurat von Hexamethylendiisocyanat und Isocyanurat von Isophorondiisocyanat; das Addukt von zwei Molekülen eines Diisocyanats, wie z.B. Hexamethylendiisocyanat und eines Diols, wie z.B. Ethylenglykol, Uretidione von Hexamethylendiisocyanat, Uretidione von Isophorondiisocyanat oder Isophorondiisocyanat, das Addukt von Trimethylolpropan und Meta-Tetramethylxylendiisocyanat. Andere hier offenbare Polyisocyanate können ebenfalls zur Herstellung von Polyurethanen geeignet sein.

[0149] Wässrige Polyurethan-Bindemittel und ihre Herstellung sind dem Fachmann gut bekannt. Typische und nützliche nicht einschränkende Beispiele für wässrige Polyurethan-Bindemittel sind wässrige Polyurethan-Bindemitteldispersionen, die typischerweise dadurch hergestellt werden können, dass zunächst ein NCO-funktio-

nelles hydrophiles Polyurethan-Präpolymer durch Additionsreaktion von polyolartigen Verbindungen und Polyisocyanaten gebildet wird, das so gebildete Polyurethan-Präpolymer in die wässrige Phase überführt wird und dann das wässrig dispergierte NCO-funktionelle Polyurethan-Präpolymer mit einem NCO-reaktiven Kettenverlängerer wie z.B. einem Polyamin, einem Hydrazinderivat oder Wasser reagiert. Solche wässrigen Polyurethan-Bindemitteldispersionen, die als Bindemittel in wässrigen Basislackgemischen verwendet wurden, wie sie bei der Herstellung von Basislack/Klarlack-Zweischichtlacken für Karosserien und Karosserieteilen üblich sind, können in Anstrichmittel A eingesetzt werden; nicht einschränkend Beispiele für wässrige Polyurethan-Bindemitteldispersionen, die in Anstrichmittel A eingesetzt werden können, finden sich in US 4851460, US 5342882 und US 2010/0048811 A1, die hier ausdrücklich durch Verweis aufgenommen werden.

[0150] Ein nicht einschränkendes Beispiel für ein Polyester-Polyurethan-Polymer ist ein Polyurethan-Dispersionsharz, das aus einem linearen Polyesterdiolharz (Reaktionsprodukt der Monomere 1,6-Hexandiol, Adipinsäure und Isophthalsäure) und Isophorondiisocyanat gebildet wird. Dieses Polyester-Polyurethan-Polymer hat ein gewichtsmittleres Molekulargewicht von ca. 30.000, einen Feststoffgehalt von ca. 35 Gewichtsprozent und eine Partikelgröße von ca. 250 Nanometer.

[0151] Ein weiteres nicht einschränkendes Beispiel für ein Polyester-Polyurethan-Polymer ist ein Polyurethan-Dispersionsharz, das aus einem linearen Polycarbonat-Polyester und Isophorondiisocyanat gebildet wird. Dieses Polyester-Polyurethan-Polymer hat ein gewichtsmittleres Molekulargewicht von ca. 75.000, einen Feststoffgehalt von ca. 35 Gewichtsprozent und eine Partikelgröße von ca. 180 Nanometer.

[0152] In bestimmten Ausführungsformen kann das Anstrichmittel einschließlich des Polyester-Polyurethan-Polymers eine Erhöhung der Elastizität des Anstrichmittels im Vergleich zu einem Polyester-Polyurethan-Polymer-freien Anstrichmittel aufweisen. Eine Erhöhung der Elastizität des Anstrichmittels kann die Eignung des Anstrichmittels für die Anwendung auf dem Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** verbessern, indem die Relaxationszeit des Anstrichmittels erhöht wird. In verschiedenen Ausführungsformen erhöht das Polyester-Polyurethan-Polymer mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von 75.000, wenn es im Anstrichmittel enthalten ist, die Relaxationszeit des Anstrichmittels im Vergleich zu einem Anstrichmittel, das das Polyester-Polyurethan-Polymer mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von 30.000 enthält. Es ist zu beachten, dass das Verhältnis von zunehmendem gewichtsmittlerem Molekulargewicht zu zunehmender Relaxationszeit des Anstrichmittels nicht auf Polyester-Polyurethan-Polymer beschränkt sein darf. Beispielsweise können Polymere mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von mindestens 300.000, wenn sie in das Anstrichmittel eingearbeitet werden, dazu führen, dass das Anstrichmittel eine erhöhte Relaxationszeit im Vergleich zu einem Anstrichmittel einschließlich des Polymers mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von weniger als 300.000 aufweist. Es ist ferner zu beachten, dass die Einarbeitung von zumindest geringen Konzentrationen von Polymeren mit hohem Molekulargewicht (z.B. mindestens 300.000) in das Anstrichmittel dazu verwendet werden kann, die Eignung des Anstrichmittels zu verbessern, indem die Bildung von Satellitentröpfchen zumindest minimiert wird.

[0153] Das Anstrichmittel kann das Polyester-Polyurethan-Polymer in einer Größenordnung von etwa 0,1 bis etwa 50, alternativ von etwa 1 bis etwa 20 oder alternativ von etwa 1 bis etwa 10 Gewichtsprozent, bezogen auf ein Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. In exemplarischen Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel ein Polyester-Polyurethan-Polymer mit dem Handelsnamen Bayhydrol® U 241, das bei Covestro AG in Leverkusen, Deutschland, kommerziell erhältlich ist.

[0154] Die Latexpolymere, wie z.B. wässrige (Meth)acrylcopolymer-Latexbindemittel und deren Herstellung, sind dem Fachmann gut bekannt. Wässrige (Meth)acrylcopolymer-Latexbindemittel können typischerweise durch radikalische Emulsionscopolymerisation von olefinisch ungesättigten, radikalisch copolymerisierbaren Comonomeren hergestellt werden. Die hier ausdrücklich durch Verweis eingearbeiteten WO2006/118974 A1, WO2008/124136 A1, WO2008/124137 A1 und WO2008/124141 A1 beispielsweise offenbaren wässrige (Meth)acrylcopolymer-Latexbindemittel und ihre Verwendung als Bindemittel in wässrigen Basislackgemischen, wie sie bei der Herstellung von Basislack/Klarlack-Zweischichtlacken von Karosserien und Karosserieteilen üblich sind. Die in WO2006/118974 A1, WO2008/124136 A1, WO2008/124137 A1 und WO2008/124141 A1 offenbarten wässrigen (Meth)acrylcopolymer-Latexbindemittel, die hier ausdrücklich durch Verweis aufgenommen werden, sind Beispiele für wässrige (Meth)acrylcopolymer-Latexbindemittel, die in den Anstrichmitteln verwendet werden können.

[0155] Melaminharze können teilweise oder vollständig mit einem oder mehreren Alkoholen wie Methanol oder Butanol verethert sein. Ein nicht einschränkendes Beispiel ist Hexamethoxymethylmelamin. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Melaminharze sind monomeres Melamin, polymeres Melamin-Formaldehydharz

oder eine Kombination davon. Zu den monomeren Melaminen gehören niedermolekulare Melamine, die im Durchschnitt drei oder mehr mit einem einwertigen C₁- bis C₅-Alkohol wie Methanol, n-Butanol oder Isobutanol veretherte Methylolgruppen pro Triazinkern enthalten und einen durchschnittlichen Kondensationsgrad bis etwa 2 und, in bestimmten Ausführungsformen der Größenordnung von etwa 1,1 bis etwa 1,8 haben und einen Anteil an mononuklearen Spezies von nicht weniger als etwa 50 Gewichtsprozent aufweisen. Dagegen haben die polymeren Melamine einen mittleren Kondensationsgrad von mehr als etwa 1,9. Zu den geeigneten monomeren Melaminen gehören auch alkylierte Melamine, wie methylierte, butylierte, isobutylierte Melamine und Mischungen davon. Viele dieser geeigneten monomeren Melamine werden kommerziell angeboten. Cytec Industries Inc., West Patterson, N.J. liefert z.B. Cymel® 301 (Polymerisationsgrad von 1,5, 95 % Methyl und 5 % Methylol), Cymel® 350 (Polymerisationsgrad von 1,6, 84 % Methyl und 16 % Methylol), 303, 325, 327, 370 und XW3106, die alle monomere Melamine sind. Zu den geeigneten polymeren Melaminen gehört das als Resimene® BMP5503 (Molekulargewicht 690, Polydispersität 1,98, 56 % Butyl, 44 % Amino) bekannte Melamin mit hohem Aminoanteil (teilweise alkyliert, -N, -H), das von Solutia Inc. mit Sitz in St. Louis, Mo., oder Cymel®1158 von Cytec Industries Inc., West Patterson, N.J. geliefert wird. Cytec Industries Inc. liefert auch Cymel® 1130 mit 80 Prozent Feststoff (Polymerisationsgrad von 2,5), Cymel® 1133 (48 % Methyl, 4 % Methylol und 48 % Butyl), die beide polymere Melamine sind.

[0156] Das Anstrichmittel kann das Melaminharz in einer Größenordnung von etwa 0,1 bis etwa 50, alternativ von etwa 1 bis etwa 20 oder alternativ von etwa 1 bis etwa 10 Gewichtsprozent, bezogen auf ein Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. In exemplarischen Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel ein Melamin-FormaldehydHarz mit dem Handelsnamen Cymel® 303, das kommerziell bei Cytec Industries Inc. in West Patterson, N.J., erhältlich ist.

[0157] Das Bindemittel des Anstrichmittels kann ferner ein Vernetzungsmittel enthalten, das mit den vernetzbaren funktionellen Gruppen der Polymere des Bindemittels reagieren kann, um ein vernetztes polymeres Netzwerk zu bilden, das hier als vernetztes Netzwerk bezeichnet wird. Es ist zu beachten, dass das Vernetzungsmittel nicht in allen Anstrichmitteln erforderlich ist, aber im Anstrichmittel zur Verbesserung der Zwischen-schichtadhäsion, z.B. zwischen dem Basislack und dem Klarlack, und zur Aushärtung, z.B. innerhalb des Klar-lacks, verwendet werden kann.

[0158] Der Begriff „Vernetzungsmittel“ bezieht sich auf eine Komponente mit „vernetzungsfunktionellen Gruppen“, bei denen es sich um funktionelle Gruppen handelt, die in jedem Molekül der Verbindungen, dem Oligomer, dem Polymer, der Hauptkette des Polymers, an der Hauptkette des Polymers hängend, endständig auf der Hauptkette des Polymers angeordnet sind, oder einer Kombination davon, wobei diese funktionellen Gruppen in der Lage sind, sich mit den vernetzbaren funktionellen Gruppen (während des Härtungsschritts) zu vernetzen, um eine Beschichtung in Form von vernetzten Strukturen zu erzeugen. Ein Fachmann würde erkennen, dass bestimmte Kombinationen von vernetzungsfähigen funktionellen Gruppen und vernetzbaren funktionellen Gruppen ausgeschlossen sind, da sie nicht vernetzen und die filmbildenden vernetzten Strukturen erzeugen würden. Das Anstrichmittel kann mehrere Arten von Vernetzungsmittel enthalten, die die gleichen oder unterschiedliche vernetzende funktionelle Gruppen haben. Typische vernetzende funktionelle Gruppen können Hydroxyl, Thiol, Isocyanat, Thioisocyanat, Acetoacetoxy, Carboxyl, primäres Amin, sekundäres Amin, Epoxy, Anhydrid, Ketimin, Aldimin, Orthoester, Orthocarbonat, zyklisches Amid oder Kombination davon umfassen.

[0159] Polyisocyanate mit isocyanatfunktionellen Gruppen können als Vernetzungsmittel verwendet werden, um mit den vernetzbaren funktionellen Gruppen, wie z.B. hydroxylfunktionellen Gruppen und aminfunktionellen Gruppen, zu reagieren. In bestimmten Ausführungsformen dürfen nur primäre und sekundäre aminfunktionelle Gruppen mit den isocyanatfunktionellen Gruppen reagieren. Geeignetes Polyisocyanat kann im Durchschnitt 2 bis 10, alternativ 2,5 bis 8 oder alternativ 3 bis 8 Isocyanatfunktionalitäten aufweisen. Typischerweise weist das Anstrichmittel ein Verhältnis von isocyanatfunktionellen Gruppen am Polyisocyanat zu vernetzbaren funktionellen Gruppen (z.B. Hydroxyl- und/oder Amingruppen) von etwa 0,25:1 bis etwa 3:1, alternativ von etwa 0,8:1 bis etwa 2:1 oder alternativ von etwa 1:1 bis etwa 1,8:1 auf. In anderen Ausführungsformen können Melaminverbindungen mit melaminfunktionellen Gruppen als Vernetzungsmittel verwendet werden, um mit den vernetzbaren funktionellen Gruppen zu reagieren.

[0160] Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Polyisocyanate sind die üblicherweise verwendeten aromatischen, aliphatischen oder cycloaliphatischen Di-, Tri- oder Tetra-Isocyanate, einschließlich Polyisocyanate mit Isocyanuratstruktureinheiten, wie z.B. das Isocyanurat von Hexamethylendiisocyanat und das Isocyanurat von Isophorondiisocyanat, das Addukt von 2 Molekülen eines Diisocyanats, wie z.B. Hexamethylendiisocya-

nat, Uretidione von Hexamethylendiisocyanat, Uretidione von Isophorondiisocyanat oder Isophorondiisocyanat, Isocyanurat von Meta-Tetramethylxylylendiisocyanat und ein Diol, wie z.B. Ethylenglykol.

[0161] Polyisocyanat-funktionelle Addukte mit Isocyanaurat-Struktureinheiten können auch verwendet werden, z.B. das Addukt aus 2 Molekülen eines Diisocyanats, wie z.B. Hexamethylendiisocyanat oder Isophorondiisocyanat, und einem Diol wie Ethylenglykol, das Addukt aus 3 Molekülen Hexamethylendiisocyanat und 1 Molekül Wasser (kommerziell erhältlich bei der Bayer Corporation of Pittsburgh, Pennsylvania, unter dem Handelsnamen Desmodur® N), das Addukt aus 1 Molekül Trimethylolpropan und 3 Molekülen Toluoldiisocyanat (im Handel erhältlich bei der Bayer Corporation, Pittsburgh, Pennsylvania, unter dem Handelsnamen Desmodur® L), das Addukt aus 1 Molekül Trimethylolpropan und 3 Molekülen Isophorondiisocyanat oder Verbindungen, wie 1,3,5-Triisocyanatobenzol und 2,4,6-Triisocyanatotoluol und das Addukt aus 1 Molekül Pentaerythrit und 4 Molekülen Toluoldiisocyanat und das Addukt aus 1 Molekül Pentaerythrit und 4 Molekülen Toluoldiisocyanat.

[0162] Zu den Anstrichmitteln können monomere, oligomere oder polymere Verbindungen gehören, die durch Ultraviolett (UV), Elektronenstrahl (EB), Laser und dergleichen härtbar sind. Die Platzierung einer UV-, EB- oder Laserquelle auf dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** kann zu einer direkten Photoinitiation jedes Tröpfchens führen, der vom Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** auf den Untergrund **10** aufgebracht wird. Die Erhöhung des Einsatzes von Monomeren im Vergleich zu Polymeren kann die härtbaren Feststoffe des Anstrichmittels erhöhen, ohne die Viskosität des Anstrichmittels zu erhöhen, wodurch die in die Umwelt freigesetzten flüchtigen organischen Kohlenstoffe (VOCs) reduziert werden. Allerdings kann die Zunahme der Verwendung von Monomeren im Vergleich zu Polymeren eine oder mehrere Eigenschaften des Anstrichmittels beeinflussen. Eine Anpassung der Eigenschaften des Anstrichmittels kann notwendig sein, um das Anstrichmittel für den Auftrag mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, der Viskosität (η_0), der Dichte (p), der Oberflächenspannung (σ) und der Relaxationszeit (λ) geeignet zu machen. Ferner kann eine Anpassung der Eigenschaften des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** erforderlich sein, um den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** für die Anwendung, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, des Düsendurchmessers (D) des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Auftreffgeschwindigkeit (v) des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, die Geschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, dem Abstand des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** vom Untergrund **10**, der Tröpfchengröße des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, der Abgabegeschwindigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und der Ausrichtung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** relativ zur Schwerkraft geeignet zu machen.

[0163] Ein Anstrichmittel zum Auftrag auf einen Untergrund **10** unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad wird hier vorgestellt. Das Anstrichmittel umfasst monomere, oligomere oder polymere Verbindungen mit einem zahlenmittleren Molekulargewicht von etwa 400 bis etwa 20.000 und mit einer radikalisch polymerisierbaren Doppelbindung. Das Anstrichmittel enthält einen Photoinitiator. Das Anstrichmittel hat eine Ohnesorge-Zahl (Oh) von etwa 0,01 bis etwa 12,6. Das Anstrichmittel hat eine Reynolds-Zahl (Re) von etwa 0,02 bis etwa 6.200. Das Anstrichmittel hat eine Deborah-Zahl (De) von größer als 0 bis etwa 1730.

[0164] Das Anstrichmittel kann die monomeren, oligomeren oder polymeren Verbindungen in einer Größenordnung von ca. 20 Gewichtsprozent bis ca. 90 Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. Das Anstrichmittel kann den Photoinitiator in einer Größenordnung von ca. 0,1 Gewichtsprozent bis ca. 2 Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. Es ist zu beachten, dass das Anstrichmittel einschließlich der monomeren, oligomeren oder polymeren Verbindungen bis zu 100 % Feststoffgehalt, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels, aufweisen kann.

[0165] Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter aufnimmt und das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** auf den Untergrund **10** abgibt, um eine Lackschicht zu bilden. Die Lackschicht kann sich in Gegenwart von hochenergetischer Strahlung bilden. Die hochenergetische Strahlung kann durch eine Vorrichtung erzeugt werden, die so konfiguriert ist, dass sie ultraviolettes Licht, einen Laser, einen Elektronenstrahl oder Kombinationen davon erzeugt. Das Gerät kann an den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad gekoppelt und so konfiguriert werden, dass die hochenergetische Strahlung nach dem Abgeben durch die Düsenöffnung **72** des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad auf das Anstrichmittel gerichtet wird.

[0166] Die Anstrichmittel sind wasserbasiert und enthalten etwa 40 Gewichtsprozent bis etwa 90 Gewichtsprozent Wasser, alternativ etwa 40 Gewichtsprozent bis etwa 70 Gewichtsprozent Wasser, bezogen auf das

Gesamtgewicht der Gemische. Die filmbildende Komponente der Anstrichmittel kann jedes UV-härtbare wasserdispersierbare oder LatexPolymer enthalten. Ein „Latex“-Polymer bedeutet eine Dispersion von Polymerpartikeln in Wasser, ein Latexpolymer erfordert typischerweise ein sekundäres Dispersgiermittel (z.B. ein Tensid) zur Erzeugung einer Dispersion oder Emulsion von Polymerpartikeln in Wasser. Ein „wasserdispersierbares“ Polymer bedeutet, dass das Polymer selbst in Wasser dispergiert werden kann (d.h., ohne dass die Verwendung eines separaten Tensids erforderlich ist) oder dass dem Polymer Wasser zugesetzt werden kann, um eine stabile wässrige Dispersion zu bilden (d.h. die Dispersion sollte bei normalen Lagertemperaturen mindestens einen Monat lagerstabil sein). Solche wasserdispersierbaren Polymere können nicht-ionische oder anionische Funktionen auf dem Polymer enthalten, die dazu beitragen, sie wasserdispersierbar zu machen. Für solche Polymere sind in der Regel externe Säuren oder Basen zur anionischen Stabilisierung erforderlich.

[0167] Zu den geeigneten UV-härtbaren Polymeren gehören unter anderem Polyurethane, Epoxide, Polyamide, chlorierte Polyolefine, Acrylate, ölmodifizierte Polymere, Polyester und Mischungen oder Copolymere davon. Die UV-härtbaren Polymere in den Anstrichmitteln können eine Vielzahl von funktionellen Gruppen enthalten, um ihre Eigenschaften für eine bestimmte Anwendung zu modifizieren, einschließlich z.B. Acetoacetyl, (Meth)acryl (wobei sich „(Meth)acryl“ auf Methacryl, Methacrylat, Acryl oder Acrylat bezieht), Vinyl, Vinylether, (Meth)allylether (wobei sich (Meth)allylether auf einen Allylether und einen Methallylether bezieht) oder Mischungen davon.

[0168] Acetoacetyl-Funktionalität kann in das UV-härtbare Polymer durch die Verwendung von Acetoacetoxyethylacrylat, Acetoacetoxypropylmethacrylat, Allylacetoacetat, Acetoacetoxybutylmethacrylat, 2,3-Di(acetoacetoxy)propylmethacrylat, 2-(Acetoacetoxy)ethylmethacrylat, t-Butylacetoacetat, Diketen und dergleichen oder Kombinationen davon eingearbeitet werden. Im allgemeinen kann jedes polymerisierbare hydroxyfunktionelle oder andere aktiven Wasserstoff enthaltende Monomer durch Reaktion mit Diketen oder einem anderen geeigneten Acetoacetylierungsmittel in das entsprechende acetoacetyl-funktionelle Monomer überführt werden (siehe z.B. Comparison of Methods for the Preparation of Acetoacetylated Coating Resins, Witzeman, J. S.; Dell Nottingham, W.; Del Rector, F. J. Coatings Technology; Vol. 62, 1990, 101 (und darin enthaltene Referenzen)). In Anstrichmitteln wird die funktionelle Acetoacetylgruppe über 2-(Acetoacetoxy)ethylmethacrylat, t-Butylacetoacetat, Diketen oder Kombinationen davon in das Polymer eingearbeitet.

[0169] Anstrichmittel können eine radikalisch polymerisierbare Komponente enthalten, die mindestens einen Bestandteil mit radikalisch polymerisierbarer Funktionalität enthält. Repräsentative Beispiele für frei radikalisch polymerisierbare Funktionalität, die geeignet ist, umfassen (Meth)acrylatgruppen, olefinische Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen, Allyloxygruppen, alpha-Methylstyrolgruppen, (Meth)acrylamidgruppen, Cyantestergruppen, (Meth)acrylnitrilgruppen, Vinylethergruppen, Kombinationen davon und dergleichen. Der Begriff „(Meth)acryl“, wie er hier verwendet wird, umfasst Acryl und/oder Methacryl, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben. In vielen Fällen können Acrylanteile relativ zu Methacrylanteilen verwendet werden, da Acrylanteile dazu neigen, schneller auszuhärten.

[0170] Vor Beginn der Aushärtung können frei radikalisch polymerisierbare Gruppen Gemische mit relativ langer Haltbarkeit liefern, die vorzeitigen Polymerisationsreaktionen bei der Lagerung widerstehen. Zum Zeitpunkt der Verwendung kann die Polymerisation bei Bedarf mit guter Kontrolle durch eine oder mehrere geeignete Aushärtungstechniken eingeleitet werden. Veranschaulichende Aushärtungstechniken umfassen unter anderem die Einwirkung von Wärmeenergie, die Einwirkung einer oder mehrerer Arten von elektromagnetischer Energie wie sichtbares Licht, ultraviolettes Licht, Infrarotlicht oder ähnliches, die Einwirkung von Schallenergie, die Einwirkung von beschleunigten Teilchen wie E-Strahl-Energie, den Kontakt mit chemischen Härtungsmitteln wie die Verwendung von Peroxid-Initiierung mit Styrol und/oder einem Styrol-Mimetikum, Peroxid/Amin-Chemie, Kombinationen davon und ähnliches. Wenn die Aushärtung einer solchen Funktionalität eingeleitet wird, kann die Vernetzung relativ schnell ablaufen, sodass die resultierenden Schichten eine frühe Grünfestigkeit entwickeln. Eine solche Aushärtung verläuft typischerweise im Wesentlichen bis zur vollständigen Aushärtung unter einem breiten Spektrum von Bedingungen, um ein unangemessenes Maß an Restaktivität zu vermeiden.

[0171] Zusätzlich zu der radikalisch polymerisierbaren Funktionalität können die in die radikalisch polymerisierbare Komponente eingearbeiteten radikalisch polymerisierbaren Bestandteile andere Arten von Funktionalität umfassen, einschließlich anderer Arten von Härtungsfunktionalität, Funktionalität zur Förderung der Partikeldispersion, Haftung, Kratzfestigkeit, Chemikalienbeständigkeit, Abriebfestigkeit, Kombinationen davon und ähnliches. Zum Beispiel kann/können der/die radikalisch polymerisierbare(n) Bestandteil(e) neben der radikalisch polymerisierbaren Funktionalität auch zusätzliche vernetzbare Funktionalität enthalten, damit die Gemische nach dem Aushärten ein interpenetrierendes Polymernetzwerk bilden kann. Ein Beispiel für eine solche

andere vernetzbare Funktionalität sind OH- und NCO-Gruppen, die unter Bildung von Urethanbindungen ko-reakтив sind. Die Reaktion zwischen OH und NCO kann oft durch die Verwendung eines geeigneten Vernetzungsmittels und Katalysators gefördert werden. Zur Unterstützung der Dispergierung von Partikeladditiven, insbesondere von Keramikpartikeln, können die Bestandteile der radikalisch polymerisierbaren Komponente anhängende Dispergiermittelanteile wie Säure- oder Salzanteile von Sulfonat, Sulfat, Phosphonat, Phosphat, Carboxylat, (Meth)acrylnitril, Ammonium, quaternärem Ammonium, Kombinationen davon und ähnliches enthalten. Andere Funktionalitäten können gewählt werden, um Haftung, Glanz, Härte, chemische Beständigkeit, Flexibilität und ähnliches zu fördern. Beispiele sind Epoxid, Schleim, Siloxan, Alkoxy, Ester, Amin, Amid, Urethan, Polyester, Kombinationen davon und ähnliches.

[0172] Der eine oder mehrere radikalisch polymerisierbare Bestandteil(e), der/die in die radikalisch polymerisierbare Komponente eingearbeitet ist/sind, kann/können aliphatisch und/oder aromatisch sein. Für Außenanwendungen neigen aliphatische Materialien dazu, eine bessere Witterungsbeständigkeit zu zeigen.

[0173] Der eine oder die mehreren radikalisch polymerisierbaren Bestandteile, die in die radikalisch polymerisierbare Komponente eingearbeitet sind, können linear, verzweigt, zyklisch, kondensiert, Kombinationen davon oder ähnliches sein. Beispielsweise können in einigen Fällen verzweigte Harze verwendet werden, da diese Harze dazu neigen, eine niedrigere Viskosität als lineare Pendants mit vergleichbarem Molekulargewicht zu haben.

[0174] In denjenigen Ausführungsformen, in denen die Anstrichmittel flüssige Dispersionen sind, kann die radikalisch polymerisierbare Komponente zum mindesten als ein Teil des flüssigen Trägers für die teilchenförmigen Bestandteile der Gemische fungieren. Die Anstrichmittel sind so lösungsmittelfrei wie praktisch, sodass die strahlungshärtbare Komponente im Wesentlichen als die Gesamtheit des flüssigen Trägers fungiert. Einige radikalisch polymerisierbare Bestandteile können für sich genommen bei Raumtemperatur als Feststoffe vorliegen, sind jedoch in einem oder mehreren der anderen Bestandteile, die zur Bereitstellung des radikalisch polymerisierbaren Bestandteils verwendet werden, leicht löslich. Nach der Aushärtung dient die entstandene Matrix als Bindemittel für die anderen Bestandteile des Gemisches.

[0175] Veranschaulichende Ausführungsformen von strahlungshärtbaren Komponenten umfassen wünschenswerterweise ein reaktives Verdünnungsmittel, das einen oder mehrere radikalisch polymerisierbare Bestandteile mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht unter etwa 750, alternativ in der Größenordnung von etwa 50 bis etwa 750, alternativ von etwa 50 bis etwa 500, umfasst. Das reaktive Verdünnungsmittel fungiert als Verdünnungsmittel, als Mittel zur Verringerung der Viskosität des Anstrichmittels, als Beschichtungsbindemittel/Matrix im ausgehärteten Zustand, als Vernetzungsmittel und/oder ähnliches.

[0176] Die strahlungshärtbare Komponente enthält optional ebenfalls mindestens ein radikalisch polymerisierbares Harz in Zumischung mit dem reaktiven Verdünnungsmittel. Wenn das Molekulargewicht eines Harzes groß ist, können die Mischungen im Allgemeinen dazu neigen, für eine einfache Handhabung zu viskos zu sein. Dies kann auch das Aussehen der resultierenden Beschichtung beeinflussen. Ist das Molekulargewicht hingegen zu niedrig, kann die Zähigkeit oder Elastizität der resultierenden Gemische leiden. Es kann auch schwieriger sein, die Schichtdicke zu kontrollieren, und die resultierenden Beschichtungen können dazu neigen, spröder zu sein als gewünscht. Um diese Bedenken auszugleichen, umfasst der Begriff Harz im Allgemeinen radikalisch polymerisierbare Materialien mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von ca. 750 oder mehr, alternativ von ca. 750 bis ca. 20.000, alternativ ca. 750 bis ca. 10.000, alternativ ca. 750 bis ca. 5000 und alternativ ca. 750 bis ca. 3000. Häufig sind ein oder mehrere Harze, die bei etwa Raumtemperatur fest sind, in dem reaktiven Verdünnungsmittel löslich, sodass die strahlungshärtbare Komponente eine einzige, flüssige Phase ist. Das hier verwendete Molekulargewicht bezieht sich auf das gewichtsmittlere Molekulargewicht, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben.

[0177] Erwünscht ist, dass das reaktive Verdünnungsmittel mindestens einen Bestandteil enthält, der in Bezug auf die radikalisch polymerisierbare Funktionalität monofunktionell ist, mindestens einen Bestandteil, der in Bezug auf die radikalisch polymerisierbare Funktionalität disfunktionell ist, und mindestens einen Bestandteil, der in Bezug auf die radikalisch polymerisierbare Funktionalität trifunktionell oder höher funktionell ist. Reaktive Verdünnungsmittel, die diese Kombination von Inhaltsstoffen enthalten, tragen dazu bei, ausgehärtete Beschichtungen mit ausgezeichneter Abriebfestigkeit unter Beibehaltung hoher Zähigkeit zu liefern.

[0178] Repräsentative Beispiele für monofunktionelle, radikalisch polymerisierbare Inhaltsstoffe, die sich zur Verwendung im reaktiven Verdünnungsmittel eignen, sind Styrol, Alpha-Methylstyrol, substituiertes Styrol, Vinylester, Vinylether, Lactame wie N-Vinyl-2-Pyrrolidon, (Meth)acrylamid, N-substituiertes (Meth)acryl-

amid, Octyl(meth)acrylat, Nonylphenolethoxylat(meth)acrylat, Isononyl(meth)acrylat, 1,6-Hexandiol(meth)acrylat, Isobornyl(meth)acrylat, 2-(2-Ethoxyethoxy)ethyl(meth)acrylat, 2-Ethylhexyl(meth)acrylat, Lauryl(meth)acrylat, beta-Carboxyethyl(meth)acrylat, Isobutyl(meth)acrylat, cycloaliphatisches Epoxid, Alpha-Epoxid, 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, (Meth)Acrylnitril, Maleinsäureanhydrid, Itaconsäure, Isodecyl(meth)acrylat, Dodecyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, Methyl(meth)acrylat, Hexyl(meth)acrylat, (Meth)acrylsäure, N-Vinylcaprolactam, Stearyl(meth)acrylat, hydroxyfunktionelles Caprolactonester(meth)acrylat, Octodecyl(meth)acrylat, Isooctyl(meth)acrylat, Hydroxyethyl(meth)acrylat, Hydroxymethyl(meth)acrylat, Hydroxypropyl(meth)acrylat, Hydroxyisopropyl(meth)acrylat, Hydroxybutyl(meth)acrylat, Hydroxyisobutyl(meth)acrylat, Tetrahydrofurfuryl(meth)acrylat, Kombinationen davon und dergleichen. Wenn eines oder mehrere solcher monofunktionellen Monomere vorhanden sind, können diese 0,5 bis etwa 50, alternativ 0,5 bis 35 und alternativ etwa 0,5 bis etwa 25 Gewichtsprozent der strahlungshärtbaren Komponente, bezogen auf das Gesamtgewicht der radikalisch polymerisierbaren Komponente, ausmachen.

[0179] In einigen Ausführungsformen umfasst eine monofunktionelle Komponente des reaktiven Verdünnungsmittels ein Lactam mit anhängender radikalisch polymerisierbarer Funktionalität und mindestens einen weiteren Bestandteil, der hinsichtlich der radikalischen Polymerisierbarkeit monofunktionell ist. Mindestens einer dieser zusätzlichen monofunktionellen Bestandteile hat ein gewichtsmittleres Molekulargewicht in der Größenordnung von etwa 50 bis etwa 500. Das Gewichtsverhältnis des Lactams zu einem oder mehreren anderen monofunktionellen Inhaltsstoffen liegt in der Größenordnung von etwa 1:50 bis 50:1, alternativ 1:20 bis 20:1 und alternativ etwa 2:3 bis etwa 3:2. In einer veranschaulichenden Ausführungsform würde die Verwendung von N-Vinyl-2-Pyrrolidon und Octodecylacrylat in einem Gewichtsverhältnis von etwa 1:1 eine geeignete monofunktionelle Komponente des reaktiven Verdünnungsmittels ergeben.

[0180] Die di-, tri- und/oder höherfunktionellen Bestandteile des reaktiven Verdünnungsmittels tragen dazu bei, eine oder mehrere Eigenschaften der ausgehärteten Mischung zu verbessern, einschließlich der Vernetzungsdichte, der Härte, der Abriebfestigkeit, der chemischen Beständigkeit, der Kratzfestigkeit oder ähnlichem. In vielen Ausführungsformen können diese Bestandteile von 0,5 bis etwa 50, alternativ 0,5 bis 35 und alternativ etwa 0,5 bis etwa 25 Gewichtsprozent der radikalisch polymerisierbaren Komponente, bezogen auf das Gesamtgewicht der radikalisch polymerisierbaren Komponente, enthalten. Beispiele für solche höherfunktionellen, strahlungshärtbaren Monomere sind Ethylenglykoldi(meth)acrylat, Hexandioldi(meth)acrylat, Triethylenglykoldi(meth)acrylat, Tetraethylenglykoldi(meth)acrylat, Trimethylolpropantri(meth)acrylat (TMPTA), ethoxyliertes Trimethylolpropantri(meth)acrylat, Glycerintri(meth)acrylat, Pentaerythrittri(meth)acrylat, Pentaerythrittetra(meth)acrylat und Neopentylglykoldi(meth)acrylat, 1,6 Hexandioldi(meth)acrylat, Dipentaerythritolpenta(meth)acrylat, Kombinationen davon und dergleichen. Weitere frei radikalisch polymerisierbare Monomere, die geeignet wären, sind unter anderem die in der PCT-Veröffentlichung Nr. WO 02/077109 beschriebenen.

[0181] In vielen Ausführungsformen ist es wünschenswert, wenn das reaktive Verdünnungsmittel mindestens ein trifunktionelles oder höher funktionelles Material mit einem Molekulargewicht in der Größenordnung von etwa 50 bis etwa 500 enthält, um die Abriebfestigkeit zu erhöhen. Die Menge solcher trifunktioneller oder höher funktioneller Materialien, die im reaktiven Verdünnungsmittel verwendet werden, kann über ein breites Spektrum variieren. In vielen gewünschten Ausführungsformen sind mindestens etwa 15 Gewichtsprozent, alternativ mindestens etwa 20 Gewichtsprozent, mindestens etwa 25 Gewichtsprozent und sogar mindestens 45 Gewichtsprozent des reaktiven Verdünnungsmittels mindestens trifunktionell oder höher in Bezug auf die radikalisch polymerisierbare Funktionalität, bezogen auf das Gesamtgewicht des reaktiven Verdünnungsmittels. Diese wünschenswerten Ausführungsformen weisen einen atypisch hohen Größenbereich von tri- oder höherer Funktionalität für erhöhte Vernetzungsdichte und entsprechend hohe Härte und Kratzfestigkeit, aber dennoch eine ausgezeichnete Zähigkeit auf.

[0182] Im Allgemeinen würde man erwarten, dass bei einer so hohen Vernetzungsdichte eine hohe Härte und Kratzfestigkeit mit einem zu hohen Aufwand an Zähigkeit und/oder Elastizität erreicht wird. Die herkömmliche Erwartung wäre, dass die resultierenden Mischungen zu spröde sind, um praktikabel zu sein. Es kann jedoch ein relativ hoher Gehalt an tri- oder höherer Funktionalität in das reaktive Verdünnungsmittel eingearbeitet werden, während gleichzeitig sehr gute Werte für Zähigkeit und/oder Elastizität erhalten bleiben. Wie nachstehend erörtert, können in einigen Ausführungsformen die Verdünnungsmaterialien zusammen mit leistungssteigernden, radikalisch polymerisierbaren Harzen und verschiedenen ausgewählten Partikeln, einschließlich Keramikpartikeln, organischen Partikeln, bestimmten anderen Additiven und Kombinationen davon, kombiniert werden.

[0183] Die resultierenden frei radikalisch polymerisierbaren Komponenten haben auch rheologische Eigenschaften, um relativ substanzielle Partikelverteilungen zu unterstützen. Dies bedeutet, dass die radikalisch po-

lymerisierbare Komponente in sehr hohem Maße mit Partikeln und anderen Additiven versehen werden kann, die dazu beitragen, die gewünschten Eigenschaften wie Kratzfestigkeit, Zähigkeit, Haltbarkeit und ähnliches zu erhöhen. In vielen Ausführungsformen kann die Mischung aus den radikalisch polymerisierbaren Materialien und den Partikelkomponenten pseudoplastische und thixotrope Eigenschaften aufweisen, um die Glätte, Gleichmäßigkeit, Ästhetik und Haltbarkeit der resultierenden ausgehärteten Mischungen zu kontrollieren und zu erhöhen. Insbesondere die erwünschten thixotropen Eigenschaften tragen dazu bei, das Absetzen der Partikel nach dem Auftragen zu reduzieren. Mit anderen Worten, die radikalisch polymerisierbare Komponente stellt einen Träger dar, bei dem die Partikelverteilung während der Lagerung und nach dem Auftragen auf einen Untergrund **10** sehr stabil bleibt. Diese Stabilität beinhaltet, dass die Partikel nach dem Auftragen auf einen Untergrund **10** weitgehend an der Oberfläche des Gemisches gehalten werden. Durch die Beibehaltung von Partikelpopulationen an der Oberfläche wird eine hohe Kratzfestigkeit an der Oberfläche beibehalten.

[0184] In einigen Ausführungsformen enthält mindestens einer der Bestandteile des reaktiven Verdünnungsmittels zusätzlich zur radikalisch polymerisierbaren Funktionalität optional eine Epoxidfunktionalität. In einer veranschaulichenden Ausführungsform wird ein Diacrylatbestandteil mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von etwa 500 bis 700 und mit mindestens einem von der Epoxyfunktionalität abgeleiteten Gerüstanteil in das reaktive Verdünnungsmittel eingearbeitet. Ein Beispiel für ein solches Material ist unter der Handelsbezeichnung CN120 von Sartomer Co., Inc. im Handel erhältlich. Eine Mischung, die 80 Gewichtsteile dieses Oligomers mit 20 Gewichtsteilen TMPTA enthält, ist ebenfalls unter der Handelsbezeichnung CN120C80 von dieser Quelle erhältlich. In einigen Ausführungsformen wären bei Verwendung von etwa 1 bis etwa 25, alternativ etwa 8 bis 20 Gewichtsteilen dieses Oligomers pro etwa 1 bis etwa 50 Gewichtsteile, alternativ 5 bis 20 Gewichtsteile der monofunktionellen Bestandteile des reaktiven Verdünnungsmittels geeignet. In einer exemplarischen Ausführungsform wäre die Verwendung von etwa 15 bis 16 Gewichtsteilen der Zumischung von CN 120-80 pro etwa 12 Gewichtsteile monofunktioneller Bestandteile geeignet.

[0185] Zusätzlich zum reaktiven Verdünnungsmittel kann eine radikalisch polymerisierbare Komponente ein oder mehrere radikalisch polymerisierbare Harze enthalten. Wenn die radikalisch polymerisierbare Komponente ein oder mehrere radikalisch polymerisierbare Harze enthält, kann die Menge dieser in die Gemische eingearbeiteten Harze über ein breites Spektrum variieren. Als allgemeine Richtlinien kann das Gewichtsverhältnis des/der radikalisch polymerisierbaren Harzes/e zum reaktiven Verdünnungsmittel oft in der Größenordnung von etwa 1:20 bis etwa 20:1, alternativ 1:20 bis 1:1, alternativ 1:4 bis 1:1 und alternativ etwa 1:2 bis 1:1 liegen.

[0186] In den veranschaulichenden Ausführungsformen umfasst die radikalisch polymerisierbare Harzkomponente wünschenswerterweise ein oder mehrere Harze wie (meth)acrylierte Urethane (d.h. Urethan(meth) acrylate), (meth)acrylierte Epoxide (d.h. Epoxy-(Meth)acrylate), (meth)acrylierte Polyester (d.h. Polyester(meth)acrylate), (meth)acrylierte (Meth)acryle, (meth)acrylierte Silikone, (meth)acrylierte Amine, (meth)acrylierte Amide; (meth)acrylierte Polysulfone, (meth)acrylierte Polyester, (meth)acrylierte Polyether(meth) acrylate, Vinyl(meth)acrylate und (meth)acrylierte Öle. In der Praxis bedeutet die Bezugnahme auf ein Harz nach seiner Klasse (z.B. Polyurethan, Polyester, Silikon usw.), dass das Harz mindestens einen für diese Klasse charakteristischen Anteil enthält, auch wenn das Harz Anteile aus einer anderen Klasse enthält. So enthält ein Polyurethanharz mindestens eine Urethanbindung, kann aber auch eine oder mehrere andere Arten von Polymerverbindungen enthalten.

[0187] Repräsentative Beispiele für frei radikalisch polymerisierbare Harzmaterialien sind strahlungshärtbare (Meth)acrylate, Urethane und Urethan(meth)acrylate (einschließlich aliphatischer Polyester-Urethan(meth) acrylate), wie die in U.S. Pat. Nr. 5.453.451, 5.773.487 und 5.830.937 beschriebenen Materialien. Weitere frei radikalisch polymerisierbare Harze, die geeignet wären, sind die in der PCT-Veröffentlichung Nr. WO 02/077109 beschriebenen. Ein umfassendes Spektrum solcher Materialien ist im Handel erhältlich.

[0188] Ausführungsformen der Harzkomponente umfassen mindestens ein erstes radikalisch polymerisierbares Polyurethanharz, das eine Glasübergangstemperatur (Tg) von mindestens 50 °C aufweist und mindestens trifunktionell, alternativ mindestens tetrafunktionell, alternativ mindestens pentafunctionell und alternativ mindestens hexafunktionell bezüglich der radikalisch polymerisierbaren Funktionalität ist. Dieses erste Harz hat vorzugsweise eine Tg von mindestens ca. 60 °C, alternativ mindestens ca. 80 °C und alternativ mindestens ca. 100 °C. In einer Arbeitsweise wäre ein radikalisch polymerisierbares Urethanharz mit einer Tg von ca. 50 °C bis 60 °C, das bezüglich der (Meth)acrylatfunktionalität sechswertig ist, geeignet. Eine exemplarische Ausführungsform eines solchen hexafunktionellen Harzes ist unter der Handelsbezeichnung Genomer 4622 von Rahn im Handel erhältlich.

[0189] In einigen Ausführungsformen wird das erste Harz in Kombination mit einer oder mehreren anderen Arten von Harzen verwendet. Optional ist mindestens eines dieser anderen Harze auch frei radikalisch polymerisierbar. Zum Beispiel enthalten einige Ausführungsformen das erste Harz in Kombination mit mindestens einem zweiten radikalisch polymerisierbaren Harz, das mono- oder multifunktionell in Bezug auf radikalisch polymerisierbare Anteile sein kann. Falls vorhanden, kann das zweite radikalisch polymerisierbare Harz eine Tg über ein breites Spektrum aufweisen, z.B. von -30 °C bis 120 °C. In einigen Ausführungsformen hat das zweite Harz eine Tg von weniger als 50 °C, alternativ weniger als etwa 30 °C und alternativ weniger als etwa 10 °C. Viele Ausführungsformen des zweiten Harzes sind Polyurethanmaterialien. Eine exemplarische Ausführungsform eines solchen Harzes ist unter der Handelsbezeichnung Desmolux U500 (ehemals Desmolux XP2614) von Bayer MaterialScience AG im Handel erhältlich.

[0190] Harze können gewählt werden, um die gewünschten Glanzziele zu erreichen. Zum Beispiel ist die Formulierung eines Gemisches mit einem ersten radikalisch polymerisierbaren Harz mit einer relativ hohen Tg über ca. 50 °C in Kombination mit einem optionalen zweiten radikalisch polymerisierbaren Harz mit einer relativ niedrigen Tg, wie z.B. unter ca. 30 °C hilfreich, um Beschichtungen mit mittlerem (z.B. ca. 50 bis ca. 70) oder hohem Glanzniveau (größer als ca. 70) zu erzielen. Die Formulierung mit nur einem oder mehreren radikalisch polymerisierbaren Harzen mit einer relativ höheren Tg ist hilfreich, um Beschichtungen mit geringerem Glanz (z.B. unter ca. 50) zu erhalten.

[0191] Das Gewichtsverhältnis des ersten und zweiten Harzes kann in einem weiten Bereich variieren. Um Beschichtungen mit ausgezeichneter Abriebfestigkeit und Zähigkeit in Bezug auf Ausführungsformen zu erhalten, bei denen die Tg des zweiten Harzes unter etwa 50 °C liegt, ist es wünschenswert, wenn das Verhältnis des zweiten Harzes mit niedrigerer Tg zum ersten Harz mit höherer Tg im Bereich von etwa 1:20 bis 20:1, alternativ weniger als 1:1, wie beispielsweise im Bereich von etwa 1:20 bis etwa 1:1, alternativ etwa 1:20 bis etwa 4:5 oder alternativ etwa 1:20 bis etwa 1:3 liegt. In einer veranschaulichenden Ausführungsform wäre ein Gewichtsverhältnis von etwa 9:1 geeignet.

[0192] Eine exemplarische Ausführungsform einer radikalisch polymerisierbaren Komponente, die ein reaktives Verdünnungsmittel mit einem atypisch hohen Gehalt an trifunktioneller oder höherer Funktionalität umfasst, umfasst etwa 1 bis etwa 10, alternativ etwa 4 bis etwa 8 Gewichtsteile eines Lactams wie N-Vinyl-2-Pyrrolidon, etwa 1 bis etwa 10, alternativ etwa 2 bis etwa 8 Gewichtsteile eines anderen monofunktionellen Materials mit einem Molekulargewicht unter etwa 500 wie Octodecylacrylat, etwa 5 bis etwa 25, alternativ etwa 7 bis etwa 30 Gewichtsteile eines difunktionellen reaktiven Verdünnungsmittels wie 1,6-Hexandiacrylat, etwa 1 bis etwa 8, alternativ etwa 2 bis 5 Gewichtsteile eines trifunktionellen reaktiven Verdünnungsmittels mit einem Molekulargewicht unter etwa 500, wie Trimethylolpropantriacylat TMPTA, etwa 1 bis etwa 20 Gewichtsteile eines trifunktionellen Oligomers mit einem Molekulargewicht in der Größenordnung von etwa 500 bis etwa 2000, etwa 1 bis etwa 40 Gewichtsteile eines difunktionellen Oligomers mit Epoxidfunktionalität und einem Molekulargewicht in der Größenordnung von etwa 500 bis etwa 2000, etwa 1 bis etwa 15 Gewichtsteile des ersten Harzes und etwa 1 bis etwa 15 Gewichtsteile des zweiten Harzes.

[0193] In alternativen Ausführungsformen enthält die Beschichtung eine erste Schicht, die durch das Auftragen von farbigen Beschichtungen mit Hilfe des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad eine farbige Darstellung, z.B. ein Muster, liefert. Eine zweite, transparente Schicht, die aus einer oder mehreren Schichten (oder Deckschichten) besteht, wird auf diese erste Schicht aufgetragen, um die erste, farbige Schicht zu schützen.

[0194] In einer Ausführungsform werden Anstrichmittel eingesetzt, zu denen z.B. Pigmente, Oligomere, reaktive Verdünnungsmittel und andere dem Fachmann bekannte Zusätze gehören. Geeignete Pigmente sind z.B. Pigment Gelb 213, PY 151, PY 93, PY 83, Pigment Rot 122, PR 168, PR 254, PR 179, Pigment Rot 166, Pigment Rot 48:2, Pigment Violet 19, Pigment Blau 15:1, Pigment Blau 15:3, Pigment Blau 15:4, Pigment Grün 7, Pigment Grün 36, Pigment Schwarz 7 oder Pigment Weiß 6. Geeignete Oligomere sind z.B. aliphatische und aromatische Urethanacrylate, Polyetheracrylate und Epoxyacrylate, wobei die Acrylate wahlweise mono- oder polyfunktionell sein können, z.B. difunktionell, tri- bis hexafunktionell und dekafunktionell. Geeignete reaktive Verdünnungsmittel sind z.B. Dipropylenglykoldiacrylat, Tripropylenglykoldiacrylat, Tetrahydrofur-furylacrylat, Isobornylacrylat und Isodecylacrylat. Den Druckfarben können zur Anpassung ihrer Eigenschaften weitere Additive zugesetzt werden, wie z.B. Dispergiermittelzusätze, Antischaummittel, Photoinitiatoren und UV-Absorber.

[0195] In einer Ausführungsform werden Deckschichten verwendet. Geeignete Deckschichten sind z.B. Produkte auf Basis von einkomponentigen (1K) oder zweikomponentigen (2K) Isocyanat-Vernetzungssystemen (Polyurethane) oder auf Basis von 1K- oder 2K-Epoxidsystemen (Epoxidharze). In bestimmten Ausführungs-

formen werden 2K-Systeme eingesetzt. Die verwendete Deckschicht entsprechend der Erfindung kann transparent oder transluzent sein.

[0196] In zweikomponentigen Isocyanat-Vernetzungssystemen werden als Härtungskomponente Isocyanate, wie z.B. Oligomere auf Basis von Hexamethylendiisocyanat (HDI), Diphenylmethandiisocyanat (MDI), Isophorodiisocyanat (IPDI) oder Toluidindiisocyanat (TDI), z.B. Isocyanurate, Biuret, Allophanate, und Addukte der genannten Isocyanate mit mehrwertigen Alkoholen und deren Gemische eingesetzt. Als Bindemittel werden Polyole, wie z.B. OH-gruppenhaltige Polyester, Polyether, Acrylate und Polyurethan sowie Mischungen daraus eingesetzt, wobei die Polyole lösungsmittelhaltig, lösungsmittelfrei oder wasserverdünnbar sein können.

[0197] In Zweikomponenten-Epoxidsystemen werden Epoxidharze, wie z.B. Glycidylether von Bisphenolen wie Bisphenol A oder Bisphenol F und epoxidierte aliphatische Ausgangsstoffe sowie Mischungen davon als Bindemittel eingesetzt. Als Härtungskomponente werden NH-funktionelle Substanzen, wie z.B. Amine, Amide und Addukte von Epoxidharzen und Aminen sowie deren Mischungen eingesetzt.

[0198] Bei polyolhaltigen Bindemitteln können handelsübliche Isocyanathärter und bei epoxidharzhaltigen Bindemitteln NH-funktionelle Härter als Härterkomponente eingesetzt werden.

[0199] Die Mischungsverhältnisse der Bindemittel- und Härtungskomponenten werden so gewählt, dass die Gewichte der jeweiligen Komponenten, jeweils bezogen auf den Stoffbereich der reaktiven Gruppen, in einem OH:NCO- oder Epoxy:NH-Verhältnis in der Größenordnung von 1:0,7 bis 1:1,5, alternativ von 1:0,8 bis 1:1,2 oder alternativ 1:1 vorliegen.

[0200] Eine 3-lagige Beschichtung kann in verschiedenen Industriebereichen eingesetzt werden. Der Basislack besteht aus Grundierungen, die auf Holz, Metall, Glas und Kunststoffe aufgetragen werden können. Beispiele für geeignete Grundierungen sind Produkte auf der Basis von einkomponentigen (1K) oder zweikomponentigen (2K) Isocyanat-Vernetzungssystemen (Polyurethane) oder auf der Basis von 1K- oder 2K-Epoxidsystemen (Epoxidharze).

[0201] Wie oben beschrieben, können die Anstrichmittel weiterhin Pigment enthalten. Jedes Pigment, das nach dem Stand der Technik für die Verwendung in Anstrichmitteln bekannt ist, kann in den Anstrichmitteln verwendet werden. Nicht einschränkend geeignet sind z.B. Metalloxide, Metallhydroxid, Effektpigmente einschließlich Metallflocken, Chromatierungen, wie z.B. Bleichromat, Sulfide, Sulfate, Karbonate, Kohlenschwarz, Kieselsäure, Talkum, Kaolin, Phthalocyaninblau und -grün, Organorot, Organokastanienbraun, Perlglanzpigmente, andere organische Pigmente und Farbstoffe sowie Kombinationen davon. Auf Wunsch können auch chromatfreie Pigmente, wie Bariummetaborat, Zinkphosphat, Aluminiumtriphospat und Kombinationen davon, genutzt werden.

[0202] Weitere nicht einschränkende Beispiele für geeignete Effektpigmente sind helle Aluminiumflocken, extrem feine Aluminiumflocken, Aluminiumflocken mittlerer Partikelgröße und helle mittelgroße Aluminiumflocken, Glimmerflocken, die mit Titandioxidpigmenten, auch Perlpigmente genannt, beschichtet sind und Kombinationen davon. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Farbpigmente sind Titandioxid, Zinkoxid, Eisenoxid, Kohlenschwarz, Mono-Azorot-Toner, rotes Eisenoxid, Chinacridon Kastanienbraun, transparentes rotes Oxid, Dioxazincarbazol Violett, Eisenblau, Indanthronblau, Chromtitanat, Titangelb, Mono-Azo-Permanent Orange, Ferritgelb, Mono-Azo-Benzimidazolon Gelb, transparentes gelbes Oxid, Isoindolingelb, Tetrachlorisoindolin-gelb, Anthanthon Orange, Bleichromat Gelb, Phthalocyaningrün, Chinacridon Rot, Perylen Kastanienbraun, Chinacridon Violett, vorgedunkeltes Chromgelb, Thio-Indigo Rot, transparenter roter Oxidchip, Molybdat Orange, Molybdat Orangerot, und Kombinationen davon.

[0203] Wie ebenfalls oben erläutert, können die Anstrichmittel auch Extender-Pigmente enthalten. Während Extender-Pigmente im Allgemeinen verwendet werden, um teurere Pigmente in Anstrichmitteln zu ersetzen, können die hier betrachteten Extender-Pigmente die Scherviskosität des Anstrichmittels im Vergleich zu einem Anstrichmittel ohne Extender-Pigmente erhöhen. Eine Erhöhung der Scherviskosität des Anstrichmittels kann die Eignung des Anstrichmittels für den Auftrag dem Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** verbessern. Das Extender-Pigment kann eine Partikelgröße von etwa 0,01 bis etwa 44 Mikrometern haben. Das Extender-Pigment kann eine Vielzahl von Konfigurationen haben, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, knötchenförmig, plättchenförmig, nadelförmig, und faserig. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Extender-Pigmente sind unter anderem Schlämmkreide, Schwerspat,

amorphe Kieselsäure, pyrogene Kieselsäure, Kieselgur, Porzellanerde, Calciumcarbonat, Schichtsilikat (Glimmer), Wollastonit, Magnesiumsilikat (Talk), Bariumsulfat, Kaolin und Aluminiumsilikat.

[0204] Das Anstrichmittel kann das Extender-Pigment in einer Größenordnung von etwa 0,1 bis etwa 50, alternativ von etwa 1 bis etwa 20 oder alternativ von etwa 1 bis etwa 10 Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. In bestimmten Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel Magnesiumsilikat (Talkum), Bariumsulfat oder eine Kombination davon. In verschiedenen Ausführungsformen führt der Einschluss von Bariumsulfat als Extender-Pigment zu einem Anstrichmittel mit einer größeren Scherviskosität als der Einschluss von Talk als Extender-Pigment.

[0205] Wie ebenfalls oben ausgeführt, können die Anstrichmittel weiterhin Farbstoffe enthalten. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Farbstoffe sind Triphenylmethanfarbstoffe, Anthrachinonfarbstoffe, Xanthan und verwandte Farbstoffe, Azofarbstoffe, Reaktivfarbstoffe, Phthalocyaninverbindungen, Chinacridonverbindungen und Fluoreszenzaufheller sowie Kombinationen davon. Das Anstrichmittel kann den Farbstoff in einer Größenordnung von etwa 0,01 bis etwa 5, alternativ von etwa 0,05 bis etwa 1 oder alternativ von etwa 0,05 bis etwa 0,5 Gewichtsprozent, bezogen auf ein Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. In bestimmten Ausführungsformen enthält das Anstrichmittel eine 10%ige Schwarzfarbstofflösung, wie z.B. Sol. Orasol Negro RL.

[0206] Wie ebenfalls oben ausgeführt, können die Anstrichmittel weitere Rheologiemodifikatoren enthalten. Viele verschiedene Arten von Rheologiemodifikatoren, die in den Anstrichmitteln verwendet werden können, können in den Anstrichmitteln verwendet werden. Beispielsweise kann ein Rheologiemodifikator verwendet werden, der die Rheologie des Anstrichmittels im Vergleich zu einem Anstrichmittel ohne Rheologiemodifikator erhöhen kann. Eine Erhöhung der Rheologie des Anstrichmittels kann die Eignung des Anstrichmittels für den Auftrag auf dem Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** verbessern. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Rheologiemodifikatoren sind Verbindungen auf Harnstoffbasis, Laponit-Propylenglykol-Lösungen, Acryl-Alkali-Emulsionen und Kombinationen davon. Die Anstrichmittel können den Rheologiemodifikator in einer Größenordnung von etwa 0,01 bis etwa 5, alternativ von etwa 0,05 bis etwa 1 oder alternativ von etwa 0,05 bis etwa 0,5 Gewichtsprozent, bezogen auf ein Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten. In bestimmten Ausführungsformen umfasst das Anstrichmittel die Laponit-Propylenglykol-Lösung, die Acryl-Alkali-Emulsion oder eine Kombination davon. Die Laponit-Propylenglykol-Lösung enthält ein synthetisches Schichtsilikat, Wasser und Polypropylenglykol. Das synthetische Schichtsilikat ist bei Altana AG in Wesel, Deutschland, unter dem Handelsnamen Laponite RD im Handel erhältlich. Die Acrylalkali-Emulsion ist im Handel bei BASF Corporation in Florham Park, New Jersey, unter dem Handelsnamen Viscalex® HV **30** erhältlich.

[0207] Wie ebenfalls oben ausgeführt, können die Anstrichmittel weiterhin organische Lösungsmittel enthalten. In Ausführungsformen ist das Anstrichmittel ein lösungsmittelhaltiges Anstrichmittel, wenn der Gehalt an organischen Lösungsmitteln größer als etwa 50 Gewichtsprozent, alternativ größer als 60 Gewichtsprozent, alternativ größer als 70 Gewichtsprozent, alternativ größer als 80 Gewichtsprozent oder alternativ größer als 90 Gewichtsprozent ist, bezogen auf das Gesamtgewicht des flüssigen Trägermittels im Anstrichmittel. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete organische Lösungsmittel können aromatische Kohlenwasserstoffe wie Toluol, Xylol, Ketone wie Aceton, Methylethylketon, Methylisobutylketon, Methylamylketon und Diisobutylketon, Ester wie Ethylacetat, n-Butylacetat, Isobutylacetat und eine Kombination davon sein. In Ausführungsformen kann die Verdunstungsgeschwindigkeit des Lösungsmittels einen Einfluss auf die Druckeignung des Anstrichmittels haben. Bestimmte Zusatzlösungenmittel können in das Anstrichmittel eingearbeitet werden, um die Verdampfungsgeschwindigkeit des Anstrichmittels zu erhöhen oder zu vermindern.

[0208] Wie ebenfalls oben ausgeführt, kann das Anstrichmittel zusätzlich Wasser enthalten. In Ausführungsformen ist das Anstrichmittel ein Anstrichmittel auf Wasserbasis, wenn der Wassergehalt größer als etwa 50 Gewichtsprozent, alternativ größer als 60 Gewichtsprozent, alternativ größer als 70 Gewichtsprozent, alternativ größer als 80 Gewichtsprozent oder alternativ größer als 90 Gewichtsprozent ist, bezogen auf das Gesamtgewicht des flüssigen Trägermittels im Anstrichmittel. Das Anstrichmittel kann einen pH-Wert von etwa 1 bis etwa 14, alternativ von etwa 5 bis etwa 12 oder alternativ von etwa 8 bis etwa 10 haben.

[0209] Wie ebenfalls oben ausgeführt, können die Anstrichmittel weiterhin einen Katalysator enthalten. Das Anstrichmittel kann ferner einen Katalysator enthalten, um die Aushärtungszeit zu verkürzen und die Aushärtung des Anstrichmittels bei Umgebungstemperatur zu ermöglichen. Die Umgebungstemperaturen werden in der Regel als Temperaturen im Bereich von 18 °C bis 35 °C bezeichnet. Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Katalysatoren können organische Metallsalze sein, wie z.B. Dibutylzinndilaurat, Dibutylzinndiace-

tat, Dibutylzinn dichlorid, Dibutylzinn dibromid, Zinknaphthenat, Triphenylbor, Tetraisopropyltitanat, Triethanolaminetitanat-Chelat, Dibutylzinn dioxid, Dibutylzinn dioctoat, Zinnoctoat, Aluminiumtitanat, Aluminiumchelate, Zirkoniumchelat, Kohlenwasserstoff-Phosphoniumhalogenide, wie Ethyltriphenylphosphoniumjodid und andere solche Phosphoniumsalze und andere Katalysatoren oder eine Kombination davon. Nicht einschränkend Beispiele für geeignete saure Katalysatoren können Carbonsäuren, Sulfonsäuren, Phosphorsäuren oder eine Kombination davon sein. In einigen Ausführungsformen kann der Säurekatalysator beispielsweise Essigsäure, Ameisensäure, Dodecylbenzolsulfonsäure, Dinonylnaphthalinsulfonsäure, para-Toluolsulfonsäure, Phosphorsäure oder eine Kombination davon einschließen. Das Anstrichmittel kann die Katalysatoren in einer Größenordnung von etwa 0,01 bis etwa 5, alternativ von etwa 0,05 bis etwa 1 oder alternativ von etwa 0,05 bis etwa 0,5 Gewichtsprozent, bezogen auf ein Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten.

[0210] Wie ebenfalls oben ausgeführt, kann das Anstrichmittel weiterhin konventionelle Zusätze enthalten. Das Anstrichmittel kann ferner einen UV-Stabilisator enthalten. Nicht einschränkende Beispiele für solche UV-Lichtstabilisatoren sind UV-Absorber, Screener, Quencher und gehinderte Amin-Lichtstabilisatoren. Dem Anstrichmittel kann auch ein Antioxidationsmittel zugesetzt werden. Typische Ultraviolettlicht-Stabilisatoren können Benzophenone, Triazole, Triazine, Benzoate, gehinderte Amine und Mischungen davon sein. Eine Mischung aus gehinderten Amin-Lichtstabilisatoren, wie Tinuvin® 328 und Tinuvin®123, die alle von Ciba Specialty Chemicals in Tarrytown, New York, unter dem Handelsnamen Tinuvin® kommerziell erhältlich sind, kann verwendet werden.

[0211] Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Ultraviolettlichtabsorber sind Hydroxyphenylbenzotriazole, wie 2-(2-Hydroxy-5-methylphenyl)-2H-Benzotrazol, 2-(2-Hydroxy-3,5-di-tert-amyl-phenyl)-2H-Benzotriazol, 2[2-Hydroxy-3,5-di(1,1-dimethylbenzyl)phenyl]-2H-Benzotriazol, Reaktionsprodukt von 2-(2-Hydroxy-3-tert-butyl-5-methylpropionat)-2H-Benzotriazol und Polyethylenetherglykol mit einem gewichtsmittleren Molekulargewicht von 300, 2-(2-Hydroxy-3-tert-Butyl-5-iso-octylpropionat)-2H-Benzotriazol, Hydroxyphenyl-s-Triazine, wie 2-[4((2,-Hydroxy-3-dodecyloxy/tridecyloxypropyl)-oxy)-2-hydroxyphenyl]-4,6-bis(2,4-dimethylphenyl)-1,3,5-triazin, 2-[4(2-Hydroxy-3-(2-ethylhexyl)-oxy)-2-hydroxyphenyl]-4,6-bis(2,4-dimethylphenyl) 1 ,3, 5-triazin, 2-(4-Octyloxy-2-hydroxyphenyl)-4,6-bis(2,4-dimethylphenyl)-1,3,5-triazin, Hydroxybenzophenon UV-Absorber, wie 2,4-Dihydroxybenzophenon, 2-Hydroxy-4-Octyloxybenzophenon und 2-Hydroxy-4-Dodecyloxybenzophenon.

[0212] Nicht einschränkende Beispiele für geeignete gehinderte Amin-Lichtstabilisatoren sind N-(1,2,2,6,6-Pentamethyl-4-piperidinyl)-2-dodecylsuccinimid, N(1-Acetyl-2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidinyl)-2-dodecylsuccinimid, N-(2-Hydroxyethyl)-2,6,6,6-tetramethylpiperidin-4-ol-Bernsteinsäure-Copolymer, 1,3,5-Triazin-2,4,6-triamin, N,N''-[1,2-Ethandiybis[[[4,6-bis[butyl(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidinyl)amino]-1,3,5-Triazin-2-yl]imino]-3,1-propandiyl]]bis[N, N''-Dibutyl-N',N''-bis(1,2,2,6,6-Pentamethyl-4-piperidinyl)], Poly-[[6-[1,1,3,3-Tetramethylbutyl]-amino]-1,3,5-triazin-2,4-diy][2,2,6,6-tetramethylpiperidinyl]-imino]-1,6-hexan-diy[(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidinyl)-imino], Bis(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidinyl)sebacat, Bis(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidinyl)sebacat, Bis(1-Octyloxy-2,2,6,6-Tetramethyl-4-piperidinyl)sebacat, Bis(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidinyl)[3,5bis(1,1-dimethylethyl-4-hydroxyphenyl)methyl]butylpropadioat, 8-Acetyl-3-Dodecyl-7,7,9,9,-tetramethyl-1,3,8-triaspiro(4,5)decan-2,4-dion und Dodecyl/Tetradecyl-3-(2,2,4,4-tetramethyl-21-oxo-7-oxa-3,20-diazal dispiro(5.1.11.2)henicosan-20-yl)propionat.

[0213] Nicht einschränkende Beispiele für geeignete Antioxidantien sind Tetrakis[methylen(3,5-di-tert-butylhydroxyhydrocinnamat)]methan, Octadecyl-3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyhydrocinnamat, Tris(2,4-Di-tert-butylphenyl)-phosphit, 1,3,5-Tris(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)-1,3,5-triazin-2,4,6(1H,3H,5H)-trion und Benzol-propansäure, 3,5-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-C7-C9 verzweigte Alkylester. In bestimmten Ausführungsformen umfasst das Antioxidationsmittel Hydroperoxidzersetzer, wie Sanko® HCA (9,10-Dihydro-9-oxa-10-phosphenanthren-10-oxid), Triphenylphosphat und andere phosphororganische Verbindungen, wie Irgafos® TNPP von Ciba Specialty Chemicals, Irgafos® 168 von Ciba Specialty Chemicals, Ultranox® 626 von GE Specialty Chemicals, Mark PEP-6 von Asahi Denka, Mark HP-10 von Asahi Denka, Irgafos® P-EPQ von Ciba Specialty Chemicals, Ethanox 398 von Albemarle, Weston 618 von GE Specialty Chemicals, Irgafos® 12 von Ciba Specialty Chemicals, Irgafos® 38 von Ciba Specialty Chemicals, Ultranox® 641 von GE Specialty Chemicals und Doverphos® S-9228 von Dover Chemicals.

[0214] Das Anstrichmittel kann darüber hinaus andere nach dem Stand der Technik bekannte Zusatzstoffe zur Verwendung in Anstrichmitteln enthalten. Nicht einschränkende Beispiele für solche Additive sind Netzmittel, Verlaufs- und Fließregulierungsmittel, z.B. Resiflow®S (Polybutylacrylat), BYK® 320 und 325 (hochmolekulare Polyacrylate), BYK® 347 (polyethermodifiziertes Siloxan) unter den jeweiligen Handelsnamen, Verlaufsmittel auf der Basis von (Meth)acryl-Homopolymeren, rheologische Kontrollmittel, Verdickungsmittel, wie z.B.

teilvernetzte Polycarbonsäure oder Polyurethane und Antischaummittel. Die anderen Additive können in den üblichen, dem Fachmann bekannten Größenordnungen verwendet werden. In Ausführungsformen können die Netzmittel, Verlaufsmittel, Fließregulierungsmittel und Tenside des Anstrichmittels die Oberflächenspannung des Anstrichmittels beeinflussen und damit die Druckeignung des Anstrichmittels beeinflussen. Bestimmte Netzmittel, Verlaufsmittel, Fließkontrollmittel und Tenside können in das Anstrichmittel eingearbeitet werden, um die Oberflächenspannung des Anstrichmittels zu erhöhen oder zu verringern.

[0215] Je nach Art des Vernetzungsmittels kann das Anstrichmittel dieser Erfindung als Ein-Pack- (1K) oder Zwei-Pack-Anstrichmittel (2K) formuliert werden. Bei den Einkomponenten-Anstrichmitteln kann es sich um lufttrocknende oder nicht aktivierte Beschichtungen handeln. Die Begriffe „lufttrocknende Beschichtung“ oder „nicht aktivierte Beschichtung“ beziehen sich auf eine Beschichtung, die hauptsächlich durch Verdunstung von Lösungsmitteln trocknet und keine Vernetzung erfordert, um einen Beschichtungsfilm mit den gewünschten Eigenschaften zu bilden. Wenn Polyisocyanate mit freien Isocyanatgruppen als Vernetzungsmittel verwendet werden, kann das Anstrichmittel als Zweikomponenten-Anstrichmittel formuliert werden, indem das Vernetzungsmittel erst kurz vor dem Auftragen der Beschichtung mit anderen Komponenten des Anstrichmittels gemischt wird. Werden z.B. blockierte Polyisocyanate als Vernetzungsmittel eingesetzt, kann das Anstrichmittel als 1K-Anstrichmittel formuliert werden.

[0216] „Zwei-Pack-Anstrichmittel“ oder „Zwei-Komponenten-Anstrichmittel“ bezeichnet ein duroplastisches Anstrichmittel, das aus zwei in getrennten Behältern gelagerten Komponenten besteht. Diese Behälter sind in der Regel versiegelt, um die Haltbarkeit der Komponenten des Anstrichmittels zu erhöhen. Die Komponenten werden vor der Verwendung gemischt, um eine Topfmischung zu bilden. Die Topfmischung wird als Schicht der gewünschten Dicke auf eine Untergrundfläche, z.B. eine Autokarosserie oder Karosserieteile, aufgetragen. Nach dem Auftragen wird die Schicht unter Umgebungsbedingungen ausgehärtet oder bei erhöhten Temperaturen eingebrannt, um auf der Untergrundoberfläche eine Beschichtung mit den gewünschten Beschichtungseigenschaften, wie z.B. hoher Glanz, glattes Aussehen und Haltbarkeit, zu bilden.

[0217] Das Anstrichmittel kann einen Feststoffgehalt von etwa 5 bis etwa 90, alternativ von 5 bis etwa 80 oder alternativ etwa 15 bis etwa 70 Gewichtsprozent haben. Der Feststoffgehalt kann nach ASTM D2369-10 bestimmt werden. Bei bestimmten Ausführungsformen kann der höhere Feststoffgehalt für das Anstrichmittel gewünscht werden, da das Anstrichmittel nicht mit herkömmlichen Sprühgeräten zerstäubt wird.

[0218] Das Anstrichmittel kann ein Primär- oder Farbpigment in einer Größenordnung von etwa 0,1 bis etwa 30 Gewichtsprozent, alternativ etwa 0,5 bis etwa 20 Gewichtsprozent oder alternativ etwa 1 bis etwa 10 Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten.

[0219] Das Anstrichmittel kann das Bindemittel in einer Größenordnung von etwa 5 bis etwa 70 Gewichtsprozent, alternativ von etwa 10 bis etwa 50 Gewichtsprozent oder alternativ von etwa 15 bis etwa 25 Gewichtsprozent, bezogen auf ein Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten.

[0220] Das Anstrichmittel kann einen Vernetzer in einer Größenordnung von etwa 1 bis etwa 20 Gewichtsprozent, alternativ von etwa 2 bis etwa 10 Gewichtsprozent oder alternativ von etwa 4 bis etwa 6 Gewichtsprozent, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels, enthalten.

[0221] Das Anstrichmittel kann im Wesentlichen frei von einem Farbstoff sein. Der hier verwendete Begriff „im Wesentlichen“ bedeutet, dass das Anstrichmittel eine unbedeutende Menge von Farbstoff enthalten kann, sodass die Farbe und/oder die Eigenschaften des Anstrichmittels durch den Zusatz der unbedeutenden Menge des Farbstoffs, das immer noch als im Wesentlichen farbstofffrei gilt, nicht beeinträchtigt werden. In Ausführungsformen enthält das im Wesentlichen farbstofffreie Anstrichmittel nicht mehr als 5 Gewichtsprozent, alternativ nicht mehr als 1 Gewichtsprozent oder alternativ nicht mehr als 0,1 Gewichtsprozent.

[0222] Das System **50** kann eine Grundierungsschicht über dem Untergrund **10**, eine Basislackschicht über der Grundierungsschicht und eine Klarlackschicht über der Basislackschicht umfassen. Es ist zu beachten, dass das System **50** eine zusätzliche Schicht oder Schichten, wie z.B. jede der oben beschriebenen Lackschichten, enthalten kann, wobei die zusätzlichen Schichten an jeder beliebigen Stelle zwischen, über oder unter der Grundierungsschicht, der Basislackschicht und/oder der Klarlackschicht aufgebracht sein können. In Ausführungsformen können die Anstrichmittel zur Bildung der Grundierungsschicht, der Basislackschicht, der Klarlackschicht oder Kombinationen davon verwendet werden. Bei bestimmten Ausführungsformen wird das Anstrichmittel zur Bildung der Basislackschicht verwendet.

[0223] Ein Verfahren zur Beschichtung eines Untergrundes **10** unter Verwendung des Anstrichmittels wird hier ebenfalls beschrieben. Das Verfahren umfasst den Schritt des Auftragens eines ersten Anstrichmittels, einschließlich des oben beschriebenen Anstrichmittels, über mindestens einen Teil des Untergrundes **10** zur Bildung einer ersten nassen Lackschicht. Das Verfahren kann ferner den Schritt des Aushärtens oder Trocknens der ersten nassen Lackschicht bei einer Temperatur im Bereich von etwa 18 °C (64 °F) bis etwa 180 °C (356 °F) zur Bildung einer ersten trockenen Lackschicht über dem Untergrund **10** umfassen. Die erste nasse Lackschicht kann für eine Größenordnung von ca. 10 Minuten bis ca. 3 Tagen ausgehärtet oder getrocknet werden. Der Prozess kann auch den Schritt umfassen, die erste nasse Lackschicht ablüften zu lassen. Der Prozess kann auch das schrittweise Auftragen eines zweiten Anstrichmittels auf den Untergrund **10** umfassen, um eine mehrschichtige Beschichtung zu bilden. In bestimmten Ausführungsformen kann das zweite Anstrichmittel über die erste nasse Lackschicht aufgetragen werden, um eine zweite nasse Lackschicht zu bilden, und die erste und die zweite nasse Lackschicht zusammen aushärten, um die mehrschichtige Beschichtung zu bilden, wobei das zweite Anstrichmittel gleich oder verschieden vom ersten Anstrichmittel ist. In anderen Ausführungsformen wird das zweite Anstrichmittel über die erste trockene Lackschicht aufgetragen, um eine zweite nasse Lackschicht zu bilden, und die zweite nasse Lackschicht wird ausgehärtet, um die mehrschichtige Beschichtung zu bilden, wobei das zweite Anstrichmittel gleich oder verschieden vom ersten Anstrichmittel ist. In verschiedenen Ausführungsformen ist das erste Anstrichmittel ein Basislackgemisch und das zweite Anstrichmittel ein Klarlackanstrichmittel. In anderen Ausführungsformen sind sowohl das erste als auch das zweite Anstrichmittel Basislackgemische.

[0224] Hier wird ein Verfahren zum Auftragen eines Anstrichmittels auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich einer Düse beschrieben. Die Düse definiert eine Düsenöffnung mit einem Düsendurchmesser von 0,00002 m bis 0,0004 m. Das Anstrichmittel umfasst das Träger- und das Bindemittel. Das Anstrichmittel kann eine Viskosität von ca. 0,002 Pa·s bis ca. 0,2 Pa·s, eine Dichte von ca. 838 kg/m³ bis ca. 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von ca. 0,015 N/m bis ca. 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von ca. 0,0005 s bis ca. 0,02 s haben. Das Verfahren umfasst den Schritt, das Anstrichmittel dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** zuzuführen. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des Auftragens des Anstrichmittels auf den Untergrund **10** durch die Düsenöffnung **72** zur Bildung der Lackschicht. Es ist zu beachten, dass die Größenordnungen für den Düsendurchmesser, die Viskosität, die Dichte, die Oberflächenspannung und die Relaxationszeit durch eine der hier beschriebenen Größenordnungen definiert werden können.

[0225] Hier wird ein Verfahren zum Auftragen eines Anstrichmittels auf den Untergrund **10** unter Verwendung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** einschließlich einer Düse beschrieben. Die Düse definiert eine Düsenöffnung mit einem Düsendurchmesser von 0,00002 m bis 0,0004 m. Das Anstrichmittel umfasst das Träger- und das Bindemittel. Das Anstrichmittel kann eine Ohnesorge-Zahl (Oh) von etwa 0,01 bis etwa 12,6, eine Reynolds-Zahl (Re) von etwa 0,02 bis etwa 6.200 und eine Deborah-Zahl (De) von größer als 0 bis etwa 1730 haben. Das Verfahren umfasst den Schritt, das Anstrichmittel dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** zuzuführen. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des Auftragens des Anstrichmittels auf den Untergrund **10** durch die Düsenöffnung **72** zur Bildung der Lackschicht.

[0226] Ein Verfahren zum Aufbringen eines ersten Anstrichmittels und eines zweiten Anstrichmittels unter Verwendung eines ersten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und eines zweiten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** wird hier ebenfalls beschrieben. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** umfasst eine erste Düse und die erste Düse definiert eine erste Düsenöffnung **92**. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** enthält eine zweite Düse und die zweite Düse definiert eine zweite Düsenöffnung **94**. Das Verfahren umfasst den Schritt der Lieferung eines Untergrundes **10**, der einen ersten Zielbereich **80** und einen zweiten Zielbereich **82** definiert. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des Auftragens des ersten Anstrichmittels durch die erste Düsenöffnung **92** auf den ersten Zielbereich **80** des Untergrundes **10**. Die Methode umfasst weiterhin den Schritt des Auftragens des zweiten Anstrichmittels durch die zweite Düsenöffnung **94** auf den zweiten Zielbereich **82** des Untergrundes **10**.

[0227] Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** umfasst eine Vielzahl der ersten Düsen, wobei jede der ersten Düsen die erste Düsenöffnung **92** definiert. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** enthält eine Vielzahl der zweiten Düsen, wobei jede der zweiten Düsen die zweite Düsenöffnung **94** definiert. Der Schritt des Auftragens des ersten Anstrichmittels ist weiter definiert als das Abgeben des ersten Anstrichmittels durch jede der ersten Düsenöffnung **92** unabhängig voneinander. Der Schritt des Auftragens des zweiten Anstrichmittels ist weiter definiert als das Abgeben des zweiten Anstrichmittels durch jede der zweiten Düsenöffnung **94** unabhängig voneinander.

[0228] Der Untergrund **10** umfasst ein erstes Ende und ein zweites Ende, wobei der erste Zielbereich **80** des Untergrundes **10** und der zweite Zielbereich **82** des Untergrundes **10** dazwischen angeordnet sind. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt, den ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und den zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** vom ersten Ende zum zweiten Ende zu verfahren. Die Schritte des Abgebens des ersten Anstrichmittels und des zweiten Anstrichmittels durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** werden in einem einzigen Durchgang vom ersten Ende zum zweiten Ende durchgeführt.

[0229] Verfahren zum Auftragen eines Anstrichmittels unter Verwendung eines ersten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und eines zweiten Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **90**. Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** enthält eine erste Düse. Die erste Düse definiert eine erste Düsenöffnung **92**. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** enthält eine zweite Düse. Die zweite Düse definiert eine zweite Düsenöffnung **94**. Das Verfahren umfasst den Schritt der Lieferung eines Untergrundes **10**, der einen ersten Zielbereich **80** und einen zweiten Zielbereich **82** definiert. Das Verfahren umfasst den Schritt des Auftragens des Anstrichmittels durch die erste Düsenöffnung **92** auf den ersten Zielbereich **80** des Untergrundes **10**. Das Verfahren umfasst den Schritt des Auftragens des Anstrichmittels durch die zweite Düsenöffnung **94** auf den zweiten Zielbereich **82** des Untergrundes **10**.

[0230] Der erste Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** umfasst eine Vielzahl der ersten Düsen, wobei jede der ersten Düsen die erste Düsenöffnung **92** definiert. Der zweite Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** enthält eine Vielzahl der zweiten Düsen, wobei jede der zweiten Düsen die zweite Düsenöffnung **94** definiert. Der Schritt des Auftragens des Anstrichmittels ist weiter definiert als das Abgeben des Anstrichmittels durch jede der ersten Düsenöffnungen **92** unabhängig voneinander. Der Schritt des Auftragens der Anstrichmittel ist weiter definiert als das Abgeben der Anstrichmittel durch jede der zweiten Düsenöffnungen **94**, unabhängig voneinander.

[0231] Der Untergrund **10** umfasst ein erstes Ende und ein zweites Ende, wobei der erste Zielbereich **80** des Untergrundes **10** und der zweite Zielbereich **82** des Untergrundes **10** dazwischen angeordnet sind. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt, den ersten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **88** und den zweiten Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **90** vom ersten Ende zum zweiten Ende zu verfahren. Die Schritte des Abgebens des Anstrichmittels durch die erste Düsenöffnung **92** und die zweite Düsenöffnung **94** werden in einem einzigen Durchgang vom ersten Ende zum zweiten Ende durchgeführt.

[0232] Ein weiteres System zum Auftragen des Anstrichmittels durch den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** wird hier ebenfalls vorgestellt. Das System kann eine verbesserte Effizienz, geringere Umweltbelastung und geringere Kosten durch weniger Abfall zeigen. Das System kann eine geringere Anzahl von Luftbehandlern umfassen, da durch die Auftragsverfahren mit niedrigem Auftragswirkungsgrad Overspray und Zerstäubung vermieden werden. Das System kann eine Reduzierung oder Eliminierung der Abfallbehandlung aufgrund der Eliminierung von Overspray und Zerstäubung durch Auftragsverfahren mit niedrigem Auftragswirkungsgrad zeigen. Das System kann eine Reduzierung oder Eliminierung des Abklebens und Entfernen des Abklebens des Untergrundes **10** durch die Fähigkeit des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad **12**, Tröpfchen **74** des Anstrichmittels direkt auf den Untergrund **10** aufzutragen, erreichen. Das System kann eine Reduzierung oder Eliminierung der Reinigung und Wartung von Umweltsystemen oder Kabinenoberflächen aufgrund der Eliminierung von Overspray und Zerstäubung durch Auftragsverfahren mit niedrigem Auftragswirkungsgrad aufweisen. Das System kann eine Reduzierung oder Eliminierung von Einbrennvorgängen durch den Einsatz von UV/EB/Laser-aktivierbaren Beschichtungen mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad **12** und einer geeigneten Energiequelle bewirken.

[0233] Ein weiteres System zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund **10** unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad wird hier beschrieben. Das System umfasst einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad einschließlich einer Düse. Die Düse definiert eine Düsenöffnung mit einem Düsendurchmesser in einer Größenordnung von ca. 0,00002 m bis ca. 0,0004 m. Das System umfasst ferner einen Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der zur Aufnahme des Anstrichmittels konfiguriert ist. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter aufnimmt und das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung **72** auf den Untergrund **10** abgibt, um eine Lackschicht zu bilden. Mindestens 80 % der Tröpfchen der aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittel kommen mit dem Untergrund **10** in Kontakt.

[0234] In bestimmten Ausführungsformen wird der Untergrund **10** in einer Umgebung mit einer Overspray-Abscheidevorrichtung **102** eingesetzt. Ein Luftstrom kann sich durch die Umgebung und zur Overspray-Abscheidevorrichtung **102** bewegen. Nicht mehr als 20 Gewichtsprozent des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels dürfen, bezogen auf ein Gesamtgewicht des Anstrichmittels, mit der Overspray-Abscheidevorrichtung **102** in Kontakt kommen. Bei anderen Ausführungsformen dürfen nicht mehr als 15 Gewichtsprozent, alternativ nicht mehr als 10 Gewichtsprozent, alternativ nicht mehr als 5 Gewichtsprozent, alternativ nicht mehr als 3 Gewichtsprozent, alternativ nicht mehr als 2 Gewichtsprozent oder alternativ nicht mehr als 0,1 Gewichtsprozent des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels mit der Overspray-Abscheidevorrichtung **102** in Berührung kommen, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels. Die Overspray-Abscheidevorrichtung **102** kann einen Filter, einen Wässcher oder Kombinationen davon enthalten.

[0235] Zusätzliche Überlegungen können u.a. folgende Punkte umfassen:

Der Druck in mehreren Durchgängen ist zu bevorzugen. Ein einziger Durchgang führt zu einem sichtbaren Fehler. Während man den Mehrfachdurchgang als einen von Natur aus langsameren Druckprozess betrachten könnte, könnte man etwa an einen Pseudo-Mehrfachdurchgangsprozess denken, bei dem 2 oder mehr gestaffelte Druckköpfe in einem einzigen Durchgang drucken. Ein solches Verfahren (wie auch ein echter Mehrfachdurchlauf) könnte den Spielraum bieten, den Filmaufbau durch Auftragen von mehr Farbe zu erhöhen oder alternativ kleinere Tröpfchen zu spritzen, was weitere Vorteile haben könnte.

[0236] Druck auf vertikalen Oberflächen. Aufgrund der niedrigen Viskositätsanforderungen für den Jetting-Prozess ist der übliche Ansatz für die Ermöglichung des Drucks auf vertikalen Oberflächen, der der Beschichtungsformulierung eine Scherverdünnung verleiht, möglicherweise nicht möglich. Zu den alternativen Ansätzen, die in Betracht gezogen werden könnten, gehören:

A. Zwei-Druckkopf-Jetting-Verfahren: Zusätzlich zu einem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad zum Auftragen von Farbe auf Untergrund **10** wird ein zweiter Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad verwendet, um eine Art „Aktivator“ aufzutragen. Dieser Aktivator bewirkt beim Kontakt/Mischen mit der Farbe auf Untergrund **10** eine Verdickung der Farbe und verhindert dadurch ein Durchhängen/Sacken. Beispiele für solche Aktivatoren können sein, dass sie eine Änderung des pH-Werts oder der Lösungsfähigkeit bewirken.

B. Temperaturänderung: Die Farbe im Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad hat eine erhöhte Temperatur, aber nach dem Auftragen wird die Temperatur sowohl durch die Umgebungsbedingungen als auch durch die Verdunstung des Lösungsmittels vor dem Auftragen auf den Untergrund **10** gesenkt.

[0237] In anderen Ausführungsformen kann ein elektronisches Bildgebungsgerät verwendet werden, um mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad Zielbilddaten einer auf den Untergrund aufzutragenden Zielbeschichtung zu erzeugen. Die Zielbilddaten können sich auf Farbe, Helligkeit, Farbton, Chroma oder andere Erscheinungsmerkmale beziehen. Ein Farbabgleichprotokoll kann verwendet werden, um die Zielbilddaten Pixel für Pixel zu analysieren, um Auftragsanweisungen zu generieren. In bestimmten Ausführungsformen kann ein mathematisches Modell verwendet werden, um die Werte der Zielbilddaten auf der Basis der Pixel innerhalb eines Bildes zu bestimmen und Zielbildwerte zu erzeugen. Der resultierende Zielbildwert oder die resultierenden Zielbildwerte können mit einer Musterdatenbank verglichen werden, die ähnliche Musterbildwerte auf der Grundlage von Musterbeschichtungen erzeugt hat, wobei die Musterbeschichtungen vorbereitet und analysiert werden, um eine Musterbeschichtungsformel zu erhalten, die ein bestimmtes Erscheinungsbild ergibt.

[0238] Ein System zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad wird hier vorgestellt. Das System umfasst ein Speichergerät zum Speichern von Befehlen zur Durchführung eines Abgleichprotokolls. Das System umfasst ferner einen oder mehrere Datenprozessoren, die so konfiguriert sind, dass sie die Befehle ausführen, um durch einen oder mehrere Datenprozessoren Zielbilddaten einer Zielbeschichtung zu empfangen, wobei die Zielbilddaten durch ein elektronisches Bildgebungsgerät erzeugt werden, und die Zielbilddaten auf ein Abgleichprotokoll anzuwenden, um Auftragsbefehle zu generieren.

[0239] Das System umfasst ferner einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der eine Düse umfasst und eine Düsenöffnung, die einen Düsendurchmesser von etwa 0,00002 m bis etwa 0,0004 m hat, definiert. Das System umfasst ferner einen Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad, der so konfiguriert ist, dass er das Anstrichmittel enthält. Der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das Anstrichmittel aus dem Vorratsbehälter aufnimmt und durch die Düsenöffnung **72** auf den Untergrund abgibt, um eine Lackschicht zu bilden. Der Applikator mit hohem

Auftragswirkungsgrad ist so konfiguriert, dass er das Anstrichmittel auf der Grundlage der Auftragsanweisungen aus dem Vorratsbehälter abgibt.

BEISPIELE

[0240] Die folgenden Beispiele 1 - 5 beschreiben die Herstellung verschiedener Anstrichmittel dieser Veröffentlichung.

Komponente	Bsp. 1	Bsp. 2	Bsp. 3	Bsp. 4	Bsp. 5
Schichtsilikat-RheologieKontrollmittel	0,01	-	0,01	0,01	0,01
Alkalisch quellbares Emulsionsverdickungsmittel	0,14	-	0,14	0,14	0,14
Polyester-Polyurethan - Dispersion I	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Styrol-Acrylat- Latex-Dispersion	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Polyester-Polyurethan - Dispersion II	3,5	3,5	-	3,5	3,5
Polyester-Polyurethan - Dispersion III	-	-	3,5	-	-
Melamin-Formaldehydharz	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Dispersion von mikronisiertem Talcum-Extender-Pigment	1,2	1,2	1,2	-	-
Dispersion von mikronisiertem Bariumsulfat-Extender-Pigment	-	-	-	1,2	2,4
Dispersion von amorphem Kohlen-schwarzpigment	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Dispersion des Indanthronblau 60 Pigments	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lösung von 1,2-Chromkomplex - Schwarzfarbstoff	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Eigenschaften					
Viskosität (mPa·s) (250 1/s)	120	10	133	146	146
pH-Wert	8,9	8,9	8,8	9,0	8,9
Feststoffgehalt (Gewichtsprozent)	20,3	-	21,0	21,2	22,2

[0241] Das Rheologiekontrollmittel für Schichtsilikat wird in einer Lösung aus Wasser und Polypropylenglykol verwendet, die einer Lösung entspricht, die von Altana unter dem Handelsnamen Laponite RD im Handel erhältlich ist.

[0242] Alkalisch quellbares Emulsionsverdickungsmittel wird als Lösung in 10 %-igem Wasser verwendet, das einer Lösung entspricht, die von BASF unter dem Handelsnamen Rheovis AS1130 im Handel erhältlich ist.

[0243] Polyester-Polyurethan-Dispersion I ist ein Polyester-Polyurethan-Polymer mit dem Handelsnamen Bayhydrol® U 241, das von Covestro AG in Leverkusen, Deutschland, kommerziell erhältlich ist.

[0244] Die Styrol-Acrylat-Latex-Dispersion wird in einem zweistufigen Emulsionspolymerisationsverfahren hergestellt.

[0245] Polyester-Polyurethan-Dispersion II ist ein Polyurethan-Dispersionsharz, das aus einem linearen Polyesterdiolharz (Reaktionsprodukt der Monomere 1,6-Hexandiol, Adipinsäure und Isophthalsäure) und Isophorondiisocyanat gebildet wird. Dieses Polyester-Polyurethan-Polymer hat ein gewichtsmittleres Molekulargewicht von ca. 30.000, einen Feststoffgehalt von ca. 35 Gewichtsprozent und eine Partikelgröße von ca. 250 Nanometer.

[0246] Polyester-Polyurethan-Dispersion III ist ein Polyurethan-Dispersionsharz, das aus einem linearen Polycarbonat-Polyester und Isophorondiisocyanat gebildet wird. Dieses Polyester-Polyurethan-Polymer hat ein gewichtsmittleres Molekulargewicht von ca. 75.000, einen Feststoffgehalt von ca. 35 Gewichtsprozent und eine Partikelgröße von ca. 180 Nanometer.

[0247] Das Melamin-Formaldehydharz entspricht einem Hexa(methoxymethyl)melamin (HMMM), dass bei Allnex unter dem Handelsnamen Cymel 303 im Handel erhältlich ist.

[0248] Die Dispersion des mikronisierten Talkum-Extender-Pigments entspricht einem Extender-Pigment, das von Imerys unter dem Handelsnamen Mistron Monomix kommerziell erhältlich ist.

[0249] Die Dispersion von mikronisiertem Bariumsulfat-Extender-Pigment entspricht einem Extender-Pigment, das von Huntsman unter dem Handelsnamen Blanc Fixe F im Handel erhältlich ist.

[0250] Die Dispersion des amorphen Kohlenschwarzpigments entspricht einem Kohlenschwarzpigment, das von Birla Carbon unter dem Handelsnamen Raven 5000 Ultra II im Handel erhältlich ist.

[0251] Die Dispersion des Indanthronblau 60 Pigments entspricht einem Extender-Pigment, das von Heucotech unter dem Handelsnamen Monolite Blue 3RX H im Handel erhältlich ist.

[0252] Die Lösung des 1,2-Chromkomplex-Schwarzfarbstoffs entspricht einem Extender-Pigment, das von BASF unter dem Handelsnamen Orasol Black X55 im Handel erhältlich ist.

[0253] In Bezug auf **Fig. 20** zeigt jedes der exemplarischen Anstrichmittel einen Unterschied in der Elastizität und Scherviskosität basierend auf den Komponenten des exemplarischen Anstrichmittels.

[0254] Die folgenden Beispiele 6 - 10 beschreiben die Herstellung verschiedener Anstrichmittel dieser Veröffentlichung. Bewertet wurde ein konventioneller schwarzer Einschichtlack mit 11 bis 75 Gewichtsprozent Reduktion mit Butylacetat, der in seiner Zusammensetzung einem schwarzen Einschichtlack entspricht, der von Axalta Coating Systems unter dem Handelsnamen ChromaDyne™ im Handel erhältlich ist. Die Beispiele haben die folgenden Eigenschaften.

Komponente	Bsp. 6	Bsp. 7	Bsp. 8	Bsp. 9	Ex. 10
Konventioneller schwarzer Einschichtlack	100	100	100	100	100
Butylacetat	11	20	45	75	45
Celluloseacetat-Butyrat	-	-	-	-	0,01
Eigenschaften					
Viskosität bei 1000 1/s (mPa·s)	49,7	31,1	11,8	5,4	12,1
Oberflächenspannung (mN/m)	27,5	26,8	26,7	26,5	27,2

[0255] Der konventionelle schwarze Einschichtlack entspricht einem schwarzen Einschichtlack, der im Handel bei Axalta Coating Systems unter dem Handelsnamen Chroma Dyne™ erhältlich ist.

[0256] Celluloseacetat-Butyrat ist im Handel unter dem Handelsnamen CAB 381-20 der Eastman Chemical Company erhältlich. Während in der vorstehenden detaillierten Beschreibung mindestens eine beispielhafte Ausführungsform vorgestellt wurde, sollte man sich darüber im Klaren sein, dass es eine große Anzahl von Varianten gibt. Es sollte auch berücksichtigt werden, dass die beispielhafte Ausführungsform oder die beispielhaften Ausführungsformen nur Beispiele sind und nicht darauf abzielen, den Umfang, die Anwendbarkeit oder die Konfiguration in irgendeiner Weise einzuschränken. Vielmehr wird die vorstehende detaillierte Beschreibung denjenigen, die sich nach dem Stand der Technik auskennen, einen praktischen Fahrplan für die Implementierung einer beispielhaften Ausführungsform geben. Es wird davon ausgegangen, dass verschiedene Änderungen in der Funktion und Anordnung der in einer beispielhaften Ausführungsform beschriebenen Elementen vorgenommen werden können, ohne von dem in den beigefügten Ansprüchen dargelegten Umfang abzuweichen.

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

- US 62593022 [0001]
- US 62593026 [0001]
- US 62752340 [0001]
- US 6861495 [0144]
- US 4851460 [0149]
- US 5342882 [0149]
- US 2010/0048811 A1 [0149]
- WO 2006/118974 A1 [0154]
- WO 2008/124136 A1 [0154]
- WO 2008/124137 A1 [0154]
- WO 2008/124141 A1 [0154]
- WO 02/077109 [0180, 0187]
- US 5453451 [0187]
- US 5773487 [0187]
- US 5830937 [0187]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Keshavarz B. et al. (2015) Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 222, 171-189 [0048]
- Greiciunas E. et al. (2017) Journal of Rheology, 61, 467 [0048]

Patentansprüche

1. System zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad, umfassend:
einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad umfassend eine Düse, die eine Düsenöffnung mit einem Düsendurchmesser in einer Größenordnung von etwa 0,00002 m bis etwa 0,0004 m definiert; und
einen Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad und konfiguriert, um das Anstrichmittel aufzunehmen;
wobei das Anstrichmittel ein Träger- und ein Bindemittel umfasst;
wobei das Anstrichmittel eine Viskosität von etwa 0,002 Pa*s bis etwa 0,2 Pa*s, eine Dichte von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s hat,
wobei der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad zur Aufnahme des Anstrichmittels aus dem Vorratsbehälter und zur Abgabe des Anstrichmittels durch die Düsenöffnung auf den Untergrund zur Bildung einer Lackschicht konfiguriert; und
wobei mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels kommen mit dem Untergrund in Kontakt.
2. System gemäß Anspruch 1, wobei der Untergrund in einer Umgebung angeordnet ist, die eine Overspray-Abscheidevorrichtung umfasst, worin sich ein Luftstrom durch die Umgebung und zu der Overspray-Abscheidevorrichtung bewegt und wobei nicht mehr als 20 Gewichtsprozent des Anstrichmittels, das aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegeben wird, die Overspray-Abscheidevorrichtung berührt, bezogen auf das Gesamtgewicht des Anstrichmittels.
3. System gemäß Anspruch 2, wobei die Overspray-Abscheidevorrichtung einen Filter, einen Wäscher oder Kombinationen davon umfasst.
4. System gemäß Anspruch 1, wobei mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad auf den Untergrund abgegebenen Anstrichmittels nach dem Abgeben aus der Düsenöffnung des Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad als einzelnes Tröpfchen verbleiben.
5. System gemäß Anspruch 1, wobei mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels monodispers sind, sodass die Tröpfchen eine Partikelgrößenverteilung von weniger als 20 % haben.
6. System gemäß Anspruch 1, wobei das Anstrichmittel eine Viskosität in einer Größenordnung von etwa 0,005 Pa*s bis etwa 0,05 Pa*s hat, wobei das Anstrichmittel eine Dichte von etwa 958 kg/m³ bis etwa 1319 kg/m³ hat, wobei das Anstrichmittel eine Oberflächenspannung von etwa 0,02 N/m bis etwa 0,032 N/m hat und wobei das Anstrichmittel eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,002 s hat.
7. System gemäß Anspruch 1, wobei der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad so konfiguriert ist, dass das Anstrichmittel durch die Düsenöffnung mit einer Auftreffgeschwindigkeit von etwa 0,2 m/s bis etwa 20 m/s abgegeben wird.
8. System gemäß Anspruch 8, wobei der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad so konfiguriert ist, dass er das Anstrichmittel mit einer Auftreffgeschwindigkeit von etwa 0,4 m/s bis etwa 10 m/s durch die Düsenöffnung abgibt.
9. System gemäß Anspruch 1, wobei die Düsenöffnung einen Düsendurchmesser in einer Größenordnung von etwa 0,00004 m bis etwa 0,00025 m hat.
10. System gemäß Anspruch 1, wobei das Anstrichmittel aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad als Tröpfchen mit einer Partikelgröße von mindestens 10 Mikrometer abgegeben wird.
11. System gemäß Anspruch 1, wobei mindestens 80 % der aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad auf den Untergrund abgegebenen Tröpfchen des Anstrichmittels nach Kontakt mit dem Untergrund als einzelnes Tröpfchen verbleiben.
12. System gemäß Anspruch 1, wobei die Lackschicht nach makroskopischer Analyse eine im Wesentlichen gleichmäßige Schicht ist.

13. System gemäß Anspruch 1, wobei der Untergrund ein metallhaltiges Material, ein kunststoffhaltiges Material oder eine Kombination davon umfasst.
14. System gemäß Anspruch 1, wobei der Untergrund im Wesentlichen nicht porös ist.
15. System gemäß Anspruch 1, wobei die Lackschicht eine Lösungsmittelbeständigkeit hat von mindestens 5 Doppel-MEK-Abreibungen auf einem nicht-porösen Untergrund gemäß ASTM D4752.
16. System gemäß Anspruch 1, wobei die Lackschicht einen Glanzwert hat von mindestens 75 bei einem Spiegelungswinkel von 20 Grad gemäß ASTM 2813.
17. System gemäß Anspruch 1, wobei die Lackschicht eine Dicke hat von mindestens 5 Mikrometer gemäß ASTM D7091-13.
18. Verfahren zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad, wobei das Anstrichmittel ein Träger- und ein Bindemittel umfasst, und wobei das Anstrichmittel eine Viskosität von etwa 0,002 Pa*s bis etwa 0,2 Pa*s, eine Dichte von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s hat, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
Bereitstellung des Anstrichmittels an den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad umfassend eine Düse, die eine Düsenöffnung mit einem Düsendurchmesser in der Größenordnung von etwa 0,00002 m bis 0,0004 m definiert; und
Auftragen des Anstrichmittels auf den Untergrund durch die Düsenöffnung zur Bildung einer Lackschicht; wobei mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels kommen mit dem Untergrund in Kontakt.
19. System zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad, umfassend:
einen Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad umfassend eine Düse, die eine Düsenöffnung mit einem Düsendurchmesser in einer Größenordnung von etwa 0,00002 m bis etwa 0,0004 m definiert; und
einen Vorratsbehälter in Flüssigkeitsverbindung mit dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad und konfiguriert, um das Anstrichmittel aufzunehmen;
wobei das Anstrichmittel ein Träger- und ein Bindemittel umfasst;
wobei das Anstrichmittel eine Viskosität von etwa 0,002 Pa*s bis etwa 0,2 Pa*s, eine Dichte von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s hat,
wobei der Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad zur Aufnahme des Anstrichmittels aus dem Vorratsbehälter und zur Abgabe des Anstrichmittels durch die Düsenöffnung auf den Untergrund zur Bildung einer Lackschicht konfiguriert; und
wobei mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels kommen mit dem Untergrund in Kontakt.
20. Verfahren zum Auftragen eines Anstrichmittels auf einen Untergrund unter Verwendung eines Applikators mit hohem Auftragswirkungsgrad, wobei das Anstrichmittel ein Träger- und ein Bindemittel umfasst, und wobei das Anstrichmittel eine Viskosität von etwa 0,002 Pa*s bis etwa 0,2 Pa*s, eine Dichte von etwa 838 kg/m³ bis etwa 1557 kg/m³, eine Oberflächenspannung von etwa 0,015 N/m bis etwa 0,05 N/m und eine Relaxationszeit von etwa 0,0005 s bis etwa 0,02 s hat, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
Bereitstellung des Anstrichmittels an den Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad umfassend eine Düse, die eine Düsenöffnung mit einem Düsendurchmesser in der Größenordnung von etwa 0,00002 m bis 0,0004 m definiert; und
Auftragen des Anstrichmittels auf den Untergrund durch die Düsenöffnung zur Bildung einer Lackschicht; wobei mindestens 80 % der Tröpfchen des aus dem Applikator mit hohem Auftragswirkungsgrad abgegebenen Anstrichmittels kommen mit dem Untergrund in Kontakt.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

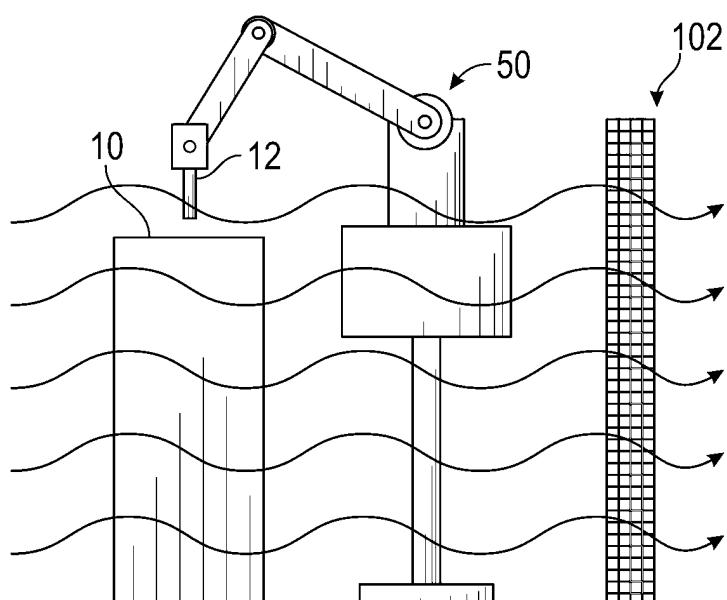


FIG. 1

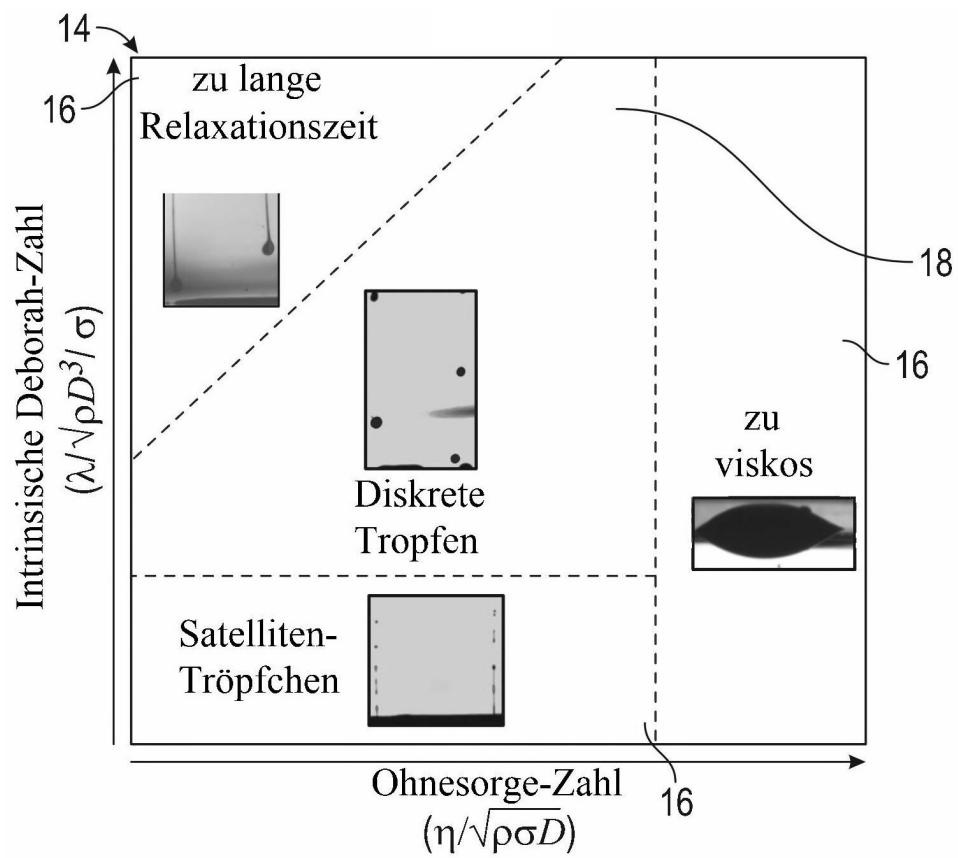


FIG. 2

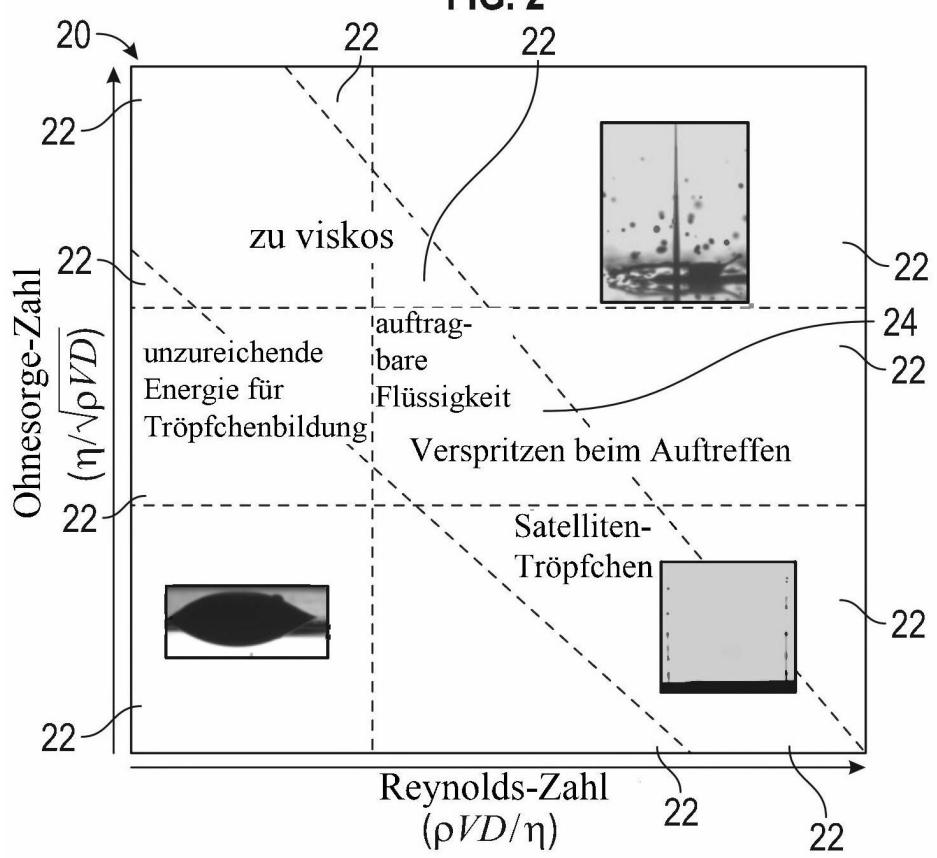


FIG. 3

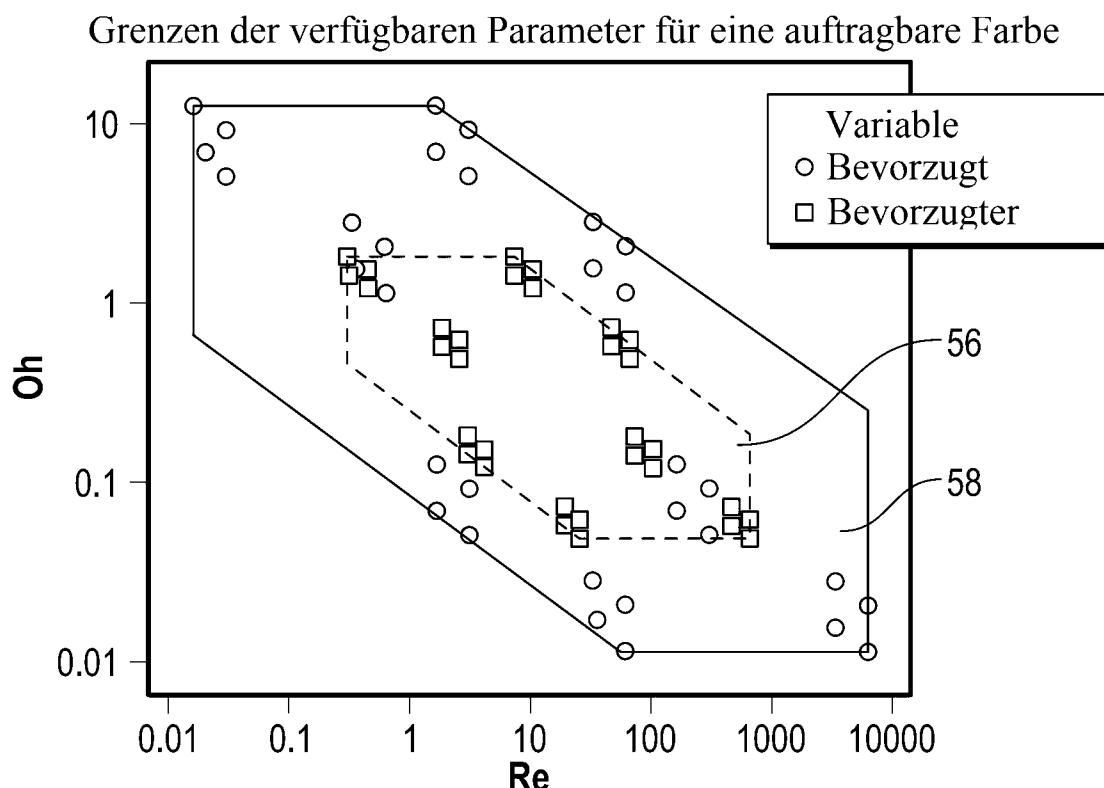


FIG. 4A

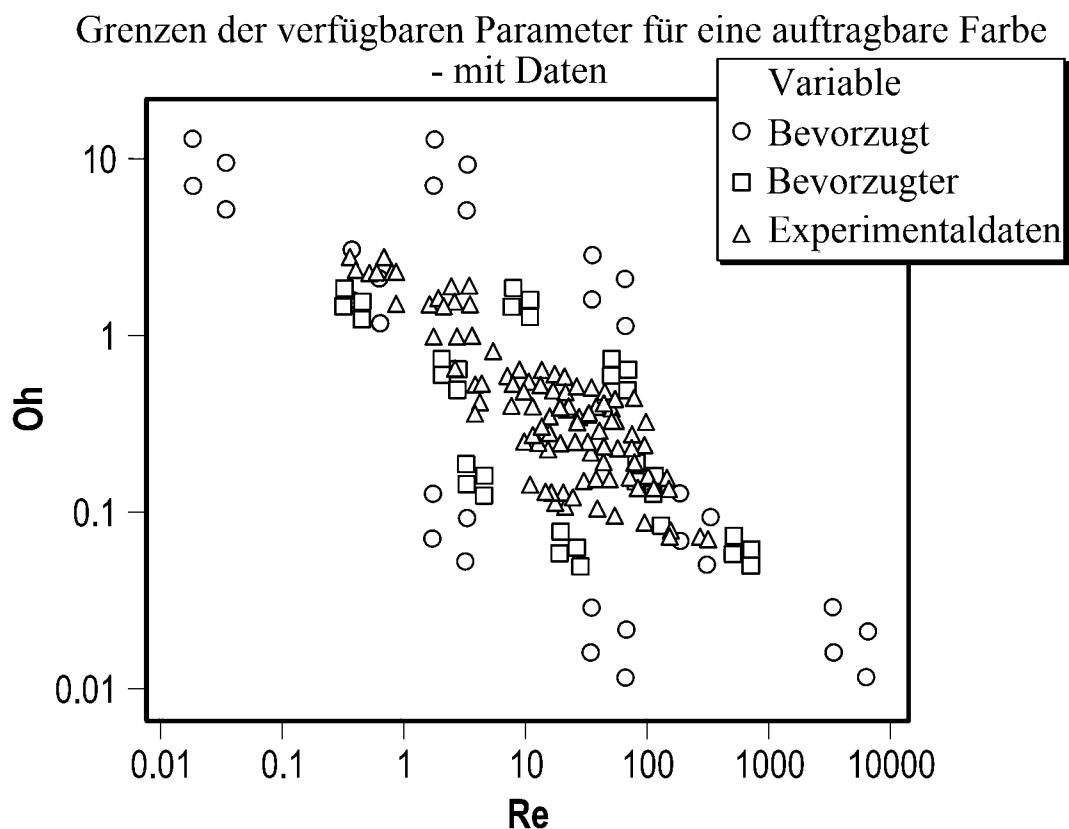
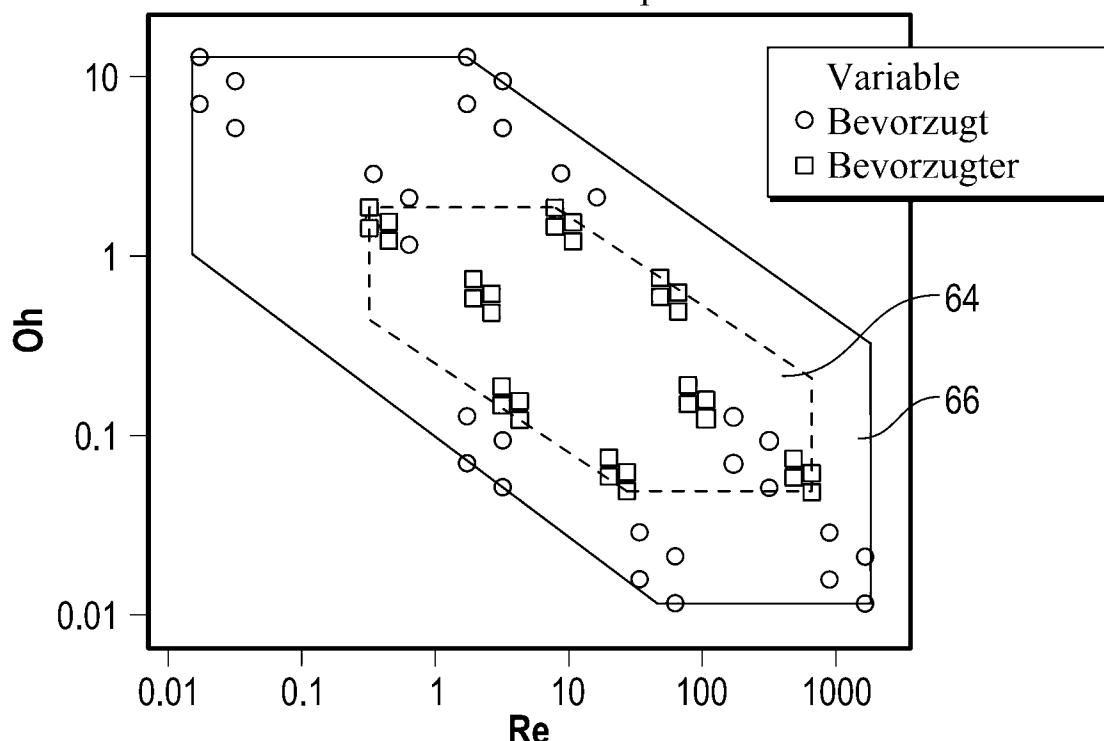
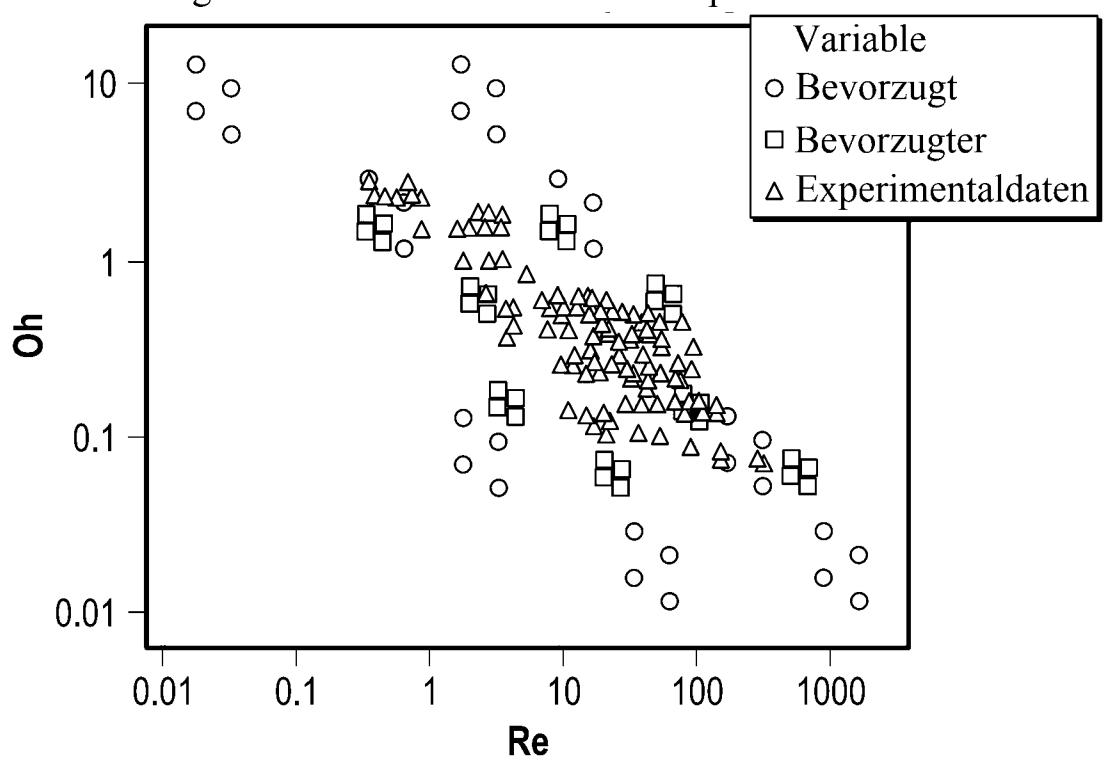


FIG. 4B

Grenzen der verfügbaren Parameter für eine auftragbare Farbe
mit minimalem Verspritzen

**FIG. 5A**

Auftragbare Farbe mit minimalem Verspritzen - mit Daten

**FIG. 5B**

Streudiagramm von Satelliten_1 gegen Geschwindigkeit beim Auftreffen [m/s]_4

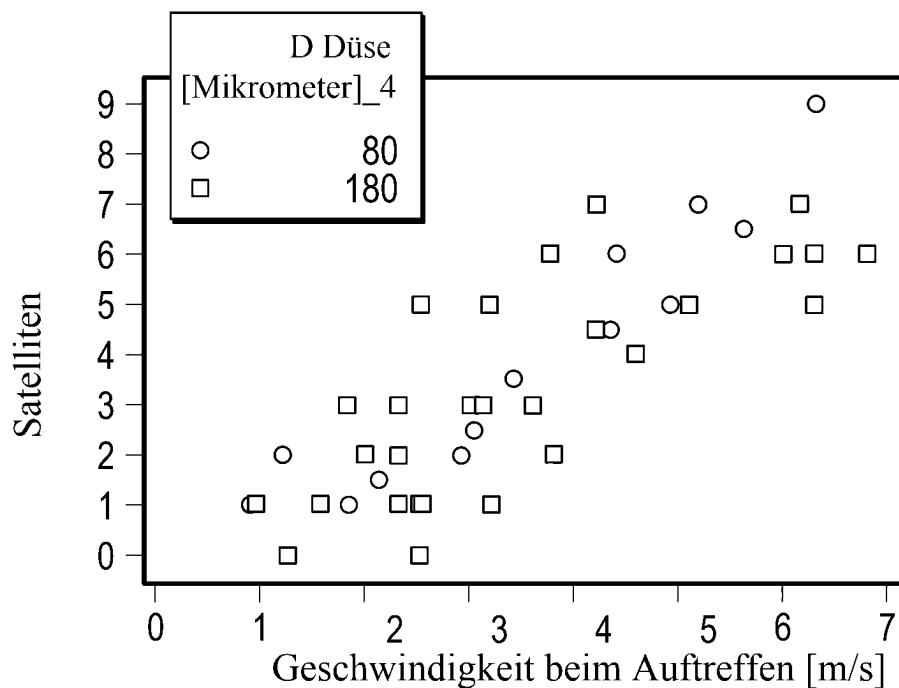


FIG. 6

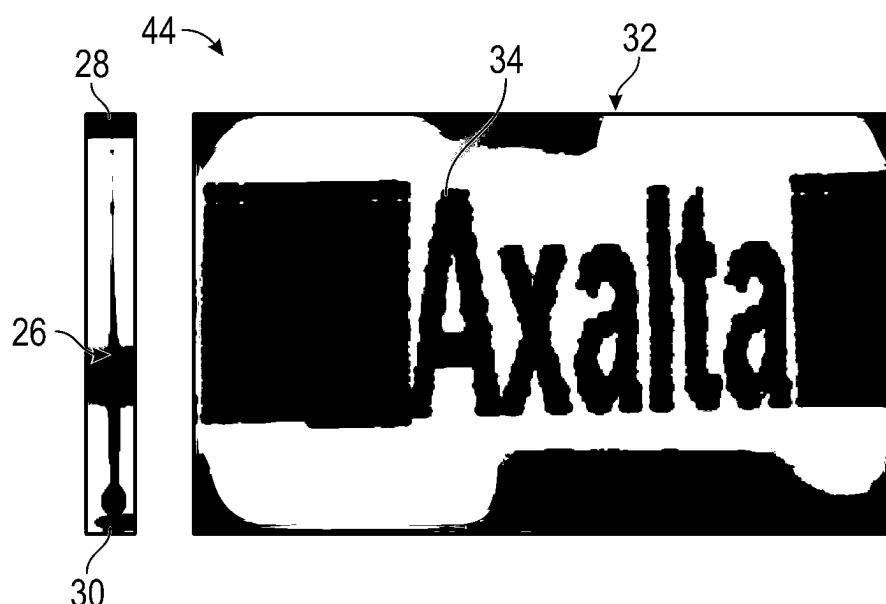


FIG. 7A

FIG. 7B

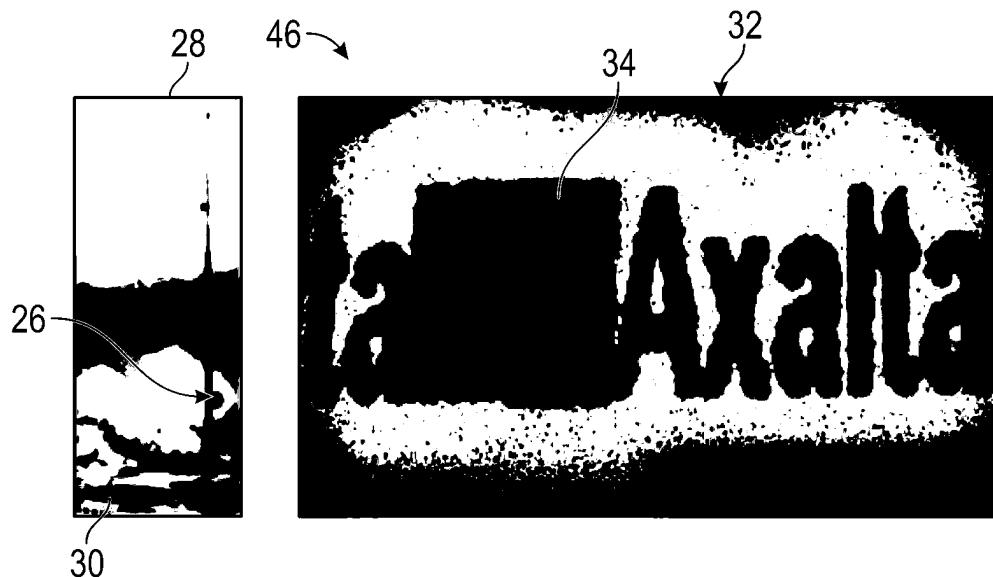


FIG. 8A

FIG. 8B

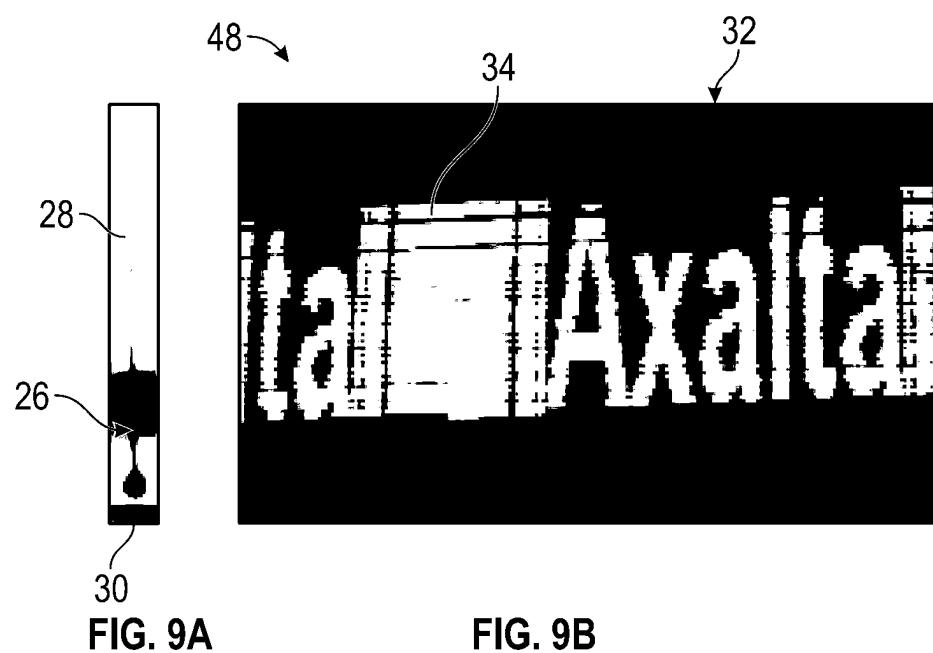


FIG. 9A

FIG. 9B

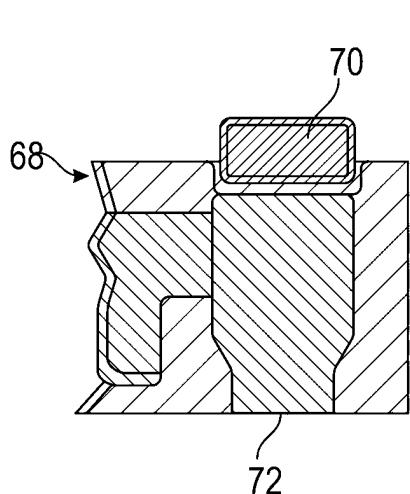


FIG. 10A

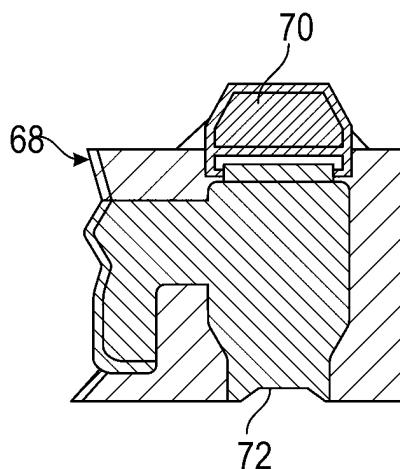


FIG. 10B

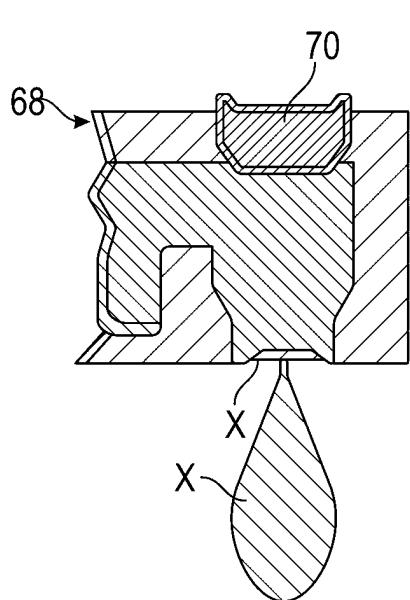


FIG. 10C

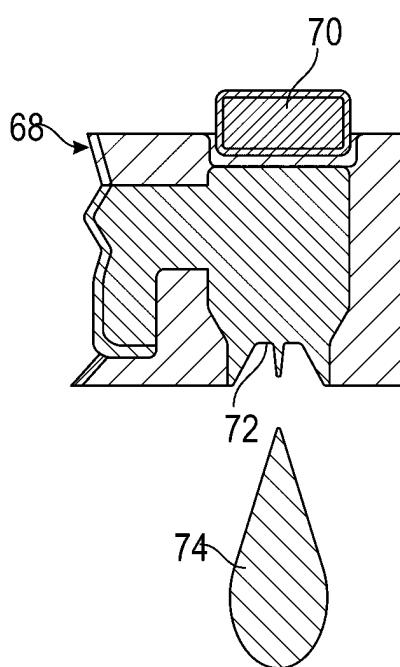


FIG. 10D

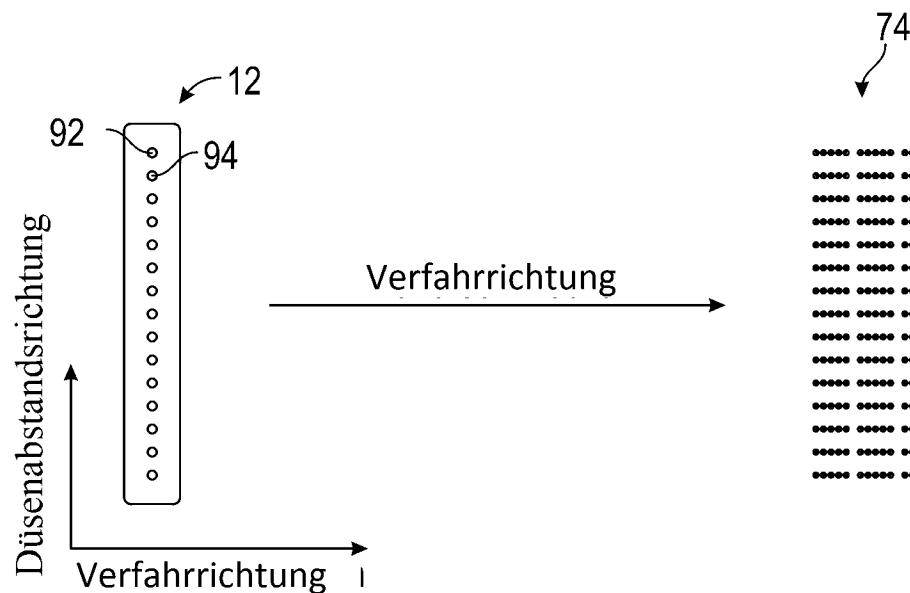


FIG. 11

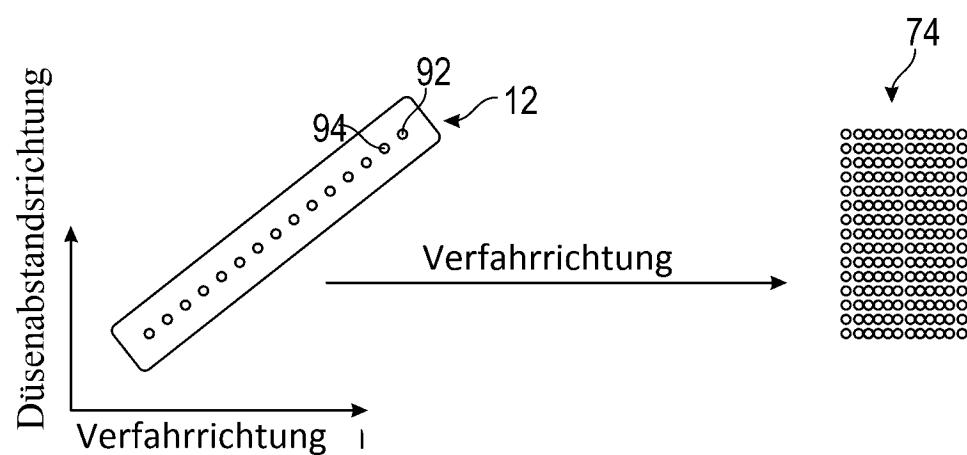


FIG. 12

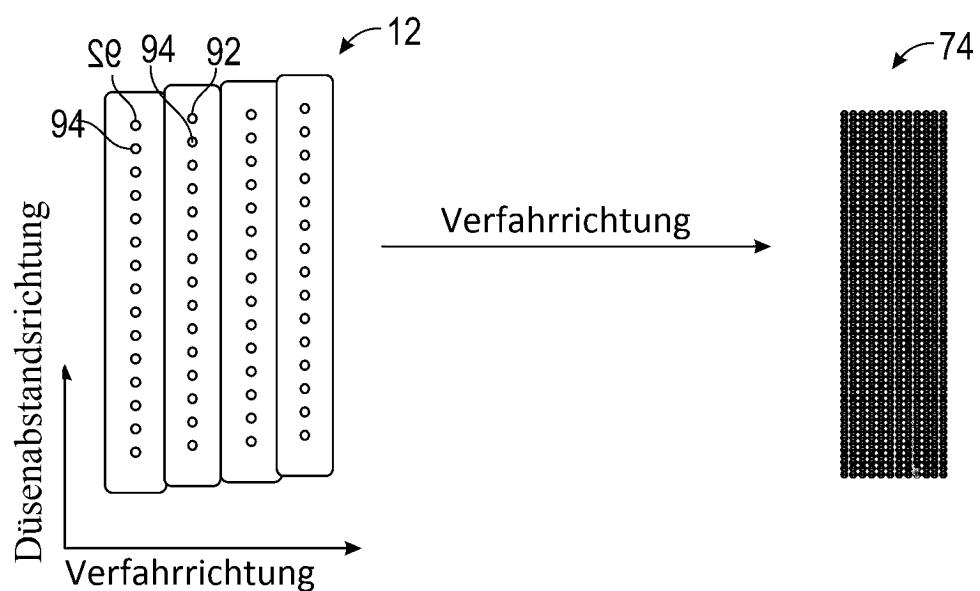


FIG. 13

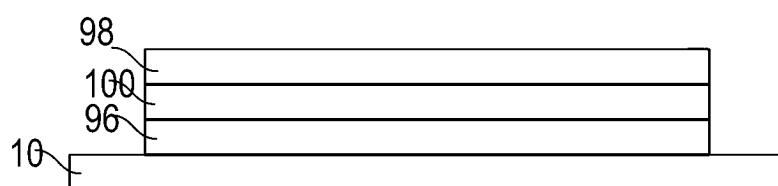


FIG. 14

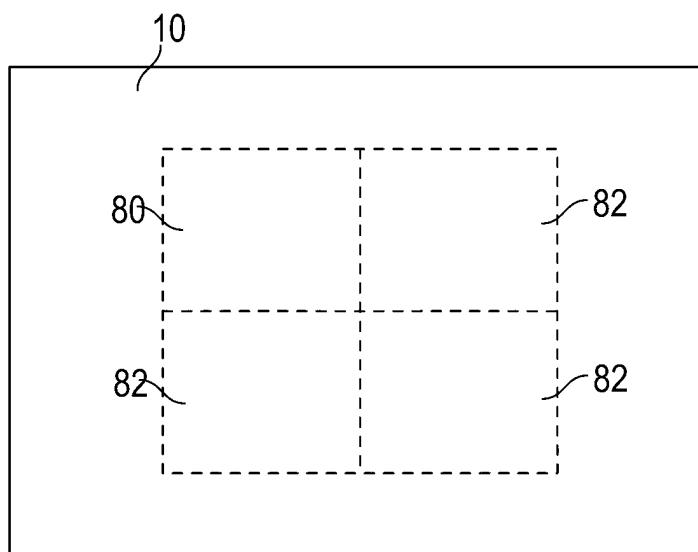


FIG. 15

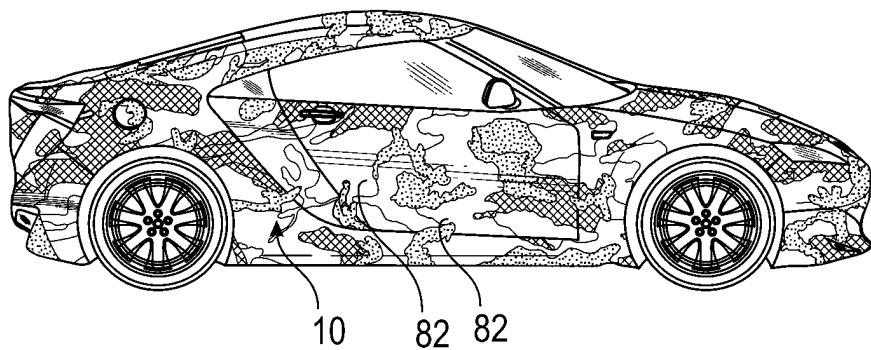


FIG. 16

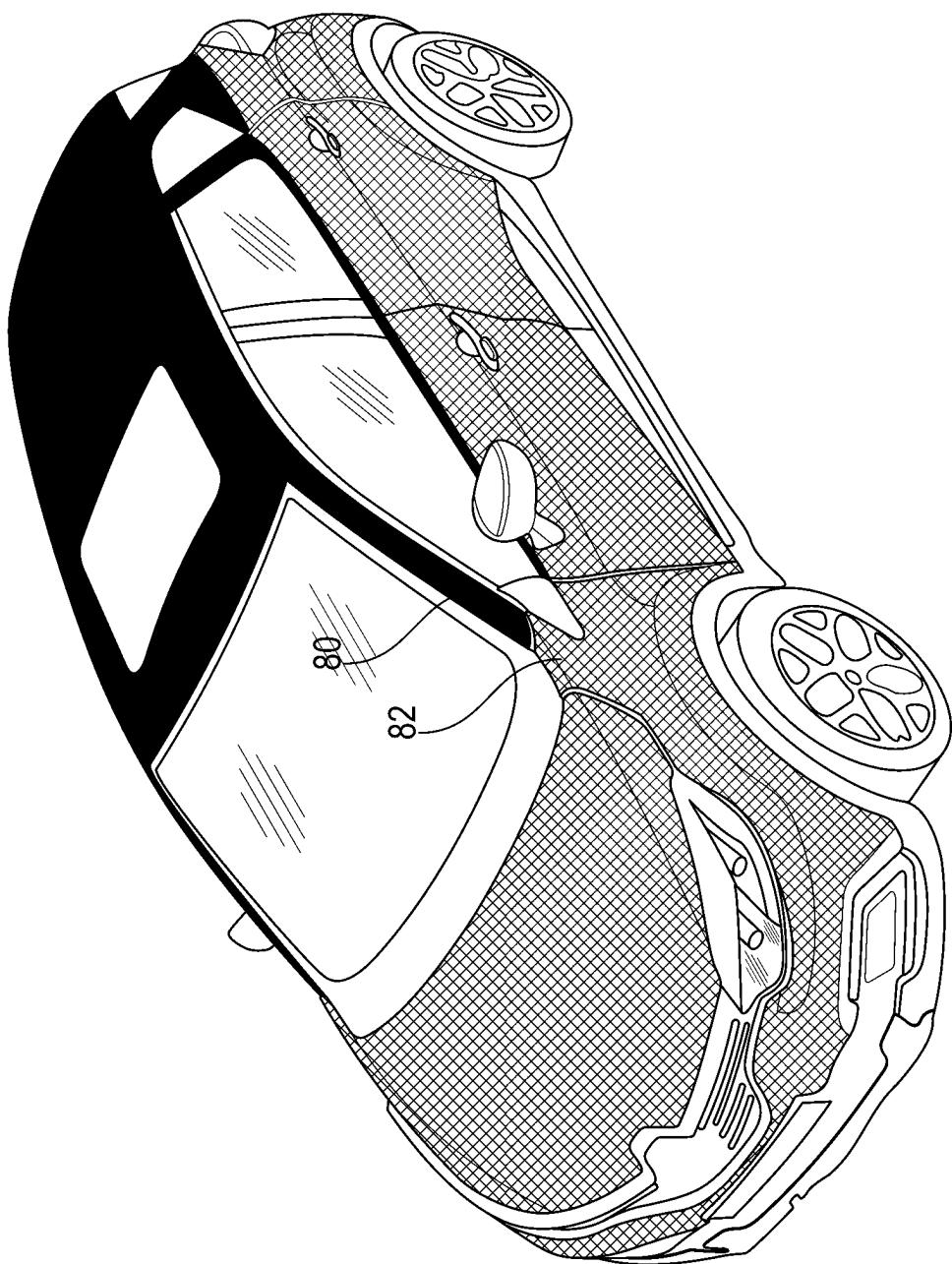
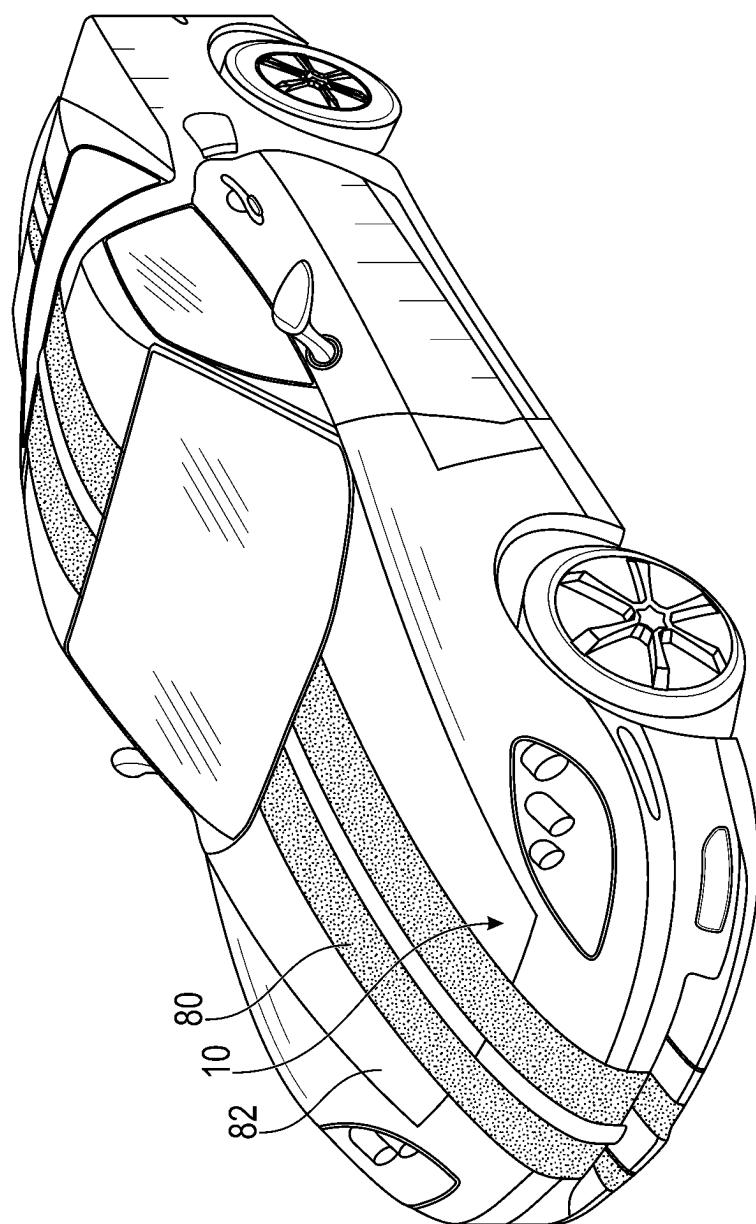


FIG. 17

FIG. 18



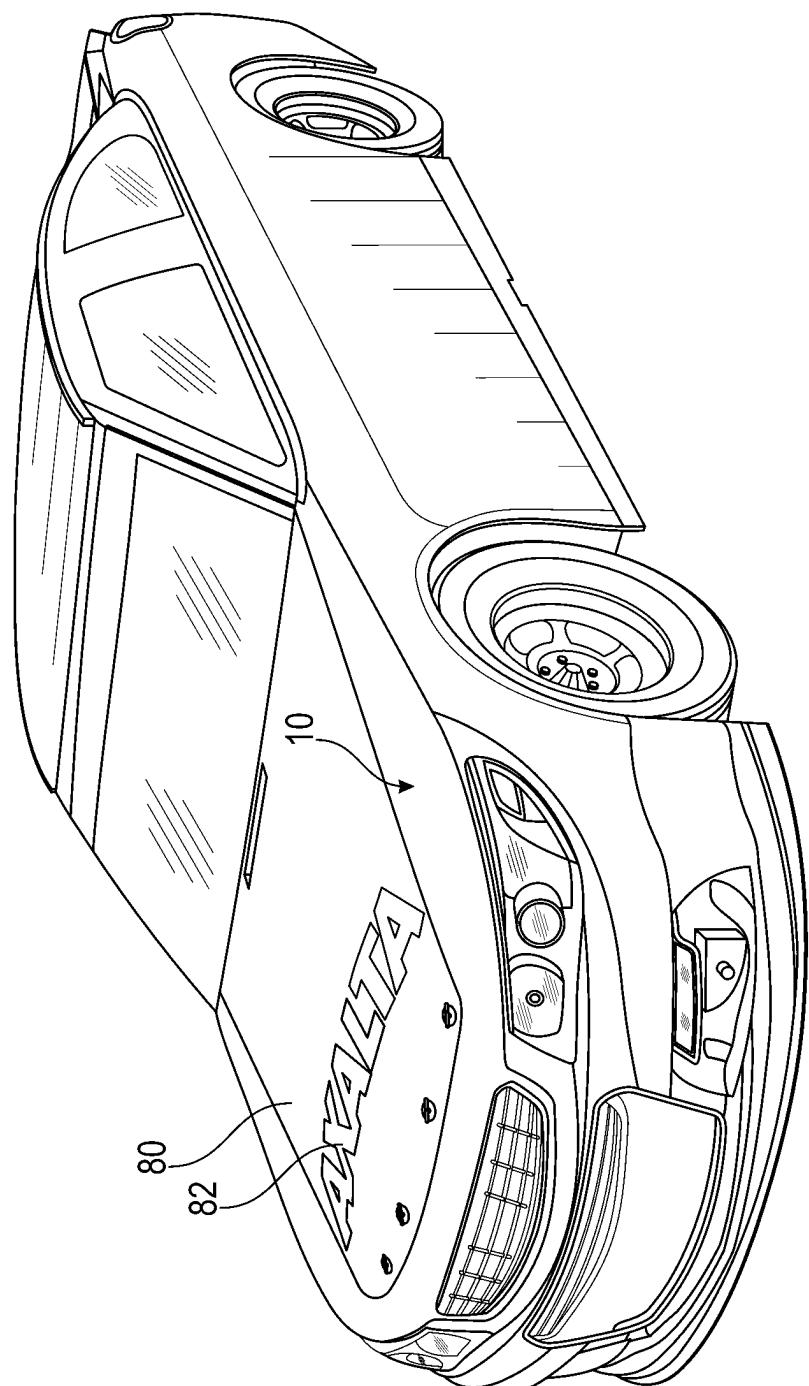


FIG. 19

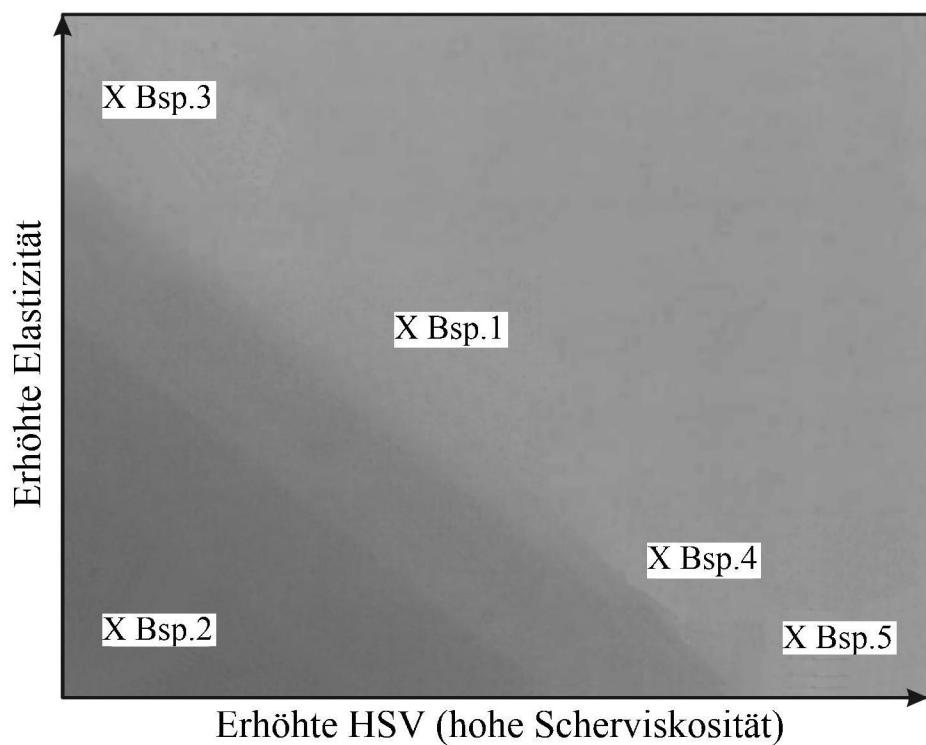


FIG. 20