

Anlagentechnik bei der UV-Härtung

IST METZ GmbH, Nürtingen, Oliver Starzmann

Inhalt:

1. Vorteile der UV-Technologie
2. Heutige Anwendungen im Überblick
3. Grundlagen der UV-Anlagentechnik
4. Grundkonzepte von UV-Aggregaten
5. UV-Anlagenkonzepte (Beispiele)
6. Ausblick auf zukünftige UV-Anwendungen

1. Vorteile der UV-Technologie

Die Bedeutung der Lichthärtung als Grundlage für emissionsarme Beschichtungsverfahren hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Neben der VOC-Reduktion und VOC-Vermeidung gibt es eine Vielzahl weiterer Argumente, die für den Einsatz der UV-Härtechnik sprechen, und der sich heutige und zukünftige industrielle Beschichtungsverfahren nicht verschließen können.

Unter anderem sind hier zu nennen:

- Wirtschaftlichkeit durch kurze Aushärtezeiten, hohe Produktionsgeschwindigkeiten, kurzen Anlagen und geringen Energiekosten.
- Erzeugung von kratzfesten, chemisch und mechanisch sehr gut beständigen Schichten. Ausgehärtete Flächen sind nicht anlösbar.
- Sofortige Weiterverarbeitbarkeit, wie Schleif- und Stapelfähigkeit, und dadurch reduzierter Staubanfall.
- Bei der UV-Härtung sind nur geringe Auftragsmengen notwendig. Es besteht die Möglichkeit der Rückgewinnung nicht verbrauchter Beschichtungsmaterialien, da diese nur im Bereich der UV-Lampe aushärten.
- Geringe Oberflächenerwärmung der Substrate.
- Gute Verträglichkeit der UV-Lacke mit anderen Lackmaterialien.

Die UV-Technik hat sich zu einer sicheren und ausgereiften Technologie entwickelt. Strahlenschutz, Ozon und Arbeitssicherheit sind heute keine Diskussionspunkte mehr. Auf der Drupa 2000 wurde dies beim UV-Forum der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung, in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Organisationen in Frankreich und Großbritannien, mehr als deutlich herausgestellt.

Der Einsatz von UV-härtbaren Farb- und Lacksystemen ist eine Möglichkeit, die immer schärfer werdenden EU-Umweltgesetze einzuhalten. UV gilt neben der Wasserlacktechnologie und der Pulvertechnologie als eine der drei Zukunftstechnologien im Bereich der Oberflächentechnik.

2. Heutige Anwendungen im Überblick

Die Anwendungspalette der UV-Technologie erstreckt sich auf die graphische Industrie mit Ihren unterschiedlichen Druck- und Lackierverfahren, industriellen Anwendungen, sowie Anwendungen im Bereich der Automobilindustrie.

Als Substrate kommen dabei Papier, Karton, Kunststoff, Blech, Metall, Holz, Holzwerkstoffe, Wellpappe oder Glas zum Einsatz.

2.1 UV in der graphischen Industrie

Im Bereich der graphischen Industrie gibt es in Abhängigkeit des Lackier- und Druckverfahrens eine Vielzahl von Anwendungen. Beispielhaft und ohne Anspruch auf Vollständigkeit können hier angeführt werden:

Faltschachteln im Bereich Kosmetik- und Getränkeverpackung, Geschäftsberichte, Scheckkarten, Ausweise, Wertpapiere, Banknoten, Formulare, Mailings, Schecks, Lotterielose, Verpackungen, Werbe- und Auszeichnungsetiketten (für Lebensmittel, kosmetische und medizinische Produkte) Blechverpackungen wie Schachteln und Dosen, Flaschendeckel, Joghurtbecher, Compact-Discs, etc.

2.2 UV bei industriellen Anwendungen

UV-Technologie bei industriellen Anwendungen wird im Wesentlichen in folgenden Bereichen eingesetzt: Vernetzung von Hotmelt PSA, Silikonisierung von Papieren, PVC-Fußbodenlackierung, Dekorfolienlackierung, etc.

2.3 UV in der Automobilindustrie

Der Einzug der UV-Härtung in der Automobilindustrie hat sich in den letzten Jahren über die Zulieferindustrie vollzogen. Folgende Anwendungen stellen heute den Stand der Technik dar: Streuscheiben, Reflektoren, Rammschutzleisten, Mittelkonsolen, Armaturenbretter, Holzdekore im Innenbereich, Siebdrucke bei Armaturen bzw. Messinstrumente, Zylinderkopfdichtungen, Lenkräder, Leiterplatten der Elektronikbereiche, UV-Kleber für Antidröhmatten, Schwarzteile (Pumpen, Getriebe, Gestänge), Autoscheiben, etc.

Anhand dieser kleinen Aufzählung, die mit Sicherheit nicht komplett ist, können Sie die Vielseitigkeit der UV-Technologie, zum Teil auch schon bei dreidimensionalen Objekten, erkennen.

3. Grundlagen der UV-Anlagentechnik

3.1 Spektrale Energieverteilung

Die UV-Strahlung ist ein Teil des Spektrums elektromagnetischer Strahlung, das im kurzwelligen Bereich durch die Röntgenstrahlung und im längerwelligen Bereich durch das sichtbare Licht begrenzt wird. Generell gilt, dass die Strahlung umso energiereicher ist, je kurzwelliger sie ist. Die UV-Strahlung wird dabei in drei Bereiche unterteilt:

UVC:	Bereich: 100-280 nm
UVB:	Bereich: 280-315 nm
UVA:	Bereich: 315-380 nm

3.2 Energiebilanz

Eine UV-Lampe besteht aus einem abgeschlossenen Quarzrohr, in das Quecksilber gefüllt wird. Technisch wird UV-Strahlung durch elektrische Anregung des Quecksilbers im Quarzrohr erzeugt, wobei die Gasfüllung die spektrale Lichtverteilung einer UV-Lampe bestimmt. Allerdings emittiert eine übliche Quecksilberdampf Lampe neben UV-Strahlung auch noch sichtbares Licht und Infrarotstrahlung.

Von 100% eingesetzter Energie wird dabei

- ca. 28% in UV-Strahlung,
- ca. 21% in sichtbares Licht,
- ca. 33% in IR-Strahlung und
- ca. 18% in sonstigen Verlustmechanismen umgesetzt.

3.3 Spektrum der UV-Lampe

Die Quecksilberlampen bilden ein Linienspektrum aus, das durch entsprechende Zusätze noch variiert werden kann.

UV-Lampe
Spektrum Typ CK

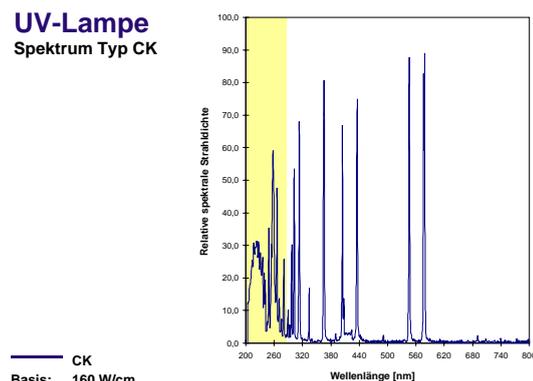


Abbildung 1: Quecksilber-Spektrum

Auf Abbildung 1 sehen Sie eine Standard-Quecksilberlampe, die in nahezu 80% aller Anwendungsfälle zum Einsatz kommt. Diese UV-Lampe hat ihren Schwerpunkt im UVC-Bereich unterhalb 250 nm.

UV-Lampe Spektrum Typ CK I

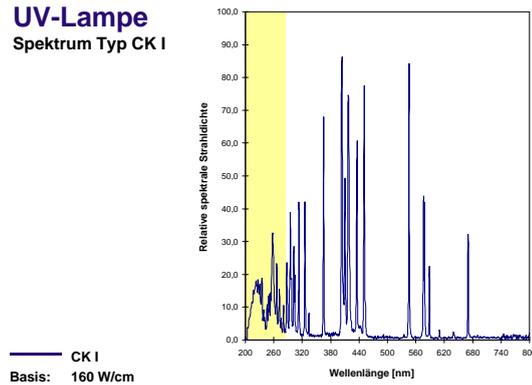


Abbildung 2: Gallium-Spektrum

Durch Dotierung von Ga und In wird das Lampenspektrum um intensive Kennlinien im Bereich von 400-450 nm ergänzt. Dieser Lampentyp hat ihren Schwerpunkt im langwelligen, sichtbaren Bereich und wird insbesondere zur Härtung von pigmentierten Holzlacken verwendet.

UV-Lampe Spektrum Typ CK II

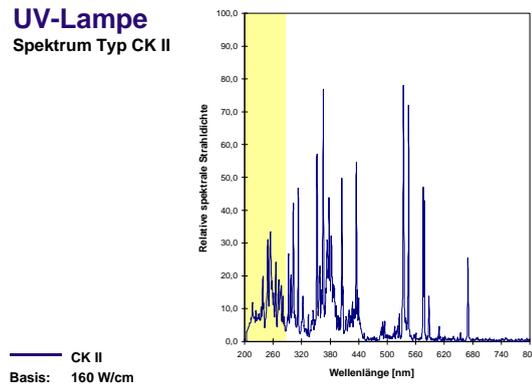


Abbildung 3: Eisen-Spektrum

Durch Zusatz von Eisen zum Quecksilber wird ein breites, aus vielen eng benachbarten Linien bestehendes Spektrum mit hohen Strahlendichten im mittel bis langwelligen Bereich von 300-380 nm erzeugt. Der Schwerpunkt dieses Lampentyps liegt folglich im UVA-Bereich.

Über entsprechende Filterzusätze im Quarzglas können für jedes Lampenspektrum ozonfreie UV-Lampen hergestellt werden, wobei die Filterkante durch die Materialauswahl bestimmt werden kann.

Quecksilbermitteldrucklampen werden mit Bogenlängen von 100 bis 2300 mm und spezifischen elektrischen Leistungen von 80 W/cm bis 200 W/cm in Abhängigkeit der Lampenlänge von IST geliefert.

3.4 Reflektor

Der zweite wichtige Baustein einer UV-Anlage ist der Reflektor. Die UV-Lampe gibt Strahlung über ihren gesamten Umfang ab. Um auch die Strahlung nutzen zu können, die Richtung Lampengehäuse emittiert wird, werden spezielle Reflektoren eingesetzt. Ein guter Reflektor mit einem hohen Wirkungsgrad ermöglicht es, dass ca. 55% der am Substrat ankommenden UV-Strahlung reflektierte Strahlung ist. Folgende Faktoren zeichnen einen guten Reflektor aus:

a) Das Reflektionsmaterial

Es ist bekannt, daß Aluminium einen sehr hohen Wirkungsgrad von ca. 90% über dem gesamten Spektrum besitzt. Nachteilig ist für einige Anwendungsfälle, daß auch im Bereich der Infrarotstrahlung sehr gute Reflektionswerte erreicht werden, was zu einer höheren Erwärmung des Substrates führt.

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von CM-Reflektoren. Bei diesem Reflektortyp ist es möglich, eine sehr hohe Reflektion im UV-Bereich zu erreichen, während sichtbares Licht und IR-Licht den Reflektor passiert. Die Folge ist eine geringere Erwärmung des Substrates.

b) Die Beschaffenheit der Reflektoroberfläche

Nicht nur die Menge der reflektierten Strahlung, sondern auch deren Richtung ist für die Effektivität des Reflektors maßgeblich. Generell gilt, dass die UV-Strahlung umso gezielter und effektiver auf das Substrat reflektiert wird, je glatter die Oberfläche ist. Aus diesen Gründen werden die Aluminiumreflektoren bei IST poliert oder es wird ein hochtemperaturbeständiges Glas als Substrat für die CM-Reflektoren verwendet.

c) Die Geometrie des Reflektors

Je nach Anwendungsgebiet können unterschiedliche Reflektorgeometrien eingesetzt werden. Auf Abbildung 4 sehen Sie den IST 1-Reflektor, der gleichermaßen UV-Licht fokussiert und streut und somit universell einsetzbar ist. Auf Abbildung 5 ist der CMK-Reflektor abgebildet, der ebenfalls eine fokussierende und eine streuende Komponente enthält.

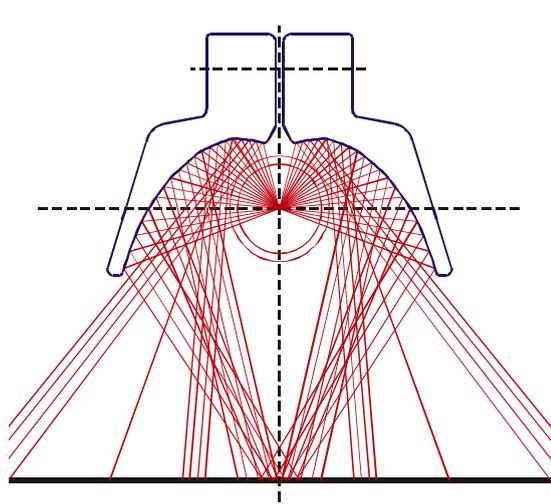


Abbildung 4: IST 1-Reflektor

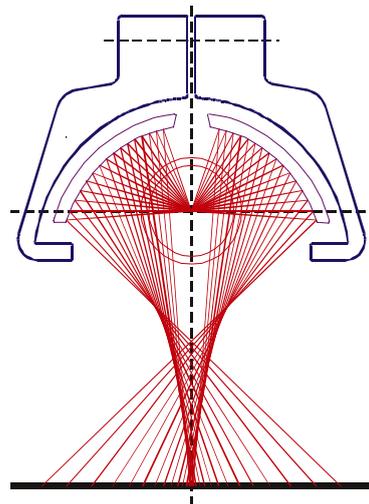


Abbildung 5: CMK-Reflektor

Weiterhin können elliptische Reflektoren eingesetzt werden, die das UV-Licht auf einen Punkt fokussieren. Parabolische Reflektoren erzeugen UV-Licht, das senkrecht auf das Substrat auftrifft. Je nach Anlagentyp sind die unterschiedlichen Reflektorgeometrien untereinander austauschbar.

3. 5 Vorschaltgerät – Leistungsregelung

Prinzipiell kann eine UV-Lampe auf zwei unterschiedliche Arten betrieben werden:

- Netz-Betrieb: Kürzere UV-Lampen bis 500 mm Lampenlänge können direkt am Drehstromnetz betrieben werden.
- Trafo-Betrieb: Für längere UV-Lampen bis 2.300 mm Lampenlänge müssen abgestimmte Trafos eingesetzt werden, um die notwendigen Zünd- und Brennspannungen zu erreichen.

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten die Lampenleistung zu steuern:

- 2-Stufen-Schaltung (50/100%)
- 3-Stufen-Schaltung (50/75/100%)
- Stufenlose Lampenleistungssteuerung SLC (40-100%)

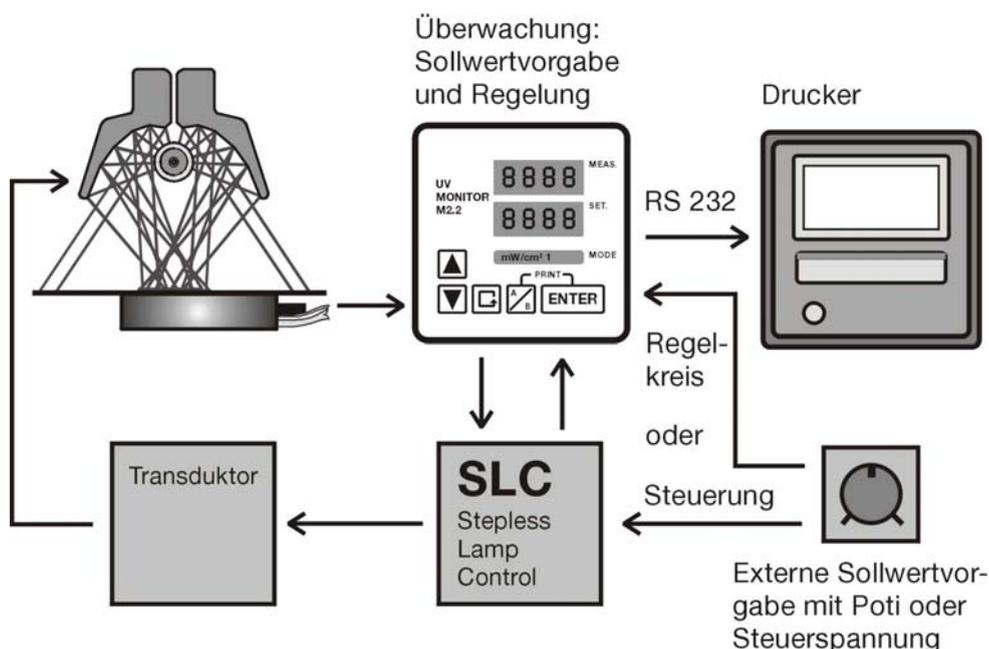


Abbildung 6: UV-Monitor Regelkreis

Der Vorteil der SLC liegt in der Tatsache, dass immer die im Moment benötigte Energie an die Produktionsgeschwindigkeit angepasst werden kann. Bei der Stufenschaltung entstehen Bereiche, in denen mehr Energie verbraucht wird, als tatsächlich benötigt wird.

Eine Weiterentwicklung ist der geschlossene UV-Regelkreis, in Kombination mit einer Online-UV-Messung mittels UV-Sensor. Hier wird nicht die installierte elektrische Leistung eingestellt, sondern die tatsächlich am Objekt ankommende UV-Leistung gemessen und/oder überwacht. Es gibt mehrere Möglichkeiten diese UV-Messung zu nutzen:

a) UV-Leistungsmessung

In diesem System wird der gemessene UV-Wert nur im Display angezeigt. Wenn der UV-Wert unter eine vorgegebene Grenze fällt, wird ein Alarm (akustisch oder optisch) ausgelöst. Bei Vorhandensein einer SLC kann die benötigte elektrische Leistung nachgestellt werden, wenn noch Reserven vorhanden sind.

b) UV-Leistungsregelung

Der gemessene UV-Wert kann bei Verwendung einer SLC auch als elektrische Stellgröße verwendet werden. Das bedeutet, dass die SLC die elektrische Leistung an der UV-Lampe erhöht, wenn der gemessene UV-Wert niedriger ist als der vorgegebene UV-Sollwert, um diesen UV-Sollwert wieder zu erreichen.

c) Geschwindigkeitsabhängige UV-Leistungsregelung

In dieser Variante ist der UV-Grenzwert nicht fixiert, sondern variiert mit der Änderung der Transportbandgeschwindigkeit. Das bedeutet, dass die Dosis der UV-Bestrahlung immer konstant gehalten wird.

Bei allen drei Verfahren kann der gemessene UV-Wert zu Dokumentationszwecken ausgedruckt werden.

3.6 Anlagensteuerung

Prinzipiell sind die IST-Schaltschränke so aufgebaut, dass im unteren Teil der Leistungsteil untergebracht ist und im oberen Teil der Steuerungsteil.

Der Steuerungsteil kann über entsprechende Schütztechnik aufgebaut werden, entsprechende SPS-Steuerungen diverser Hersteller sind ebenfalls einsetzbar.

Die Bedienung der Anlage erfolgt entweder direkt am Schaltschrank oder über entsprechende Bedienterminals, die in der Nähe der Produktion positioniert werden können.

Diese Bedienterminals ermöglichen eine menügeführte Bedienung einer UV-Anlage. Unter anderem sind Jobs mit entsprechender Anlagenkonfiguration abspeicherbar. Weiterhin können Fehlermeldungen im Display angezeigt werden.

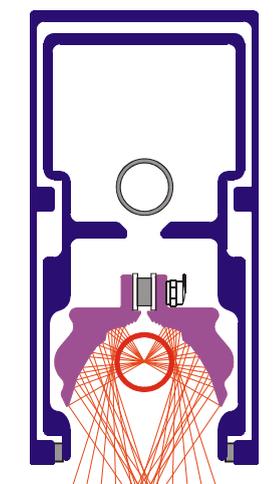
4. Grundkonzepte von UV-Aggregaten

Nachdem die beiden Hauptkomponenten einer UV-Anlage, UV-Lampe und Reflektor, dargestellt wurden, gilt es nun, diese Komponenten in geeignete UV-Aggregate zu integrieren, um den Anforderungen an die Kühlung gerecht zu werden.

Prinzipiell kann zwischen luftgekühlten und luft/wassergekühlten Geräten unterschieden werden. Eine Sonderstellung nehmen die inertisierten Systeme ein, bei denen der Stickstoff zur Kühlung im Kreislauf gefahren wird.

4.1 Luftgekühlte Systeme:

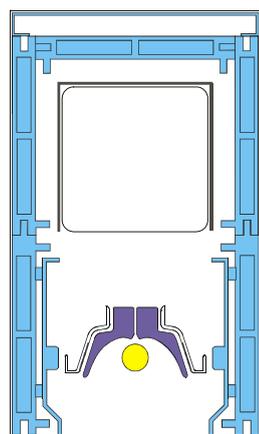
a) MBS[®]-System:



MBS[®] ist die Abkürzung für modulares Baukastensystem und besteht aus einem kompakten UV-Lampenaggregat mit Außen- und Innengehäuse aus stranggepressten Aluminiumprofilen. In diesem Anlagenkonzept können UV-Lampen mit Lampenlängen bis 500 mm und spezifischen Leistungen bis 200 W/cm in Abhängigkeit der Lampenlänge eingesetzt werden. Die Schwenkreflektoren sind sowohl in Aluminiumausführung als auch als Kaltlichtspiegel (CMK) erhältlich. Die Geräte der neueren Generation haben an der Oberseite eine Inspektionsöffnung. Mit speziell dafür entwickelten UV-Messgeräten können somit im Stand-by-Betrieb UV-Messungen vorgenommen werden.

Abb. 7: IST 2-Schwenkreflektor im MBS[®]-System

b) Lignocure-System



Das Lampengehäuse des Lignocure-Systems besteht aus massiven stranggepressten Profilen. Die Leistung der eingesetzten UV-Lampen ist auf 120 W/cm begrenzt bei Lampenlängen bis 2300 mm. Es besteht die Möglichkeit, Aluminiumreflektoren jeglicher Geometrie, sowie Kaltlichtspiegel (CMK) einzusetzen.

Abb. 8: Lignocure-System

4.2 Luft/wassergekühlte Systeme

a) BLK[®]-System

BLK[®] ist die Abkürzung für Basis-Luft-Kühlung und steht für eine Kombination aus Luftkühlung von UV-Lampen und Reflektor, sowie Wasserkühlung von Absorber und Shuttern. Das kompakte BLK[®]-System ist für Leistungen bis 200 W/cm ausgelegt. Die maximale Lampenlänge beträgt 2200 mm, dann jedoch bei reduzierter Leistung. Die ausschließlich erhältlichen Kaltlichtspiegel gewährleisten neben einem sehr hohen UV-Reflektionsgrad auch die Transmission der IR-Strahlung auf das Absorberprofil hinter dem Reflektor. Von dort wird die Wärme durch die Wasserkühlung aus dem Gehäuse abgeführt. Dasselbe gilt für die Wärmeentwicklung bei den Shuttern, die sich bei einem Produktionsstopp vor der UV-Lampe schließen, um eine Überhitzung des Substrates zu vermeiden.

Die Geräte der neueren Generation haben seitlich eine Inspektionsöffnung. Mit speziell dafür entwickelten UV-Messgeräten können somit im Stand-by-Betrieb UV-Messungen durchgeführt werden.

4.3 Inertisierte Systeme

Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten, UV-Inertanlagen auszuführen. Es gibt geschlossene Systeme, die mit einer Abtrennung zwischen UV-Lampe und Reaktionsraum arbeiten, sowie die offenen Systeme.

a) Geschlossene UV-Inertanlagen

Bei den geschlossenen Systemen bewirkt eine Quarzscheibe eine Abtrennung zwischen dem UV-Lampenaggregat und dem Reaktionsraum. Dies bedeutet, dass ein herkömmliches UV-Aggregat auf einen entsprechenden Unterbau aufgesetzt wird. Das Inertgas wird durch eine Rakeldüse und eine Befülldüse dem Reaktionsraum zugeführt. Die Rakeldüse hat die Aufgabe, vor allem bei höheren Geschwindigkeiten, das Eindringen von Luftsauerstoff durch einen entsprechenden „Stickstoffstrahl“ zu verhindern. Die Befülldüse sorgt, wie der Name schon sagt, für die Befüllung der Reaktionskammer mit der gewünschten Restsauerstoffkonzentration. Entsprechende Abdichtmaßnahmen am Einlauf und am Auslauf der Anlage sind je nach Einsatzfall vorzusehen und bestimmen maßgeblich den Stickstoffverbrauch. Entsprechende Anlagenkonzepte stehen für horizontalen Bahnverlauf, sowie dem Einbau über Kühlwalzen zur Verfügung.

Der Vorteil der geschlossenen Systeme ist vor allem ihre sehr kompakte Bauweise. Als Nachteil ist die Quarzscheibe zu nennen, die UV-Leistung absorbiert. Nach unseiner Messungen gehen durch Einbau einer Quarzscheibe 20-25% UVC und jeweils 5-10% UVB und UVA verloren. Weiterhin erhöht sich durch den Einbau der Quarzscheibe der Abstand von UV-Lampe zum Substrat, was wiederum zu leichten Leistungsverlusten führt.

b) Offene UV-Inertanlagen

Aufgrund der oben angesprochenen Nachteile der geschlossenen Systeme wurde von der Fa. IST METZ GmbH ein Anlagenkonzept erarbeitet, das ohne die Abtrennung durch eine Quarzglasscheibe auskommt.

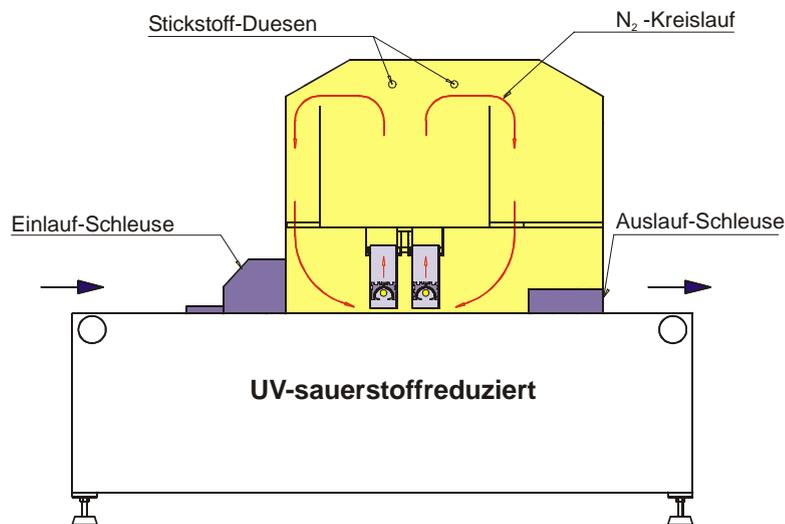


Abbildung 9: IST-UV-Inert-Kreislauf-system

Dieses Verfahren arbeitet im Kreislaufprinzip. Dies bedeutet, dass das Inertgas gleichzeitig für die Reaktion und für die Lampenkühlung verwendet wird.

Die zur Lampenkühlung notwendige „Kühlgasmenge“ wird in diesem Fall durch Inertgas realisiert. Über entsprechende Filtersysteme und Wärmetauscher wird dieser Stickstoff im Kreislauf gefahren und wieder verwendet. Wie beim geschlossenen System müssen entsprechende Abdichtmaßnahmen dem Einsatzfall angepasst werden.

Aufgrund dieser Bauweise hat das offene System folgende Vorteile im Vergleich mit einem geschlossenen System mit Quarzscheibe:

- Der gesamte Lampen-Bestrahlungsbereich ist inertisiert, was zur Folge hat, dass ohne das Vorhandensein von Sauerstoff natürlich auch durch die UV-Strahlung kein Ozon mehr erzeugt werden kann.
- Durch den Kreislaufbetrieb mit integrierter Rückkühlung ist somit keine Abluft mehr notwendig, d.h. eine IST-UV-Anlage dieser Generation kann unabhängig von der Lampenanzahl ohne Abluft betrieben werden.
- Systembedingt wird die ganze Anlage mit leichtem Überdruck betrieben. Dies hat zur Folge, dass keine Staub- und Schmutzpartikel aus der Umgebung in die Anlage hineingezogen werden können, d.h. der Aufwand an Wartung, Reinigung, etc. wird erheblich reduziert, da nur noch Verschmutzungen durch das Substrat selber oder durch Bestandteile von Lacken oder Farben verursacht werden können.
- Systembedingt können nun auch UV-Lampen eingesetzt werden, die eine höhere Lichtdurchlässigkeit in tiefen UV-Bereichen besitzen, ohne dass diese Energie in Ozonbildung und -abbau umgesetzt wird.

4.4 Luft/wassergekühlte Systeme mit optionaler Inertisierung

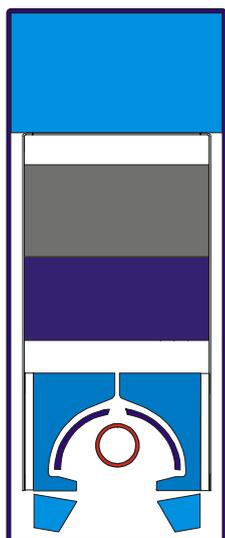


Abb. 10: BLK-U®

Das BLK-U® System ist die Weiterentwicklung des BLK® Systems mit der Möglichkeit einer offenen Inertisierung auf kleinstem Raum.

Das BLK-U® System besitzt eine kombinierte Gas-Wasserkühlung und kann sowohl in Normalatmosphäre als auch in sauerstoffreduzierter Atmosphäre betrieben werden.

Dieses Lampenaggregat mit integrierten wassergekühlten Shutttern und wassergekühltem Reflektor besteht aus stranggepressten Aluminiumprofilen. Jedes Lampenaggregat wird von einem zusätzlichen Gehäuse umschlossen, um einen eigenen Luftkreislauf zu bilden. Das BLK-U® System ist ausgelegt für Leistungen bis 200 W/cm. Der wassergekühlte Shutter schließt bei einem Produktionsstopp vor der Lampe, um eine Überhitzung des Substrates zu vermeiden.

Die Besonderheiten dieses Aggregates liegen darin, dass,

- nahezu kein Luftaustausch mit der Umgebung stattfindet,
- keine Abluft- und Zuluftleitungen notwendig sind,
- das Lampenaggregat bei Umgebungstemperaturen von 150°C eingesetzt werden kann.

5. UV-Anlagenkonzepte (Beispiele)

Je nach Anwendung und Platzverhältnissen können die verfügbaren UV-Aggregate ausgewählt werden, um dem Kunden, eine für sein Produkt maßgeschneiderte UV-Anlage zusammenzustellen. Aus dem Industriebereich werden nun einige typische bestehende Anlagenkonzeptionen vorgestellt. Selbstverständlich sind auch andere Anlagenkonzepte möglich.

5.1 Lackhärtung auf Streuscheiben

Polycarbonatstreuscheiben werden zur Verbesserung der Kratzfestigkeit UV-lackiert. Gleichzeitig erhält man geringere Verschmutzungsneigung und bessere Reinigungsmöglichkeiten. Nach der Lackapplikation und der anschließenden Abdunstzone wird der UV-Lack auf der Streuscheibe UV-gehärtet. Um alle umlaufenden Kanten mit dem UV-Licht erreichen zu können, kann die UV-Anlage in zwei Bereiche aufgeteilt werden, und die Streuscheibe wird im Zwischenraum um 90° gedreht. Jeder UV-Bereich besteht aus mehreren UV-Lampen, die die Streuscheibe von der Oberseite und der Seite bestrahlen. Je nach Teilegeometrie sind auch einfachere Anlagenführungen denkbar.

5.2 Lackhärtung auf Reflektoren

Vor der Lackierung werden die Kunststoffoberflächen mit UV-Licht bestrahlt, um eine bessere Haftung des Lackes zu gewährleisten. Nach der Lackapplikation und der Abdunstzone wird der UV-Lack mittels UV-Licht gehärtet. Der UV-Lack soll eine glat-

te und metallisierfähige Oberfläche erzeugen. Nach der Metallisierung wird noch einmal lackiert. Auch hier ist Einsatz von UV-härtbaren Lacken nach oben beschriebener Vorgehensweise denkbar.

Die Reflektoren können an einem Kettenförderer angebracht werden. Die Bestrahlung erfolgt dann von der Unterseite durch quergestellte UV-Aggregate.

Eine weitere Variante ist die Verwendung von Zykloidförderern. Dabei wird eine rotierende Welle, die gleichzeitig einen Vorschub in x-Richtung besitzt, mit mehreren Reflektoren bestückt. Über diesen Transport werden mehrere UV-Aggregate quer zur Durchlaufrichtung angeordnet, die für 3-dimensionale Aushärtung der Teile sorgen.

5.3 Lackhärtung auf Armaturenbretter

Armaturenbretter werden aus optischen Gründen UV-lackiert. Es ist damit möglich, Kunststoffteilen einen holzähnlichen Charakter zu verleihen. Weiterhin sorgt der UV-Lack für mechanische Beständigkeiten (z.B. Kratzfestigkeit). Der UV-Lack benötigt auch hier eine Abdunstzone. Nach der Lackapplikation und der Abdunstzone durchlaufen die Armaturenbretter eine UV-Zone, die aus mehreren UV-Aggregaten besteht. Eine mögliche Anlagenkonzeption kann folgendermaßen aussehen. Mehrere UV-Aggregate werden winkelverstellbar in Durchlaufrichtung angeordnet. Zusätzlich wird auch noch von der Oberseite mit quer angeordneten UV-Aggregaten bestrahlt.

5.4 Lackhärtung auf Stahlrohren

Stahlrohre werden aus optischen Gründen UV-lackiert, um einen temporären Korrosionsschutz zu erhalten.

Nach der Applikation eines reinen lösemittelfreien UV-Lackes erfolgt die Aushärtung in einer Art Lichttunnel. Die UV-Aggregate werden mit der Lampenachse in Transportbandrichtung angeordnet. Die Lampenanzahl ergibt sich aus dem Durchmesser der Rohre, die Länge der Lampe wird entsprechend der Transportbandgeschwindigkeit gewählt.

5.5 Lackhärtung mit Hilfe von mobilen UV-Aggregaten auf Robotern.

Speziell im Bereich der Lackhärtung von dreidimensionalen Bauteilen wird verstärkt über den Einsatz von UV-Aggregaten auf Robotern nachgedacht. Der Roboter kann die Kontur der Bauteile abfahren, und erreicht somit Stellen, die in einer Durchlaufanlage nur schwer oder über eine entsprechend erhöhte Lampenanzahl zu erreichen sind.

Zur Integration auf Roboterarmen kommen hinsichtlich Gewicht, Abmessungen und Mobilität optimierte UV-Aggregate zum Einsatz.

6. Ausblick auf zukünftige UV-Anwendungen

Neue Entwicklungen von der Rohstoff- und der Farb- und Lackseite machen es möglich, dass man sich viele weitere UV-Anwendungen vorstellen kann.

- Dual-Cure-Systeme mit Nachhärtung im Ofen oder bei Raumtemperatur (speziell für 3D-Teile)
- Bindemittel mit verbesserter Haftung auf Metall
- Formulierungen für Außenanwendungen
- UV-härtbare Pulver

Dadurch können sich unter Umständen folgende zukünftige UV-Anwendungen ergeben:

- Autoerienlackierung
- Autoreparaturlackierung
- Coil-Coatings
- Grundierung von Karosserieteilen aus Kunststoff
- Kratzfestbeschichtung von Karosserieteilen aus Kunststoff
- UV-Pulverlacke für Metall, Kunststoff und MDF

Die Entwicklungsmöglichkeiten der UV-Technologie sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft. In einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Kunden, Farb- und Lackherstellern, Rohstoffherstellern, Anlagenbauern und UV-Anlagenherstellern können mit Sicherheit noch weitere Anwendungsmöglichkeiten erschlossen werden, um die noch bestehenden Beschränkungen der UV-Technologie zu überwinden.