



 (12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 (21) Anmeldenummer : **94810402.1**

 (51) Int. Cl.⁶ : **E01C 7/14**

 (22) Anmeldetag : **07.07.94**

 (30) Priorität : **13.07.93 AT 1377/93**

 (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
18.01.95 Patentblatt 95/03

 (84) Benannte Vertragsstaaten :
CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

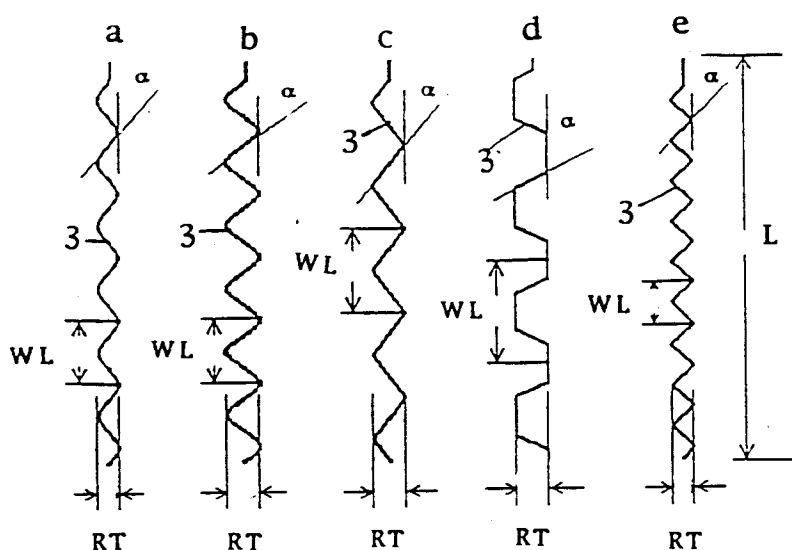
 (71) Anmelder : **HILTI Aktiengesellschaft**
FL-9494 Schaan (LI)

 (72) Erfinder : **Tschegg, Elmar, Dr.**
Würzburggasse 71
A-1130 Wien (AT)

 (74) Vertreter : **Wildi, Roland**
Hilti Aktiengesellschaft
Patentabteilung
FL-9494 Schaan (LI)

 (54) **Verfahren zur Oberflächenbehandlung von zu beschichtenden Werkstücken.**

 (57) Verfahren zur Oberflächenbehandlung von zu beschichtenden Werkstücken aus zementgebundenen oder bituminösen oder anderen Verbundwerkstoffen, wie Straßen, Flugplätzen, Brückenteilen usw., gemäß welchem die Oberfläche vor Aufbringen der Beschichtung aufgeraut und gereinigt wird, daß die Rauhtiefe dem halben Größtkorndurchmesser (1) der zu beschichtenden Oberflächen (3) bzw. der beschichtenden Deckschicht (3) entspricht und daß die Welligkeit dem Größtkorndurchmesser (1) entspricht. Diese Welligkeit kann ein- oder auch zweiachsig ausgebildet sein.



Figur 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Obertflächenbehandlung von zu beschichtenden Werkstücken aus zementgebundenen oder bituminösen oder anderen Werkstoffen, wie Straßen, Flugplätzen, Brückenteilen, usw., gemäß welchem die Oberfläche vor Aufbringen der Beschichtung aufgeraut und gereinigt wird.

Die Aufrauung der Oberfläche wird heute mit verschiedenen Verfahren durchgeführt, wie z.B. durch Sandstrahlen, Wasserstrahlen mit hohen Wasserdrücken, Bearbeitung mit dem Nadelhammer, Auffräsen bzw. Abfräsen mit entsprechenden Diamant- oder Hartmetallwerkzeugen, Abbürsten mit Stahldrahtbürsten u.a.. Neben den mechanischen Methoden sind auch chemische Behandlungsverfahren bekannt, die zur Aufrauung und teilweisen Abtragung der Oberflächen von zu beschichtenden Bauteilen und Werkstücken herangezogen werden. Zur Erhöhung der Haftung der zur Auflage kommenden Schichten werden auch Haftvermittler verwendet, die z.B. den Haftverbund zwischen Alt- und Neu-Beton erhöhen sollten. Meist wird eine aus Kunststoffen oder anderen Materialien (z.B. Zementleim) aufgebaute Substanz in Form einer dünnen Schicht auf die mehr oder weniger aufgeraute Oberfläche des Altbetons aufgebracht. Solche Substanzen und Verfahren werden von vielen Firmen angeboten und zeigen, wie wissenschaftliche Untersuchungen von Hilsdorf und Belli (Einfluß der Haftbrücken auf die Haltbarkeit von Ausbesserungen mit Zementmörtel; in Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik, Heft 342, S 47-89, 1981) gezeigt haben, nicht die erwünschte Wirkung, sondern führen in einigen Fällen sogar zu einer größeren Rißanfälligkeit und Schwächung des Verbundes.

Die Charakterisierung der Hafteigenschaften von Schichten wurde bisher meist mit dem Abziehversuch (pull-off-Test) durchgeführt. Senkrecht zur Verbundfläche wird mit einer Kernbohrereinrichtung ein zylinderförmiger Prüfkörper bis unter den Werkstoffverbund frei gebohrt. Auf die Stirnfläche des Prüfkörpers wird nun eine Stahlplatte gleichen Querschnittes aufgeklebt und der Bohrkern dann mittels einer Zugprüfeinrichtung in achsialer Richtung abgezogen. Da die Haftfestigkeit häufig schwächer als die Festigkeit des Grundmaterials ist, tritt eine Rißbildung bzw. Trennung meist mehr oder weniger in der Verbundfläche auf. Die dabei erforderliche Höchstkraft wird gemessen, durch die Querschnittsfläche dividiert und somit die Haftzugfestigkeit - als einzige Meßgröße - bestimmt. Diese Tatsache ist als besonderer Nachteil dieser Methode zu nennen, da auf Grund dieses Meßergebnisses nicht beurteilt werden kann, ob die Verbundtrennung in Form eines "spröden" oder "duktilen" Bruches erfolgte, bzw. ob zur Verbundtrennung wenig (spröder Bruch) oder viel Energie ("duktiler Bruch") aufzuwenden war. Der Abziehversuch ist daher eine unzureichende Methode zur Charakterisierung des Haftverbundes von Werkstoffen. Trotzdem fand dieses Verfahren Eingang in verschiedene Normen.

Eine Verbesserung dieser Situation brachte die in der AT 390328 beschriebene Prüfvorrichtung und dazugehörige Prüfkörperformen. Diese Prüfeinrichtung eignet sich zur Ermittlung von bruchmechanischen Kennwerten von Werkstoffen und Werkstoffverbunden. Diese Methode beseitigt die oben genannten Nachteile des Abziehverfahrens. Die Prüfmethode besteht im wesentlichen aus einer Keilspalteinrichtung. An würfelförmigen oder zylinderförmigen Probekörpern, die mit einer Nut und einer Starterkerbe (positioniert im Werkstoffverbund) versehen sind, wird mit Hilfe einer Keilbelastungseinrichtung der Probekörper bei stabiler Rißausbreitung gespalten. Während der Messung wird die Lastverschiebungskurve (Splittingkraft in Abhängigkeit der Kraftverschiebung bzw. Riß- oder Kerböffnung) bestimmt; diese enthält alle Informationen zur vollständigen Charakterisierung des Bruchverhaltens des Werkstoffs bzw. des Materialverbundes. Die Fläche unter der Lastverschiebungskurve repräsentiert die Bruchergie, die zur völligen Trennung des Prüfkörpers notwendig war. Wird die Bruchergie durch die Größe der Bruchfläche (nur Projektion der Ligamentfläche wird herangezogen) dividiert, so erhält man die spezifische Bruchenergie G_f . Der G_f -Wert ist eine Materialkenngröße und stellt ein Maß für den Widerstand gegen Rißausbreitung dar. Kleine G_f -Werte weisen auf "spröde" und hohe Werte auf "duktiler" Materialtrennung hin. Auf Grund einer solchen Prüfung kann nun zwischen spröder und duktiler Materialtrennung unterschieden werden. Weiters kann direkt aus dem Lastverschiebungsdiagramm der Maximalwert der Kraft (F_{max} -Wert) entnommen werden. Aus diesem Wert läßt sich eine "Kerbzugfestigkeit" berechnen. Dieser Wert ist in einem gewissen Zusammenhang mit der Haftzugfestigkeit (bestimmt durch den Abreißversuch) zu sehen.

Die Charakterisierung von Haftverbunden mit dieser neuen Prüfmethode bringt neue Erkenntnisse, die entscheidende Bedeutung und großen Einfluß auf die Gestaltung und Ausführung von Materialverbunden haben.

In der Veröffentlichung "Adhesive Power Measurements of Bonds between Old and New Concrete" im J. of Materials Science, 26 (1991) Seite 5189-5194 von E.K. Tschegg und S.E. Stanzl wird mit der neuen Keilspaltmethode der Einfluß verschiedener Altbeton-Oberflächenbehandlungen sowie Haftvermittler auf die Haftung von Alt-Neubeton-Verbunden untersucht. Werden diese Meßergebnisse für die spezifische Bruchenergie und für die F_{max} -Werte für die verschiedenen geprüften Verbundtypen auf die Werte des homogenen Betons normiert, so ergibt sich folgendes Bild:

5	Vorbehandlung der Altbetonoberfläche bzw. Haftvermittler	G_f/G_{f0} %	F_{max}/F_{0max} %
	homogener Beton	100.	100
	schalglatt	9	54
	sandgestrahlt	20	55
10	bearbeitet mit Nadelham. mit Emulsion	17 7	50 29

Diese Werte wurden an folgenden Alt- bzw. Neu-Betonwerkstoffen bestimmt:

- 15 Altbeton: ca 0.5 Jahre alt, mittlere Qualität (B400 -500),
 Größtkorn 16 mm
 Neubeton: 28 Tage alt, mittlere Qualität (B400),
 Größtkorn 16 mm

20 Aus oben stehender Tabelle geht hervor, daß der normierte F_{max} -Wert bei den meisten untersuchten Proben ca. um 50% und dem Wert des homogenen Betons eigentlich schon in die Nähe kommt. Für die Rißbildung im Verbunde ist dieser Wert jedoch nicht maßgebend, sondern vielmehr die spezifische Bruchenergie G_f . Hier liegen die normierten G_f -Werte bei ca. 10 bis 20% (bezogen auf homogenen Beton). Werden daher Ergebnisse des Abreißversuches (ähnlich den F_{max} -Werten) zur Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Haftverbundes herangezogen, so würde man z.B. bei der Vorbehandlung "Sandstrahlen" einen Wert von ca 50%, also ca. die Hälfte des Altbetonwertes erhalten. Der Materialkennwerte G_f hingegen, der ein Maß für den Rißwiderstand des Verbundes darstellt und daher für die Baupraxis unvergleichbar höhere Bedeutung und gewichtigeren Aussagewert hat, ergibt für diese Vorbehandlung einen Wert von 20%, d.h. nur ca 1/5 des Altbeton G_f -Wertes. An diesem Beispiel wird bereits deutlich sichtbar, daß bisher Verbunde von zementgebundenen oder bituminösen Werkstoffen durch das Abreißverfahren völlig falsch beurteilt wurden und daher die Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung der Haftung auch nicht angestrebt wurde, bzw. nicht mehr viel Gewinn an Haftfestigkeit in Aussicht stand.

35 Aus obiger Tabelle geht weiters hervor, daß durch eine bisher gebräuchliche Vorbehandlung der Altbetonoberfläche, wie Sandstrahlen im üblichen Ausmaß nur eine relativ geringe Erhöhung der Haftung im Vergleich zu keiner Behandlung ("schalglatt") erreichen läßt.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile der geringen Haftung (charakterisiert durch den G_f -Wert) von Materialverbunden zu beheben.

40 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Rauhtiefe dem halben Größtkorndurchmesser der zu beschichtenden Oberfläche bzw. der beschichtenden Deckschichte entspricht und daß die Welligkeit dem Größtkorndurchmesser entspricht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Welligkeit zweiachsig ausgebildet sein.

Die Form der Welligkeit wird zweckmäßigerweise nach einer Sinus- oder Dreiecksgehalt oder nach einer ähnlichen Gestalt ausgeführt.

45 Die Erklärung dieser Erfindung kann an Hand von Ergebnissen aus Versuchen sowie von Beobachtungen und Überlegungen zur Rißausbreitung in verschiedenen gestalteten Verbundoberflächen von zementgebundenen und bituminösen Werkstoffen mit unterschiedlicher Zuschlagsverteilung und Größe gegeben werden. Weiters wird im folgenden die Erfindung durch die Figuren 1 bis 6 näher erläutert. Figur 1 stellt die in den experimentellen Untersuchungen ausgeführten Profilformen zur Gestaltung der Altbetonoberfläche dar. Figur 2 und 3 zeigen Schnitte durch Werstoffverbunde mit Dreiecksprofilverbundflächen, wobei mit 1 die Zuschlagkörner, mit 2 der Rißverlauf und mit 3 die Verbundfläche bezeichnet ist. In Figur 4 und 5 sind einachsig gewellte Verbundflächen 3 mit Dreiecksprofil (Figur 4) und mit Sinus-Profil (Figur 5) dargestellt. Figur 6 zeigt ein Beispiel für eine zweiachsig gewellte Verbundfläche 3.

55 Bei der Herstellung der Altbetonprobenkörper für die experimentelle Überprüfung der Erfindung wurde die Verbundfläche (durch die Verwendung verschiedener Formbleche in der Schalung) unterschiedlich gestaltet. In Figur 1 sind Beispiele für die Verbundflächenprofilierung gezeigt. Die in Fig. 1 über den Profilen angeführten Bezeichnungen werden im folgenden als Kurzbenennung verwendet: a...Sinus flach, b...Sinus tief, c... Dreieck groß, d... Trapez, e...Dreieck klein. Es wurde die Wellenform (Sinus, Dreieck, Trapez, usw.), Amplitude (Rauhtiefe) RT und Wellenlänge (Welligkeit) WL variiert, um den Einfluß der Oberflächengestalt der Verbundfläche

auf das Bruchverhalten gemäß oben angeführter Erfindung zu beweisen. So wurden z. B. folgende Maße für eine Versuchsserie ausgewählt (Maße in mm):

5		Sinus flach	sinus tief	Dreieck groß	Trapez	Dreieck klein
	α	47°	70°	42°	55°	48°
	WL	21	21	28	37	14
	RT	7.5	12.5	11	11	7.5
10	L	130	130	130	130	130

WL... Welligkeit oder Wellenlänge, RT... Rauhtiefe oder Profiltiefe, G...Ligamentlänge

Auch wurde die Alt- und Neu-Beton-Zusammensetzung bezüglich der Kornverteilung bzw. des Größtkornes des Zuschlages variiert, um auch diese Auswirkungen entsprechend der Erfindung nachzuweisen.

Mit der Splittingmethode (Patentschrift 390 328) wurden Alt-Neu-Betonverbunde mit profilierter Verbundfläche sowohl mit "schalglatter" als auch mit "sandgestrahlter" Oberflächenvorbehandlung geprüft. Auch fand diese Untersuchung mit verschiedenen Zuschlagsverteilung bzw. verschiedenen Größtkörnern, aber bei gleicher Oberflächenprofilierung statt. Als Teilergebnis dieser Untersuchung für Alt-Neu-Beton-Verbunde mittlerer Qualität und mit einem Größtkorn von 16 mm sind die Resultate im folgenden angeführt:

	Profilform	$F_{\max}/F_{\max, \text{hom}} \%$	$G_f/G_{f, \text{hom}} \%$
		<i>Verbundfläche "schalglatt"</i>	
25	Sinus tief	75	75,3
	Sinus flach	54	21
	Dreieck klein	64	62
30	Dreieck groß	49	50
	Trapez	50	43
	Eben	12	5
35		<i>Verbundfläche "sandgestrahlt"</i>	
	Sinus tief	94	99
	Sinus flach	83	78
40	Dreieck klein	74	64
	Dreieck groß	76	85
	Trapez	69	80
45	Eben	41	17
	Homogener Probekörper	$F_{\max, \text{hom}} = 11210 \text{ N,}$	$G_{f, \text{hom}} = 90 \text{ N/m}$

Sowohl bei unbehandelter als auch bei sandgestrahlter profilierter Verbundfläche ist die erhebliche Steigung der spezifischen Bruchenergie und der Maximalkraft gegenüber der ebenen Verbundfläche aus obiger Tabelle ersichtlich. Die spezifische Bruchenergie G_f wurde hierbei auf die Nettoligamentfläche, d.h. auf die Projektion der Verbundfläche (Ligamentebene) bezogen, also ohne Berücksichtigung der Oberflächenvergrößerung durch die Profilierung. In folgender Tabelle wird der G_f -Wert nun auf die tatsächliche Fläche bezogen, die durch die Profilierung erzielt wird, und mit absoluter Bruchenergie G_f° bezeichnet.

Profilform	Flächen Vergrößerung %	schalglatt $G^\circ_f/G_{f,hom}$ ($G_f/G_{f,hom}$) %	sandgestrahlt $G^\circ_f/G_{f,hom}$ ($G_f/G_{f,hom}$) %
Eben	0	5 (5)	17 (17)
Sinus flach	21	16 (21)	64 (78)
Dreieck groß	23.5	41 (50)	68 (85)
Trapez	25	35 (43)	52 (80)
Dreieck klein	37	45 (62)	48 (64)
Sinus tief	63	46 (75.3)	62 (99)

Aus dieser Tabelle ist ablesbar, daß die absolute Bruchenergie G°_f mit wachsender Profilfläche steigt, sowohl für die Vorbehandlung "schalglatt" als auch "sandgestrahlt". Eine Ausnahme bildet dabei das Profil "Dreieck klein", sandgestrahlt, mit einem auffallend kleinen Bruchenergiewert. Dieses Profil weist im Vergleich zu den anderen die höhere Wellenzahl (Rippenzahl) bei gleichzeitig kleinster Profiltiefe auf, also viele kleinflächigere Flanken und viele Kanten. Beim Profil "Sinus tief" sandgestrahlt (Oberflächenvergrößerung 63%), erreicht der Bruchenergiewert G_f praktisch den Wert des homogenen Betons. Zusammenfassend geht aus dieser Untersuchung klar hervor, daß der absolute Bruchenergiewert G°_f mit der Vergrößerung der Verbundfläche durch eine Profilierung zwar zunimmt, diese Zunahme aber nicht linear mit der Flächenvergrößerung verläuft. Mit Zunahme der Oberflächenvergrößerung werden die Bruchenergiezuwächse immer kleiner, bis schließlich ein konstanter G_f -Wert erreicht wird, der dem für homogenes Material entspricht. Für die verschiedenen Profilformen ist der Verlauf der G_f -Zunahme unterschiedlich.

Auch die Maximalkraft F_{max} steigt ebenso wie die spezifische Bruchenergie mit zunehmender Profilfläche nichtlinear an, sodaß auch für "Sinus tief" sandgestrahlt der höchste gemessene Wert (in gleicher Höhe wie von homogenem Beton) auftritt.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis dieser experimentellen Untersuchungen ergab, daß bei gleicher Profilierung der Oberfläche die spezifische Bruchenergie bei erfindungsgemäßer Oberflächengestaltung den höchsten Wert und bei größerem und kleinerem Größtkorndurchmesser markant abfiel.

Diese experimentellen Bestätigungen der Erfindungen können auch an Hand von Modellen erklärt werden.

Betrachtet man die Bruchfläche bei ebenen Verbundflächen, so verläuft der Riß erwartungsgemäß immer längs der schwächeren Grenzfläche zwischen Alt- und Neubeton. Durch zwei oder dreidimensionale Profilierung der Grenzfläche, längs welcher der Riß verläuft, nimmt damit auch in erster Annäherung die Bruchenergie proportional zur Flächenvergrößerung zu. Mit zunehmender "Amplitude" und damit Flächenvergrößerung (hängt auch von der Form der Profilierung ab) wird der Energieaufwand für die Rißbildung entlang der Grenzfläche immer größer, bis der Punkt erreicht ist, in dem mit dem Weg direkt durch das homogene Material von einer Talsohle der Profilierung zur nächsten die Bruchenergie gleich groß oder größer wird und der Riß sich auf diesem Weg ausbreitet. Eine weitere Erhöhung der Profiloberfläche (insbesondere durch eine Vertiefung des Profils) bringt nun keine Erhöhung der Bruchenergie mehr, da der Riß den direkten Weg durch das homogene Material nehmen wird.

Die Bruchenergie für einen Riß, der sich auf kurzem Wege von Talsohle zu Talsohle im homogenen Material ausbreitet, setzt sich aus zwei Teilbeträgen zusammen: (a) einem Betrag niederer spezifischer Bruchenergie, der von der Rißausbreitung an der Verbundfläche im Wellental und (b) einem Betrag höherer Bruchenergie, der von der Rißausbreitung im vollen Material her stammt. Die Profilform sollte daher so gewählt werden, daß dieser Anteil (a) möglichst klein ist d.h. die Profilierung ist in Sinus- oder Dreieck- oder ähnlicher geometrischer Form auszuführen. Die Trapezform ist daher weniger geeignet.

Bei dieser bisherigen Überlegung wurden die Gegebenheiten von Aggregaten aus Gestein (die viel härter sind als die Zementmatrix) für Betonverbunde noch nicht in Betracht gezogen. Die Zuschlagkörner bedeuten für den Riß im Grundmaterial eine Verlängerung des Rißweges, da er diese umgehen muß. Je größer der Korndurchmesser ist, desto größer werden auch die Umwege und damit auch die Energiekonsumation des Risses auf dem Weg von einer Profilschleife zur nächsten. In Figur 2 ist dieser Sachverhalt für kleine und in Figur 3 für große Zuschlagkörner schematisch dargestellt. (Zuschlag Korn 1, Rißweg 2 und Verbundfläche 3) Allerdings gilt dies nur solange, bis das Korn zur Hälfte zwischen zwei Tälern der Profilierung Platz hat (siehe dazu Figur 3), d.h. solange der halbe Größtkorndurchmesser nicht größer ist als ca. die Taltiefe (Rautiefe der Verbundfläche) der Profilierung ist. Ansonsten kann das Korn nur mit einem Teil seiner Oberfläche in den Zwischenraum eintauchen und somit nur zum Teil mit dem maximal möglichen Ausmaß rißverlängernd wirken.

Das Zusammenspiel von Verbundflächenprofilierung und Zuschlagkörnern führt zu einer Ablenkung des Risses in das Grundmaterial mit hohem Reißwiderstand und erzeugt zusätzlich noch eine mechanische Verzahnung (zwischen Korn-Korn sowie zwischen Korn-Zementmatrix), die sich bei der Materialtrennung Bruchenergie erhöhend auswirkt.

Zusammenfassend geht aus dieser Betrachtung hervor, daß für einen guten Verbund von zementgebundenen, bituminösen und anderen Werkstoffen daher nicht nur die mechanischen Eigenschaften des Grund- und Aufzugwerkstoffes und eine Aufrauung und Säuberung der zu beschichtenden Oberfläche entscheidend sind, sondern die Haftung auch von einer Profilierung der Verbundfläche, die von der Größe der Zuschlagstoffe abhängt, beeinflusst wird. Erst eine erfindungsmäßige Profilierung der Auflagefläche läßt einen Verbund mit mechanischen Eigenschaften erwarten, der dem Grundwerkstoff praktisch äquivalent ist und mit bisher bekannten und üblichen Verfahren nicht erreicht werden kann.

Bei einachsiger Realisierung der Welligkeit von Auflageflächen aus zementgebundenen oder bituminösen oder anderen Werkstoffen erfährt die Verbundfläche eine Abtragung derart, daß die Oberfläche das Bild einer ebenen Transversalwelle darstellt, wie dies in Figur 4 für Dreieckform und Figur 5 für Sinusform schematisch dargestellt ist. Die Wellenlänge soll dabei dem Größtkorndurchmesser und die Rauhtiefe (gemessen von Wellental bis Wellenberg) dem halben Größtkorndurchmesser entsprechen. Im Falle einer zweiachsigen Welligkeit wird die zu beschichtende Oberfläche derart profiliert, daß sie in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen in periodischen Abständen mit Grübchen (Vertiefungen) bzw. Erhebungen (Kuppen) strukturiert wird und nach der Oberflächenbehandlung ein mehr oder weniger gleichmäßiges Muster von Grübchen bzw. Erhebungen aufweist, wie dies in Figur 6 schematisch gezeigt ist. Der Abstand der Grübchen bzw. Kuppen sollte solche Ausmaße haben, daß die Rauhtiefe dem halben Größtkorndurchmesser und der Abstand der "Täler" bzw. der "Berge" dem Durchmesser der Größtkörner des Zuschlages entspricht.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Profilierung der Auflageflächen kann mit Hilfe verschiedener Verfahren und Einrichtungen vorgenommen werden. Im folgenden werden beispielhaft einige solche Einrichtungen und Verfahren aufgezählt und beschrieben.

1. Wasserstrahlbehandlung: Mit Hilfe der Wasserstrahltechnik (insbesondere mit hohen Drücken) kann sowohl eine Profilierung ein- und zweiachsig hergestellt werden, indem der Wasserdruck periodisch (nach einer Dreieck- oder Sinus-Funktion) während des Behandlungsvorganges eingestellt wird. Damit kommt es zu mehr und weniger Abtragungen auf der behandelten Oberfläche und somit zur gewünschten einachsigen Profilierung. Dies kann auch erreicht werden, indem der Wasserdruck konstant gehalten wird und die Überstreichgeschwindigkeit bzw. die Behandlungsdauer der Oberfläche nach einer entsprechenden vorgegebenen Funktion verändert wird.

Auch kann z.B. eine zweiachsige Profilierung durch eine gegenphasige Variierung des Wasserdruckes von nebeneinander liegenden in einem bestimmten Abstand angeordneten Wasserstrahldüsen erreicht werden.

2. Mechanische Oberflächenbehandlung: Mit rotierenden bzw. bewegten Hartmetall- oder Diamantwerkzeugen lassen sich die erfindungsgemäßen Profilierungen durch Schleifen oder Schneiden, oder Fräsen herstellen. Dabei können die Werkzeuge die gewünschte Profilform bereits aufweisen oder durch entsprechende mechanische Einrichtung so geführt werden, daß diese Form ausgebildet wird. Eine sehr einfache Variante dazu wäre die linienförmige (in einem gewissen Abstand) Anordnung von Schlagbohrmaschinen, die Bohrungen mit geringer Tiefe in die Oberfläche einbringen. Bei der Bearbeitung einer Oberfläche wird dieses Werkzeug sukzessive immer wieder um den Durchmesser des Größtkornes des Zuschlages in den unbearbeiteten Bereich verschoben und somit eine flächenhafte Profilierung realisiert. Es ist auch möglich, solche Bohreinrichtungen in regelmäßigen Abständen flächenhaft anzuordnen und mit diesem Modul dann sukzessive angrenzende Teilbereiche mit einer Profilierung zu versehen. Die Bohreinrichtungen können auch durch Ultraschallhämmer ersetzt werden bzw. in Kombination mit Bohrmaschinen eingesetzt werden.

3. Kombination von verschiedenen Oberflächenbehandlungseinrichtungen wie z.B. Wasserstrahlbehandlung und mechanische Bearbeitung: Rationelle und kostensparende Oberflächenbehandlungen können z.B. mit Einrichtungen erreicht werden, die eine erfindungsmäßige Profilierung mit mechanischer Bearbeitung und einer Wasserstrahlbehandlung (ev. auch Sandstrahlbehandlung) realisieren. Dabei kann z.B. eine grobe Abtragung durch mechanische Methoden und die Nachbearbeitung und Säuberung durch Wasserstrahlen erfolgen.

Beim Einsatz von Haftvermittlern bringt - wie bereits durch experimentelle Ergebnisse nachgewiesen werden kann - eine erfindungsgemäße Profilierung der Oberfläche große Vorteile und zwar durch eine enorme Erhöhung der Haftungseigenschaften des Verbundes und Einsparung von Haftvermittlermaterial.

Bei großen Bauwerken aus zementgebundenen Werkstoffen, z.B. Staudämmen oder bei bituminösen Werkstoffen, z.B. im Straßenbau ist herstellungsbedingt eine Ausführung des Bauwerkes ohne Material- bzw.

Schichtverbunde unmöglich. Bei Verbunden mit hohen Anforderungen ist es vorteilhaft, bereits bei der Herstellung der Auflagefläche eine Profilierung vorzunehmen. Dies kann z.B. im Straßenbau durch Einwalzen von Rillen bzw. Grübchenmustern in den Asphalt erfolgen. Auch ist eine kurze Wasserstrahlbehandlung als alternative Vorbehandlung möglich.

5 Bei der Beschichtung von abgefrästem Alt-Asphalt (oder anderen Vorbehandlungen) sollte bereits die Abfräsung mit entsprechender Profilform erfolgen. Eine nachfolgende Wasserstrahlbehandlung und gleichzeitige Säuberung steigert die Haftung der Asphaltschicht enorm, da der bereits beschriebene Rißablenkungseffekt ("Verzahnungseffekt") weiter erhöht wird. Die Zugabe von erhöhtem Bindemittelanteil anstatt der Wasserstrahlung und Reinigung kann diese Verbesserung des Haftverbundes nicht wettmachen. In diesem Falle
10 findet der Riß bei kalten Temperaturen (hier ist die Möglichkeit der Rißentstehung besonders groß) eine nahezu ideal spröde ebene Schichte zur Ausbreitung vor und wird nicht mehr zu "Umwegen" gezwungen. Der Schichtverbund kann dann ohne große Energiekonsumation getrennt werden, was eine starke Rißanfälligkeit bedeutet.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß z. B. im Straßenbau Fahrbahnschichtverbunde hohen Scherbeanspruchungen ausgesetzt sind, die zur Verbundtrennung und nachfolgend zu Schadensfällen führen. Durch eine erfindungsmäßige Profilierung der Verbundfläche wird eine solche Scherbeanspruchung optimal abgestützt, eine Rißöffnung (in Modus I) durch die gute Haftung der Schichten verhindert und damit bezüglich von Scherrissen höchstmöglicher Widerstand realisiert.

Bei der Beschichtung bzw. Verbindung von Beton in der üblichen Baupraxis ist zu beachten, daß die Welligkeit mit einer Rauhtiefe in der Größenordnung von 10-30 mm betragen sollte, da die üblichen Betonqualitäten mit Größtkörnern von 16 bis 32 mm hergestellt werden. Im Staudambau ist jedoch eine größere Rauhtiefe vorzusehen. Im Asphaltstraßenbau hingegen kann aufgrund des Zuschlages mit kleineren Größtkornverteilungen eine geringere Rauhtiefe angestrebt werden.

Werden Dübel z.B. aus Metall zur Erhöhung und Verbesserung der Haftung von zementgebundenen Werkstoffschichten eingesetzt, so ist es für die Haltbarkeit des Verbundes von entscheidender Bedeutung, welche Dehnung der Verbund ohne Rißbildung ertragen kann. Eine erfindungsgemäße Oberflächenvorbehandlung der Auflagefläche führt zur größtmöglichen Dehnungskapazität des Verbundes und garantiert damit, daß die Dübel ohne Rißbildung im Verbund Kräfte aufnehmen und übertragen können. Hat hingegen der Verbund eine geringe Dehnungskapazität, so tritt zuerst Rißbildung in der Grenzfläche ein und erst dann nehmen
30 die eingebauten Dübel im vollen Umfange Kräfte auf bzw. kommen zu der ihnen zugedachten Wirkung. Meistens überschreitet aber in solchen Fällen die Rißmundöffnung dabei den genormten noch zulässigen Wert.

Als weiteres Beispiel einer Anwendung der Erfindung, sei die Beschichtung von schadhafte Betonstraßen mit einer Asphaltschichte genannt. Bei einem erfindungsgemäßen ausgeführten Schichtverbund kann die Auflageschichte wesentlich dünner dimensioniert werde im Vergleich zu üblichen Verbundherstellungen, da
35 der erfindungsgemäße Schichtverbund höhere Zug- und Scherkräfte ohne Rißbildung ertragen kann. Dies gilt auch analog für Verbunde von zementgebundener Unterlage und zementgebundener Auflageschichte ganz allgemein im Hoch- und Tiefbau. Aber auch z.B. im Industrieofenbau bei der Verbindung von Feuerfeststeinen bzw., ganz allgemein bei der Verbindung von heterogenen keramischen Werkstoffen bringt eine erfindungsgemäße Profilierung der Verbundfläche eine Steigerung der Haftung mit sich.

40

Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbehandlung von zu beschichtenden Werkstücken aus zementgebundenen oder bituminösen oder anderen Verbundwerkstoffen, wie Straßen, Flugplätzen, Brückenteilen usw., gemäß welchem die Oberfläche vor Aufbringen der Beschichtung aufgeraut und gereinigt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rauhtiefe (RT) dem halben Größtkorndurchmesser der zu beschichtenden Oberflächen (3) bzw. der beschichtenden Deckschicht (3) entspricht und daß die Welligkeit (WL) dem Größtkorndurchmesser entspricht.

50

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Welligkeit (WL) zweiachsig ausgebildet wird.

55

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Welligkeit (WL) eine durch monotones Ansteigen vom Grund des Wellentales zum Scheitel des Wellenberges gebildete Gestalt, insbesondere Sinus- oder Dreiecksgestalt aufweist.

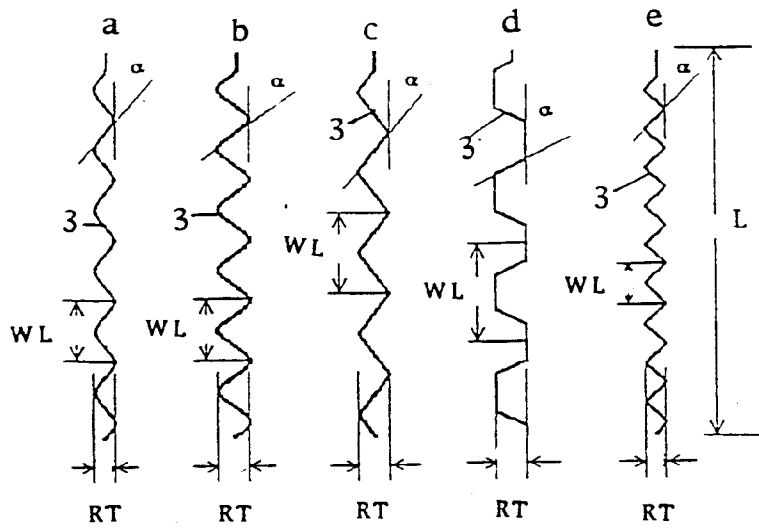


Figure 1

Figure 2

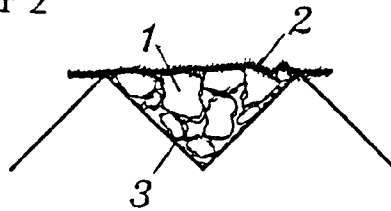


Figure 3

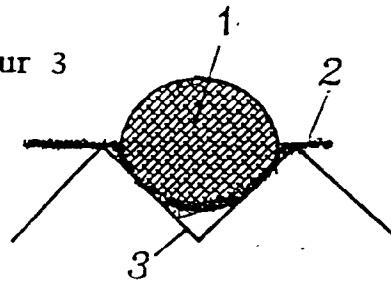


Figure 4

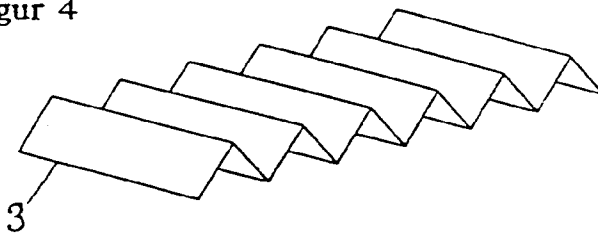


Figure 5

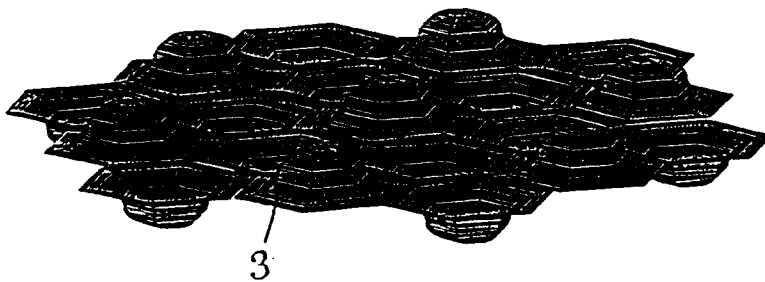
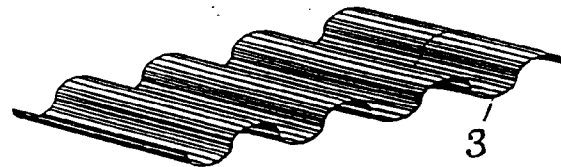
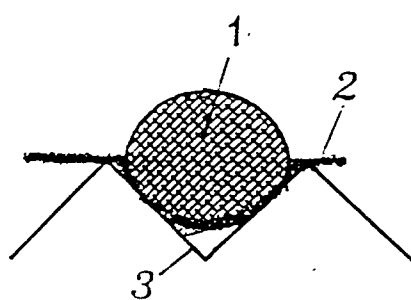


Figure 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 81 0402

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	CIVIL ENGINEERING, Bd.67, Nr.787, Februar 1972, LONDON GB Seiten 157 - 160 NEWTON 'ASPHALT RESURFACING FOR PRESTWICK RUNWAY' * Abbildung 3 *	1	E01C7/14
A	FR-A-1 211 451 (RELIANCE STEEL PROD.) * Seite 1, Zeile 20 - Zeile 40 *	1	
A	DE-A-14 59 765 (SCHMIDT) * das ganze Dokument *	1	
A	DE-A-20 31 867 (OLSSON) * das ganze Dokument *	1	
A	GB-A-242 163 (MULLEN) * das ganze Dokument *	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			E01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. Oktober 1994	Prüfer Dijkstra, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.92 (P04C03)