

# Trocken-Übung

Ökologisch-effizient: Bürkles UV-LED-Technologie



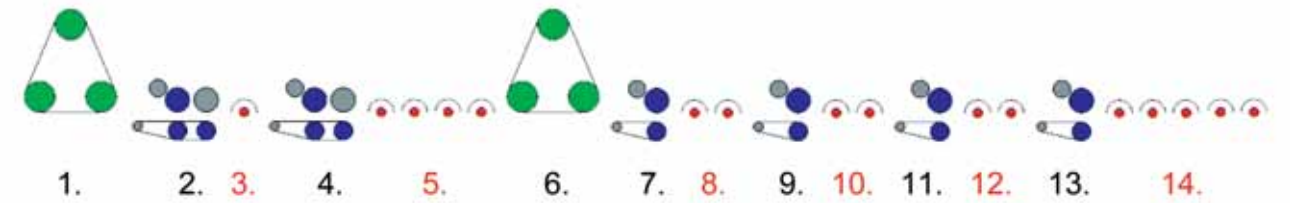
Bürkles UV-LED Anlage

Der effiziente Umgang mit Energie ist eines der Megathemen unserer Zeit. Umweltverträgliche Produktion ebenso. Kommt – wie bei der UV-LED-Trocknung – beides zusammen, könnte man das als Glücksfall bezeichnen. Doch muss man den Ingenieuren der Robert Bürkle GmbH sowie deren Kooperationspartnern weniger Glück attestieren als harte und lange Entwicklungs- und Forschungsarbeit. Eine Arbeit, die sich gelohnt hat, wie der aktuelle Stand beweist. Standhaftigkeit war gefragt in Sachen UV-LED-Technik. Erstmals zur Xylexpo 2008 präsentierten die Freudenstädter Maschinenbauer die-

ses Verfahren. „Eigentlich zu früh“, erinnert sich Tobias Schreck, der sich als Produktmanager Lackiertechnologie bei Bürkle seit vielen Jahren mit dem Thema beschäftigt. „Damals war das Gesamtsystem noch nicht ausgereift. Will sagen, dass die Anlagentechnik zwar zur Verfügung stand, die verwendeten Lacke den speziellen Anforderungen dieser Trocknungsart aber noch nicht in vollem Umfang genügt haben.“ Das Problem war, dass nur wenige Lackhersteller überhaupt Interesse zeigten, in dieser Richtung – nämlich für die Holzverarbeitende Industrie – zu entwickeln. Das änderte sich aber 2009, als Bürkle, beharrlich wie die

Schwaben nun einmal sind, auf der Ligna erneut die LED-Flagge zeigte. Diesmal war das Interesse ungleich größer. Und nicht nur seitens der Möbelhersteller, die zu dieser Zeit anfangen, die LED für die Beleuchtung im Möbel für sich zu entdecken. Auch die Lackindustrie sprang mit auf. Vielleicht lag es daran, dass sie im Bereich von Sieb- oder Foliendruck bereits erste gute Erfolge mit UV-LED-Trocknung erzielt hatte. Im Ligna-Jahr 2009 wurde u. a. auch ein spezielles UV-LED-Verfahren eines bekannten Lackherstellers für die Reparaturlackierung von Autos präsentiert. Die Anwendung von LED war zum „trockenen“ Thema geworden und er-

Anlagenkonzept für einen IKEA Weis Nr. 5 Aufbau\*  
mit konventioneller UV-Technologie

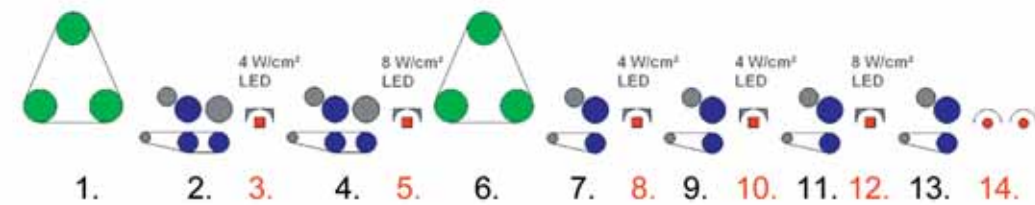


- |  |  |
|--|--|
| 1. Holzschliff                         | 8. UV-Härtung 2 x Ga                               |
| 2. RCF: Füller, 30 g/m <sup>2</sup>    | 9. RCL: Grundlack, 11 g/m <sup>2</sup>             |
| 3. UV-Härtung 1 x Hg                   | 10. UV-Härtung 2 x Ga                              |
| 4. RCF: Füller, 18 g/m <sup>2</sup>    | 11. RCL Optiroller: Grundlack, 25 g/m <sup>2</sup> |
| 5. UV-Härtung 4 x Hg                   | 12. UV-Härtung 2 x Ga                              |
| 6. Lackschliff                         | 13. RCL Optiroller: Decklack, 4 g/m <sup>2</sup>   |
| 7. RCL: Grundlack, 11 g/m <sup>2</sup> | 14. UV-Härtung 2 x Ga + 3 x Hg                     |

\*Konzept von Lackfabrik Hammen

Anlagenkonzept für einen IKEA Weis Nr. 5 Aufbau\*  
mit konventioneller UV-Technologie

Anlagenkonzept für einen IKEA Weis Nr. 5 Aufbau\*  
Bedarf an UV-Anlagen im Vergleich von konventioneller UV-Technik zu UV-LED



- |   |  |
|---|--|
| 3. UV-Härtung 1 x 120 W/cm - Hg                         | 3. UV-Härtung 1 x LED 4 W/cm <sup>2</sup>  |
| 5. UV-Härtung 4 x 120 W/cm - Hg                         | 5. UV-Härtung 1 x LED 8 W/cm <sup>2</sup>  |
| 8. UV-Härtung 2 x 120 W/cm - Ga                         | 8. UV-Härtung 1 x LED 4 W/cm <sup>2</sup>  |
| 10. UV-Härtung 2 x 120 W/cm - Ga                        | 10. UV-Härtung 1 x LED 4 W/cm <sup>2</sup> |
| 12. UV-Härtung 2 x 120 W/cm - Ga                        | 12. UV-Härtung 1 x LED 8 W/cm <sup>2</sup> |
| 14. UV-Härtung 2 x 120 W/cm - Ga<br>+ 3 x 120 W/cm - Hg | 14. UV-Härtung 2 x 120 W/cm - Hg           |

\*Konzept von Lackfabrik Hammen

Anlagenkonzept für einen IKEA Weis Nr. 5 Aufbau\*  
Bedarf an UV-Anlagen im Vergleich von konventioneller UV-Technik zu UV-LED

## Kostenvergleich

		Ikea Weis Nr. 5 Konventionelle UV-Technik	Ikea Weis Nr. 5 UV-LED Technik
<b>Basiswerte</b>			
Arbeitszeit	Schichten pro Tag	2	2
Arbeitszeit	Stunden pro Schicht	8	8
Arbeitszeit	Arbeitstage pro Jahr	250	250
Theoretische Anlagen-Laufzeit pro Jahr	h/Jahr	4.000	4.000
Nutzungsgrad der Anlage		85,00%	85,00%
Laufzeit der Anlage	h/Jahr	3.400	3.400
Anteil der Laufzeit in der UV-Anlagen eingeschaltet sind		95,00%	70,00%
Laufzeit der UV-Anlagen	Stunden / Jahr	3.230	2.380
Zinssatz in Prozent		6%	6%
Abschreibungszeitraum	Jahre	3	3
Gesamtanschlußwert Strom	kW	298,00	130,00
Absaugvolumen	m³/h	19.000	2.200
Druckluftvolumen	m³/h bei 6 bar	0,20	0,10
<b>Fixe Betriebsmittelkosten</b>			
Maschineninvestition	€	258.490,00 €	486.950,00 €
Investition für Absauganlage (je UV-Anlage 15 m Abluftkanal)	€	15.000,00 €	2.500,00 €
Zins	€/Jahr	8.204,70 €	14.683,50 €
Abschreibungen pro Jahr	€/Jahr	91.163,33 €	163.150,00 €
<b>Variable Betriebsmittelkosten</b>			
Strompreis je KW/h	€/Jahr	0,14 €	0,14 €
Stromkosten pro Jahr	€/Jahr	134.755,60 €	43.316,00 €
Preis pro m³ Absaugvolumen (Sommerbetrieb)	€/m³	0,0003 €	0,0003 €
Preis pro m³ Absaugvolumen (Winterbetrieb)	€/m³	0,0004 €	0,0004 €
Kosten Absaugung (50% Sommer-, 50% Winterbetrieb)	€/Jahr	21.479,50 €	1.832,60 €
Preis für Ersatzstrahler + 1/2 Preis für Ersatzreflektorblech	€/Stück	650,00 €	15.000,00 €
Lebensdauer Strahler	h	1.100	15.000
Kosten Ersatzstrahler pro Jahr	€/Jahr	32.446,82 €	18.097,27 €
Preis pro m³ Druckluft	€/m³ bei 6 bar	0,02 €	0,02 €
Druckluftkosten pro Jahr	€/Jahr	9,69 €	3,57 €
Personalkosten je Stunde je Mitarbeiter	€/h	36,00 €	36,00 €
Zeitaufwand pro Wechsel Strahlereinheit	Minuten	30,00	60,00
Zeitaufwand für Wartung und Pflege	Minuten	20,00	10,00
Personalkosten für Strahlerwechsel im Jahr	€/Jahr	845,67 €	134,27 €
Personalkosten für Wartung und Pflege Strahlereinheit	UV alle 80 h; UV-LED alle 190 h	7.752,00 €	1.344,79 €
Ertragsmindernde durch Wartung und Pflege Strahlereinheit (500 €/h)	€/Jahr	7.463,26 €	2.558,50 €
<b>Jährl. Betriebskosten für UV-Anlagen während Abschreibung</b>	<b>€/Jahr</b>	<b>304.100,00 €</b>	<b>245.100,00 €</b>
<b>Jährl. Betriebskosten für UV-Anlagen nach Abschreibung</b>	<b>€/Jahr</b>	<b>204.800,00 €</b>	<b>67.300,00 €</b>

Jährliche  
Einsparung  
19 %

Jährliche  
Einsparung  
67 %

reichte nun verstärkt die Möbel- und andere Holzveredelnde Industrien – auch weil die Licht emittierenden Dioden preislich und hinsichtlich des Wirkungsgrades immer attraktiver wurden. Anders als Glühlampen sind LED keine Temperaturstrahler: Sie wandeln die Energie ohne nennenswerte Abwärmeverluste zu nahezu 100 Prozent in Licht um. LED emittieren ein fast monochromes Licht in einem begrenzten Spektralbereich in dem sehr schmalen Wellenlängenbereich von z.B. 395 ± 20 nm. Zum Vergleich: Die zur Trocknung verwendete Wellenlänge eines UV-Quecksilberstrahlers erstrecken sich über den Bereich von ca. 250 bis ca. 600 nm, die eines Galliumstrahlers von 240 bis 610 nm. Bei einer Bürkle-UV-LED-Anlage wird eine große Anzahl von LED gruppenweise in Einzelmodulen zusammengefasst. Etwa 300 LED kommen auf eine Fläche von 25 x 25 cm. Die Leistung der eingesetzten Strahlerein-

heiten liegt bei 4 oder 8 W/cm² – gemessen an der unterhalb der LED angebrachten Trennscheibe. Bei einer 4-Watt-Einheit entspricht die Leistung der einer 100-Watt-Gasentladungslampe.

### UV-Trocknungssysteme im Vergleich – LED liegt vorne

Betrachtet man die Leistungsangaben, wird schnell deutlich, dass sich für die Produktion enormes wirtschaftliches Potenzial ergibt. Das Beispiel eines Bürkle-Anlagenkonzeptes für einen standardisierten „IKEA Weiß Nr. 5 Aufbau“ macht dies deutlich. Mit herkömmlicher UV-Trocknung, also bei Verwendung von Gallium- und Quecksilber-Gasentladungslampen, sind in der angenommenen Fertigungsstraße sechs Stationen mit je acht Gallium- und Quecksilberstrahlern nötig. Die Leistungsaufnahme beträgt zusammen 298 kW. Bei Ausstattung mit LED-Trocknungsmodulen sind zwar im-

mer noch sechs Stationen nötig. Aber: Drei davon sind bestückt mit 4-W/cm²-LED-Strahlereinheiten, zwei weitere mit der doppelten Leistung von 8 W/cm². Und für die letzte Station mit herkömmlichem UV-Strahler werden nur noch zwei 120-W/cm-Quecksilberstrahler benötigt, drei Galliumstrahler entfallen hier. „Unter dem Strich macht das eine Reduzierung des Stromverbrauchs und somit der Stromkosten um über 50 % aus“, rechnet Tobias Schreck vor. „In unserer Beispielrechnung sind dies in Zahlen 43.000 €/Jahr Stromkosten für LED statt 135.000 €/Jahr Stromkosten für die herkömmliche Technik.“ Es soll nicht verschwiegen werden, dass die Investitionskosten für eine komplett mit LED-Trocknern ausgestattete Fertigungslinie deutlich höher als für konventionelle UV-Technik sind. Doch bei Berücksichtigung aller Parameter wie Abschreibung, Absaugung, Personalkosten für

Strahlerwechsel, Wartung und Pflege etc. ergibt sich eine jährliche Kosteneinsparung von 19%. Nach einer dreijährigen Abschreibung sind es sogar 67%.

### UV-LED – die „grüne“ Alternative

Darüber hinaus bringt die UV-LED-Technologie auch noch Vorteile hinsichtlich Umwelt- und Arbeitsschutz. Die Mitarbeiter profitieren davon, dass die für die Ozonbildung verantwortlichen kurzen Wellenlängen im UV-Spektrum ebenso fehlen wie die Infrarotstrahlung und dass die Geräuschentwicklung aufgrund der nicht erforderlichen Abluftaggregat deutlich geringer ist. Der erwähnte niedrigere Energieverbrauch reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen erheblich. Die Umwelt wird nicht durch die Entsorgung der schwermetallhaltigen Ga- und Hg-UV-Lampen belastet. Einige sprechen deshalb schon von einer „grünen“ Trocknungs-

technologie. Die genannten Vorteile kommen allerdings nur dann zum Tragen, wenn das Gesamtsystem stimmt. Von entscheidender Bedeutung ist dabei der Lack. Schreck: „Bei diesem neuen Prozess ist es unabdingbar, dass Verarbeiter, Maschinen- und Farbenhersteller von Beginn an eng zusammenarbeiten.“ Mit der Heidelberger Lackfabrik Rentsch GmbH & Co. KG, Heidelberg, fand Bürkle einen kompetenten Partner für die weitere Entwicklung seiner UV-LED-Trocknung. Als Hersteller von Holzlacken sind die Heidelberger ständig in Kontakt mit der Lackieranlagenindustrie – so auch mit Bürkle. Martin Straub, Leiter des Lacklabors: „Einer unserer Kunden plante für eine neue Anlage zur Möbellackierung. Für dieses Projekt brachte Bürkle das Thema LED ein – interessant für den Kunden und für uns eine Herausforderung, der wir uns gerne gestellt haben.“

### LED verlangt nach veränderten Lackformulierungen

Das Hauptaugenmerk galt zunächst den pigmentierten Lacken. Bei ihnen sind die

für den LED-Trocknungsprozess nötigen Initiatoren leichter beherrschbar als bei Klarlacken. Das generelle Problem ist die Sauerstoffinhibierung an der Grenzfläche Lack-Luft. „Der Sauerstoff der Umgebungsluft verhindert eine vollständige Polymerisation an der Lackoberfläche“, erklärt Straub. „Das führt zu einer schlechten Aushärtung mit der Folge, dass der Lack an der Oberfläche leicht klebrig bleibt.“ Er ist allerdings hart genug, um geschliffen werden zu können. Der Knackpunkt der lacktechnischen Entwicklung sind die Photoinitiatoren. Sie sind die Schlüsselverbindungen in UV-härtenden Lackformulierungen. Photoinitiatoren bewirken die Aushärtung der aufgetragenen dekorativen Schicht in Sekundenbruchteilen. Die Aushärtung von 100%-Lacken allein mit LED-Strahlern, insbesondere beim Decklack, gelingt allerdings mit normalen Photoinitiatormengen nicht. Die Leistung der LED-Strahler reicht, um die Grundierung anzugelieren und so an dieser Stelle des Prozesses die üblichen UV-Strahler zu ersetzen. Aus diesem Grund ist bei der be-

schriebenen Bürkle-Anlage die letzte Trocknungsstation mit einer Quecksilber-Strahler-Einheit mit zwei Gasentladungslampen à 120 W/cm ausgestattet. Sie sorgen dafür, dass das Werkstück schlussendlich die geforderten hochwertigen mechanischen Oberflächenbeständigkeiten erhält. In den vorgelagerten Prozessschritten erfüllt die LED-Härtung gleichwohl die Anforderungen, damit zum Beispiel ein Zwischenschliff erfolgen kann. Auf Basis bestehender Farbsysteme gelang den Heidelberger Lackspezialisten die Entwicklung des neuen UV-LED-Farbsystems, bei dem die beschriebenen Nachteile eliminiert wurden. Man begann mit leicht veränderten Formulierungen für die normale UV-Härtung. Das brachte bei UV-wässrigen Spritz- und Gießlacken gute Ergebnisse. Weitere Modifizierungen brachten schließlich auch für 100%-Materialien akzeptable Resultate. „Bei unserem 'HD Duolux Color', einem wässrigen pigmentierten Spritzlack, sind Oberflächenhärte, Glanz und chemische Beständigkeit mit der normalen UV-Härtung vergleichbar.“ Die Umsetzung der Anforderungen an Klarlacke ist so weit gediehen, dass mittlerweile verschiedene Lackhersteller Systeme mit entsprechenden Zusammensetzungen für die UV-LED-Trocknung liefern können. Diese wichtige Weiterentwicklung macht es somit möglich, die Vorteile der Bürkle UV-LED-Härtung in allen Bereichen der Beschichtung von Holz- und Holzwerkstoffen einsetzen zu können. Dies ist ein wichtiger Schritt für die weitere Verbreitung dieser Anwendung.

### Diese rein ökonomischen Vorteile gehen einher mit einer ganzen Reihe weiterer:

- Die Lebensdauer der Strahlereinheiten beträgt mindestens 15.000 Betriebsstunden.
- Die Oberflächentemperatur der Werkstücke liegt bei nur ca. 40°C. Gurtkühlungen sind an den LED-Modulen nicht erforderlich und die Länge der Gurtförderer ist kürzer.
- Die Leistung der LED-Strahler kann stufenlos zwischen 20 und 100 % eingestellt werden.
- Die Strahler können jederzeit ohne Vor- und Nachlaufzeit ein- und ausgeschaltet werden.
- Die Brandgefahr wird deutlich reduziert (dadurch evtl. geringere Versicherungsbeiträge).