

Einfluss der Vorbehandlung auf die Qualität beim Pulverbeschichten

Ingrid Fuchs, Detlef Kleber, Michael Mucha, Thorsten Pflüger

Es werden die Ergebnisse eines am Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) bearbeiteten Projektes zum Einfluss der Vorbehandlungsverfahren (Schleifen, Thermoglätten, Bürsten) auf die Qualität der Oberflächen pulverbeschichteter MDF vorgestellt. Die Pulverbeschichtung erfolgte mit NT- und UV-Pulver an einer industriellen Pulverbeschichtungsanlage. Die Versuche wurden unter Verwendung verschiedener leitfähiger MDF-Typen sowie eines speziellen Musterteiles durchgeführt, das eine Vielzahl für ein Möbelteil typische Merkmale beinhaltet. Die relevanten Eigenschaften der MDF-Typen wurden vor der Pulverbeschichtung bestimmt. Nach der Beschichtung erfolgte eine Bewertung der Oberflächenqualität, die Bestimmung von Rauheit, Haftfestigkeit und Dicke der Pulverschicht. Mittels Klimatests wurde die Beständigkeit der Pulverbeschichtung eingeschätzt. Die Ergebnisse der Beschichtungsversuche bewiesen, dass das Thermoglätten ein außerordentlich vorteilhaftes Verfahren für die Vorbehandlung von Schmalflächen und Einfräsungen im Zusammenhang mit der Pulverlackierung ist.

Schlüsselwörter: Pulverlackieren, Thermoglätten, Oberflächenqualität, Schleifen, Bürsten

Einleitung

Die Pulverbeschichtung von Mitteldichten Faserplatten (MDF) ist ein umweltfreundlicher Beschichtungsprozess, bei dem keine Lösungsmittel frei werden. Allerdings erfordert die elektrostatische Beschichtung Randbedingungen hinsichtlich Leitfähigkeit und Temperaturstabilität des zu beschichtenden Materials, denen Holzwerkstoffe wie MDF in der Regel nicht gerecht werden (Bauch, 1999). Neben der Leitfähigkeit und der Temperaturstabilität spielt die Oberflächenbeschaffenheit des Materials eine entscheidende Rolle für die Qualität der beschichteten Oberfläche. Bedingt durch das Dichteprofil der MDF erfordert insbesondere die Beschichtung von Schmalflächen, Innenprofilen und Durchdringungen eine besondere Vorbehandlung, um eine ausreichend glatte und dichte Oberfläche zu gewährleisten (Bauch, 2005).

Durchgeführte Untersuchungen

Um den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf die Qualität der pulverbeschichteten Oberfläche zu untersuchen, wurden verschiedene leitfähige MDF unterschiedlicher Hersteller vorbehandelt, beschichtet und analysiert. Unter Verwendung eines Musterteiles, das unterschiedliche, für Möbelteile typische Merkmale beinhaltet, erfolgten an einer industriellen Pulverlackieranlage Beschichtungsversuche mit Niedertemperatur- und UV-Pulverlacken. Zur Vorbehandlung der Musterteile kamen die Verfahren Schleifen, Thermoglätten

(Rehm und Raatz, 2005; Fuchs et al., 2007) und Bürsten zum Einsatz. Ausgewählte Eigenschaften der verschiedenen und unterschiedlich vorbehandelten MDF wurden vor den Versuchen bestimmt.

Mit Niedertemperaturlack (NTL) wurden Ein- und Zweischichtaufträge realisiert, mit UV-Lack (Huber; 2003; Mucha, 2008) erfolgte ein einschichtiger Auftrag.

Im Anschluss an die Beschichtungsversuche fand eine umfangreiche Charakterisierung der beschichteten Bauteile statt. Sie wurden optisch bewertet und Oberflächenrauheit, Haftfestigkeit sowie Dicke der Pulverlackschicht bestimmt.

Zusätzlich lagerten ausgewählte Musterteile eine Woche im Normalklima (23 °C, 50 % rel. Luftfeuchte) und anschließend 14 Tage in einem Feuchtklima (40 °C, 85 % rel. Luftfeuchte). Dabei wurden Dicke und Masse der Musterteile in definierten Abständen bestimmt und Schäden, speziell Risse, festgestellt.

Charakterisierung der MDF

Für die Tests standen leitfähige MDF von 6 verschiedenen Herstellern (A-F) zur Verfügung. Die Dicken der MDF lagen zwischen 10 mm und 25 mm. Tab. 1 gibt einen Überblick der mechanisch-physikalischen Eigenschaften der verwendeten MDF.

Die Oberflächen- und Volumenwiderstände sowie Länge, Breite, Dicke und Gewicht der Musterteile wurden jeweils direkt vor den Beschichtungsversuchen gemessen.

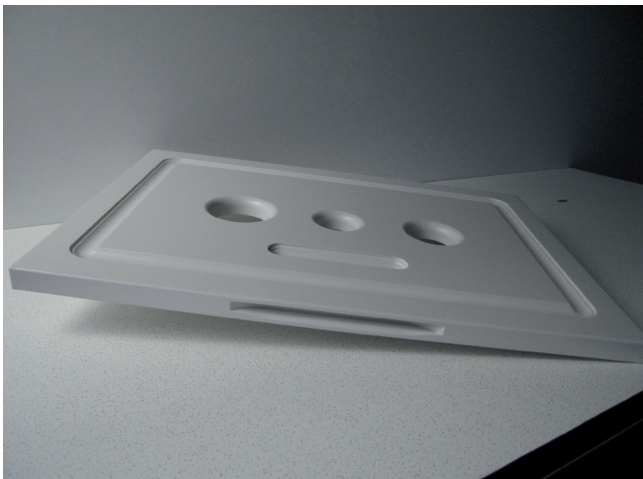


Abb. 1: Musterteil für die Pulverbeschichtungen
 Fig. 1: Test component for powder coating

Musterbauteil und Vorbehandlung

Um den Einfluss spezieller Merkmale, wie Innenprofile, Durchdringungen und dergleichen auf die Ausprägung der Pulverschicht zu untersuchen, wurde ein Musterteil (Abb. 1) entwickelt, in dem diese Merkmale zusammengefasst waren und das für alle Versuche Verwendung fand. Eine Übersicht der verschiedenen Oberflächenbehandlungen enthält Tab. 2. Bei der Oberflächenbehandlung der zweiten Versuchsserie fanden die Ergebnisse der ersten Serie Berücksichtigung. Es wurde deutlich, dass ein Schliff mit K220 bzw. K240 für eine gute Ausprägung der pulverlackierten Oberfläche nicht ausreichend ist. Es wurde deshalb mit K400 (Breitflächen) und K320 (Schmalflächen/Innenprofile) gearbeitet.

Eingesetzte Pulverlacke

Für die erste Versuchsserie wurde ein Niedertemperaturlack (NTL) eingesetzt, der in der Regel als Zweischichtauftrag appliziert wird. Die ersten Schicht ist eine farblos pulverförmiger Primer, die zweite Schicht ein farbiger Decklack (Glattlack). Beim Einschichtauftrag dieses Pulverlackes kam



nur der Decklack zum Einsatz. Bei der zweiten Versuchsserie fand ein UV-Pulver Anwendung.

Zur Überprüfung der Aufschmelzbedingungen wurden Differentialkalorimetrie-Analysen (DSC) der verschiedenen Pulver durchgeführt. Außerdem erfolgte die Bestimmung von Rieselfähigkeit, Fluidisierbarkeit und Tribofähigkeit. Die Pulver wiesen in Bezug auf diese Eigenschaften gravierende Unterschiede auf, die deutlichen Einfluss auf die Applikation der Pulver hatten.

Die Schmelz- und Aushärtebedingungen der Pulver, insbesondere des UV-Pulvers, wurden vor den Industrierversuchen unter Laborbedingungen erprobt (Mucha, 2008).

Bei den Beschichtungsversuchen wurden alle Musterteile mit jeweils einer Einstellung der Applikationstechnik und einer Ofeneinstellung gefahren. Eine Anpassung an die MDF-Sorte erfolgte nicht.

Anlagentechnik

Die Anlage bestand aus einer Vorerwärmungseinheit, die mit IR-Strahlern bestückt ist. Die Lampenleistung ist regelbar und wurde auf die Teilegeometrie eingestellt. Anschließend wurde das Pulver in einer Schnellfarbenwechsel-Pulverbeschichtungsanlage appliziert. Die Pulverapplikation erfolgte mit Corona-Automatikpistolen.

Zum Aufschmelzen des Pulvers stand ein IR-Aufschmelzofen, der durch Carbon-Strahler ergänzt wurde, zur Verfügung. Die abschließende Aushärtung des Pulvers erfolgte entsprechend der jeweiligen Pulvervariante in einem kombinierten IR-Umluftofen für Niedertemperatur-Pulver, oder, bei UV-Pulver, in einem UV-Härteofen, dessen UV-Strahler bezüglich Intensität und Lichtmenge individuell steuerbar waren.

Abschließend durchliefen die beschichteten MDF-Platten eine Kühlzone.

Die Steuerung der Anlage wurde auf den Pulverlacktyp und die Teilegeometrie eingestellt.

Die Steuerung der Anlage wurde auf den Pulverlacktyp und die Teilegeometrie eingestellt.

Charakterisierung der Musterteile

Nach der Beschichtung wurden folgende Verfahren für die Bewertung der Musterteile eingesetzt:

Tab. 1: Eigenschaften der verschiedenen MDF-Typen

Tab. 1: Properties of the tested MDF-types

Variante	Dicke [mm]	Mittlere Dichte [kg/m³]	Parameter des Dichteprofiles [kg/m³]			Trockenquerzugfestigkeit [N/mm²]
			Maximum oben	Mittelwert in der Mitte der MDF	Maximum unten	
A10	10	748,9	890,0	752,1	868,2	1,22
A16	16	781,6	966,9	693,6	985,2	0,81
A19	19	750,5	1044,6	689,7	1001,2	0,80
A25	25	705,0	949,0	661,8	936,2	0,83
B16	16	805,1	1102,8	741,1	1106,8	0,86
C19	19	815,7	974,4	970,6	812,8	1,28
D18	18	757,1	957,0	950,9	716,1	-
E19	19	799,2	1072,3	729,7	1028,7	-
F19	18	788,6	1421,8	696,0	1220,1	0,85
F25	25	790,7	1044,6	714,9	1031,2	0,68

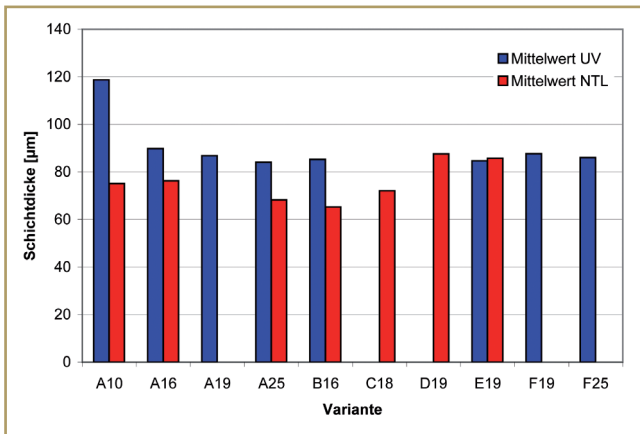


Abb. 2: Mittelwerte der Schichtdicken für die verschiedenen MDF-Typen

Fig. 2: Mean value of the layer thickness of different MDF types

- Optische Bewertung der Musterteile durch ein Probandenteam (Bewertung nach dem Schulnotenprinzip von 1 (sehr gut) bis 5 (unzureichend)),
- Bestimmung der Schichtdicken an bis zu 15 Messpunkten/Prüfteil (1 Prüfteil/Variante) mittels Lichtmikroskop,
- Bestimmung der Rauheit an ausgewählten Mustern,
- Bestimmung der Haftfestigkeit nach DIN ISO 2409 (Gitterschnittmethode) an ausgewählten Flächen der Prüfteile,
- Bestimmung der Klimabeständigkeit im Feuchtklima (14 Tage bei 40 °C, 85 % rel. Luftfeuchte) nach AMK-Richtlinie (1 Prüfteil/Variante),
- Mikroskopische Untersuchungen an ausgewählten Varianten.

Die optischen Bewertungen ergaben keine gravierenden Unterschiede, am ehesten war eine Unterscheidung der MDF-Typen hinsichtlich ihrer Eignung für die Pulverbeschichtung möglich.

Obwohl die Mittelwerte der Schichtdickenmessungen für die verschiedenen MDF-Typen vergleichsweise nahe beieinander lagen (Abb. 2), gab es deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Messpunkten der Prüfteile (Abb. 3). Es zeigte sich, dass insbesondere Innenprofile und Durchdringungen schlechter beschichtet waren als Breit- und Schmalflächen. Bei Innenprofilen und Durchdringungen war ein Einfluss der Vorbehandlung auf die Schichtdicke nachweisbar. Diese Ergebnisse stimmten mit denen der optischen Bewertung überein.

Die Haftfestigkeitsprüfungen ließen keine entscheidenden Unterschiede in Abhängigkeit von der Vorbehandlung erkennen.

Bei den Klimaprüfungen ging es vorrangig um die Beständigkeit der Dicken der Pulverlackschichten in Abhängigkeit vom Pulver und den jeweiligen MDF-Typen. Um die Belastung der Pulverlackschicht im Klima zu charakterisieren, wurden die Dicken- und Gewichtsänderungen der Bauteile über den Prüfzeitraum erfasst. Erwartungsgemäß wiesen die zweifach mit NT-Lack beschichteten Varianten keine Risse auf, bei diesen Bauteilen waren auch die Gewichts- und Dickenzunahmen am geringsten. Die mit UV-Pulver beschichteten Bauteile nahmen deutlich mehr Feuchtigkeit auf. Trotzdem rissen bei diesen Teilen, außer beim MDF-Typ E19, die Lackschichten nicht. Die Mittelwerte der relativen Dicken- und Massenänderungen für alle Vorbehandlungs- und Beschichtungsvarianten sind in Abb. 4 dargestellt.

Zusammenfassung

Die beschriebenen Versuche zeigten, dass Schmalflächen, Innenprofile und sonstige Einfräsungen einer speziellen Vorbehandlung bedürfen, um hochwertige pulverbeschichtete Oberflächen zu erzielen. Von den Vorbehandlungsverfahren hat sich neben dem Feinschleifen das Thermoglätten für die Behandlung von Schmalflächen und Einfräsungen als vor-

teilhaft erwiesen. Das Thermoglätten wirkt sich nicht nachteilig auf die Haftfestigkeit aus.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass das Thermoglätten sowohl mittels CNC-Oberfräsmaschinen (Fixglätten) als auch im Durchlaufverfahren (Rollglätten) realisierbar ist und damit eine durchgängige maschinelle Bearbeitung der entsprechenden Bauteile ermöglicht wird, ist die Sinnfälligkeit des Thermoglätzens als Vorbehandlung für die Pulverlackierung

Tab. 2: Übersicht der Vorbehandlungsvarianten und Pulverlackierung

Tab. 2: Variants of pre-processing and powder coating

Test-varianten	Vorbehandlung				Pulverlackierung	
	Schleifen/Bürsten		Thermoglätten		Pulver	Schichten
	Breitflächen	Schmalflächen/ Innenprofile	Schmalflächen	Innenprofile		
1	150/180	180			NTL	1
2	180/220	180/240			NTL	1
3	150/180	180			NTL	2
4	180/220				NTL	1
5	180/220		400 °C, 9 m/min	320 °C, 3,5 m/min	NTL	2
6	180/240	180	400 °C, 9 m/min	320 °C, 3,5 m/min	UV	1
7	180/240/400	180/240/320			UV	1
8	gebürstet	gebürstet			UV	1
9	180/240/400		400 °C, 9 m/min	320 °C, 3,5 m/min	UV	1

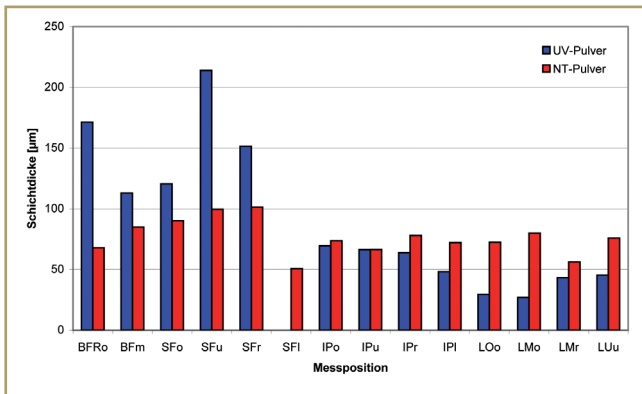


Abb. 3: Mittelwerte der Schichtdicken an den verschiedenen Messpunkten (Erläuterung der Abkürzungen: BFRo – Breitfläche rechts oben, BFm – Breitfläche Mitte, SFo – Schmalfläche oben, SFu – Schmalfläche unten, SFr – Schmalfläche rechts, SFl – Schmalfläche links, IPo – Innenprofil oben, IPu – Innenprofil unten, IPr – Innenprofil rechts, IPl – Innenprofil links, LOo – Loch oben oben, LMo – Loch Mitte oben, LMr – Loch Mitte rechts, LUu – Loch unten unten)

Fig. 3: Mean value of the layer thickness in the different measuring points (BFRo – Surface top right, BFm – Surface middle, SFo – Edge top, SFu – Edge down, SFr – Edge right, SFl – Edge left, IPo – Inner profile top, IPu – Inner profile down, IPr – Inner profile right, IPl – Inner profile left, LOo – Hole top top, LMo – Hole middle top, LMr – Hole middle right, LUu – Hole down down)

nachgewiesen. Eine umfassende Darstellung der Forschungsergebnisse ist in (Fuchs et al., 2009) enthalten.

Danksagung

Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen IW061171 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literatur

Bauch H (1999) *Elektrostatische Oberflächenbeschichtung von Holzwerkstoffen mit thermo- und strahlendhärtenden Pulverlacken. Forschungsbericht, Institut für Holztechnologie Dresden (IHD)*

Bauch H (2005) *Mechanische und thermische Vorbehandlung von MDF vor der Pulverlackierung; Vor- und Nachteile der verschiedenen Vorbehandlungsverfahren besser kennen. Besser lackieren 7 (8): 12*

Fuchs I, Raatz C, Peter M, Pflüger T (2007) *Some special problems of thermo smoothing and coating. In: Proc. of the 18th International Wood Machining Seminar, Vancouver, S. 125-133*

Fuchs I, Kleber D, Mucha M, Pflüger T (2009) *Einfluss der Vorbehandlung auf die Beschichtungsqualität. In: Tagungsband Thermo-smoothing und Beschichtung, Dresden*

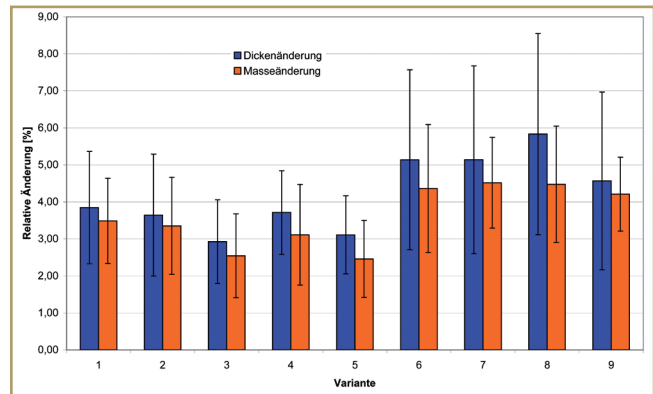


Abb. 4: Relativen Dicken- und Massenänderung für alle Prozessvarianten beim Klimatest

Fig. 4: Relative change of thickness and weight for different processing variants by climate tests

Hauber P (2003) *UV-Pulverbeschichtung von MDF mit höchster Qualität. JOT + Oberfläche 43 (5): 12-17*

Mucha M (2008) *Einflussfaktoren auf die Pulverbeschichtung von MDF, vornehmlich unter Verwendung von UV-Pulver. Diplomarbeit, Hochschule Esslingen (FH)*

ABSTRACT

Influence of pre-processing on the surface quality of powder-coated MDF

In a study performed at Institut für Holztechnologie Dresden (IHD), different types of conductive MDF were coated with low-bake-powder and UV powder. Various surface designs were chosen as model samples of real furniture elements. The effect of different pre-processing techniques were studied to obtain coatable surfaces. Pre-processing procedures were sanding, thermo-smoothing and brushing. The model samples were produced in the IHD and the surface-properties of the model samples were tested there. The powder coating was carried out on an industrial equipment. The properties of the MDF were tested before powder coating. After the application the surface properties of the coated model samples, such as roughness, thickness of the layer and adhesion of the layer were measured. Climate tests were carried out to investigate cracks. The results of the industrial powder coating experiments demonstrate the strong influence of the pre-processing technique onto the coating quality. It is showed that thermo-smoothing is the best pre-processing procedure for powder coating of MDF.

Keywords: Powder coating, thermo smoothing, surface quality, sanding, brushing

Rehm K, Raatz C (2005) *Developing of dust-free finishing processes for industry*. In: *Proc. of the 17th International Wood Machining Seminar, Rosenheim, S. 495-500*

Autoren

Dr.-Ing. Ingrid Fuchs erlernte den Beruf des Mess- und Regelungstechnikers und studierte Regelungstechnik an der Technischen Universität Dresden. Sie promovierte auf dem Gebiet der Identifikation nichtlinearer dynamischer Systeme am Institut für Regelungstechnik der TU Dresden. Dr. Fuchs ist Mitarbeiterin in der Abteilung Oberfläche im Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD), Zellescher Weg 24, 01217 Dresden, und dort vornehmlich auf dem Gebiet der Entwicklung und Untersuchung von Verfahren zur Bearbeitung und Beschichtung von Holz und Holzwerkstoffen tätig. fuchs@ihd-dresden.de

Dipl.-Ing. Detlef Kleber, Jahrgang 1957, studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Dresden. Bis 2002 war Kleber in der Industrie auf dem Gebiet der elektrostatischen Lackierung mit Flüssiglacken tätig und setzte als wissenschaftlicher Mitarbeiter diese

Arbeiten auf dem Gebiet der Pulverlackiertechnik am Zentrum für angewandte Forschung und Technologie an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden (FH) fort. Seit 2005 ist er Leiter des Lacktechnikums am Institut für Holztechnologie Dresden (IHD). Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf dem Gebiet der elektrostatischen Beschichtungsverfahren von temperaturempfindlichen Substraten sowie Gefährdungen durch elektrostatische Aufladung.

Dipl.-Ing. Michael Mucha, Jahrgang 1983, studierte Chemieingenieurwesen an der Hochschule Esslingen (FH). Am Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) beschäftigte er sich im Rahmen seiner Diplomarbeit mit der elektrostatischen Pulverbeschichtung von Holzwerkstoffen. 2010 gründete er die Firma MUCHA Pulverlacktechnologie GmbH, Albuchstraße 6, 73553 Alfdorf.

Thorsten Pflüger, Jahrgang 1976, absolvierte eine Ausbildung als Tischler und Techniker für Holztechnik. Er ist am Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) auf dem Gebiet Oberflächenbearbeitung, speziell Thermoglätten und CNC-Bearbeitung, tätig sowie im Bereich der Oberflächenbeschichtung.

„Top-100“ -Unternehmen aus der Holzbranche

Für die Verleihung des Siegels „Top 100“ – einem von Compamedia, Überlingen, zum 18. Mal organisierten bundesweiten und branchenübergreifenden Wettbewerb – nahm die Wirtschaftsuniversität Wien das Innovationsverhalten von 248 deutschen Mittelständlern unter die Lupe. Die 100 besten dürfen die Auszeichnung ein Jahr tragen. Darunter befinden sich 2010 vier Unternehmen aus der Holzbranche: Interprint, Opitz Holzbau, HGM-Holztreppe und Robert Bürkle.

Die Dekordruckerei Interprint GmbH, Arnsberg, erhielt besonders viele Punkte in den Bereichen „Innovationsklima“ sowie „Innovative Prozesse und Organisation“, womit neben dem ausgefeilten Projektmanagement die verschiedenen Anreizsysteme und Fortbildungsprogramme für die Mitarbeiter gewürdigt werden. Die Mitarbeiter bekommen die Chance, sich selbst mit Ideen für neue Produkte ins Unternehmen einzubringen. Wird eine Idee angenommen, bekommt der Beschäftigte einen finanziellen Bonus und der Vorschlag wird weiterentwickelt.

Bei der Opitz Holzbau GmbH & Co. KG, Neuruppin, die zum zweiten Mal in Folge zu den Top 100 zählt, gibt es ein fest eingeplantes Budget für unkonventionelle Ideen, die außerhalb des offiziellen Entwicklungsplans liegen. Im Schnitt reichen die Beschäftigten pro Jahr zehn Vorschläge ein. Auf diese Weise entstand auch das „Zukunftshaus“ aus CO₂-neutralen Baustoffen, das ökologisch korrekt gebaut werden kann.

Die HGM-Holztreppe GmbH, Rietberg, litt unter Billigkonkurrenz und einem schrumpfenden Markt. Mit der Kreation von Designtreppen im Bauhausstil konnte sich das 70 Mitarbeiter starke Team schließlich erfolgreich am Markt behaupten.

Die Robert Bürkle GmbH, Freudenstadt, erschließt sich durch einen ständigen Wissenstransfer und die Neugierde auf innovative Technologien immer wieder neue Zukunftsmärkte. Mögliche Anwendungstechnologien werden im eigenen Innovationszentrum in enger Zusammenarbeit mit Kunden erarbeitet.

Mentor des Projektes „TOP 100“ ist Prof. Lothar Späth, Ministerpräsident des Landes Baden-Württemberg a.D., der auch am 1. Juli 2010 in Warnemünde die Preisverleihung vornahm. Bis 31. Oktober 2010 läuft die nächste Bewerbungsfrist.

nach Presseinformationen von compamedia und Interprint



Prof. Lothar Späth überreicht das Gütesiegel „Top 100“ an Interprint – vertreten durch Pressesprecher Leo Bisping