

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 476 539 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91115563.8**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **B05D 1/06, B05D 7/14**

22 Anmeldetag: **13.09.91**

30 Priorität: **21.09.90 DE 4029985**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.03.92 Patentblatt 92/13**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

71 Anmelder: **TEGOMETALL RUDOLF  
BOHNACKER  
Robert-Bosch-Strasse 1  
W-7482 Krauchenwies(DE)**

72 Erfinder: **Bohnacker, Ulrich  
Talblick 9  
W-7482 Krauchenwies 4(DE)  
Erfinder: Probst, Thomas  
Kohlbrunnenweg 32  
W-7482 Krauchenwies 1(DE)**

74 Vertreter: **Strehl, Schübel-Hopf, Groening  
Maximilianstrasse 54 Postfach 22 14 55  
W-8000 München 22(DE)**

54 **Verfahren zum Pulverbeschichten von Metalloberflächen.**

57 Bei der elektrostatischen Pulverbeschichtung wird von Metalloberflächen ausgegangen, die zum Schutz vor Korrosion während Lagerung und Transport mit einem Ölfilm versehen sind. Das Kunststoffpulver wird auf die Oberfläche aufgebracht, ohne daß der Ölfilm entfernt wird. Anschließend wird die Pulverschicht in einem Brennofen geschmolzen und schließlich durch Abkühlen zum Aushärten gebracht. Die vom Ofen aufgebrachte Wärme soll zur Verflüchtigung des Öls ausreichen. Vorzugsweise wird ein Öl verwendet, das während des Heizvorgangs stabil bzw. beständig ist, solange es auf der Werkstückoberfläche verbleibt. Dies schließt die Möglichkeit ein, daß einzelne Komponenten oder das gesamte Öl während des Aufheizvorgangs durch die Pulverschicht diffundieren und verdampfen, oder auch daß Teile oder die gesamte Ölmenge während des Heizvorgangs auf dem Werkstück verbleiben und sich mit der Pulverschicht mischen. In beiden Fällen wird die Qualität der Kunststoffbeschichtung durch den Ölfilm nicht beeinträchtigt.

EP 0 476 539 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Pulverbeschichten von Metalloberflächen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Solche Verfahren werden beispielsweise zum Beschichten von Metallteilen im Fahrzeugbau, im Maschinenbau, bei Gehäusen für Haushalts- und andere Geräte, für Metallmöbel und -regale oder auch für Spielzeug eingesetzt.

Bei der Herstellung dieser Metallteile wird meist von einem als "Coil" gewickelten Blech ausgegangen, das zum Schutz vor Korrosion während Transport und Lagerung geölt, lackiert oder auf andere Weise beschichtet ist ("coil coating"). Das Blech wird vom Coil abgespult und durch Sägen, Stanzen, Bohren, Falzen und Kanten zu dem gewünschten Produkt verarbeitet. Dabei dient die Öl- oder Lackbeschichtung auch als Gleit- und Trennmittel zwischen Werkzeug und Werkstück (Blech).

Wenn von einem geölten Coil ausgegangen wird, so erfolgt abschließend noch ein Lackieren oder Beschichten zum Schutz vor Korrosion und um den Teilen die gewünschte Farbe zu geben. Beim Naß-Lackieren wird dazu eine lösungsmittelhaltige Farbe verwendet. Mit der Verdunstung des Lösungsmittels ist jedoch meist eine erhebliche Umweltbelastung verbunden. Diese kann bei der Anwendung eines elektrostatischen Pulverbeschichtungsverfahrens vermieden werden.

Ein solches Verfahren ist in DE-A-38 38 928 beschrieben. Dabei wird elektrostatisch aufgeladenes Pulver auf die zu beschichtende Fläche aufgesprüht, wo es aufgrund der elektrostatischen Anziehungskräfte haften bleibt. Als Pulver eignen sich thermoplastische Kunststoffe wie beispielsweise Polyester oder Epoxidharze oder auch eine Mischung daraus. Die Pulverschicht wird durch Erhitzen zu einer viskosen Masse verschmolzen, die auf dem Metall gut haftet und eine glatte Oberfläche ergibt. Beim Abkühlen härtet die Beschichtung aus.

Um eine einwandfreie Oberfläche zu erhalten, ist bei dem konventionellen Verfahren ein Vorhergehen des Entölen der Metallteile für unerlässlich gehalten worden. Dazu sind jedoch Wasch- und Lösungsmittel notwendig, die ebenfalls eine Umweltbelastung darstellen. Außerdem ist dieser Arbeitsschritt mit erheblichen Kosten verbunden. Sie entstehen nicht nur durch die erforderliche Anlage, sondern insbesondere auch durch die Heizenergie, die notwendig ist, um die mit Lösungs- oder Waschmittel benetzten Metallteile zu trocknen. Ohne eine solche Trocknung wäre eine hohe Produktionsleistung jedoch nicht möglich.

Diese Probleme werden bei der Verwendung eines lackierten bzw. beschichteten statt eines geölten Coils vermieden. Damit sind jedoch andere erhebliche Nachteile verbunden. So lassen sich beispielsweise nur mit großem Lageraufwand Produkte in einer großen Zahl verschiedener Farben herstellen. Ein Wechsel der Farbe erfordert immer auch den aufwendigen Wechsel eines Coils an der Produktionsstraße. Andererseits fällt eine Farbe an verschiedenen Coils oft unterschiedlich aus, insbesondere, wenn diese von verschiedenen Zulieferern bezogen wurden.

Weiterhin sind bei Verwendung vorlackierter oder vorbeschichteter Bleche die Kanten der gesägten, gestanzten oder gebohrten Metallteile nicht beschichtet und damit anfällig gegen Rost. Außerdem besteht bei der Handhabung dieser scharfkantigen Teile eine erhebliche Verletzungsgefahr.

Diese Nachteile können vermieden werden, wenn wie oben beschrieben ein geölter Coil verwendet wird und eine Beschichtung erst nach den mechanischen Verarbeitungsschritten erfolgt. Die elektrostatische Pulverbeschichtung ist dabei besonders vorteilhaft, da die elektrischen Feldlinien so gerichtet werden können, daß sich an den Kanten des Werkstücks besonders viel Pulver anlagert. Die nach dem Aushärten entstehende Kunststoffbeschichtung ist daher dort besonders dick und führt zu abgerundeten Ecken und Kanten. Als wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens verbleiben jedoch wie erwähnt die mit dem Entölen verbundenen Kosten- und Umweltprobleme.

Daher ist es die Aufgabe der Erfindung, ein Pulverbeschichtungsverfahren anzugeben, das eine umweltschonende und preisgünstige Massenfertigung erlaubt. Dabei soll ein Rostschutz des Ausgangsmaterials beibehalten werden, die Farbe exakt wiederholbar, aber ein einfacher Farbwechsel möglich sein.

Diese Aufgabe wird mit der in Anspruch 1 gekennzeichneten Erfindung gelöst.

Das erfindungsgemäße Pulverbeschichtungsverfahren geht von einer geölten Metalloberfläche aus. Das Pulver wird direkt auf den Ölfilm aufgebracht. Ein Entölen des zu beschichtenden Metallteils entfällt daher.

Die Erfindung ermöglicht es, Eisenwerkstoffe zu beschichten, die mit einem Ölfilm als Korrosionsschutz und als Gleitmittel bei mechanischen Verarbeitungsschritten versehen sind. Da eine Entfernung des Ölfilms nicht notwendig ist, ist das Verfahren preiswert anzuwenden und umweltschonend.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich sowohl zur Beschichtung von Halbzeugen, beispielsweise unbearbeitetem Flachmaterial oder Coils, als auch zur Beschichtung von Teilen, die schon vollständig mechanisch bearbeitet sind. Der letzte Fall ist vorzuziehen, wenn aus Gründen des Korrosionsschutzes und um eine mögliche Verletzungsgefahr zu vermeiden, keine unbeschichteten Kanten zurückbleiben sollen.

Außerdem kann das Verfahren bei allen Metallen und Stahlsorten angewendet werden und eignet sich ferner für Teile jeglicher Form, beispielsweise auch für Profile oder Rohre.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Wird beim Heizvorgang wie in Anspruch 2 angegeben so viel Wärme zugeführt, daß das Öl durch die Pulverschicht diffundiert und verdampft, so wird ein Einfluß des Öls auf die Qualität beschichteten Oberfläche der Metallteile vermieden. Die notwendige Wärmemenge (Temperatur und Dauer des Heizvorgangs) ist umso größer, je mehr Öl auf die Metalloberfläche aufgetragen wurde und je schwerer flüchtig das Öl ist. Das verdampfte Öl in der Abluft des Ofens kann verbrannt werden, wobei die entstehende Wärme zusätzlich zur Ofenheizung verwendet wird.

Um eine einwandfreie Oberfläche zu erhalten, wird nach Anspruch 3 ein Öl verwendet, das während des Heizvorgangs stabil bzw. beständig ist, solange es auf der Oberfläche verbleibt. Dies schließt die Möglichkeit ein, daß einzelne Komponenten oder das gesamte Öl während des Aufheizvorgangs durch die Pulverschicht diffundieren und verdampfen oder daß Teile oder auch die gesamte Ölmenge während des Heizvorgangs auf dem Werkstück verbleiben und sich mit der Pulverschicht mischen. Wäre das Öl auf der Werkstückoberfläche im Brennofen instabil und würde es beispielsweise verbrennen, so würde die Farbe der Kunststoffbeschichtung stark vom Öl und insbesondere von den Umwandlungsprozessen des Öls unter Temperatureinwirkung beeinflusst. Geringste lokale Temperaturschwankungen im Brennofen würden zu einer ungleichmäßigen Struktur und Farbe der Oberfläche führen. Dies wird mit einem Öl, das die in Anspruch 3 angegebene Bedingung erfüllt, zuverlässig vermieden.

Verfärbt sich das Öl gemäß Anspruch 4 während des Heizvorgangs nicht, so haben geringe unvermeidbare Schwankungen der Temperatur und der Dauer des Heizvorgangs keinen Einfluß auf die Farbe des Produkts.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 5 hat den Vorteil, daß das elektrostatisch aufgetragene Pulver möglichst vollständig auf der Werkstückoberfläche haften bleibt und in der Beschichtungskabine wenig Pulver abfällt, das zur wirtschaftlichen Pulverausnutzung rückgeführt werden muß.

Eine sowohl farblich als auch bezüglich Dicke und Struktur besonders gleichmäßige Oberflächenbeschichtung wird erzielt, wenn gemäß Anspruch 6 die Flächendichte des Ölfilms kleiner als ca. 3 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise ca. 0,3 bis 1,5 g/m<sup>2</sup>, beträgt und die Kunststoffbeschichtung mindestens ca. 50 µm, vorzugsweise ca. 50 µm bis hinauf zu ca. 80 µm, dick ist. Diese Werte ergeben auch einen ausgezeichneten Korrosionsschutz bei Lagerung und Transport des Halbzeugs und garantieren bei der mechanischen Verarbeitung ausreichende Gleit- und Trenneigenschaften. Sie stellen auf diese Weise sicher, daß Werkzeug und Werkstück geschont werden.

Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 7 ergibt sich ein besonders wirksamer Korrosionsschutz und es wird verhindert, daß Rost unter die Pulverbeschichtung kriechen kann. Bei konventionellen Pulverbeschichtungsverfahren, bei denen die Ölschicht entfernt wird, geschieht dies mit phosphathaltigen und/oder alkalischen Waschmitteln. Dadurch verbleibt nach dem Trocknen auf der Werkstückoberfläche eine Phosphatschicht, die einen ausgezeichneten Korrosionsschutz darstellt. Um auch bei der vorliegenden Erfindung die Korrosionsschutzeigenschaften eines Phosphatfilms zu nutzen, wird gemäß Anspruch 7 eine solche Schicht zusätzlich vor, nach oder zusammen mit dem Öl, jedoch vor dem Pulverbeschichten, aufgebracht.

Ein Ölfilm, der gemäß Anspruch 8 auf der Oberfläche der ausgehärteten Beschichtung zurückbleibt, stellt einen ausgezeichneten Gleitfilm bei weiteren mechanischen Verarbeitungsschritten dar. Zu diesem Zweck muß genug Öl aufgetragen werden, und die vom Ofen zugeführte Wärme muß niedrig genug sein, damit noch Öl auf der Werkstückoberfläche zurückbleibt.

Die Ergebnisse von Versuchsreihen, mit denen besonders bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ermittelt wurden, sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefaßt. Bei den Versuchsreihen wurden Stahl-Probeplatten des Typs R der Firma Q-Panel beölt, elektrostatisch mit Pulver beschichtet und durch einen Einbrennofen geführt. Die beschichteten Probeplatten wurden unter einem Mikroskop hinsichtlich ihrer optischen Qualität beurteilt und zur Ermittlung der Lackhaftung einer Tiefungsprüfung nach DIN ISO 1520 unterworfen.

Bei allen Versuchen wurde ein Pulver aus einer Polyester-Epoxidherz-Mischung verwendet, das so aufgetragen wurde, daß die Lackschicht nach dem Aushärten eine Dicke von etwa 70 bis 80 µm hatte.

Tabelle 1 stellt das Ergebnis der optischen Beurteilung der gehärteten Lackschicht dar. Die Versuche wurden mit verschiedenen Ölen durchgeführt, die mit ihrer Handelsbezeichnung, dem Hersteller, der Angabe des Basisöls und der jeweiligen Viskosität bei 40 °C angegeben sind. Die rechten fünf Spalten der Tabelle 1 beziehen sich auf unterschiedliche aufgetragene Ölmenge, wobei Flächendichten von 0,5 bis 2,5 g/m<sup>2</sup> in Schritten von 0,5 g/m<sup>2</sup> untersucht wurden. Die Tabelle enthält das Symbol "x", wenn das jeweilige Öl bei der angegebenen Ölmenge zur Bildung von sichtbaren Ölnestern bzw. Öleinschlüssen in der Lackschicht geführt hat. Die Lackschicht macht dann einen "vernarbten" Eindruck. Eine optisch einwandfreie Oberfläche ist mit dem Symbol "o" gekennzeichnet.

Tabelle 1 zeigt, daß sich eine hohe optische Qualität der lackierten Platte dann ergibt, wenn die

Flächendichte des Öls maximal  $2,0 \text{ g/m}^2$  beträgt und die Viskosität des aufgetragenen Öls bei  $40^\circ \text{C}$  unter  $40 \text{ mm}^2/\text{s}$  liegt, d.h. wenn das Öl sehr dünnflüssig ist. Ein dünnflüssiges Öl hat den Vorteil, daß es sich besonders gleichmäßig auftragen läßt und ferner im Einbrennofen besonders leicht durch die Pulverschicht diffundiert und sich verflüchtigt. Dies gilt insbesondere, wenn die aufgetragene sehr gering ist. Bei einer

Flächendichte von  $0,5 \text{ g/m}^2$  ergeben sich für nahezu jedes Öl optisch einwandfreie Oberflächen.

Die optische Qualität der Oberfläche ist unabhängig davon, ob das Öl auf Mineralölbasis oder auf Basis eines pflanzlichen Öls, beispielsweise eines Rapsöls, hergestellt wurde.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Tiefungsprüfung nach DIN ISO 1520, mit der die Haftung der Lackschicht gemessen wurde. Bei der Tiefungsprüfung wird die Probeplatte durch einen Stempel deformiert und die Tiefe der Deformation, bei der die Lackschicht reißt, notiert. Bei guter Lackhaftung werden hohe Werte erreicht.

In Tabelle 2 sind verschiedene Öle und die Verweildauer im Einbrennofen aufgeführt. Die rechten fünf Spalten sind wie in Tabelle 1 nach der aufgetragenen Ölmenge geordnet. Die Tabelle enthält die Werte der Deformation in mm, bei denen eine Ribildung auftrat. Die Ofentemperatur betrug stets  $180^\circ \text{C}$ . Diese Temperatur wurde von den Probeplatten nach einer Verweilzeit von 14 min erreicht. Die Tiefungswerte wurden jeweils nach einer Verweildauer von 14, 16 und 18 min gemessen. Außerdem wurden zum Vergleich Probeplatten untersucht, die vor den Versuchen auf konventionelle Weise vollständig entfettet wurden ("unbeölte Probeplatten").

Tabelle 2 zeigt, daß der Tiefungswert bei 5,0 mm oder darüber liegt, was einer besonders guten Lackhaftung entspricht, wenn die aufgetragene Ölmenge eine Flächendichte von  $1,5 \text{ g/m}^2$  nicht überschreitet und eine ausreichende Verweildauer im Ofen eingestellt wird.

Im vorliegenden Fall betrug bei einer Ofentemperatur von  $180^\circ \text{C}$  die ausreichende Verweildauer 18 min. Die den Probeplatten unter dieser Bedingung zugeführte Wärmemenge reicht aus, um das Öl im wesentlichen durch die Pulverschicht diffundieren und sich verflüchtigen zu lassen.

Bei einer aufgetragenen Flächendichte des Öls von  $0,5 \text{ g/m}^2$  und der oben angegebenen Wärmemenge liegt der Tiefungswert in der Größenordnung des Wertes für unbeölte oder entfettete Bleche, d.h. in der Größenordnung von 10 mm. Dieser Wert zeigt eine hervorragende Lackhaftung an.

TABELLE 1  
Optische Beurteilung der Lackschicht

x = Bildung von sichtbaren Ölinseeln, "Vernarbung" der Oberfläche durch Öleinschlüsse

0 = Oberfläche in Ordnung

| Bezeichnung          | Hersteller | Basisöl   | Viskosität bei 40°C<br>[mm²/s] | Oberflächendichte des Öls (g/m²) |     |     |     |     |
|----------------------|------------|-----------|--------------------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                      |            |           |                                | 0.5                              | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
| Anticorit RP 4107    | Fuchs Öle  | Mineralöl | 27                             | 0                                | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Anticorit RP 4107 S  | Fuchs Öle  | Mineralöl | 36                             | 0                                | 0   | 0   | 0   | x   |
| Anticorit RP 4107 LV | Fuchs Öle  | Mineralöl | 11                             | 0                                | 0   | 0   | 0   | x   |
| Anticorit RP 4107 UF | Fuchs Öle  | Mineralöl | (unbekannt)                    | 0                                | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Anticorit MZA 08     | Fuchs Öle  | Mineralöl | 33                             | 0                                | 0   | 0   | 0   | x   |
| Plantocorit N        | Fuchs Öle  | Rapsöl    | 54                             | x                                | x   | x   | x   | x   |
| Plantohyd 40 N       | Fuchs Öle  | Rapsöl    | 40                             | 0                                | x   | x   | x   | x   |
| Plantocut 10 S       | Fuchs Öle  | Rapsöl    | 8.8                            | 0                                | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Ziehöl 2079          | Esso       | Mineralöl | 80                             | x                                | x   | x   | x   | x   |
| Plantohyd            | Fuchs Öle  | Rapsöl    | 49                             | 0                                | x   | x   | x   | x   |

TABELLE 2  
Tiefungsprüfung nach DIN ISO 1520 : Haftung der Lackschicht in Abhängigkeit von  
Einbrenntemperatur und Einbrennzeit

| Bezeichnung             | Basisöl   | Viskosität<br>(mm <sup>2</sup> /s)<br>bei 40°C | Temp.<br>(°C) | Zeit<br>(min) | Tiefungswert (mm) bei Ober-<br>flächendichte (g/mm <sup>2</sup> ) des Öls |     |     |        |
|-------------------------|-----------|------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--------|
|                         |           |                                                |               |               | 0.5                                                                       | 1.0 | 1.5 | 2.5    |
| Anticorit<br>RP 4107    | Mineralöl | 27                                             | 180           | 18            | 9.8                                                                       | 7.2 | 5.2 | 4. 2.5 |
| Anticorit<br>RP 4107    | Mineralöl | 27                                             | 180           | 16            | 1.9                                                                       | 2.9 | 1.5 | --     |
| Anticorit<br>RP 4107    | Mineralöl | 27                                             | 180           | 14            | 0.9                                                                       | 0.8 | 0.5 | --     |
| Anticorit<br>RP 4107 LV | Mineralöl | 11                                             | 180           | 18            | 11                                                                        | 8.2 | 6.6 | 6. 3.0 |
| Anticorit<br>RP 4107 LV | Mineralöl | 11                                             | 180           | 16            | 3.0                                                                       | 2.2 | 3.6 | --     |
| Anticorit<br>RP 4107 LV | Mineralöl | 11                                             | 180           | 14            | 0.5                                                                       | 0.5 | 0.5 | --     |

FORTSETZUNG TABELLE 2

| Bezeichnung       | Basisöl | Viskosität<br>(mm <sup>2</sup> /s)<br>bei 40°C | Temp.<br>(°C) | Zeit<br>(min) | Tiefungswert (mm) bei Oberflä-<br>chendichte (g/m <sup>2</sup> ) des Öls |     |     |     |     |
|-------------------|---------|------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                   |         |                                                |               |               | 0.5                                                                      | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
| Plantohyd<br>40 N | Rapsöl  | 40                                             | 180           | 18            | 6.0                                                                      | 5.0 | 5.5 | 2.0 | 2.4 |
| Plantohyd<br>40 N | Rapsöl  | 40                                             | 180           | 16            | 3.4                                                                      | 1.0 | 1.1 | --  | --  |
| Plantohyd<br>40 N | Rapsöl  | 40                                             | 180           | 14            | 0.5                                                                      | 1.1 | 0.6 | --  | --  |
| Unbeölt           |         |                                                | 180           | 18            | 10.5                                                                     |     |     |     |     |
| Unbeölt           |         |                                                | 180           | 18            | 10.5                                                                     |     |     |     |     |
| Unbeölt           |         |                                                | 180           | 16            | 6.8                                                                      |     |     |     |     |
| Unbeölt           |         |                                                | 180           | 16            | 7.5                                                                      |     |     |     |     |
| Unbeölt           |         |                                                | 180           | 14            | 0.6                                                                      |     |     |     |     |
| Unbeölt           |         |                                                | 180           | 14            | 0.45                                                                     |     |     |     |     |

## Patentansprüche

- Verfahren zur Pulverbeschichtung einer mit einem Ölfilm versehenen Metalloberfläche, wobei die Pulverschicht durch einen Heizvorgang zum Schmelzen und anschließend durch Abkühlen zum Aushärten gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulver direkt auf den Ölfilm der Metalloberfläche aufgebracht wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Heizvorgang eine so große Wärmemenge zugeführt wird, daß das Öl im wesentlichen durch die Pulverschicht diffundiert und verdampft.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Öl verwendet wird, das während des Heizvorgangs beständig ist, soweit es auf der Metalloberfläche verbleibt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Öl verwendet wird, das chemisch  
5 so beständig ist, daß es während des Heizvorgangs zu keiner Verfärbung der Pulverbeschichtung führt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ölschicht so dünn aufgetragen wird, daß die Haftung des elektrostatisch aufgetragenen Pulvers nicht beeinträchtigt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächendichte des  
10 Ölfilms geringer ist als etwa  $3 \text{ g/m}^2$  und vorzugsweise etwa  $0,3$  bis  $1,5 \text{ g/m}^2$  beträgt, und daß die Dicke der Kunststoffschicht nach dem Aushärten mehr als etwa  $40 \text{ }\mu\text{m}$ , vorzugsweise etwa  $50$  bis  $80 \text{ }\mu\text{m}$ , beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Pulverbeschichten  
15 eine alkalische und/oder phosphathaltige Schicht aufgebracht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß Rückstände des Öls auf  
20 der ausgehärteten Kunststoff-Oberfläche einen dünnen Film bilden.