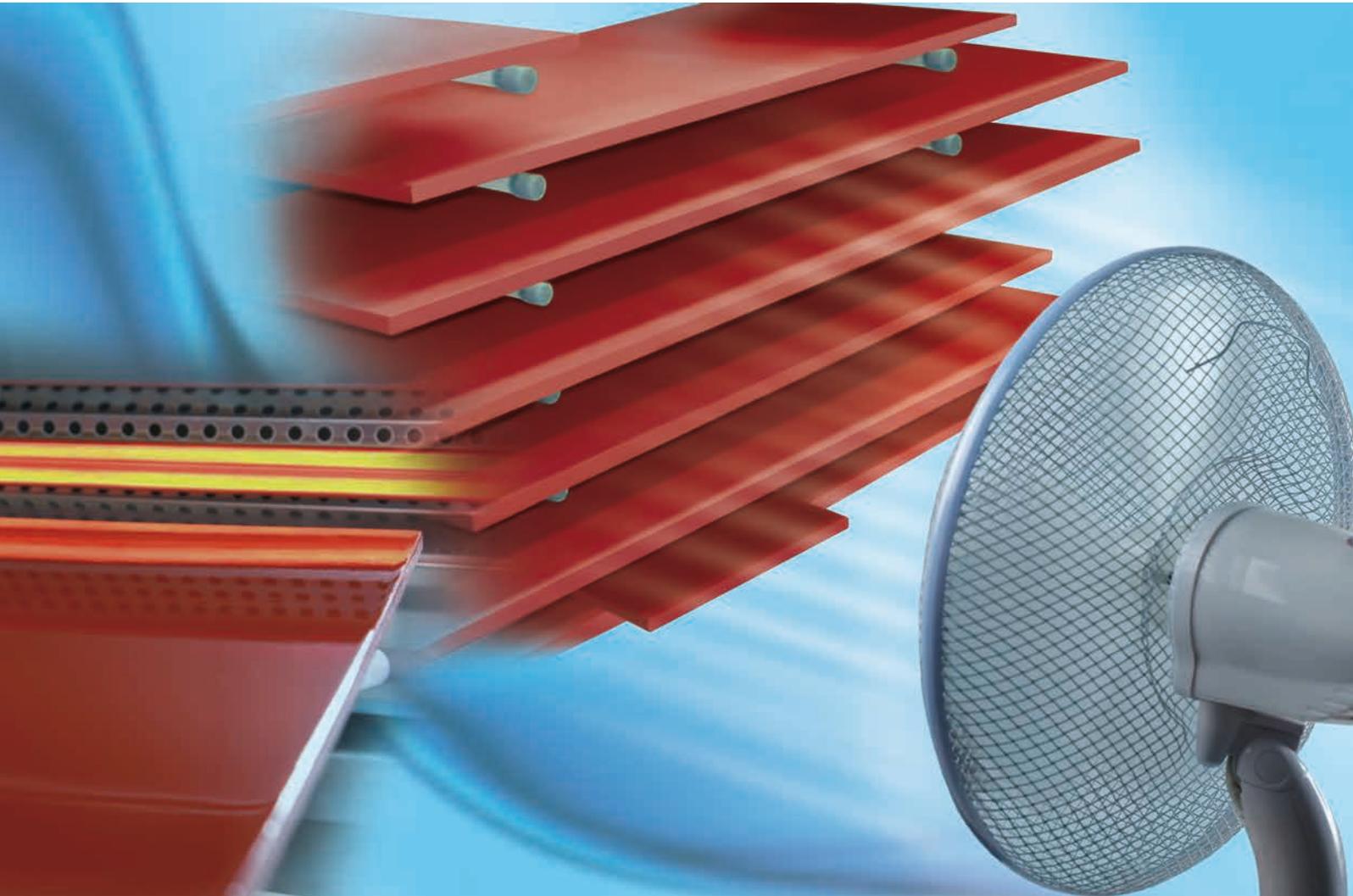


Wasserlacke schneller trocknen



Auszug aus der Technikerarbeit der
Fachschule Holztechnik Melle

Die folgenden Seiten sind Auszüge aus der Technikerarbeit der Fachschule Holztechnik Melle, ausgearbeitet von Markus Stutmann und Christoph Hemmelgarn unter Betreuung von StD Claus Dötzer.

Technikerarbeit:

© 2011 Fachschule Holztechnik Melle

Prospekt „Wasserlacke schneller trocknen“:

© 2011 Akzo Nobel Hilden GmbH · Wood Coatings · Zweihorn

Stand: Oktober 2011



1.0 Einleitung

Wenn man mit Außendienstmitarbeitern und Fachberatern der Lackhersteller über das Thema Wasserlacke spricht, bekommt man meistens die Aussage:

„Wasserlacke haben nur eine sehr geringe Bedeutung im Handwerk, nur ca. 5 % der verkauften Lacke im Innenausbaubereich sind Wasserlacke!“¹

Zu vermuten ist, dass die Gründe dafür im Wesentlichen in den schlechten Erfahrungen der Vergangenheit und dem langsameren Trocknungsverhalten der Wasserlacke liegen. Doch laut Aussage von Zweihorn[®] sind ihre neuen HighTech-Wasserlacke bezüglich der Beanspruchung und der Beständigkeit vergleichbar mit denen der Lösemittellacke; teilweise sogar besser. Außerdem läge der Anteil der Wasserlacke bei Zweihorn[®] um ein vielfaches höher, als in der obigen Aussage behauptet wurde. Bezüglich des Trocknungsverhaltens lässt sich laut Zweihorn[®] bei der Lackformulierung nicht viel optimieren, da Wasser einfach langsamer aus der lackierten Fläche entweicht, als Lösungsmittel. Durch entsprechende technische Hilfsmittel bzw. Veränderung der klimatischen Bedingungen im Trocknungsraum kann aber das Trocknungsverhalten der Wasserlacke wesentlich verkürzt werden.

1.1 Zielsetzung

Dies nahm Zweihorn[®] zum Anlass eine Untersuchung im Rahmen einer Technikerarbeit in Auftrag zu geben. Sie soll eine echte Hilfestellung und Entscheidungshilfe für alle Schreiner / Tischler darstellen, die auf Wasserlacke umsteigen wollen.

In der Technikerarbeit sollte untersucht werden, mit welchen Hilfsmitteln die Trocknung und Durchhärtung von Zweihorn-Wasserlacken (transparent und pigmentiert) beschleunigt werden kann.

Hierfür sind folgende Wasserlack-Systeme von Zweihorn[®] im Test:

- Variocryl[®] 1K-/2K-Wasserklarlack VC 9, ungehärtet
- Variocryl[®] 1K-/2K-Wasserklarlack VC 9, gehärtet
- Variocryl[®] Color 1K-/2K-Wasserbuntlack VCC (rot, blau, RAL 9010), gehärtet
- Variofill 1K-/2K-Füller VF, gehärtet

1.2 Übersicht der getesteten Trocknungsverfahren

Dabei soll gegen eine Nullprobe (Trocknung ohne technische Hilfsmittel bei 20°Celsius(C) und 65% Luftfeuchtigkeit(r.F.)) der Zeitvorteil für den Schreiner / Tischler festgestellt werden.

Zwei weitere Nullproben, 15°C / 25°C bei höherer Luftfeuchtigkeit, werden den Einfluss der Temperatur und Luftfeuchtigkeit belegen. Hier wird auch der Einsatz eines Luftentfeuchters untersucht und beleuchtet.

Für die Trocknungsverfahren mit technischen Hilfsmitteln, entsprechend der Vorgabe von Zweihorn[®], sind weitere Test durchgeführt worden:

- Infrarottrocknung
- Konvektionstrocknung mittels Ventilator/ Luftdüsen

¹ Georg 2004-02: Meinung über Wasserlacke, Malerlexikon



7.1 Gegenüberstellung der Schleifbarkeit

Zielsetzung

Die Lacke sollen während den Trocknungszeiten getestet werden, ab wann sie schleifbar sind. Messergebnisse beziehen sich dabei auf die erste Staubbildung der Lacke. Dieser Zeitpunkt ist maßgebend für die weitere Bearbeitung.

Ergebnisse

Lack: VC 9 1-K Klarlack

Bei dem 1-Komponenten Verfahren ist der Lack zum Zeitpunkt der Schleifbarkeit sehr weich bis speckig. Hier ist eine längere Trocknungszeit zu empfehlen.

Trocknung bei 15° Celsius	=	6h
Trocknung bei 20° Celsius	=	5h
Trocknung bei 25° Celsius	=	4h
Trocknung mit Infrarot	=	1h
Trocknung durch Ventilatoren	=	2h

Lack: VC 9 2-K Klarlack

Das 2-Komponenten Verfahren ist durch Zugabe des Härters schneller getrocknet, was sich beim Schleifen positiv auswirkt.

Trocknung bei 15° Celsius	=	4h
Trocknung bei 20° Celsius	=	3h
Trocknung bei 25° Celsius	=	3h
Trocknung mit Infrarot	=	1h
Trocknung durch Ventilatoren	=	2h



Ergebnisse

Lack: Variofill Grundierung I

Die erste Grundierung ist sehr schnell angetrocknet. Bei den Trocknungsverfahren 15° Celsius und der Ventilatoren Trocknung bildet der Lack eine raue Haut. Diese mindert die Qualität der Oberfläche. Bei der Infrarottrocknung stellen sich die Holzfasern deutlich auf.

Positiv erwähnenswert ist die 20° und die 25° Celsius Trocknung, da diese Nachteile hier nicht auftauchen.

Trocknung bei 15° Celsius	=	4h
Trocknung bei 20° Celsius	=	3h
Trocknung bei 25° Celsius	=	2h
Trocknung mit Infrarot	=	1h
Trocknung durch Ventilatoren	=	2h

Lack: Variofill Grundierung II

Die zweite Grundierung benötigt durchschnittlich eine längere Trocknungszeit. Nur durch die Infrarottrocknung ist eine vorzeitige Weiterbearbeitung möglich.

Trocknung bei 15° Celsius	=	5h
Trocknung bei 20° Celsius	=	4h
Trocknung bei 25° Celsius	=	3h
Trocknung mit Infrarot	=	1h
Trocknung durch Ventilatoren	=	2h

8.1 Fazit – Klimatische Trocknung

Wichtig hierfür ist eine optimale Raumtemperatur von 20-25°C und einer Luftfeuchtigkeit von 40-65%. Diese Bedingungen sind in manchen Trocknungsräumen bereits vorhanden.

Bedingungen

Trocknungsraum mit einer ausreichenden Heizung und Luftumwälzung (Luftaustausch). Die Zuluft muss aber je nach Jahreszeit auch erwärmt werden! Sind große Mengen lackierter Teile im Trocknungsraum, steigt die Luftfeuchtigkeit an und eine Entfeuchtung der Luft wird notwendig!

Unsere Empfehlung

Nach unseren Tests hat sich die 25° Celsius Trocknung mit einer relativen Luftfeuchte von 60% am besten bewährt. Im Vergleich zu den 15° und 20° Celsius Trocknungen erzielten wir mit der 25° Celsius Trocknung die größte Zeitersparnis. Um das sicherzustellen, macht eine gut funktionierende Heizung, eine Zuluft-Heizung und ein Luftentfeuchter Sinn.

Vor- und Nachteile

- + Meist sind ohne großen Aufwand schon sehr gute Messwerte zu erzielen
- + Bei einer zu niedrigen Raumtemperatur bewirkt eine Erhöhung um 5° Celsius:
 - 1 Stunde früher schleifbar,
 - 20 Minuten früher staubtrocken
 - 5% - 10% mehr Endhärte zu Anfang der Trocknungszeiten
 - 1 Stufe bessere Blockfestigkeit
- evtl. höhere Heizkosten
- evtl. anfallende Kosten für eine Zuluft-Heizung und einen Luftentfeuchter

Kosten

Heizkosten: nicht berechenbar, da sie von der Heizungsanlage, Witterungsbedingungen und dem Standort abhängig sind.

Zuluft-Heizung: Nicht berechenbar, da sie von örtlichen Gegebenheiten abhängig ist. Kann aber sehr kostspielig werden, wenn noch keine Zuluft-Kanäle vorhanden sind.

Luftentfeuchter: Der Anschaffungspreis für ein leistungsfähiges, werkstatttaugliches Gerät liegt bei ca. 1.400,- € + MwSt. Die Stromkosten bei so einem Gerät liegen bei 0,19 €/Stunde (aktueller Strompreis 0,24 €/kWh¹⁶)

Beispiel: Kaut Luftentfeuchter K140 (Bautrockner);

Leistungsaufnahme: 800 Watt;

Luftvolumenstrom: 400 m³/Stunde;

Kaufpreis: 1.460,00 €



(Abb. 73: Kaut Luftentfeuchter)

¹⁶ Wikipedia: Aktueller Strompreis inkl. MwSt. - 01.09.2011

¹⁷ Kaut – the air company (Stand: Kaut)



8.2 Fazit – Trocknung durch Infrarotwärme

Infrarotwärme ist definitiv eines der schnellsten Trocknungsverfahren für Wasserlacke.

Bedingungen

Trocknungsraum der kein EX-Schutz erfordert. Normale klimatische Bedingungen von 18-25°C und 50-65% Luftfeuchtigkeit.

Unsere Empfehlung

Für den normalen Handwerksbetrieb bietet sich das unten beschriebene Gerät an, da man damit sehr wirtschaftlich einen kompletten Hordenwagen mit lackierten Flächen trocknen kann. Für Industriebetriebe gibt es spezielle Lösungen im Durchlauf (hier nicht getestet!).

Vor- und Nachteile

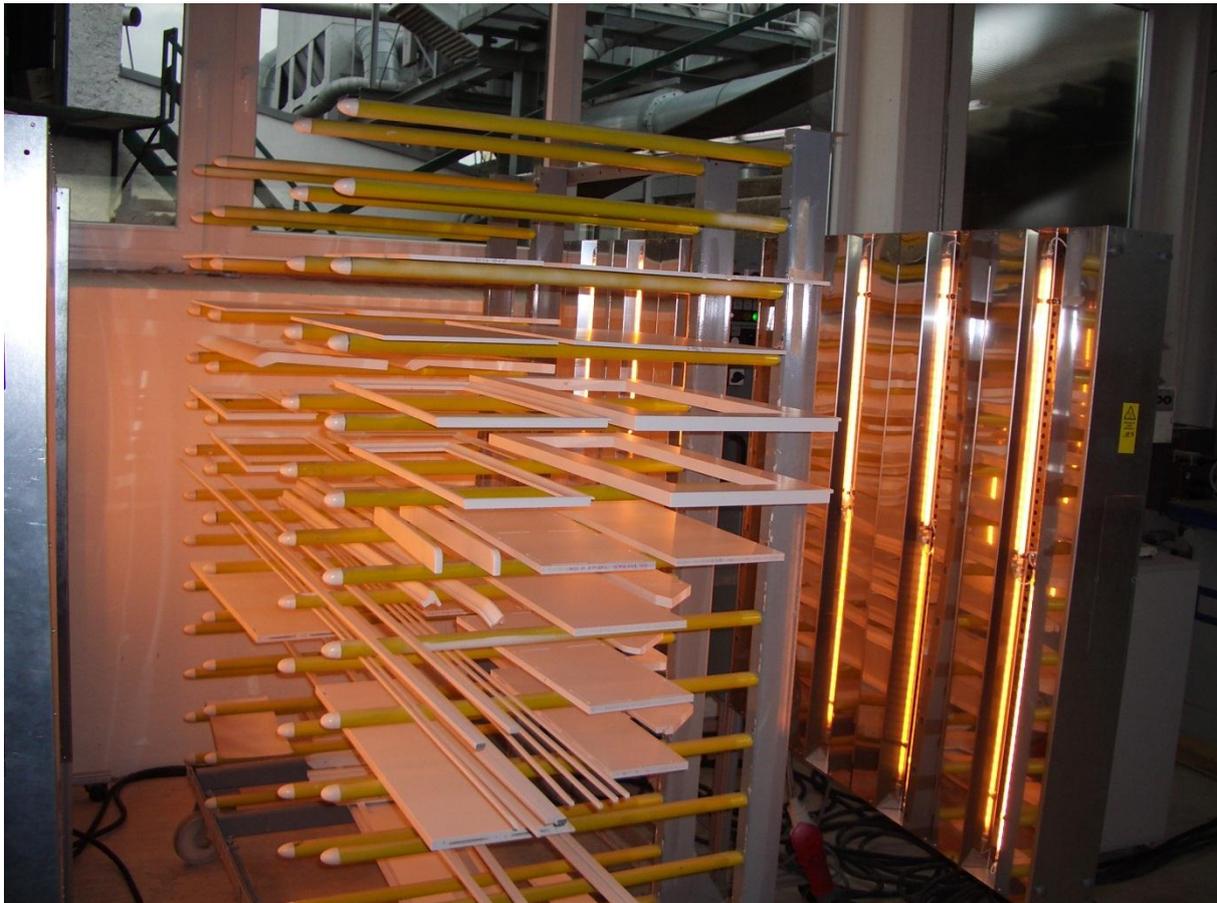
- + Stark verkürzte Trocknungszeiten
 - Nur 10 Minuten Ruhen - 10 Minuten Infrarotwärme - 10 Minuten Abkühlung fertig!
- + Positive Eigenschaften des Lacks, wie
 - schnell schleifbar
 - schnell staubtrocken
 - hohe Pendelhärte
 - gute Blockfestigkeit
- relativ hohe Anschaffungskosten
- laufende Betriebskosten (Strom)
- Verschleißteile IR-Strahler (Lebensdauer ca. 8000 – 10000 Stunden)
- Auf die richtige Handhabung der Infrarottrocknung ist zu achten. Da sonst bei zu hoher Intensität der Infrarotwärme Risse im Lackfilm entstehen. Hier sind die Angaben der Hersteller zu beachten.

Kosten

Infrarottrockner: Der Anschaffungspreis für ein Gerät, das eine vernünftige Ausleuchtung eines Hordenwagens ermöglicht, liegt bei ca. 18.000 – 21.000 € + MwSt. Ein Strahler hat eine Lebensdauer von ca. 8000 bis 10000 Stunden (= 480.000 - 600.000 Trocknungen bei 10 Minuten Trocknungszeit). Die Ersatzbeschaffung kostet ca. 80,- € + MwSt. pro Strahler. Die Stromkosten bei so einem Gerät mit 32 IR-Strahlern belaufen sich bei einer benötigten 50%-igen Leistung auf 3,20 €/Stunde bzw. 0,54 €/10 Minuten = 1 Hordenwagentrocknung (aktueller Strompreis: 0,24€ pro kWh).¹⁸

Beispiel: Elektro Mechanik Sonnenschein GmbH (EMS),
 Hordenwagentrockner Standard mit gefilterter Konvektionsluft

Länge	– 2,40 m
Anzahl IR-Strahler	– 32
Leistungsaufnahme	– 2 x 6,7 kW (stufenlos regelbar)
Kaufpreis	– 17.945,- € + MwSt.
IR-Strahler Nachkauf	– 75,63 €/Stück + MwSt.



(Abb. 74: Infrarot Hordenwagentrockner EMS)

¹⁸ Wikipedia: Aktueller Strompreis inkl. MwSt. - 01.09.2011



8.3 Fazit – Trocknung durch Konvektion

Durch Konvektion, d.h. den Transport von trockener, warmer Luft zur Lackoberfläche wird die gesättigte Luft über den Flächen weggeblasen. Die trockene Luft nimmt dann wieder leichter Feuchtigkeit auf.

Bedingungen

Für einen Hordenwagen braucht man mehrere SATA dry jet´s, da sie die Luft nur sehr gezielt auf die Fläche bringen. Die Druckluft darf nicht verunreinigt sein (würde zu Störungen in der Lackoberfläche führen). Hierzu empfiehlt SATA einer Filtereinheit (inkl. Aktivkohlefilter).

Der Ventilator verwirbelt die Luft sehr breit. Daher reichen oft 1-2 Standventilatoren, um bei einem kompletten Hordenwagen die Luft von den Lackoberflächen abzutransportieren. Ventilatoren können aber nur in Trocknungsräumen, die keine Ex-Zone sind, eingesetzt werden. Der Ventilator soll ca. 1,50 m vor den Hordenwagen gestellt werden und darf nur auf der kleinsten Stufe betrieben werden, da sonst die Oberfläche zu schnell abbindet und Luft einschließen kann!

Unsere Empfehlung

Laut Herstellerangaben (SATA) sollen die dry jet´s mit einer Neigung von ca. 45° auf die lackierte Oberfläche ausgerichtet werden. Unseren Erfahrungen nach und in unseren Untersuchungen getestet, ist eine horizontale Luftverwirbelung oberhalb dieser lackierten Fläche ebenfalls effektiv. Dies bewirkt aber auch ein handelsüblicher Ventilator, der wesentlich kostengünstiger in der Anschaffung und im Verbrauch ist (nicht für EX-Schutz zonen geeignet).

Vor- und Nachteile

Die Lacke sind:

- + Ab 2 Stunden schleifbar
 - + 50% schneller staubtrocken als bei einer Raumtemperatur von 20°C
 - + Ähnliche Endhärte wie bei einer Raumtemperatur von 20°C
 - + Abtransport gesättigter Luft
 - + Kostengünstig
-
- Bei falscher Handhabung können Risse, Lackaufschiebung oder Lufteinschlüsse entstehen
 - Die Druckluft muss beim Betrieb der SATA dry jet´s absolut sauber sein (Filtereinheit inkl. Aktivkohlefilter notwendig!)

Kosten

SATA dry jet: Der Anschaffungspreis für ein 2er-Set mit Stativ liegt bei 650€/Stück + MwSt.¹⁹ Man benötigt aber mehrere für eine vernünftige Hordenwagentrocknung. Für die Druckluftversorgung entstehen bei einem Verbrauch von ca. 350NL/min²⁰ pro SATA dry jet und einer Leistungsaufnahme eines Kompressors von 3kWh Betriebskosten in Höhe von ca. 0,72€ je Stunde. Dieser Kompressor ist in Fachmärkten zu erwerben, wird aber nicht benötigt, wenn man die vorhandene Druckluft im Betrieb mit nutzen kann.

Beispiel: SATA dry jet 2er-Set mit Stativ
SATA German Engineering
Luftverbrauch: 350NL/min pro SATA dry jet
Empfohlener Eingangsdruck: 2,5 -3 bar

Luftversorgung: Boge Baureihe SRD 350 - 1000²¹
Boge Druckluftsysteme
Leistungsaufnahme – 2,2 – 6,3kWh
Leistungsvermögen – 303m³
Kaufpreis – auf Anfrage
Stromkosten – Bei einem aktuellen Strompreis von 0,24€²²

pro kWh entstehen Kosten für eine Stunde von ca. 0,50€ bis 1,50€



(Abb. 75: SATA dry jet mit Stativ)

Stand-Ventilator: Die Anschaffung liegt bei ca. 30,- € + MwSt. und die Stromkosten belaufen sich für eine Betriebsstunde auf ca. 0,01€.

Beispiel: Standventilator Black Stratos B 415
Elektro Reiners Systemtechnik GmbH²³
Leistungsaufnahme – 40Watt
Luftumwälzung – 2650m³/h
Kaufpreis – 29,40 € + MwSt.



(Abb. 76: Handelsüblicher Ventilator)

¹⁹ Kessner, Michael: Spritz- & Lackiertechnik.

²⁰ NL: Bezeichnung für Normliter.

²¹ Boge Kompressoren: Produkte.

²² Wikipedia: Aktueller Strompreis inkl. MwSt. - 01.09.2011

²³ Schwarting, Rainer und Schwarting, Sonja: Elektro Reiners Systemtechnik GmbH. Standventilator.

²⁴ Wikipedia: Aktueller Strompreis inkl. MwSt. - 01.09.2011



Trocknungsverfahren

Klimatische Trocknung

Die lackierten Flächen trocknen unter den klimatischen Raumbedingungen.

Trocknungsraum mit einer ausreichenden Heizung und Luftumwälzung (Luftaustausch). Die Zuluft muss aber je nach Jahreszeit auch erwärmt werden! Sind große Mengen lackierter Teile im Trocknungsraum, steigt die Luftfeuchtigkeit an und eine Entfeuchtung der Luft wird notwendig!

Heizkosten: Nur bei Bedarf. Kosten abhängig von Heizungsanlage, Energieart und Standort.

Zuluft-Heizung: Nur bei Bedarf. Kosten abhängig von der Räumlichkeiten und der technischen Umsätzen.

Eine Erhöhung von 20 auf 25°C bewirkt:
+ 1 Stunde früher schleifbar
+ 20 Minuten früher staubtrocken

- evtl. höhere Heizkosten
- evtl. Kosten für Zuluft-Heizung
- evtl. Kosten für Luftentfeuchter



Infrarottrocknung

Die lackierten Flächen trocknen unter Einfluss von Infrarotstrahlen.

Trocknungsraum der kein EX-Schutz erfordert. Normale klimatische Bedingungen von 18-25°C und 50-65% Luftfeuchtigkeit. Bei erhöhter Luftfeuchtigkeit ist eine Entfeuchtung der Luft notwendig.

Hordenwagentrockner
= ca. **18000 – 21000€***

Infrarot-Ersatzstrahler = 80,-€/Stück*
(Lebensdauer ca. 8000 bis 10000 Betriebsstunden)

Stromkosten = ca. 3,20€/Stunde
ca. **0,54€/Bestrahlung**
(10 Minuten mit 32 IR-Strahlern bei 50%iger Leistung)



- + schnelle Abläufe (10 min. Ruhen, 10 min. bestrahlen, 10 min. Abkühlen)
- + 3 Stunden früher schleifbar
- + bessere Blockfestigkeit
- hohe Anschaffungskosten
- laufende Betriebskosten (eher gering, Bestrahlung dauert nur 10 min.)
- Verschleiß der IR-Strahler (eher gering, da Strahler lange Lebensdauer haben!)
- nicht für Ex-Schutz zonen geeignet

Konvektionstrocknung

Die lackierten Flächen trocknen unter Einfluss einer Luftströmung.

Für einen Hordenwagen braucht man mehrere SATA dry jet's, da sie die Luft nur sehr gezielt auf die Fläche bringen.
1-2 Standventilatoren sind wegen der breiten Luftverwirbelung ausreichend, um bei einem kompletten Hordenwagen die Luft von den Lackoberflächen abzutransportieren.
Bei erhöhter Luftfeuchtigkeit ist eine Entfeuchtung der Luft notwendig.

SATA dry jet 2er-Set inkl. Stativ
= ca. **650,00€***

Druckluft = Kosten sind abhängig von der Art der Erzeugung. (Verbrauch 350NL/Minute** pro SATA dry jet)

Stand-Ventilator
= ca. **30,-€***

Stromkosten = ca. 0,01€/Stunde



- + 2 Stunden früher schleifbar
- + ca. 50% schneller staubtrocken
- + Abtransport gesättigter Luft
- + kostengünstige Lösung
- bei SATA dry jet: höhere Kosten (mehrere Geräte für Hordenwagentrocknung nötig und evtl. Filtereinheit für saubere Druckluft)
- bei Ventilator: nicht für Ex-Schutz zonen geeignet

Zusatzoption Luftentfeuchter

Der Luftentfeuchter ist einzusetzen, wenn die relative Luftfeuchtigkeit über 65% ansteigt (z.B. wenn viel lackiert wurde).

Luftentfeuchter (Bautrockner)
= ca. **1400,-€***

Stromkosten = ca. 0,19€/Stunde
(bei Leistungsaufnahme des Trockners von 800 Watt)

- + gesättigte Luft wird getrocknet
- + Luft nimmt wieder Feuchtigkeit auf
- + verkürzt somit erheblich die Trocknungszeiten bei zu hoher Luftfeuchtigkeit
- Kosten für Luftentfeuchter

* Preise exkl. MwSt.

** NL: Bezeichnung für Normliter

***Zeitangabe „schleifbar nach“ (Referenzangabe bei 20°C und 65% relativer Luftfeuchte durchschnittlich 4 Stunden)



11.0 Literaturverzeichnis

1. Anette Angerer-Herttan: Elektro Mechanik Sonnenschein GmbH (EMS). Infrarot-Anlagen. Schönau am Königssee.
2. Beuth Verlag GmbH 2002-09: Bestimmung des Trockengrades von Beschichtungen. Berlin.
3. BOGE KOMPRESSOREN Otto Boge GmbH & Co. KG: Produkte. Bielefeld.
4. Dr. Allwissend 1999-06: Pendelhärte nach König (DIN 53 157)
5. George 2004-02: Hallo, mich würde interessieren, welche Meinung ihr von Wasserlacken habt. woodworker.de. Brockbals, Michael; Schloss Holte-Stukenbrok.
6. Heraeus Vötsch GmbH: Betriebsanleitung Heraeus Vötsch GmbH 19..
7. Kessner, Michael: Spritz- & Lackiertechnik. SATA. Enger.
8. Kaut, the air company: Luftentfeuchter. Wuppertal.
9. Olbrich, Udo: Olbrich know how. Härte. Pendelhärte. D-Hemer.
10. Peter Faisst, Christoph Allefeld 2010-06: handwerker.de, weiter machen. Blockfestigkeit. Düsseldorf.
11. SATA GmbH & Co. KG: SATA dry jet Stativ. Produktinformationen. Kornwestheim.
12. Schwarting, Rainer und Schwarting, Sonja: Elektro Reiners Systemtechnik GmbH. Ganderkesee.
13. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH: Wissenschaft-online Portal. Absorptionskoeffizient. Heidelberg.
14. Vötsch Industrietechnik GmbH: Umweltsimulation & Wärmetechnik. Produktprogramme. Balingen-Frommern.
15. Wikipedia: Aktueller Strompreis.

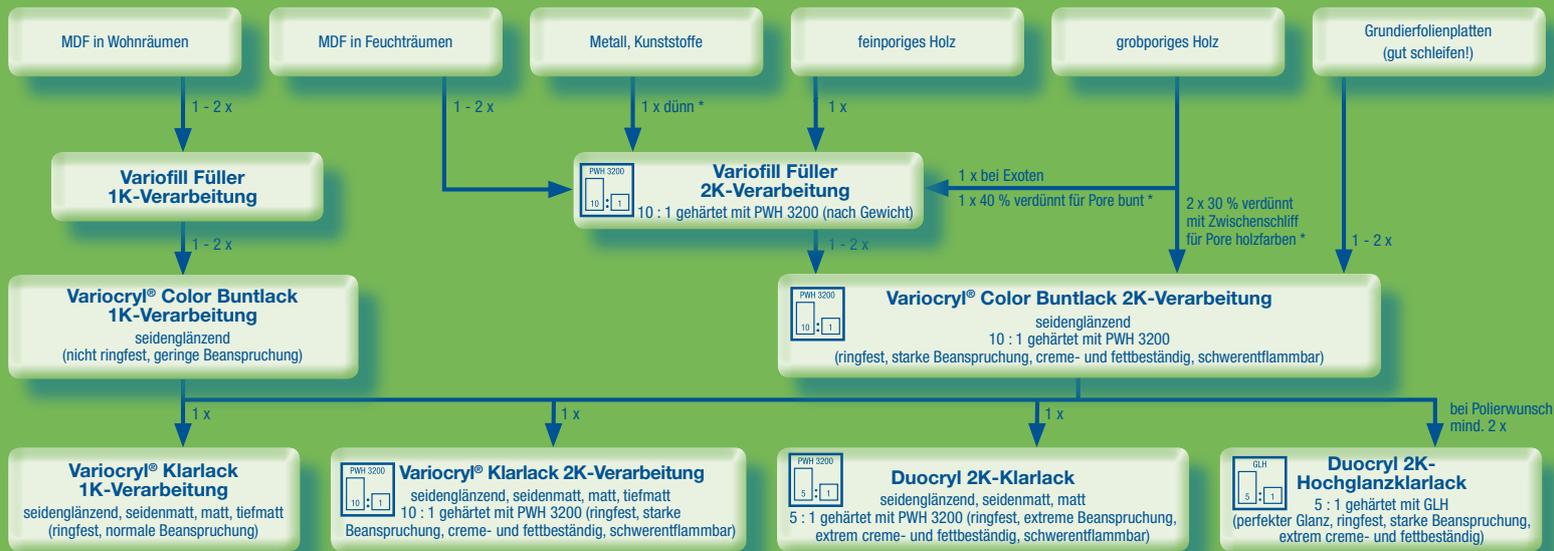


14.0 Verzeichnis der Internetadressen

1. Anette Angerer-Herttan: Elektro Mechanik Sonnenschein GmbH. Infrarot-Anlagen. Online im Internet: URL: <http://www.el-me-so.de/pages/infrarotanlagen.html> (Stand: 01.09.2011)
2. Beuth Verlag GmbH 2002-09: Bestimmung des Trockengrades von Beschichtungen. Im Internet: URL: www.beuth.de/langanzeige/DIN-53150/de/54470007.html (Stand: 01.09.2011)
3. BOGE KOMPRESSOREN Otto Boge GmbH & Co. KG: Produkte. Im Internet: URL: <http://www.boge.de> (Stand: 01.09.2011)
4. Dr. Allwissend 1999-06: Pendelhärte nach König (DIN 53 157). Im Internet: URL: http://home.arcor.de/schubert.v/_imctb/kap_3/pendelx.html (Stand: 01.09.2011)
5. George 2004-02: Hallo, mich würde interessieren, welche Meinung ihr von Wasserlacken habt. woodworker.de. Brockbals, Michael; Im Internet: URL: <http://www.woodworker.de/forum/wasserlack-t1250.html> (Stand: 01.09.2011)
6. Kessner, Michael: Spritz- & Lackiertechnik. SATA. Im Internet: URL: <http://www.spraytool.de> (Stand: 01.09.2011)
7. Olbrich, Udo: Olbrich know how. Härte. Pendelhärte. Im Internet: URL: http://www.olbrichknowhowweb.de/Produktgruppen/Physikalische_Testgerate/Harte/harth.html (Stand: 01.09.2011)
8. Peter Faisst, Christoph Allefeld 2010-06: handwerker.de, weiter machen. Blockfestigkeit. Im Internet: URL: <http://www.heimwerker.de/heimwerker/service-lexika/heimwerker-lexikon/eintrag/blockfestigkeit.html> (Stand: 01.09.2011)
9. SATA GmbH & Co. KG: SATA dry jet Stativ. Produktinformationen. Im Internet: URL: <http://sata.com/index.php?id=satadryjetstativ&L=0> (Stand: 01.09.2011)
10. Schwarting, Rainer und Schwarting, Sonja: Elektro Reiners Systemtechnik GmbH. Im Internet: URL: <http://www.elektro radar.de> (Stand: 01.09.2011)
11. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH: Wissenschaft-online Portal. Absorptionskoeffizient. Im Internet: URL: <http://www.wissenschaftonline.de/abo/lexikon/optik/59> (Stand: 01.09.2011)
12. Vötsch Industrietechnik GmbH: Umweltsimulation & Wärmetechnik. Produktprogramme. Im Internet: URL: <http://www.v-it.com/de/vit/start> (Stand: 01.09.2011)
13. Wikipedia: Aktueller Strompreis. Im Internet: URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Strompreis> (Stand: 01.09.2011)

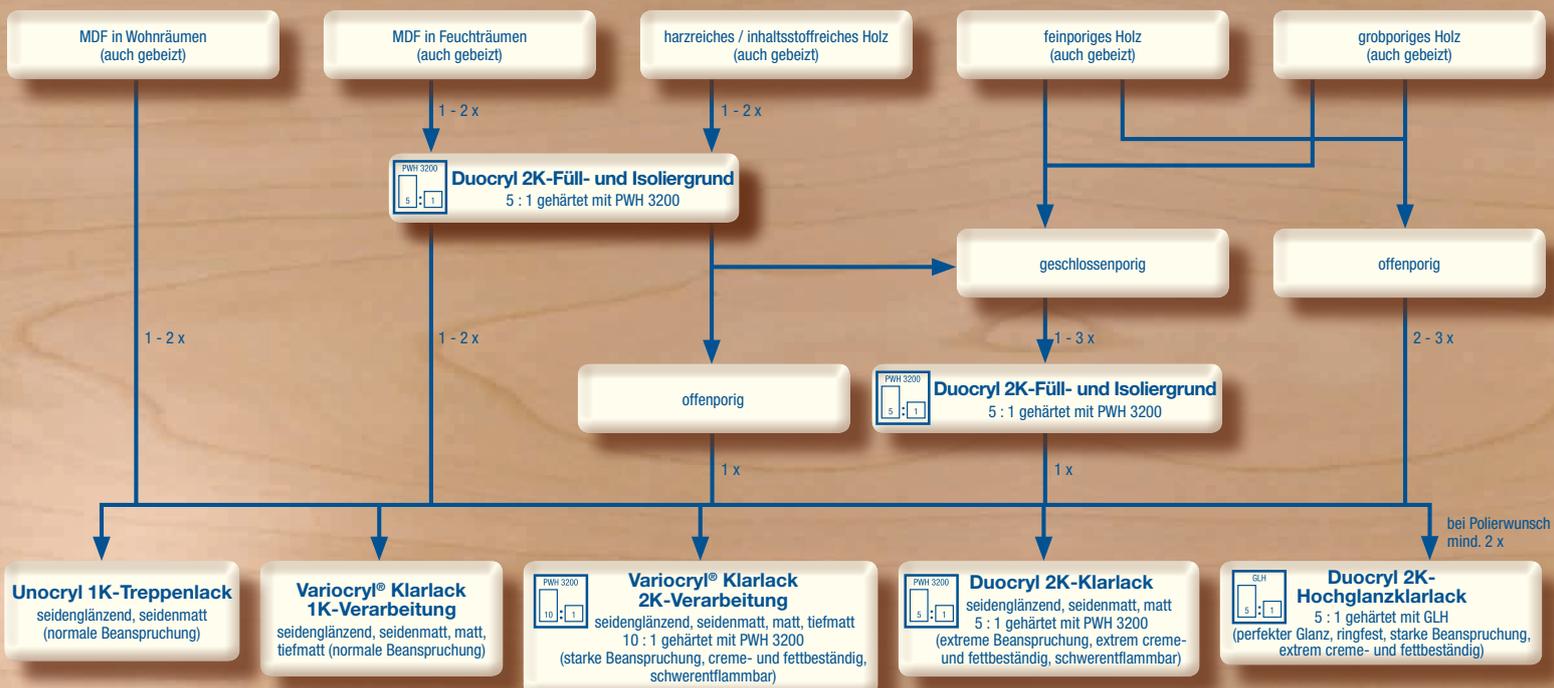
Der Weg zur perfekten Wasserlack-Oberfläche

Farbige Lackierung



* für normale Beanspruchung (keine inhaltsstoffreichen Hölzer und Exoten) reichen auch der Variofill Füller und der Variocryl® Color Buntlack (beide in 1K-Verarbeitung)

Farblose Lackierung



„Der Weg zur perfekten Parkettlack-Oberfläche“ finden Sie in der Zweihorn® Parkett-Fibel oder im Internet unter www.parkettveredelung.com

Bitte beachten Sie das jeweils gültige Technische Merkblatt, welches Sie im Internet unter www.zweihorn.com abrufen oder bei uns anfordern können.



Akzo Nobel Hilden GmbH · Wood Coatings · Zweihorn
Düsseldorfer Straße 96-100 · 40721 Hilden
Postfach 10 05 22 · 40705 Hilden/DEUTSCHLAND
Telefon: +49 (0) 21 03 / 77-800 · Fax: +49 (0) 21 03 / 77-577
www.zweihorn.com · E-Mail: zweihorn@akzonobel.com