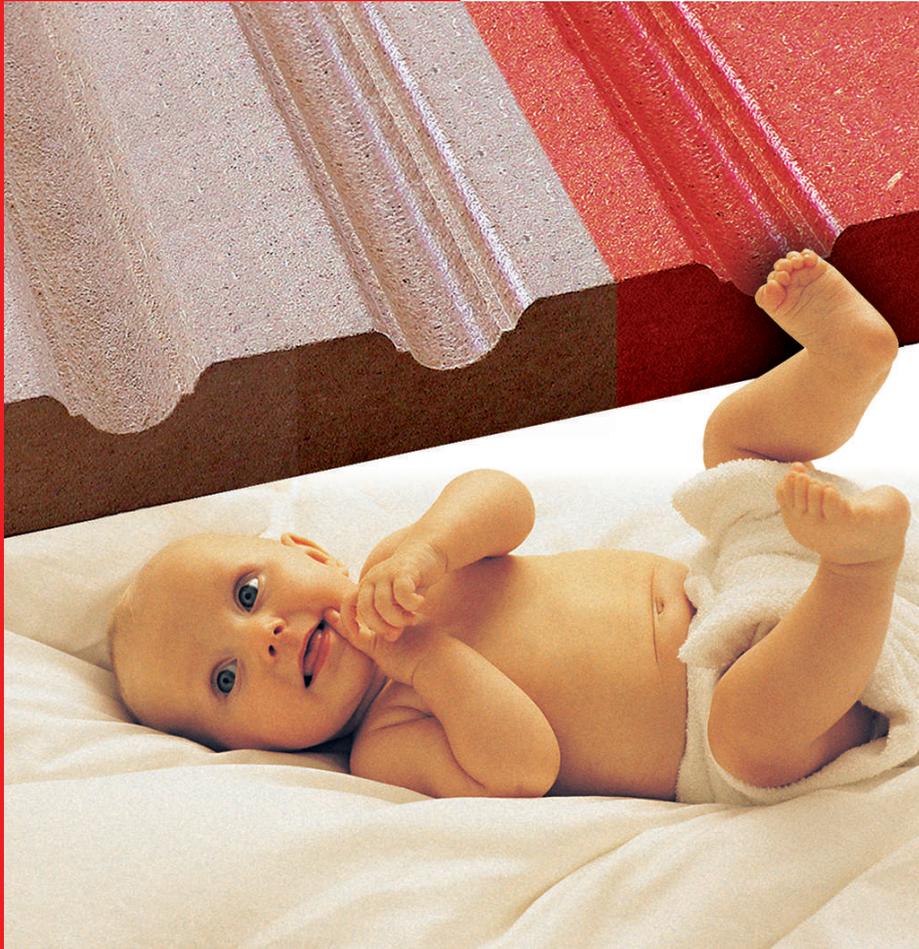


Praxishandbuch Thermoglätten



... macht MDF-Profile glatt

thermoface[®]




Herausgeber:
Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH
Zellescher Weg 24
01217 Dresden
Germany

Telefon +49 (0) 351/4662-0
Telefax +49 (0) 351/4662-211
www.ihd-dresden.de

Ausgabe: 03/2011

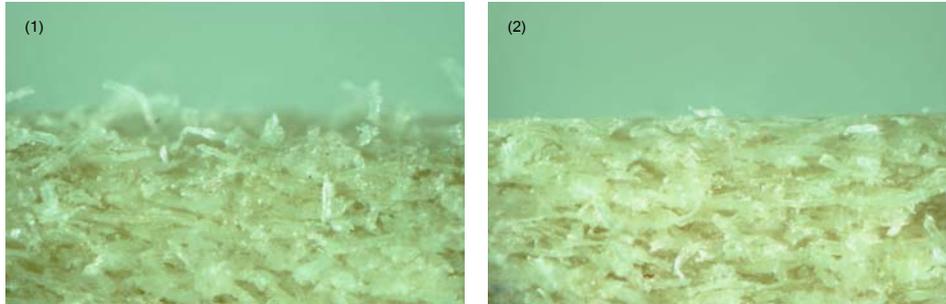
www.thermoglaetten.ihd-dresden.de
www.thermosmoothing.ihd-dresden.com

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Was ist Thermoglätten? 2
2	Welche Glättverfahren gibt es? 2
2.1	Fixglätten 3
2.2	Rollglätten 4
3	Welche Materialien können geglättet werden? Was zeichnet eine gut glättbare MDF aus? 5
4	Wie wird MDF geglättet? (Verfahrensparameter) 6
4.1	Fixglätten 6
4.2	Rollglätten 7
5	Beschichten geglätteter MDF 8
5.1	Nasslacke (Wasserlacke, lösemittelhaltige Lacke) 8
5.2	Pulverlacke (Thermoreaktive und UV-Pulverlacke) 9
5.3	Kunststofffolien 10
6	Wie kann die Qualität der Beschichtungen geprüft werden? 10
7	Glättfehler und ihre Ursachen 11
8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen 13
9	Lizenzgeber, Partner und Erfahrungsträger 14

1 Was ist Thermoglätten?

Thermoglätten ist ein spanloses thermomechanisches Verfahren zur Feinbearbeitung gefräster meist profilierter Oberflächen. Mit einem erhitzten profilanalogen Werkzeug wird die spanend bearbeitete Oberfläche plastifiziert, die angerissenen Fasern werden in diese Oberfläche gedrückt und fest gehalten. Infolge des Karamelisierens von Holzinhaltstoffen entsteht an der Oberfläche eine dünne Schicht mit höherer Dichte.



Bilder:
 (1) ungeglättetes Innenprofil
 (2) geglättetes Innenprofil

2 Welche Glättverfahren gibt es?

Die eingesetzten Glättverfahren unterscheiden sich hinsichtlich der Art der Temperaturerzeugung (elektrische Heizung, Friktion, Ultraschall) und bezüglich des Anwendungsgebietes (siehe Tabelle).

Übersicht der verschiedenen Thermoglättverfahren

Energie	Thermoglätten					
	Elektrische Heizung			Friktion		
					Niederfrequenz	Hochleistungs-Ultraschall
Bearbeitungsmaschine	CNC-Oberfräse		Formatbearbeitungsmaschine		CNC-Oberfräse	Formatbearbeitungsmaschine
Bezeichnung	Fixglätten Fixface		Rollglätten Rollface	Glättschuhverfahren SRP	Reibglätten	Ultraschallglätten Sonicface
Realisierungsform	In der Spindel	Glättmodul	Glättrollen	Glättschuhe	Sonderlösung	Sonotrode
Hersteller	MAKA	INNO-TECH	AKE	Wendt	MAKA	noch keine industriellen Lösungen

*Die Adressen der Hersteller befinden sich auf der vorletzten Seite

2.1 Fixglätten

Prinzip

Ein elektrisch beheiztes Werkzeug, dessen Profil mit dem des Fräswerkzeugs weitgehend übereinstimmt, fährt mit definierter Zustellung die gleiche Bahn wie das Fräswerkzeug ab. Das Werkzeug kann wie ein Fräswerkzeug gewechselt werden. Wichtig ist, dass bereits zu Beginn des Glättens die Werkzeugoberfläche die Solltemperatur erreicht hat. Die Aufheizzeiten hängen von der Werkzeugform und der Heizleistung ab. Zur Verkürzung von Prozesszeiten ist eine Vorheizung des Glättwerkzeuges möglich.

Es gibt folgende Varianten der Vorheizung des Glättwerkzeugs:

- induktive Erwärmung von außen
- elektrische Erwärmung im Werkzeugmagazin.

Werkzeuge können auch direkt in der Arbeitsposition (in der Spindel oder dem Glättmodul) aufgeheizt werden.

Realisierungen

Glätten in der Spindel

Das Glättwerkzeug verfügt über einen Adapter, der zur Isolation gegenüber der Spindel dient. Dieser Adapter ist mit einem Steckverbinder und einer Drehmomentstütze ausgestattet. Über den Steckverbinder werden die Heizenergie und das Signal des Temperaturfühlers übertragen. Die Temperaturregelung ist in die Maschinensteuerung integriert.

Glätten in der Spindel empfiehlt sich auf Grund der häufig notwendigen Werkzeugwechsel und Aufheizvorgänge, wenn keine großen Mengenleistungen erforderlich sind, da entweder gefräst oder geglättet wird. Steht eine 2. Spindel zur Verfügung, kann mit dieser Variante die Mengenleistung erhöht werden, weil ein Teil der Werkzeugwechselzeiten eingespart wird.

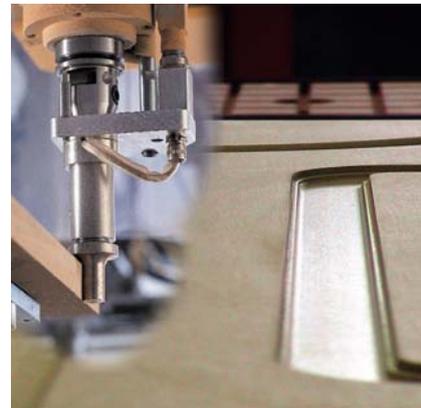


Bild: IHD

Glättmodule

Das Glättmodul ist eine separate Einheit, die an geeignete CNC-Maschinen zusätzlich installiert werden kann. Das Glättmodul besteht aus einer modifizierten HSK 63-F Schnittstelle zur Aufnahme der Glättwerkzeuge und einer Temperaturregelung. Zur Montage des Glättmoduls wird eine freie Schnittstelle benötigt. Unter Umständen kann ein nicht genutztes Bohrgetriebe oder eine feste Frässpindel verwendet werden. An Neumaschinen können separate Schnittstellen vorgesehen werden, was zu einer erhöhten Prozesssicherheit und Staubfreiheit im Glättprozess führt.

Glättmodul für manuellen Werkzeugwechsel

Das Glättwerkzeug wird von Hand gelöst und gegen ein anderes Werkzeug gewechselt. Nach kurzer Aufheizzeit kann mit dem neuen Werkzeug geglättet werden. Diese Lösung empfiehlt sich bei Serienfertigungen mit seltenem Profilwechsel und zum Nachrüsten von älteren Maschinen mit mehreren Spindeln ohne Werkzeugwechsler. Für Serienfertigung von Werkstücken mit mehreren Profilen können auch mehrere Glättmodule integriert werden, was die Produktivität deutlich erhöht.



Bild:INNOTECH

Glättmodul mit automatischen Werkzeugwechsel (Auf Nachfrage)



Durch Integration dieses Glättmoduls in die Maschinensteuerung wird ein automatischer Werkzeugwechsel möglich. Die Werkzeuge bestehen aus dem eigentlichen Glättwerkzeug und einem Adapter, der die energetische und sensorische Kopplung gewährleistet und der über eine modifizierte HSK 63-F-Schnittstelle verfügt. Voraussetzung für einen automatischen Werkzeugwechsel ist ein spezielles Werkzeugmagazin, in dem die Glättwerkzeuge bereitgestellt werden. Bei hohen Anforderungen an die Werkzeugwechselzeit empfiehlt es sich, das Werkzeugmagazin mit Anschlüssen für die Vorerwärmung der Werkzeuge auszustatten. Diese Variante ist bei häufigem Profilwechsel und der Notwendigkeit, mehrere Glättwerkzeuge an einem Werkstück zu nutzen, von Vorteil.

Bild: INNOTECH

Zusatzheizungen

Induktive Zusatzheizung

Das in der Spindel gespannte Werkzeug wird vor Beginn des Glättvorgangs in eine Induktionsspule eingeführt. Dadurch wird das Werkzeug von außen erwärmt. Gleichzeitig erfolgt die Heizung mittels innerer Elektroheizung. Da beim Glätten Wärme vom Werkzeug an die Umgebung, speziell an das zu glättende Werkstück, abgegeben wird, muss eine Abstimmung zwischen Elektroheizung und induktiver Erwärmung erfolgen, damit die effektiv zur Verfügung stehende Temperatur des Glättwerkzeuges dem erforderlichen Sollwert entspricht.

Heizbares Werkzeugmagazin

Sofern für die Glättwerkzeuge ein separates Magazin zur Verfügung steht, kann das geparkte Werkzeug wie im Glättmodul geheizt werden. Die Solltemperaturen können unter den Arbeitstemperaturen liegen. Am geeignetsten ist ein Werkzeugmagazin, dessen Plätze in Abhängigkeit vom Bearbeitungsablauf über die Steuerung der CNC-Maschine beheizt werden.

2.2 Rollglätten

Prinzip

Elektrisch beheizte Rollen, die das gleiche Profil wie das Fräswerkzeug aufweisen, werden an die gefräste Kante gedrückt und rollen auf dieser ab (antriebslos). Durch die Anzahl der Rollen wird die realisierbare Vorschubgeschwindigkeit beeinflusst. Das Werkstück wird von der Transporteinrichtung der jeweiligen Anlage bewegt.

Bei einer einseitigen Glättvorrichtung muss über die Vorschubeinrichtung oder eine Gegendruckvorrichtung ein Ausweichen des Werkstücks verhindert werden.

Bei einer zweiseitigen Glättvorrichtung muss gewährleistet sein, dass sich das Werkstück ohne Unterbrechungen durch die Anlage bewegt.

Beim Halt der Transportvorrichtung wird die Glättvorrichtung zurückgefahren, so dass kein Kontakt zwischen Werkstück und Glättrollen besteht.

Für abgerundete Ecken existiert ein zusätzliches Aggregat, mit dem die Rollglätteinheit komplettiert werden kann.



3 Welche Materialien können geglättet werden?

Das Thermoglätten wurde vorrangig für die Bearbeitung von MDF entwickelt. Mit dem Rollglättverfahren können auch Spanplatte und Vollholz geglättet werden. Bei Spanplatte werden jedoch nur aufstehende Fasern in die Oberfläche gedrückt, eine geschlossene Schicht - wie beim Glätten von MDF - ist nicht erzielbar, die Porosität des Materials bleibt bestehen.

Bei Vollholz kann, einen harmonischen Faserverlauf vorausgesetzt, eine geglättete und verdichtete Oberfläche erzeugt werden. Äste oder andere Fehlstellen können störend wirken. Holzarten, deren Eignung nachgewiesen ist, sind Fichte, Kiefer, Eiche, Meranti, Linde, Birke, Buche und Pappel.

Was zeichnet eine gut glättbare MDF aus?

Prinzipiell konnte bisher jede MDF geglättet werden. Um ein exzellentes Ergebnis zu erreichen, sind jedoch einige Voraussetzungen zu erfüllen. Für das Glätten sind die Rohdichte, das Rohdichteprofil sowie die Feinheit der Fasern und ein gleichmäßiges Faservlies von Bedeutung. Größere Partikel oder Faserklumpen wirken sich nachteilig auf die geglättete Oberfläche aus. Rohdichteprofile mit einem gleichmäßigen Gradienten sind besser glättbar als Materialien mit schwankenden Dichteprofilen. Ein Einfluss des Bindemittels auf die Glättergebnisse war bisher nicht nachweisbar.

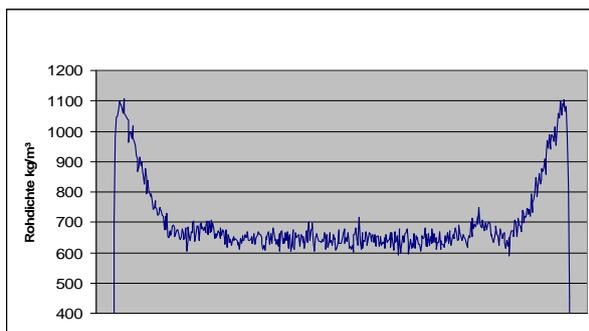


Bild: Dichteprofil - gut glättbare MDF

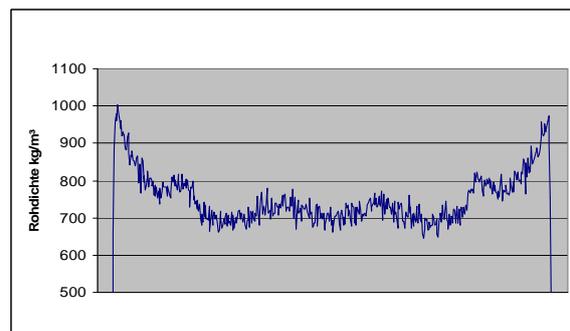


Bild: Dichteprofil - weniger gut glättbare MDF

Eigenschaften (Dichte) glättbarer MDF:

Eigenschaft	Standard - MDF	Tiefräs - MDF	leitfähige MDF
Mittlere Rohdichte	700 – 800 kg/m ³	800 – 860 kg/m ³	785 – 850 kg/m ³
Gemittelte Rohdichte DS	850 – 950 kg/m ³	850 – 950 kg/m ³	880 – 920 kg/m ³
Gemittelte Rohdichte MS	600 – 750 kg/m ³	700 – 820 kg/m ³	730 – 750 kg/m ³

4 Wie wird MDF geglättet? (Verfahrensparameter)

Nachstehend angegebene Verfahrensparameter und die erzielten Oberflächenrauheiten wurden in Experimenten mit MDF verschiedener Hersteller ermittelt. Trotzdem ist nicht auszuschließen, dass für andere MDF-Sorten andere Parameter geeignet sind. Die Bestimmung der Parameter sollte dann nach der beschriebenen Vorgehensweise vorgenommen werden.

Übersicht der Verfahrensparameter

	Fixglätten		Rollglätten	
	In der Spindel	Glättmodul	4 Rollen	6 Rollen
Temperatur [°C]	200 - 350	200 - 350	200 - 350	200 - 350
Vorschub [m/min]	3 - 12	3 - 12	10	10 - 40

4.1 Die konkreten Verfahrensparameter müssen in Abhängigkeit vom verwendeten Material und der Zielqualität ausgewählt werden.

4.1 Fixglätten

Standardqualität

Glättqualität	hoch	mittel	niedrig	gefräst
R _{ZDIN} [µm]*	40 ± 2	50 ± 3	60 ± 6	> 80
R _k [µm]	8 ± 2	12 ± 3	20 ± 4	> 30
Vorschub	3 m/min	6 – 9 m/min	9 – 12 m/min	
Temperatur	350 - 400 °C	350 – 400 °C	350 – 400 °C	

Tiefräsqualität

Glättqualität	hoch	mittel	niedrig	gefräst
R _{ZDIN} [µm]	35 ± 5	45 ± 5	55 ± 5	> 60
R _k [µm]	6 ± 2	10 ± 3	18 ± 3	> 20
Vorschub	3 - 6 m/min	6 – 9 m/min	9 – 12 m/min	
Temperatur	300 - 350 °C	300 – 350 °C	350 °C	

Pulverbeschichtbare MDF (leitfähig)

Glättqualität	hoch	mittel	niedrig	gefräst
R _{ZDIN} [µm]	37 ± 7	40 ± 5	55 ± 5	> 60
R _k [µm]	8 ± 2	10 ± 3	18 ± 3	> 20
Vorschub	3 – 6 m/min	6 – 12 m/min	9 – 12 m/min	
Temperatur	240 – 300 °C	240 – 300 °C	300 - 350 °C	

Da die Leitfähigkeit durch spezielle Zusätze erreicht wird, beziehen sich die obigen Angaben ausschließlich auf getestete MDF. Bei Neuentwicklungen sollten die Parameter überprüft bzw. neu ermittelt werden.

-
- R_{ZDIN} gemäß DIN 4768
 - R_k gemäß DIN EN ISO 13 565

Vorgehensweise zur Bestimmung der Verfahrensparameter

Da die Verfahrensparameter materialabhängig sind und außerdem die Zielqualität von den nachfolgenden Beschichtungsprozessen abhängt, empfiehlt es sich, beim Einsatz neuartiger Materialien aber auch bei neuen Profilformen oder Beschichtungsmaterialien die Verfahrensparameter zu überprüfen.

Als Ausgangspunkt sollten bekannte Einstellungen gewählt werden, die vergleichbare Ergebnisse erbracht hatten. Grundsätzlich sollte bei den Temperaturen mit dem niedrigsten Wert begonnen werden und dann in 10 °C - Schritten gesteigert werden. Beim Vorschub sollte mit hohen Werten begonnen und dann in Schritten von ca. 0,5 m/min reduziert werden. Es ist sinnvoll, die Intensität des Glättprozesses auf das für die nachfolgenden Prozesse notwendige Maß zu beschränken, eine maximale Glättung ist vielfach nicht notwendig und auch für die Weiterverarbeitung nicht sinnvoll.

4.2 Rollglätten

Standardqualität

Glättqualität	hoch	mittel	niedrig	gefräst
R _{zDIN} [µm]	18,5 ± 2	24 ± 2	28 ± 2	> 80
R _k [µm]	7,5 ± 2	9 ± 2	10 ± 2	> 30
Vorschub	10 m/min	25 (-40) m/min	25 - 40 m/min	
Temperatur	350 – 400 °C	350 - 400 °C	300 - 400 °C	

Tiefräsqualität

Glättqualität	hoch	mittel	niedrig	gefräst
R _{zDIN} [µm]	20 ± 2	25 ± 2	28 ± 2	> 85
R _k [µm]	8 ± 2	9 ± 2	> 9	> 20
Vorschub	10 (-25) m/min	25 – 40 m/min	40 m/min	
Temperatur	350 – 400 °C	300 – 400 °C	350 - 400 °C	

Pulverbeschichtbare MDF (leitfähig)

Glättqualität	hoch	mittel	niedrig	gefräst
R _{zDIN} [µm]	20 ± 5	30 ± 5	-	> 60
R _k [µm]	9 ± 3	10 ± 3	-	> 20
Vorschub	10 – 25 m/min	25 – 40m/min	-	
Temperatur	350 – 400 °C	350 – 400 °C	-	

Vorgehensweise zur Bestimmung der Verfahrensparameter

Prinzipiell wird das bereits beim Fixglätten ausgeführte Verfahren vorgeschlagen.

Grundsätzlich sollte bei den Temperaturen bei dem niedrigsten Wert begonnen werden und dann in 10 °C-Schritten gesteigert werden.

Beim Vorschub sollte mit hohen Werten (40 m/min) begonnen und dann in Schritten von 5 m/min reduziert werden.

5 Beschichten geglätteter MDF

MDF werden in Abhängigkeit von der vorgesehenen Anwendung mit verschiedenen Materialien beschichtet. Üblich sind farbige Flüssig- oder Pulverlacke sowie Dekorfolien. Insbesondere zur Flüssig- und Pulverlackierung von MDF wurden umfangreiche Versuche durchgeführt, um die Vorteile des Glättens als Vorbehandlungsverfahren festzustellen und um Besonderheiten, die bei den verschiedenen Beschichtungen berücksichtigt werden müssen, zu ermitteln.

5.1 Nasslacke

Das Lackieren von MDF ist ein aufwendiger Prozess. Voraussetzung für eine qualitätsgerecht lackierte Oberfläche ist ein gut gefräster und geschliffener Untergrund. In der Regel erfolgt der Schliff mit Körnung 180 – 220. In Abhängigkeit von den Qualitätsanforderungen, die an die Oberfläche gestellt werden, erfolgt anschließend der Auftrag von 4 oder mehr Schichten:

- Isoliergrund
- Füller
- Grundlack (Farblack)
- Decklack (Schutzlack)

Der Auftrag des flüssigen Lacks bewirkt ein Aufrichten der an der Oberfläche befindlichen MDF-Fasern. Deshalb und um eine gute Verbindung mit der folgenden Schicht herzustellen, erfolgt ein Lackzwischen Schliff. Nach dem Auftragen der 2. Schicht wird nochmals geschliffen. Die weiteren Schichten werden im allgemeinen ohne Zwischenschliff u.U. „nass in nass“ aufgetragen.

Der Aufwand eines Lackierprozesses resultiert vornehmlich aus den Personalkosten, auch beim Einsatz von Gieß- und Walzmaschinen bzw. Lackierautomaten, und den Energiekosten für die Trocknung.

Ziel des Glättens ist deshalb eine Verringerung der Anzahl der Lackschichten, um damit Handlingprozesse, Schleif- und Energieaufwand sowie Material einzusparen.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass auch bei geglätteten Oberflächen mit Tief fräsqualitäten bessere Ergebnisse als mit Standardqualitäten erreicht werden.

Wasserlacke

Die Einsatzmöglichkeiten und Einsparpotentiale hängen vom konkret eingesetzten Lacksystem, den Zielstellungen hinsichtlich Oberflächenqualität und der speziellen Profilgestaltung (der Innenprofile) ab.

Schmalflächen (Außenprofile)

Die mit ausgewählten 2K-PUR-, UV- und 1K-Acrylat-Wasserlacken durchgeführten Versuche zeigten übereinstimmend, dass geglättete Schmalflächen (Außenprofile) eine wesentlich bessere Qualität als gefräste bzw. geschliffene aufweisen. Die Qualität der geglätteten Schmalflächen wurde teilweise besser eingeschätzt als die der Breitflächen. Dies gilt für 3-Schicht-Aufträge bei 2K-PUR- und UV-Wasserlack sowie bei 2-Schicht-Aufträgen bei 1K-Acrylat-Wasserlacken. Bei den Acrylat-Wasserlacken wurden Acryl-, lösemittelhaltige- und wasserbasierte Grundierungen eingesetzt.



Die Haftfestigkeit an den geglätteten Schmalflächen unterschied sich nicht wesentlich von der der Breitflächen bzw. der geschliffenen Schmalflächen.

Innenprofile

Der erzielbare Effekt bei Innenprofilen hängt von der Profiltiefe und der Gestaltung des Profils ab. Es wird empfohlen, auf breite ebene Profilgründe zu verzichten, da diese schon beim Fräsen problematisch sind.

Lösemittelhaltige Lacke

Für lösemittelhaltige Lacke gilt grundsätzlich das Gleiche wie bei Wasserlacken. Die Untersuchungen wurden mit 2K-PUR-Lacken verschiedener Hersteller durchgeführt, die einen 4- bzw. 5-Schicht-Auftrag vorsahen. Um die Möglichkeiten der Reduzierung von Lackschichten nachzuweisen, wurden die Lackaufbauten systematisch reduziert. Der Decklack (Buntlack, Klarlack) wurde entsprechend Herstellerangaben eingesetzt.

Schmalflächen (Außenprofile)

Der optische Eindruck geglätteter Außenprofile ist deutlich besser, als der geschliffener. Bei Bauteilen mit geglätteten Schmalflächen besteht die Möglichkeit, gegenüber einem ursprünglichen 4-Schicht-Aufbau eine Schicht des Basisaufbaus (Grundierung) einzusparen. Die Haftfestigkeit an den geglätteten Schmalflächen unterschied sich nicht bzw. nur geringfügig von der der Breitflächen bzw. der geschliffenen Schmalflächen. Wichtig ist, den ersten Auftrag nur vorsichtig zu schleifen, um zu vermeiden, dass die Glattschicht zerstört wird.

Innenprofile

Hinsichtlich der Gestaltung der Innenprofile gilt das für Wasserlacke Ausgeführte. Die Haftfestigkeit der geglätteten Innenprofile entspricht der gefräster Innenprofile.

5.2 Pulverlacke

Die Beschichtung von MDF mit Pulverlack setzt eine spezielle leitfähige MDF oder den Einsatz eines leitfähigen Flüssigprimers als erste Schicht voraus. Letzteres ist jedoch ungünstig zu realisieren, da es beim Anwender beide Auftragstechniken erfordert.

Die Qualität eines pulverlackierten Bauteils hängt von verschiedenen Einflussgrößen ab, diese sind:

- Material (MDF)
- Bauteilgeometrie und Oberflächenbearbeitung
- Pulverlack
- Applikations- und Ofentechnologie.

Derzeit wird auf all diesen Gebieten gearbeitet, um sowohl die Prozesssicherheit als auch die Gebrauchseigenschaften der erzeugten Bauteile zu verbessern. Probleme der Oberflächenbearbeitung (Fräsen, Schleifen, Glätten) können deshalb nicht unabhängig von den anderen Einflussgrößen gesehen werden.

Grundsätzlich erfordert die Pulverlackierung extrem glatte Bauteiloberflächen, die keine losen Fasern aufweisen, da sich diese unter dem Einfluss des elektrischen Feldes bei der Pulverapplikation aufstellen und u.U. durch die Pulverschicht ragen. Konventionell müssen deshalb Bauteile vor der Pulverlackierung mehrfach geschliffen werden, der Endschliff sollte mindestens mit Körnung 400 durchgeführt werden. Hier ist das Glätten der Bauteile eindeutig von Vorteil. Die geglättete Oberfläche verhindert das Aufstellen von Fasern und das Wegschlagen des Pulvers.

Außerdem vermindert die geglättete Schicht das Eindringen von Feuchtigkeit aus der Umgebung in die Platte und damit deren Aufquellen. Bei Pulverlacken wird Niedertemperatur-Pulverlack und UV-härtender Pulverlack unterschieden. Die Mehrzahl der Pulverbeschichtungsanlagen in Europa arbeitet z. Z. mit Niedertemperaturpulver. UV-Pulverlack ist derzeit ca. doppelt so teuer wie Niedertemperaturpulverlack.

Niedertemperaturpulverlack

Niedertemperaturpulverlacke erfordern eine längere Temperatureinwirkung, da der Lack unter Temperatureinfluss aufschmelzen und aushärten muss. Gängige Parameter liegen derzeit bei einem Temperatureinfluss von 140 °C über 4 – 5 Minuten. Die thermische Belastung kann zum Reißen der MDF führen.

Geglättete Schmalflächen und Innenprofile sind Voraussetzung für eine hohe Beschichtungsqualität im Profilbereich. Bei den bisherigen Untersuchungen wurde ausschließlich Feinstrukturpulver eingesetzt. Hier kann mittels Einschichtauftrag eine gute Oberfläche erzielt werden.

Unter ungünstigen Randbedingungen (hohe Temperatur und Luftfeuchte) diffundiert bei einem Einschichtauftrag eine größere Menge Feuchtigkeit in das Platteninnere als bei Mehrschichtauftrag. Das Glätten der Profile reduziert die Feuchtigkeitsaufnahme geringfügig. Trotzdem kann es bei starken Belastungen zum Reißen der Bauteile kommen, deshalb sind Klimabeständigkeitsprüfungen entwicklungsbegleitend durchzuführen.

Ein Zweischichtauftrag ist nicht in diesem Maße temperatur- und feuchtigkeitsempfindlich.

UV-Pulverlack

UV-Pulverlacke benötigen nur einen kurzen Zeitraum (ca. 1 – 2 Minuten) zum Aufschmelzen, die Aushärtung erfolgt unter Einfluss von UV-Strahlen. Damit werden die Bauteile weniger durch Hitze belastet, außerdem bildet der UV-Lack eine dichtere Schicht.

Praktische Erfahrungen zum Beschichten mit UV-Pulverlack liegen in größerem Umfang noch nicht vor, da praktische Einsätze dieses Pulverlacktyps selten sind. Einzelexperimente haben gezeigt, dass geglättete Oberflächen speziell für Glattlacke eine bessere Voraussetzung als geschliffene bilden.

5.3 Kunststofffolien

Geglättete Oberflächen bilden eine hervorragende Voraussetzung für dünne und Hochglanzfolien. Hinsichtlich der Festigkeit des Verbundes Folie / Klebstoff / MDF gelten die gleichen Regeln, wie bei der 3D-Beschichtung von Bauteilen mit geschliffenen Profilen. Wichtig ist, dass Klebstoffe mit ausreichender Haftfestigkeit, z. B. wässrige 2K-PUR-Systeme, verwendet werden, da bei den geglätteten Oberflächen die mechanische Verankerung weniger wirksam ist als bei gefrästen. Auch hier empfiehlt es sich, die Haftfestigkeit mittels Temperaturbeständigkeitstest zu prüfen.

6 Wie kann die Qualität der Beschichtungen geprüft werden?

Zur Prüfung der Qualität der realisierten Beschichtungen können in Abhängigkeit vom jeweiligen Beschichtungsmaterial folgende Prüfungen empfohlen werden:

- Haftfestigkeit (z. B. Gitterschnitt, Armlehnentest)
- Tesabandtest für Innenprofile
- Prüfung der Rissbeständigkeit von Flüssigbeschichtungen (AMK-Richtlinie 3)
- Wechselklimatest nach AMK-Richtlinie 4
- Prüfung des Wärmestandes bei Folienbeschichtungen nach AMK-Richtlinie

Darüber hinaus wurden von Herstellern spezielle Prüfverfahren entwickelt, um die erforderlichen Gebrauchseigenschaften ihrer Produkte zu bestimmen, z.B. Ledrotest für pulverlackierte Fronten.



Bild: Gitterschnitt an einer Schmalfläche

7 Glättfehler und ihre Ursachen

Unzureichende Fräsqualität

Wichtigste Voraussetzung für ein hervorragendes Glättergebnis ist eine vorzügliche Fräsqualität.

Effekt: Messerschläge und andere Bearbeitungsfehler werden nach dem Glätten deutlich hervorgehoben

Mangelnde Übereinstimmung der Profile von Fräs- und Glättwerkzeuge

Eine perfekte Abstimmung zwischen Fräs- und Glättwerkzeug ist zwingend notwendig. Die Profilkorrektur zwischen Fräs- und Glättwerkzeug erfolgt durch den Werkzeughersteller. Deshalb ist es wichtig, Fräs- und Glättwerkzeug von einem auf diesem Gebiet erfahrenen Werkzeughersteller zu beziehen. Insbesondere gilt das bei Profilen, die mit mehreren Werkzeugen realisiert werden.

Effekt: Profil nicht einheitlich (unsymmetrisch) geglättet

Werkzeug falsch eingemessen

Auf CNC-Oberfräsen müssen Fräs- und Glättwerkzeuge perfekt eingemessen werden, damit die Übereinstimmung der Profile gewährleistet ist.

Effekt: Profil nicht einheitlich geglättet

Geschwindigkeit in Ecken und Kurven zu gering

Die Geschwindigkeitsverringerung, die die Steuerung der CNC-Oberfräse in der Regel bei Kurven, Ecken u.ä. vornimmt, sollte möglichst gering sein, ansonsten wird die Intensität des Glättvorganges erhöht und es kommt zu dunkleren Oberflächen in diesen Bereichen.

Eine verfahrensabhängige Steuerungskonfiguration ist sinnvoll.

Effekt: Ecken und Kurven zu dunkel

Mangelhafte Übereinstimmung von Fräs- und Glättbahn

Bei Abweichungen zwischen Fräs- und Glättbahn, z.B. durch unzureichende Aufspannung/Verschieben der Bauteile, werden die Profile nur teilweise geglättet.

Effekt: Teilstücke unzureichend geglättet

Keine stabile Auflage der Bauteile

Beim Glätten wird ein höherer Druck als beim Fräsen ausgeübt. Die Bauteile dürfen deshalb nicht nur punktwise aufliegen sondern möglichst vollflächig. Spanntische sind Einzelsaugern vorzuziehen. Sofern nur Einzelsauger zur Verfügung stehen, sollten diese möglichst eng stehen, um zu verhindern, dass das Bauteil durchgedrückt wird.

Effekt: Glättung ist zwischen den Auflagen unzureichend

Unzureichende Bauteilspannung

Da insbesondere beim Glätten der Schmalflächen (Außenprofile) auf die Bauteile starke Querkräfte einwirken, ist eine festere Spannung als beim Fräsen erforderlich. Das führt insbesondere bei kleinen Bauteilen zu Problemen. Hier müssen spezielle Lösungen für die Werkstückspannung eingesetzt werden.

Effekt: Bauteile werden verschoben oder lösen sich vom Maschinentisch, keine oder unzureichende Glättung

Falsche Glättparameter (Temperatur, Vorschub)

Die Intensität der Glättung muss auf den nachfolgenden Beschichtungsvorgang abgestimmt sein. Zu geringe Glättung (zu niedrige Temperatur, zu hoher Vorschub) bringt keinen Effekt. Allerdings kann auch eine zu starke Glättung (zu hohe Temperatur, geringer Vorschub) nachteilig für die folgende Beschichtung sein, z.B. wegen zu starker Verfärbung und/oder Aufrauen der Oberfläche.

Effekt: zu raue Oberfläche, dunkle Oberfläche

Ungeeignete MDF

MDF mit schlechtem Faseraufschluss (grober Faserstoff, Faserklumpen) oder Verunreinigungen erlauben keine gute Glättqualität.

Effekt: die Strukturfehler werden durch das Glätten noch hervorgehoben

8 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Anhand der nachfolgenden Kostenrechnung wird deutlich, dass durch den Einsatz der Glätttechnologien (des Glättens) eine erhebliche Senkung der Kosten erzielt werden kann, wenn Arbeitsgänge, wie z. B. Schleifen oder Lackieren einzelner Schichten, entfallen.

Beispiel 1: Einsparung durch Reduzierung des Lackaufbaus von 4-Schichten auf 3-Schichten

Kostenvergleich: lackierte Fronten, handlackiert
 Abmessung: 0,6 x 0,4 m = 0,24 m² ≈ 0,25 m²; Dicke 19 mm
 100 Fronten = 54 m² zu beschichtende Fläche
 = 0,456 m³ MDF

Investition: Rollglätteinheit: 40.000 €

Kosten	4-Schicht-Aufbau	3-Schicht-Aufbau	Differenz
Material: MDF	96 €	96 €	
Lack	243 €	180 €	
Summe	339 €	276 €	63 €
Arbeitszeit	18,78 h	10,29 h	
Entgelt (30 €/h)	563 €	309 €	254 €
Energie (0,25 €/m ²) (Trocknen)	108 €	81 €	27 €
Gesamt:	1.010 €	665 €	345 €
Kosten/m ² Fronten	40 €	26 €	14 €
<hr/>			
Kosten bei 20.000 m ² Fronten/Jahr	800.000 €	520.000 €	280.000 €
10.000 m ² Fronten/Jahr	400.000 €	260.000 €	140.000 €

Beispiel 2: Einsparung infolge reduzierten Schleifaufwandes, Weglassen des Schleifens der gefrästen MDF, Zwischenschliff bleibt

Kostenvergleich: lackierte Fronten, handlackiert
 Abmessung: 0,6 x 0,4 m = 0,24 m² ≈ 0,25 m²; Dicke 19 mm
 100 Fronten = 54 m² zu beschichtende Fläche
 = 0,456 m³ MDF

Investition: Rollglätteinheit: 40.000 €

Kosten	mit Schleifen	ohne Schleifen	Differenz
Material: MDF	96 €	96 €	
Lack	243 €	243 €	
Summe	339 €	339 €	0 €
Arbeitszeit:	18,78 h	15,44 h	
Entgelt (30 €/h)	563 €	463 €	100 €
Energie (0,25 €/m ²)	108 €	108 €	0 €
Gesamt:	1.010 €	910 €	100 €
Kosten/m ² Fronten	40 €	36 €	4 €
<hr/>			
Kosten bei 20.000 m ² Fronten/Jahr	800.000 €	720.000 €	80.000 €
10.000 m ² Fronten/Jahr	400.000 €	360.000 €	40.000 €

Lizenzgeber und Netzwerkleitung Thermoface

Institut für Holztechnologie Dresden
gemeinnützige GmbH
Zellescher Weg 24
D-01217 Dresden
Telefon +49/351 4662-0
Telefax +49/351 4662-211

Hr. Dr. Rico Emmler
Fr. Dr. Ingrid Fuchs

fuchs@ihd-dresden.de
www.ihd-dresden.de



Maschinentechnik

Werkzeuge, Adapter, Kantenbearbeitung

AKE Knebel GmbH & Co. KG
Niederlassung Rietberg
Konrad-Adenauer-Straße 32
D-33397 Rietberg
Telefon +49(5244) 9202 44
Telefax +49(5244) 9202-744
Mobil +49 (170) 925 90 12

Hr. Rainer Dickjürgens

rainer.dickjuergens@ake.de
www.ake.de



CNC-Maschinentechnik (spindelgeführt)

MAKA –Systems GmbH
Vertriebsbüro Nord
Bad Meinberger Str. 1
32760 Detmold
Telefon: +49/5231 602293-0
Telefax: +49/5231 602293-3
Mobil: +49/170 2368354

Hr. Michael Meer

michael.meer@maka-nord.de
www.maka.com



CNC-Maschinentechnik (separates Modul)

INNOTECH Holztechnologien GmbH
Zweigstelle Erkner
Gewerbegebiet zum Wasserwerk 8b
15537 Erkner
Telefon: +49/3362 93751-40
Telefax: +49/3362 93751-31

Fr. Alexandra Stautmeister

zentrale@innotech-ht.com
www.innotech-ht.com



Beratung

CNC-Maschinentechnik (separates Modul)

db werkzeughandel & service
Suarezstraße 60
D-14057 Berlin
Tel. +49 (0) 30 37 59 17 98
Fax: +49 (0) 30 37 59 17 99
Mobil: +49 (0) 176 200 153 90

Hr. Dieter Burghardt

info@werkzeughandel-burghardt.de
www.werkzeughandel-burghardt.de



Werkzeuge, Adapter
Klaus Föste
Schusterfeld 34
D-32139 Sprengel
Tel. +49 (0) 05225 2510
Mobil: +49 (0) 171 994 20 33

klaus-foeste@t-online.de

Unser Partner für Neuseeland und Australien

OEM Nu Tech Pty Ltd
Unit 1, 95 Queen Victoria Street,
Freemantle WA 6160
PO Box 1675 Melville South WA 6165
Tel. +61 8 9433 6553
Fax. +61 8 9433 6558
Mobil: 0417 766 166

Michael Mc Cormick

m.mccormick@oemnutech.com.au

www.oemnutech.com.au





Notizen:



*Das Netzwerk Thermoface erhielt 2004 den Umweltpreis
des Bundes der Deutschen Industrie (BDI)*

Lizenzgeber
und Netzwerkleitung Thermoface

www.thermoface.com

ihd [®]
Institut für Holztechnologie
Dresden gGmbH

Zellescher Weg 24
D - 01217 Dresden
Tel. +49(0)351 4662-0
Fax +49(0)351 4662-211
eMail info@ihd-dresden.de
www.ihd-dresden.de