



(10) **DE 10 2012 016 690 A1** 2014.02.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 016 690.7**

(22) Anmeldetag: **24.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **27.02.2014**

(51) Int Cl.: **C09D 11/36** (2014.01)

C08J 3/28 (2006.01)

C09D 11/02 (2006.01)

C09D 11/101 (2014.01)

(71) Anmelder:

**Mankiewicz Gebr. & Co. GmbH & Co. KG, 21107,
Hamburg, DE**

(72) Erfinder:

Rossi, Umberto de, 22844, Norderstedt, DE

(74) Vertreter:

**Pautsch, Andrea, Dipl.-Chem. Dr.-Ing., 21079,
Hamburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2008 005 685 A1

DE 10 2008 023 499 A1

US 2002 / 0 086 914 A1

EP 2 133 210 A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektronenstrahlhärtbare Inkjet-Tinten und deren Verwendung in Inkjet-Druckverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft elektronenstrahlhärtbare Tinten, die 10 bis 40 Gew.-% Oligomer, bis zu 90 Gew.-% Reaktivverdünner sowie bis zu 15 Gew.-% Pigmente enthalten und frei von Fotoinitiatoren sind. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Druckverfahren, wobei elektronenstrahlhärtbare Tinten auf eine Substratoberfläche mittels Inkjet-Technologie appliziert werden und anschließend durch die Einwirkung von Elektronenstrahlung ausgehärtet werden. Die erfindungsgemäßen Tinten und Verfahren können zur Bedruckung von Gegenständen in gesundheitskritischen Bereichen wie Lebensmittelverpackungen und Kinderspielszeug verwendet werden.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft elektronenstrahlhärtbare Tinten und Verfahren zur Applikation und Aushärtung der Tinten mittels Inkjet-Technologie sowie die Verwendung dieser Tinten zur Bedruckung von Substraten, insbesondere von Kunststofffolien für Lebensmittelverpackungen.

[0002] Unter Inkjet-Technologie versteht man Druckverfahren, bei denen durch den gezielten Abschuss oder das Ablenken kleiner Tintentropfen ein Druckbild erzeugt wird. Diese Verfahren sind seit mehreren Jahren im grafischen Markt im Einsatz. Eingesetzt werden hierbei vor allem wasser- und lösemittelbasierte Tinten sowie UV-härtende Tinten. Tinten auf Wasser- oder Lösemittelbasis trocknen in der Regel unter Abdampfen des Lösemittels. UV-härtende Tinten trocknen über einen Aushärtungsprozess, welcher durch UV-Strahlung initiiert wird. Dazu werden die UV-härtende Tinten kurz nach dem Auftragen auf ein Substrat mit einer UV-Lampe bestrahlt. Da die UV-härtenden Tinten unabhängig von der Verdampfung ihrer Lösungsmittel aushärten, können die bedruckten Substrate wesentlich früher weiterbearbeitet werden und ermöglichen damit erheblich kürzere Prozesszeiten bzw. deutlich schnelle Prozesse.

[0003] Ein weiterer Vorteil von UV-härtenden Tinten ist die einfachere Handhabung. Im Gegensatz zu verdampfend trocknenden wasser- oder lösemittelbasierten Tinten trocknen UV-härtende Tinten nicht im Druckkopf ein und ersparen somit aufwendige Reinigungen des Kopfes. Auch haften UV-härtende Tinten gut auf sehr verschiedenen Materialien u. a. auch auf Kunststoffen. Daher hat die Verwendung von UV-härtenden Tinten mittlerweile einen festen Platz in der Inkjet-Technologie.

[0004] Übliche UV-härtende Tintenformulierungen basieren auf Acrylaten. Sie können mit UV-Licht nur dann zur Farbschicht gehärtet werden, wenn in den Formulierungen Fotoinitiatoren enthalten sind. Diese Fotoinitiatoren werden durch UV-Licht angeregt und zerfallen in Radikale, welche die Polymerisationsreaktionen der Acrylat-Oligomere auslösen. Dabei bilden sich hauptsächlich Radikale mit definierter Struktur, die auch zu definierten Polymeren weiter reagieren. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass die Fotoinitiatoren nicht in Schattenzonen liegen, da dort mangels UV-Strahlung keine Anregung erfolgt und die Bildung von kettenstartenden Radikalen unterbleibt.

[0005] Ein weiterer Nachteil der UV-Technologie ist, dass immer Restanteile der Reaktionsprodukte undefiniert bleiben, da neben den Hauptreaktionen Nebenreaktionen stattfinden, die zu einer Vielzahl unterschiedlicher Produkte führen. Diese Nebenprodukte sind sehr vielfältig und liegen teilweise nur in geringen Mengen im ppm-Bereich vor, so dass sie analytisch schwer zu identifizieren sind.

[0006] Darüber hinaus können direkt beim Zerfall des Fotoinitiators Spalt- oder Nebenprodukte entstehen, die aus den Tinten- bzw. Farbschichten migrieren. Eine Migration von undefinierten Nebenprodukten ist für einige Anwendungen beispielsweise im Bereich der Lebensmittelverpackungen jedoch nicht akzeptabel. Erschwerend kommt hinzu, dass je nach Prozessparameter wie Lichtintensität, Geschwindigkeit und Schichtdicke die Anteile an den erwähnten Nebenprodukten stark variieren können.

[0007] Ein weiterer Nachteil ist, dass auf porösen Substraten die UV-härtende Tinte wegschlagen kann, d. h. vom Substrat aufgesogen werden kann. Dadurch entzieht sie sich der Bestrahlung mit UV-Licht, was zu einer unvollständigen Reaktion der Acrylat-Oligomere führt. Durch die unvollständige Reaktion entstehen andere Nebenprodukte als bei einer vollständigen Aushärtung. In der Regel verursachen die Nebenprodukte unerwünschte Gerüche. Je weniger die Schicht gehärtet ist, desto intensiver ist im Allgemeinen der Geruch.

[0008] Die unerwünschten Nebenprodukte sind üblicherweise nicht identifizierbar. Sie sind somit einer Einstufung entsprechend den Vorgaben für die Verwendung von Druckfarben im Lebensmittelbereich nicht zugänglich. Da die Beurteilung der Gefährdung nicht möglich ist, werden UV-härtende Tinten zur Bedruckung von Lebensmittelverpackungen und in anderen gesundheitskritischen Bereichen wie beispielsweise in der Bedruckung von Spielzeug bisher nur sehr selten eingesetzt.

[0009] Um die Vorteile der UV-härtenden Tinten dennoch zu nutzen, sind Fotoinitiatoren bekannt, die aufgrund ihrer Struktur ein verringertes Migrationspotential aufweisen. Das wird erreicht, indem aus den ursprünglich kleineren Fotoinitiator-Molekülen durch Derivatisierung mit sperrigen Substituenten größere Moleküle mit geringer Migrationstendenz hergestellt werden. Allerdings verhindert man dadurch zwar die schnelle Migration, nicht aber die Tendenz zur Bildung von unerwünschten Nebenprodukten an sich. Zudem wird durch die höhere Molmasse des Fotoinitiators seine Reaktivität reduziert.

[0010] Dies führt zu einer in vielen Bereichen unakzeptablen Verringerung der Prozessgeschwindigkeit. Die derivatisierten Fotoinitiatoren werden deshalb nur als für den indirekten Lebensmittelkontakt geeignet eingestuft.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher Mittel und Verfahren zur Verfügung zu stellen, die unter Beibehaltung der technischen Vorteile die Herstellung verbesserter Farbschichten zur Bedruckung von Substraten erlauben, insbesondere die Herstellung gesundheitlich unbedenklicher Farbschichten mit Hilfe der Inkjet-Technologie, die beispielsweise auch zur Bedruckung von Lebensmittelverpackungen und von Kinderspielzeug eingesetzt werden können.

[0012] Die Aufgabe wird gelöst durch elektronenhärtbare Tinten gemäß Anspruch 1 und deren Verwendung gemäß Anspruch 5 sowie Druckverfahren gemäß Anspruch 6. Weitere Ausführungsformen werden in den Unteransprüchen und der Beschreibung offenbart.

[0013] Der Einsatz der Elektronenstrahlhärtung ist bisher im Bereich des Siebdrucks und des Offsetdrucks bekannt. Die hier eingesetzten Druckfarben müssen im Gegensatz zu Inkjet-Tinten jedoch völlig andere Eigenschaften aufweisen. Um durch die Düsen des eingesetzten Inkjet-Druckers auf ein Substrat aufgebracht werden zu können, müssen Inkjet-Tinten unter anderem niedrige Viskositäten und eine feine Korngrößenverteilung der Pigment- und Farbstoffpartikel aufweisen. Die Teilchengrößen der in den erfindungsgemäßen Tinten eingesetzten Pigmente bewegen sich im Bereich von 10 bis 1000 nm. Bevorzugt werden Teilchengrößen von 50 bis 600 nm eingesetzt, um die Stabilität und die gewünschte Farbstärke erreichen zu können.

[0014] Im Gegensatz zu anderen Drucktechnologien wie Offset- oder Siebdruck, in denen in Regel hochviskose, pastöse Farben eingesetzt werden, kann bei den niedrigviskosen Inkjet-Tinten nicht ohne Weiteres auf höhermolekulare Komponenten zurückgegriffen werden, um das Risiko der Migration zu verringern. So müssen einer Tinte mit erhöhtem Anteil höhermolekularer Komponenten größere Mengen an Reaktivverdünner zugegeben werden, um die notwendige Viskosität zu erreichen. Ein hoher Anteil an Reaktivverdünnern jedoch würde bei einer UV-Härtung zu einem deutlich erhöhten Anteil migrationsfähiger Komponenten führen.

[0015] Um die Migration zu unterbinden, muss bei der erfindungsgemäßen Elektronenstrahlhärtung die Einbindung aller Monomere durch den Polymerisationsmechanismus erfolgen. Dies erfordert eine exakte Abstimmung von Strahlungsdosis, Reaktivität und Viskosität der erfindungsgemäßen Inkjet-Tinte.

[0016] Die erfindungsgemäßen Tinten weisen einen hohen Anteil an Reaktivverdünnern und einen geringen Anteil an Prepolymeren oder Oligomeren auf. Zudem sind sie frei von Fotoinitiatoren. Unter dem Begriff Reaktivverdünner werden im Folgenden Verdünnungs- und Lösemittel verstanden, die bei der Filmbildung bzw. Aushärtung durch chemische Reaktion Bestandteil des Bindemittels werden.

[0017] Die erfindungsgemäßen Tinten enthalten bis 90 Gew.-%, bevorzugt bis 80 Gew.-%, besonders bevorzugt 40 bis 80 Gew.-% und ganz besonders bevorzugt 40 bis 60 Gew.-% Reaktivverdünner bezogen auf das Gesamtgewicht der Tinte. Geeignete Reaktivverdünner sind beispielsweise Dipropylenglykoldiacrylat, Tripropylenglykoldiacrylat, Tetrahydrofurfurylacrylat, Isobornylacrylat und Isodecylacrylat, Ethylenethylacrylat EEA und Hexandioldiacrylat. Erfindungsgemäß besonders bevorzugt sind Dipropylenglykoldiacrylat und 1,6-Hexandioldiacrylat.

[0018] Weiterhin enthalten die erfindungsgemäßen Tinten 10 bis 40 Gew.-%, bevorzugt 25 bis 35 Gew.-%, besonders bevorzugt 20 bis 30 Gew.-% Oligomere oder Prepolymere bezogen auf das Gesamtgewicht der Tinte. Geeignete Oligomere sind beispielsweise aliphatische und aromatische Urethanacrylate, Polyetheracrylate und Epoxyacrylate, wobei die Acrylate mono- oder polyfunktionell sein können z. B. di-, tri- bis zu hexa- und deca-funktionell. Erfindungsgemäß bevorzugt sind aliphatische und aromatische Urethanacrylate.

[0019] Die erfindungsgemäßen Tinten können bis zu 15 Gew.-% Pigmente bezogen auf das Gesamtgewicht der Formulierung enthalten. Geeignete Pigmente sind beispielsweise Pigment Yellow 213, PY 151, PY 93, PY 83, Pigment Red 122, PR 168, PR 254, PR 179, Pigment Red 166, Pigment Red 48:2, Pigment Violet 19, Pigment Blue 15:1, Pigment Blue 15:3, Pigment Blue 15:4, Pigment Green 7, Pigment Green 36, Pigment Black 7 oder Pigment White 6.

[0020] Die Teilchengrößen der eingesetzten Pigmente bewegen sich im Bereich von 10 bis 1000 nm. Erfindungsgemäß bevorzugt werden Pigmente mit Teilchengrößen von 50 bis 600 nm eingesetzt, um die Stabilität und die gewünschte Farbstärke erreichen zu können.

[0021] Zur Einstellung der Eigenschaften können den Tinten weitere Additive zugesetzt werden wie beispielsweise Dispergieradditive, Entschäumer und UV-Absorber. Im Gegensatz zu den üblichen UV-härtenden Tinten können in den erfindungsgemäßen Tinten auch UV-Absorber zur Verbesserung der Lichtstabilität des ausgehärteten Films eingesetzt werden. Die erfindungsgemäßen Tinten können bis zu 5 Gew.-% Additive bezogen auf das Gesamtgewicht der Formulierung enthalten.

[0022] Da die erfindungsgemäßen Tinten keine Fotoinitiatoren aufweisen, können sie insbesondere zur Bedruckung von Substraten und Materialien verwendet werden, die in gesundheitskritischen Bereichen eingesetzt werden. Beispiele sind die Bedruckung von Lebensmittelverpackungen und Kinderspielzeug. Die erfindungsgemäßen Tinten können insbesondere in Inkjet-Druckverfahren zur Bedruckung von Kunststoffen und Kunststofffolien verwendet werden wie zum Beispiel zur Bedruckung von Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat (ABS) oder Polyethylenterephthalat (PET).

[0023] Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zur Herstellung von Farbschichten auf Substraten bzw. auf Substratoberflächen gelöst, das die folgenden Schritte aufweist. In einem ersten Schritt werden eine oder mehrere der erfindungsgemäßen Tinten auf die Substratoberfläche mittels Inkjet-Technologie appliziert. In einem zweiten Schritt b) werden die aufgetragenen Tinten einer Elektronenstrahlung ausgesetzt und ausgehärtet.

[0024] Durch die zur Härtung der Inkjet-Tinten erfindungsgemäß eingesetzte Elektronenstrahlung kann vollständig auf den Einsatz von Fotoinitiatoren verzichtet werden. Die Strahlung wird durch eine Elektronenquelle erzeugt, welche Elektronen mit bestimmter Intensität auf die zu härtende Schicht schießt. Parameter wie Elektronendichte und Elektronengeschwindigkeit, welche die Eindringtiefe der Strahlung in das Substrat bestimmen, lassen sich an den gewünschten Prozess anpassen.

[0025] Elektronen sind energiereicher als UV-Licht und somit in der Lage die Acrylat-Bindungen in den erfindungsgemäßen Tinten direkt zu spalten. Die Härtung erfolgt ausschließlich über die Anregung und die Reaktion der Acrylat-Bindungen. Da die Reaktionsprodukte der Acrylate definiert sind, kommt es bei der Elektronenstrahlhärtung nicht zur Bildung unerwünschter, migrationsfähiger Nebenprodukte. Die Reaktionskinetik der erfindungsgemäßen Aushärtungsprozesse unterscheidet sich deutlich von der Kinetik UV-härtender Systeme, da durch die Spaltung der Fotoinitiatoren andere Radikale erzeugt werden als bei der erfindungsgemäß eingesetzten Elektronenstrahlhärtung.

[0026] Ein weiterer Vorteil der Elektronenstrahlhärtung ist, dass die Strahlung einige Mikrometer in das Substrat eindringen kann. Das heißt, auch Tinte, die in das Substrat eingesogen ist, kann vollständig ausgehärtet werden.

[0027] In Abhängigkeit von der Dosis, dem wichtigsten Parameter bei der Elektronenstrahlhärtung, dringt die Strahlung einige Mikrometer in die Oberfläche des bestrahlten Substrats ein.

[0028] Übliche Dosiswerte liegen dabei zwischen 10 und 200 kGy, bevorzugt bei 50 bis 100 kGy. Die Werte werden hier in Gray (Gy) angegeben. Diese Größe gibt die durch ionisierende Strahlung verursachte Energiedosis an und beschreibt die pro Masse absorbierte Energie. Sie ist der Quotient aus der aufgenommenen Energie in Joule und der Masse des Körpers in kg: $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$.

[0029] Die Eindringtiefe hängt dabei vom Substrat bzw. der Beschichtung ab. Sie kann bis zu 100 µm betragen. Im Gegensatz zur UV-Härtung, wo auf porösen Untergründen bzw. Substraten sich die Beschichtung durch Wegschlagen dem Einfluss des Lichts zur Härtung entzieht, können durch erfindungsgemäß eingesetzte Elektronenstrahlung die in der Oberfläche des Substrats befindlichen reaktiven Zentren ebenfalls Radikale bilden und die Lackschicht härten.

[0030] Das erfindungsgemäße Druckverfahren ist somit nicht nur zur Bedruckung von Substraten mit unporösen Oberflächen wie zum Beispiel Kunststoff, Glas, Metall oder Keramik geeignet sondern auch zur Bedruckung von porösen und/oder offenzelligen Substraten bzw. Oberflächen. Es werden Farbschichten mit gleicher Qualität erhalten, ohne dass die Tinten verändert werden müssen. Geeignete poröse und/oder offenzellige Materialien oder Substrate sind zum Beispiel offenzellige Schäume, offenporige Keramiken und Gläser, Holz, gestrichene und ungestrichene Papiere wie Zeitungspapiere oder Büropapiere. Geeignete unporöse Materialien oder Substrate sind zum Beispiel Folien aus Kunststoffen wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat (ABS) oder Polyethylenterephthalat (PET).

[0031] Durch die hohe Eindringtiefe der Elektronenstrahlung wird die Aushärtung der Tintenschicht auch durch Schattenbildung auf der Oberfläche nicht behindert. Das erfindungsgemäße Verfahren ist daher auch zur Bedruckung von strukturierten Oberflächen wie zum Beispiel genarbt oder reliefartigen Oberflächen oder zur Bedruckung von dreidimensional geformten Oberflächen wie zum Beispiel gewölbten Oberflächen geeignet.

[0032] Die Tinten können erfindungsgemäß im Multi-Pass- oder im Single-Pass-Verfahren aufgebracht werden. Im Multi-Pass-Verfahren wird jede zu bedruckende Zeile mehrfach von der Druckeinheit überstrichen, wobei ein Muster oder Bild in mehreren Schritten aufgebaut wird. Der Vorteil dieser Technik ist die hohe Bildqualität, Nachteil die langsame Geschwindigkeit. In industriellen Prozessen wird das Single-Pass-Verfahren bevorzugt eingesetzt, bei dem jede zu bedruckende Zeile nur einmal von der Druckeinheit überstrichen wird. So lassen sich hohe Druckgeschwindigkeiten von über 100 m/min erreichen.

[0033] Durch die Auswahl der Reaktivverdünner kann die Kinetik der Aushärungsreaktion der Tinte dem Verfahren angepasst werden. Dabei ist zu beachten, dass im Single-Pass-Verfahren die Oberfläche lediglich einmal bestrahlt wird und die Druckschicht danach ihren Endzustand erreicht haben muss.

[0034] Bei den üblichen UV-härtenden Druckverfahren muss die Aushärtung der aufgetragenen Tintenschicht spätestens 5 bis 10 Sekunden nach ihrem Auftrag erfolgt sein, um ein Verlaufen der Tinte zu unterbinden oder zu minimieren. Bei porösen oder saugenden Substraten muss die Aushärtung deutlich schneller erfolgen als bei unporösen Substraten, um ein Wegschlagen der Tinten zu vermeiden. Durch die hohe Eindringtiefe der erfindungsgemäß eingesetzten Elektronenstrahlung können die Tinten jedoch auch in tieferen Schichten des Substrats ausgehärtet werden, so dass auch bei einer verzögerten Aushärtung, beispielsweise um 15 Sekunden, bei Schattenbildung auf strukturierten Oberflächen oder beim Wegschlagen der Tinte auf saugenden Substraten noch gute Ergebnisse erzielt werden.

[0035] Die erfindungsgemäße Härtung kann mit Geschwindigkeiten bis zu 100 m pro Sekunde erfolgen, so dass übliche Druckgeschwindigkeiten von handelsüblichen Inkjetdruckern abgedeckt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch zum inline-Einsatz in Fertigungsprozessen geeignet. Insbesondere im Single-Pass-Verfahren können die für den Inline-Einsatz erforderlichen Druckgeschwindigkeiten von bis zu 100 m/s realisiert werden.

Beispiele

Tinte

Substanz	Menge in Gewichtsanteilen
Pigment	3
Isobornylacrylat	40
Dipropylenglykoldiacrylat	23
amin-modifiziertes Polyether-Acrylat	15
Tricyclodecandimethanoldiacrylat	10
cyclisches Trimethylolpropanformalacrylat	9

Druckverfahren

[0036] Auf einer Technikumsanlage mit Single-Pass-4-Farb-Inkjetdruckeinheit wurden die erfindungsgemäßen Tinten gedruckt. Dabei wurde ohne Weiß und mit Weiß unterdruckt. Die Härtung fand auf einer separaten Anlage statt. Die Härtung erfolgte je nach Geschwindigkeit des Druckes zwischen 2 und 5 Sekunden nach der Bedruckung.

Substrat:

Papier Naturweiß

Polycarbonat-Folie

Polypropylen-Folie, 50 micron

Druckgeschwindigkeit:	60 m/min
Restsauerstoffgehalt:	5–15 ppm
Strahlungs-dosis:	50 keV

[0037] Die Muster wurden im 4-Farbdruck mit einem Testmotiv bedruckt und anschließend ausgehärtet. Die erhaltenen Proben zeigten auf allen Medien eine exzellente Haftung, harte Oberflächen und waren geruchlos.

Vergleich der Emissionen aus beschichteten Substraten

[0038] Die Emission aus beschichteten Substraten, die mittels UV-Strahlung (Probe 1) und mittels Elektronenstrahlung (Probe 2) ausgehärtet wurden, wird durch eine Screening-Analyse auf flüchtige organische Verbindungen und mittel- bis schwerflüchtige mittels Thermoextraktion und anschließender Thermodesorption GC/MS bestimmt. Dazu wurden die flüchtigen Komponenten der Probe (Einwaage ca. 0,2 g) bei 100°C für 20 Minuten extrahiert und die flüchtigen Komponenten auf einem mit Adsorptionsmaterial gefüllten Röhrchen angereichert. Anschließend wurde das Adsorptionsröhrchen desorbiert, die Analyten gaschromatisch aufgetrennt und massenspektrometrisch identifiziert.

[0039] Folgende Verbindungen wurden durch Vergleich mit Spektrenbibliotheken identifiziert und als d-Toluolequivalent (d-TE) quantifiziert:

	Probe 1	Probe 2
Reaktionskomponente	Emission in mg pro kg Substrat	Emission in mg pro kg Substrat
Isobornylacrylat	14	0
Dipropylendiglykoldiacrylat	15	0
Tricyclodecandimethanoldiacrylat	5	0

Patentansprüche

1. Elektronenstrahlhärtende Inkjet-Tinte enthaltend
10 bis 40 Gew.-% Oligomer,
bis zu 90 Gew.-% Reaktivverdünner und bis zu 15 Gew.-% Pigmente, wobei die Tinte frei von Fotoinitiatoren ist.
2. Inkjet-Tinte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oligomere ausgewählt sind aus der Gruppe enthaltend aliphatische und aromatische Urethanacrylate, Polyetheracrylate und Epoxyacrylate, wobei die Acrylate mono- oder poly- funktionell sein.
3. Inkjet-Tinte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reaktivverdünner ausgewählt sind aus der Gruppe enthaltend Dipropylenglykoldiacrylat, Tripropylenglykoldiacrylat, Tetrahydrofurfurylacrylat, Isobornylacrylat, Isodecylacrylat, Ethylenethylacrylat und Hexandioldiacrylat.
4. Inkjet-Tinte nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pigmente Teilchengrößen im Bereich von 10 bis 1000 nm, bevorzugt im Bereich von 50 bis 600 nm, aufweisen.
5. Verwendung der Tinte nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Bedruckung von Lebensmittelverpackungen und Kinderspielzeugen.
6. Verfahren zur Herstellung von Farbschichten auf Substratoberflächen, **dadurch gekennzeichnet**, dass
a) eine oder mehrere Tinten gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 auf die Substratoberfläche mittels Inkjet-Technologie appliziert werden
und
b) die aufgebrachte Tinte oder Tinten einer Elektronenstrahlung ausgesetzt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dosis der Elektronenstrahlung zwischen 10 und 200 kGy beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tinten im Single-Pass-Verfahren oder im Multi-Pass-Verfahren aufgebracht werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eingesetzten Substrate dreidimensional strukturierte Oberflächen aufweisen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eingesetzten Substrate poröse, offenzellige oder saugende Materialien sind.

Es folgen keine Zeichnungen