

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Meyer

Strahler und Bestrahlungseinheiten für die UV-Härtung

Inhalt:

1. Einführung	2
2. Zusammensetzung UV-härtender Kunststoffe und Härtungsmechanismus	3
3. Einteilung der UV-Strahlung	3
4. Strahlungsbedarf der UV-härtenden Kunststoffe	3
5. Strahler	4
5.1. Strahlertypen.....	4
5.2. Aufbau der Strahler / Strahler-Steckbrief.....	4
Elektrische Nenndaten.....	5
Geometrische Daten	5
Strahlungsphysikalische Daten.....	5
Allgemeine Angaben.....	5
5.3. Elektrische Betriebsweise.....	6
5.4. Einbrennverhalten der Strahler.....	9
5.5. Energiebilanz und Spektralverteilung	9
5.6. Ozonfreie Strahler.....	10
5.7. Dotierungen, Metallhalogenidstrahler.....	12
5.8. Lebensdauer	13
5.9. Handhabung im Praxiseinsatz	14
6. Bestrahlungseinheiten	14
6.1. Kühlung.....	14
6.2. Reflektoren.....	15
6.3. Maschinenintegration.....	17

1. Einführung

Aus der Erkenntnis, dass die Erde der Menschheit nur endliche Ressourcen bieten kann, die teilweise in absehbarer Zeit zur Neige gehen und um unsere Umwelt zu entlasten, sucht man in allen Industriezweigen Verfahren, die möglichst wenig Energie und Rohstoffe benötigen und keine umweltschädlichen Substanzen freisetzen.

Auch die Lack- und Farbindustrie war gezwungen, aus oben genannten Gründen neue Wege in der Beschichtungstechnik zu gehen, wobei ein Entwicklungsschwerpunkt auf UV-(ultraviolett)-härtbaren Systemen lag, um konventionelle lösungsmittelhaltige Systeme zu substituieren.

Heute noch werden sowohl in der Druckindustrie als auch in der Holzindustrie zum großen Teil lösungsmittelhaltige Farben und Lacke eingesetzt. Die beim Trocknungsprozess eingesetzten Wärmeenergien sind sehr groß und der hohe flüchtige Lösungsmittelanteil trägt zu einer erheblichen Umweltbelastung bei oder zieht einen großen Investitionsbedarf nach sich, wenn auf Grund von Luftreinhaltungsvorschriften Lösungsmittelverbrennungs- oder -rückgewinnungsanlagen installiert werden müssen.

In einigen Bereichen, wie z.B. Bedruckung von Haftetiketten und Lackierung von Küchenmöbeln, haben sich bereits UV-härtende Farben und Lacke weitgehend etabliert, in anderen Bereichen gewinnt die UV-Härtung immer mehr an Bedeutung, sogar im klassischen Druckbereich - der Tageszeitung - werden regionale Blätter mit UV-Farben bedruckt.

Neue Entwicklungen sind auch UV-härtende Klebstoffe, UV-härtende Vergussmassen und Polyesterhalbzeuge.

Wesentliche Vorteile der UV-Verfahren sind:

- Die Substanzen sind **lösungsmittelfrei** und hinterlassen daher keine umweltschädlichen Abgase.
- Die ausgehärteten Substanzen sind resistent gegen Lösungsmittel.
- Der schnelle Härtingsverlauf garantiert hohe Produktionsgeschwindigkeiten.
- Sofortiges Weiterverarbeiten der beschichteten Produkte ist möglich.
- Die UV-Härtungsanlagen weisen kleinere Baugrößen als konventionelle Trockner auf.
- Der Energieeinsatz ist geringer als bei Wärmetrocknern.
- Die Anlagen sind schon nach wenigen Minuten betriebsbereit.

2. Zusammensetzung UV-härtender Kunststoffe und Härtungsmechanismus

Ein UV-härtender Kunststoff besteht im wesentlichen aus:

- Photoinitiatoren
- Prepolymere (vorvernetzte Grundbausteine)
- Monomere (Grundbausteine als Reaktivverdünner einsetzbar)
- Pigmente (nur in nichttransparenten Kunststoffen)

Durch die Einwirkung von UV-Strahlung werden aus den in diesen Kunststoffen enthaltenen Photoinitiatoren freie Radikale gebildet, die eine Vernetzung des Systems auslösen und es in kürzester Zeit aushärten.

3. Einteilung der UV-Strahlung

Die UV-Strahlung ist ein Teil des Spektrums elektromagnetischer Strahlen und schließt sich an den kurzwelligen Teil des sichtbaren Lichtes (violett) an.

Nach DIN 5031 Teil 7 wird das Spektrum wie folgt aufgeteilt:

nahes Infrarot	IR-A	780 – 1400	nm
sichtbares Licht		380 – 780	nm
langwelliges UV	UV-A	315 – 380	nm Bräunung
mittelwelliges UV	UV-B	280 – 315	nm Sonnenbrand
kurzwelliges UV	UV-C	100 – 280	nm Keimtötung

4. Strahlungsbedarf der UV-härtenden Kunststoffe

Die unten aufgeführten Systeme benötigen vorwiegend die nachfolgend angegebenen Strahlungsbereiche:

Farben	<u>UV-C, UV-B</u>
Lacke	<u>UV-C, UV-A, VIS</u>
Klebstoffe	<u>UV-A, UV-C</u>
Vergussmassen	<u>UV-A, UV-C</u>
Polyester-Spachtel, -Folien	<u>UV-A, Licht (blau)</u>
dito glasfaserverstärkt	<u>Licht (blau), UV-A</u>

Wie man aus den Abschnitten 3 und 4 erkennt, ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an Strahler bzw. Bestrahlungseinheiten bezüglich:

- Wirkungsspektrum,
- Arbeitssicherheit, z.B. Ozon (MAK-Wert) und Schutz vor UV-C und UV-B Strahlung.

Auf diese Punkte wird in den folgenden Abschnitten noch näher eingegangen.

5. Strahler

5.1. Strahlertypen

Für die UV-Härtung werden verschiedene Typen von Strahlern eingesetzt:

- a) Quecksilberdampf-Hochdruckstrahler
- b) Metallhalogenidstrahler
- c) Quecksilberdampf-Höchstdrucklampen (Kurzbogenlampe)
- d) Quecksilberdampf-Niederdrucklampen mit UV-A Leuchtstoff
(Leuchtstofflampen, blacklight blue lamps)
- e) mikrowellenangeregte elektrodenlose Lampen (Fusion Systems)
- f) Kapillarstrahler, direkt wassergekühlt

Den weitaus größten Anteil haben die Quecksilberdampf-Mitteldruckstrahler, die hier besonders ausführlich behandelt werden.

Die Strahler unter Punkt c) , d) , e) und f) sind nur für eng abgegrenzte Anwendungsbereiche im Einsatz oder ausgesprochene Exoten, wie z. B. der Kapillarstrahler und daher nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

5.2. Aufbau der Strahler / Strahler-Steckbrief

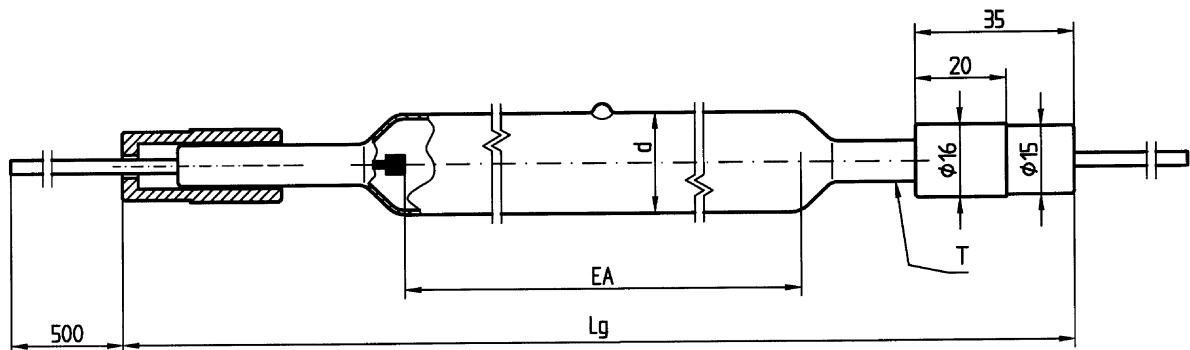
Die Bogenlänge der in der Praxis eingesetzten Quecksilberdampf-Mitteldruckstrahler variieren zwischen 10 und 220 cm. Kürzere und längere Sondertypen sind ebenfalls möglich.

Die spezifischen elektrischen Leistungen der Strahler liegen in den meisten Fällen zwischen 80 und 160 W pro cm Lichtbogenlänge. In Sonderfällen werden auch Strahler mit Leistungen bis zu 250 W/cm und mehr eingesetzt.

Im folgenden Datenblatt sehen Sie einen typischen Vertreter der Standardbaureihe 100 W/cm mit dem charakteristischen Leuchtrohrdurchmesser von 22 mm.

Beispieldatenblatt für **UV-Strahler****UVH 2522-0**

Artikelnummer: 24055002

**Elektrische Nenndaten**

Spezifische Nennleistung	W/cm	100
Nennleistung	W	2500
Strahlerspannung	V	280
Strahlerstrom	A	10
Zündspannung	V	400 + ZG
Netzspannung ¹⁾	V	400
Kurzschlussstrom, max.	A	

¹⁾ nur bei drosselbetriebenen Strahlern**Geometrische Daten**

Elektrodenabstand (Leuchtlänge)	(Maß EA)	mm	247
Gesamtlänge	(Maß Lg)	mm	380
Rohrdurchmesser	(Maß d)	mm	22,5
Litzenlänge		mm	1000 / 1000

Strahlungsphysikalische Daten

UV C Bereich	(200-280 nm)	W	ca. 380
UV B Bereich	(280-315 nm)	W	ca. 200
UV A Bereich	(315-400 nm)	W	ca. 180

Allgemeine Angaben

Temperatur an der Einschmelzung, max.	°C	350	am Messpunkt T
Entladungrohrtemperatur	°C	700 bis 900	
Sockelart		Keramik	
Entladungrohrmaterial		Quarzglas, ozonbildend	
Typ. Nutzlebensdauer	h	1500	

Die Nutzlebensdauer ist abhängig von Anlagenauslegung und Betriebsweise (EIN-AUS-Schaltzyklen, Kühlung, Verschmutzung)

Die tatsächliche Strahlerleistung ist vom gewählten Vorschaltgerät abhängig. Durch Änderung des Strahlerstroms kann, nach Rücksprache mit dem Lieferanten, eine andere als die oben angegebene Leistung eingestellt werden.

Eine funktionsgerechte Anwendung dieses Strahlers ist nur in speziellen, dafür geeigneten Anlagen gewährleistet. Der sachgemäße Einsatz kann deshalb nur durch den jeweiligen Gerätehersteller erfolgen.

Kundenspezifische Sonderausführungen, ozonfreie und dotierte Typen auf Anfrage.

ACHTUNG: Die von diesem Strahler ausgehende Strahlung ist schädlich für Haut und Augen. Deshalb dürfen sie nur in dafür vorgesehenen Anlagen betrieben werden, die für einen ausreichenden Strahlenschutz sorgen.

Die Betriebsströme liegen typisch bei ca. 6 bis 16A, die Spannungen wachsen mit zunehmender Lichtbogenlänge mit ca. 6,5 bis 25 V/cm auf bis zu 2500 V.

Das Leuchtrohrmaterial besteht aus Quarz.

In der Lampe befinden sich: Quecksilber, Edelgas und Halogenzusätze, die durch den Halogenkreisprozess die Schwärzung verhindern und somit zu einer hohen Lebensdauer beitragen, sowie Randschwärzungsprobleme vermeiden.

Die Strahler sind an den Enden verspiegelt oder beschichtet, um im Neuzustand schnelleres Anlaufen bzw. Einbrennen und gute Stabilität im Betrieb zu gewährleisten.

5.3. Elektrische Betriebsweise

Die Strahler haben folgende Strom-Spannungs-Kennlinie:

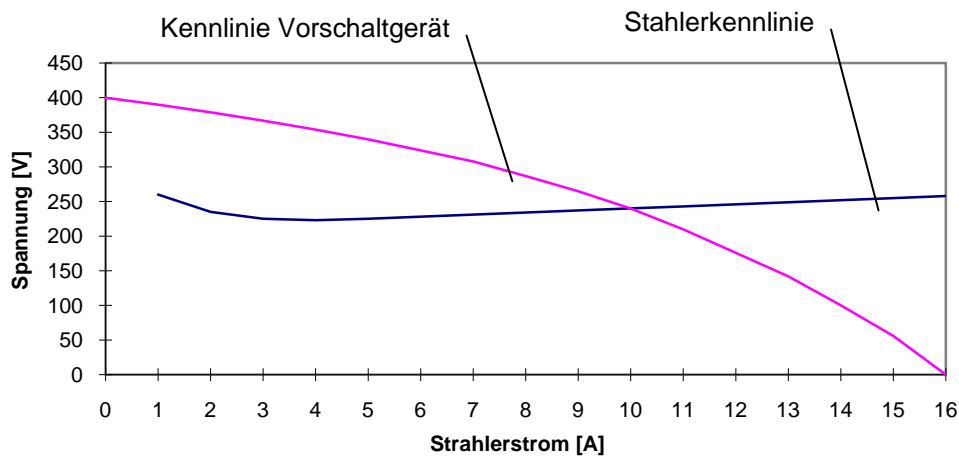


Bild 1. Strom-Spannungs-Kennlinie

Wie man sieht, ist die Brennspannung nahezu unabhängig vom Betriebsstrom. Das hätte bei direktem Betrieb am Netz zur Folge, dass die Lampe beliebig viel Strom aus dem Netz ziehen und sich selbst oder die Sicherung zerstören würde.

Deshalb muss man in Reihe zum Strahler ein strombegrenzendes Vorschaltgerät schalten, dessen Kennlinie sich mit der Strahlerkennlinie schneidet. Der Schnittpunkt ist der Arbeitspunkt des Strahlers.

Das Vorschaltgerät kann vom Typ her induktiv, kapazitiv oder ohmsch sein:

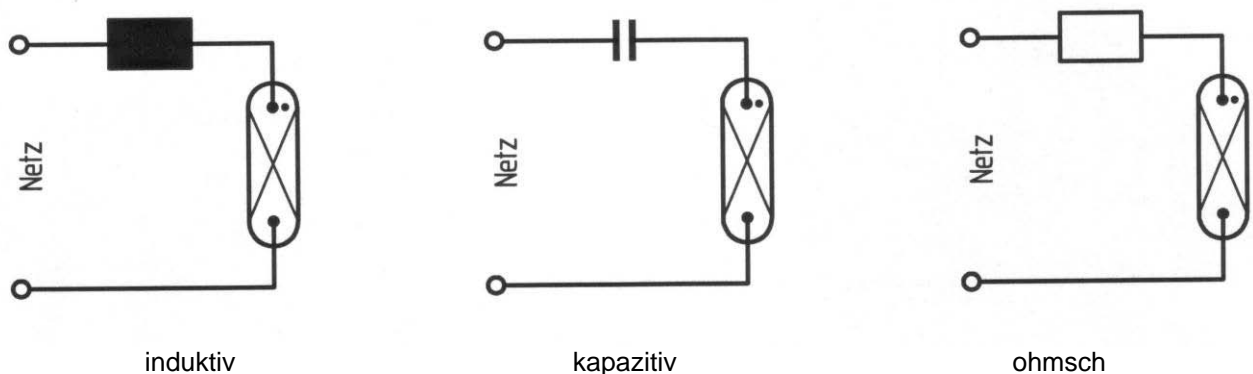


Bild 2. Prinzipien von Vorschaltgeräten

Am verbreitetsten ist die induktive Lösung, weil Sie mit wenig Eigenverlusten behaftet ist und einfach auf die Lampe abgestimmt werden kann.

Für stand-by-Betrieb teilt man das Vorschaltgerät zweckmäßigerweise in mehrere Drosselspulen auf.:

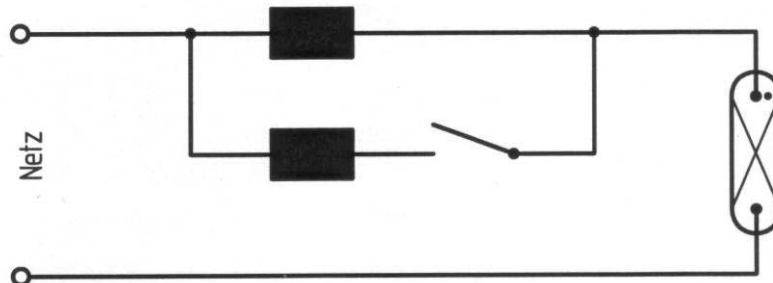


Bild 3. Betrieb mit 2 Drosseln zur Leistungsumschaltung

So kann man in diesem Beispiel bei geöffnetem Schalter mit 50% Leistung, bei geschlossenem Schalter mit 100 % Leistung fahren.

Zusätzlich zum Vorschaltgerät benötigt man noch ein Zündgerät, um den Strahler zu starten und eine Kompensation des Blindstromes, um den Forderungen der E-Werke Rechnung zu tragen:

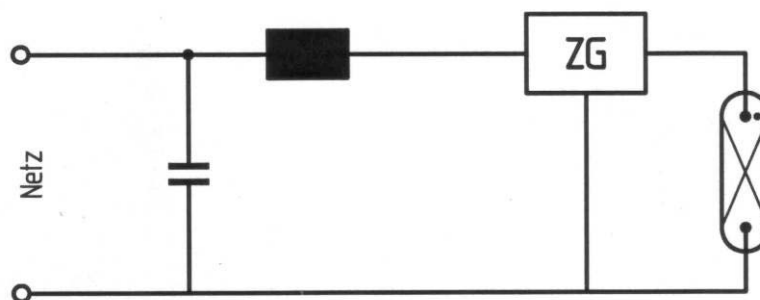


Bild 4. Drosselbetrieb mit Zündgerät und Blindstrom-Kompensation

Für Strahler mit höherem Spannungsbedarf als 230 V bzw. 400 V muss man die Netzspannung entsprechend hochtransformieren. Gebräuchlich sind Kombinationen aus Transformator und Drossel:

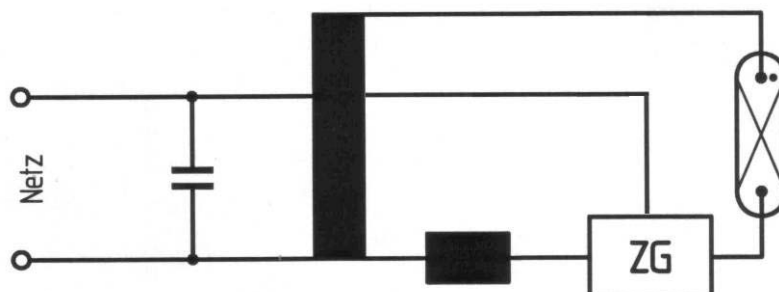


Bild 5. Spartrafo/Drosselbetrieb für Strahler mit mittlerem Spannungsbedarf sowie der Streufeldtransformator:

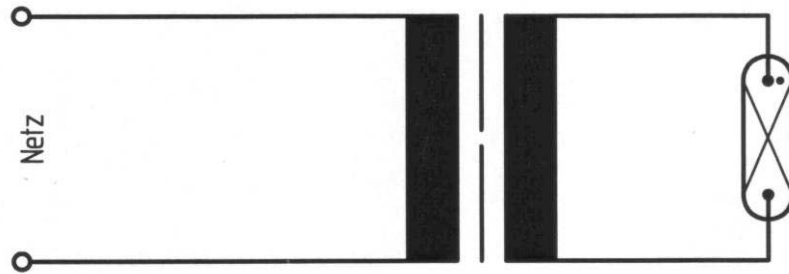


Bild 6. Strefeldtrafo-Betrieb für Strahler mit hohem Spannungsbedarf

Beide Varianten stellen die erforderliche Spannung zur Zündung und zum Betrieb bereit, sowie den Strom auf den Arbeitspunkt ein. Bei kleineren Spartrafo-Drossel-Kombinationen wird auch noch ein Zündgerät verwendet.

Auch hier sind stand-by-Schaltungen möglich, vorzugsweise durch Eingriff in die Primärseite mittels Drosseln, Transduktoren oder elektronischen Komponenten, sowohl für stufenweise als auch kontinuierliche Regelung:

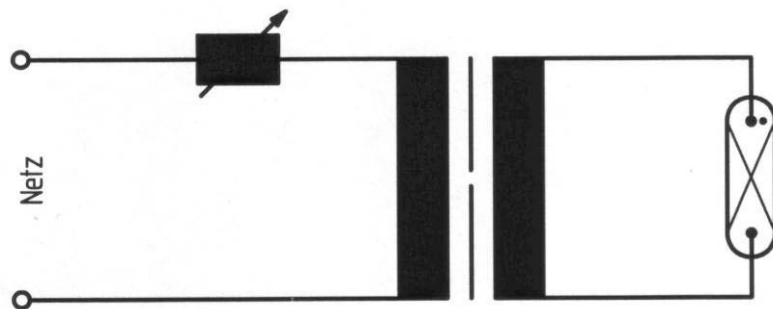


Bild 7. Strefeldtrafo-Transduktorbetrieb für stufenlose Leistungseinstellung

Bevor jedoch derartige oder andere Schaltungen in Erwägung gezogen werden, ist unbedingt mit dem Lampenspezialisten oder Hersteller Rücksprache zu nehmen, da gewisse denkbare Kombinationen die Strahler vorzeitig zerstören.

Seit einigen Jahren sind auch vollelektronische Vorschaltgeräte auf dem Markt, mittlerweile bis zu 17 kW Strahlerleistung. Ihre Vorteile sind z.B.:

- Stufenlose Anpassung der Strahlerleistung an den Härtingsprozess;
- Ausgleichsmöglichkeiten für den Alterungsprozess des Strahlers.
- Automatische Leistungskonstanz, unabhängig von z.B. Netzschwankungen
- Die Geräte sind kleiner und leichter und können auch in der Maschine nahe am Strahler statt im Schaltschrank untergebracht werden, dadurch teilweise erhebliche Platzersparnis.
- Sie passen sich automatisch an die verschiedenen Netze weltweit an.
- Symmetrische Netzbelastung
- Sehr schnelle Pulsbarkeit der Leistung im Millisekunden-Bereich ermöglicht Anpassung auch an sehr schnelle diskontinuierliche Prozesse und führt somit zu Energieersparnis und geringerer Aufwärmung der Maschine.

5.4. Einbrennverhalten der Strahler

Direkt nach dem Einschalten der Strahler ist das Quecksilber noch flüssig und es liegt eine reine Edelgasentladung vor. Die Lampenspannung ist sehr niedrig (etwa 10 % der Betriebsspannung) und durch das Vorschaltgerät fließt der Kurzschlussstrom. Mit zunehmender Temperatur verdampfen das Quecksilber und die Zusätze. Die Spannung baut sich auf, während der Strom zurückgeht. Nach ca. einer Minute ist der Einbrennvorgang abgeschlossen und die elektrischen Sollwerte sind erreicht

Einbrennverhalten von UV-Strahlern

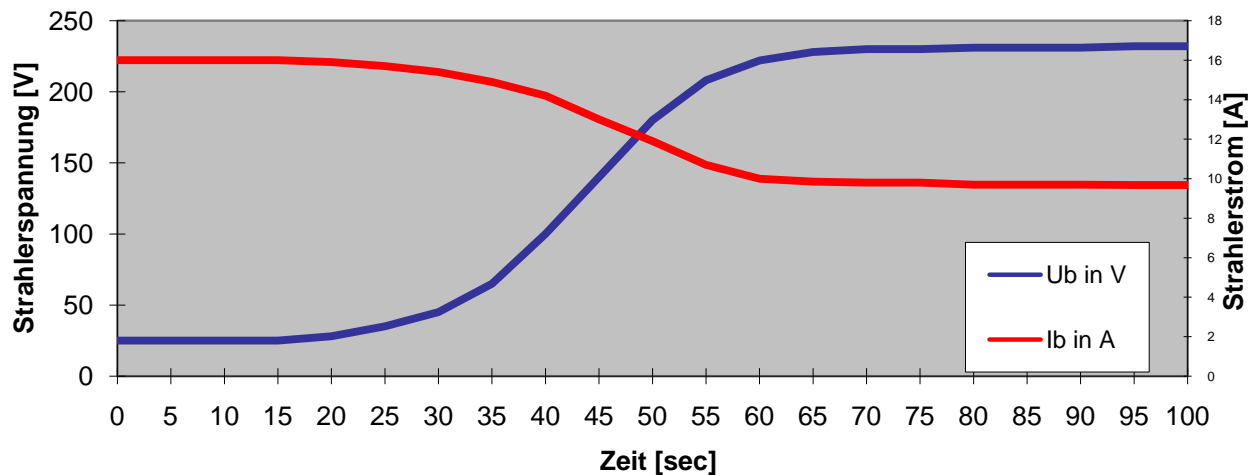


Bild 8. Einbrennverhalten

Erst jetzt steht das volle Spektrum der Lampe für die UV-Härtung zur Verfügung!

Wird der Strahler ausgeschaltet, ist er nicht sofort wieder betriebsbereit, weil der hohe Innendruck keine Zündung mit der am Vorschaltgerät zur Verfügung stehenden Spannung erlaubt. Erst nach einer Abkühlpause von mehreren Minuten kann er wieder gestartet werden, nachdem das Quecksilber und die Zusätze kondensiert sind.

5.5. Energiebilanz und Spektralverteilung

Der Einsatz neuer Materialien und Technologien ermöglicht folgende Energiebilanz (ca. Werte):

30 % UV-Strahlung (15 % UV-C, 8 % UV-B, 7 % UV-A)

15 % sichtbares Licht

55 % Infrarot (Wärme), wobei der Hauptanteil vom Lichtbogen stammt, jeweils kleinere Anteile von den glühenden Elektroden und dem heißen Leuchtrohr.

Die Strahler emittieren das charakteristische Spektrum der Quecksilberdampf-Mitteldruckstrahler mit den Hauptlinien bei 254 nm, 313 nm, 366 nm.

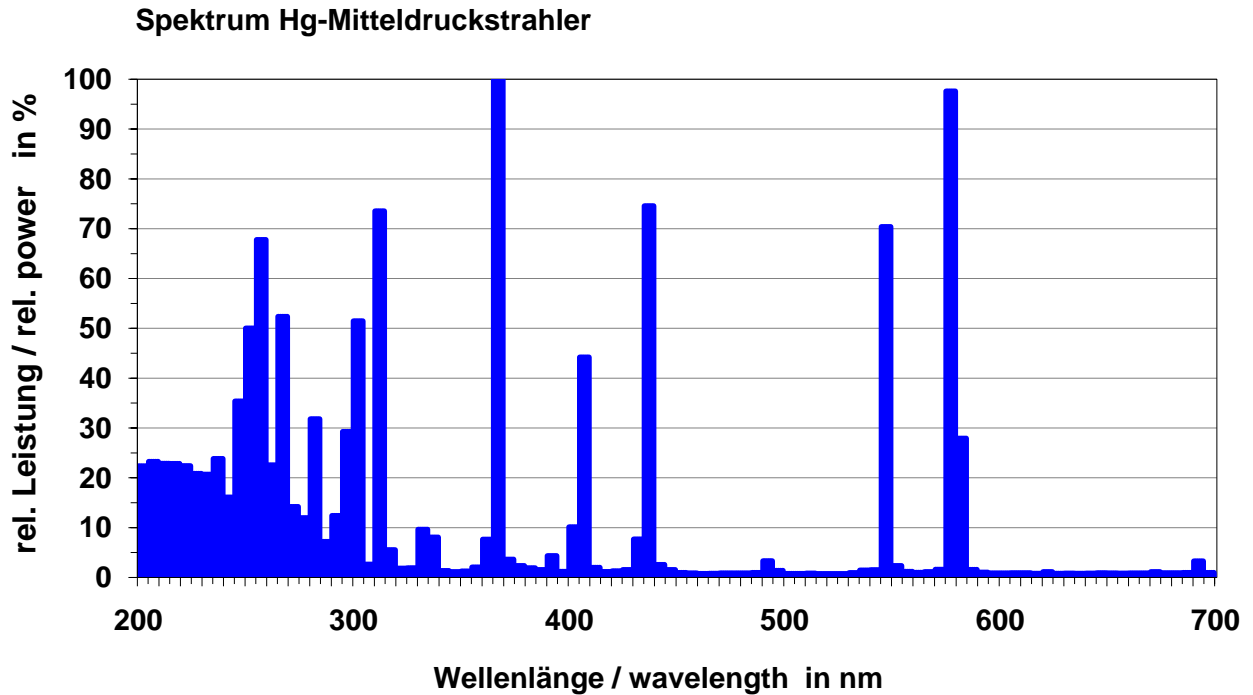


Bild 9. Quecksilber-Spektrum

5.6. Ozonfreie Strahler

In mehr als 90 % aller Fälle im Farben und Lackbereich werden ozonerzeugende Strahler eingesetzt. In Sonderfällen kommen ozonfreie Typen zum Zuge. Bei diesen besteht das Leuchtrohr aus einem speziellen Quarzmaterial mit Filterwirkung im kurzwelligen UV-C Bereich.

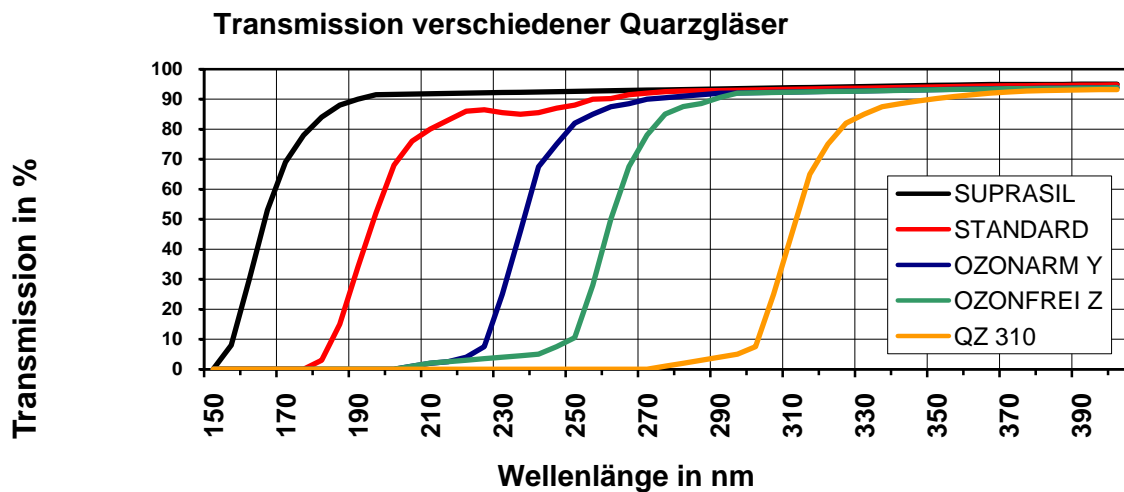


Bild 10. Transmission von Quarzgläsern

Das bewirkt eine Absorption der ozonerzeugenden Strahlung unterhalb 200 nm, so dass kein Ozon gebildet wird. Damit ist jedoch ein wichtiger Teil des Spektrums verlorengegangen, den UV-C härtende Kunststoffe, wie Farben oder meist auch Lacke, benötigen.

Vergleich Hg-Spektrum ozonerzeugend - ozonfrei

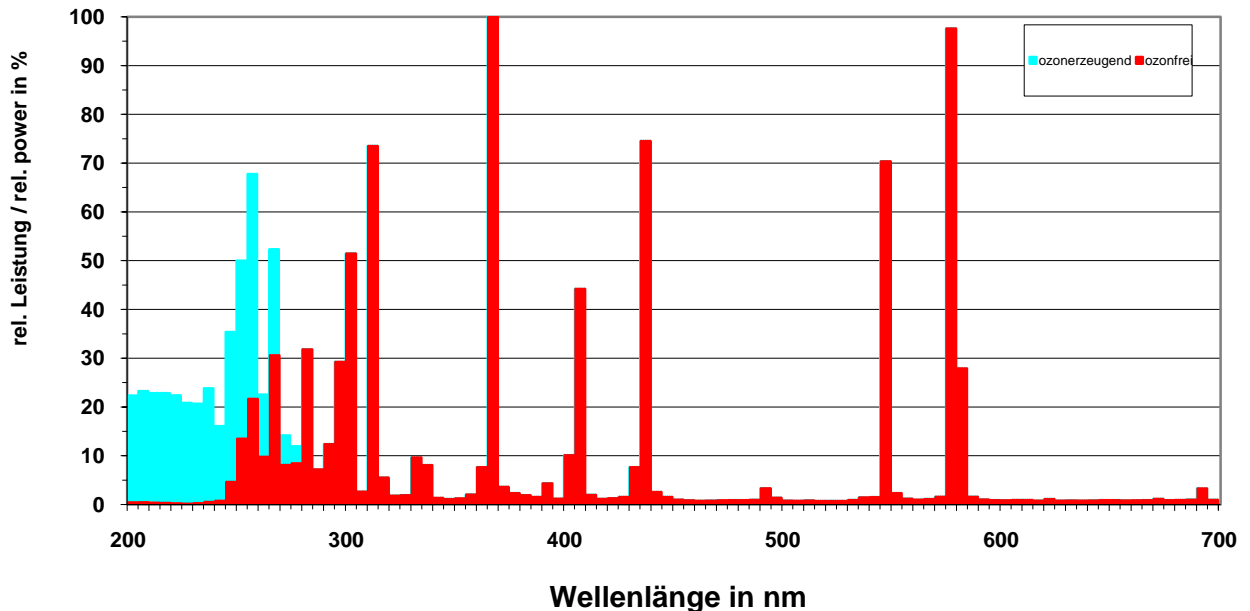


Bild 11. Quecksilber-Spektrum bei Verwendung von „ozonerzeugendem“ und „ozonfreiem“ Quarz. Man hat dann meist schlechte oder auch gar keine Härtungsergebnisse mehr. Deshalb: Einsatz ozonfreier Strahler nur nach Rücksprache mit dem Farb- bzw. Lacklieferanten! Als Alternative kann auch ein Spezialquarz verwendet werden, welches nur die kurzwelligen Linien unterhalb 240nm minimiert, sogenanntes „ozonarmes Quarz“.

Spektrum Hg ozonarm

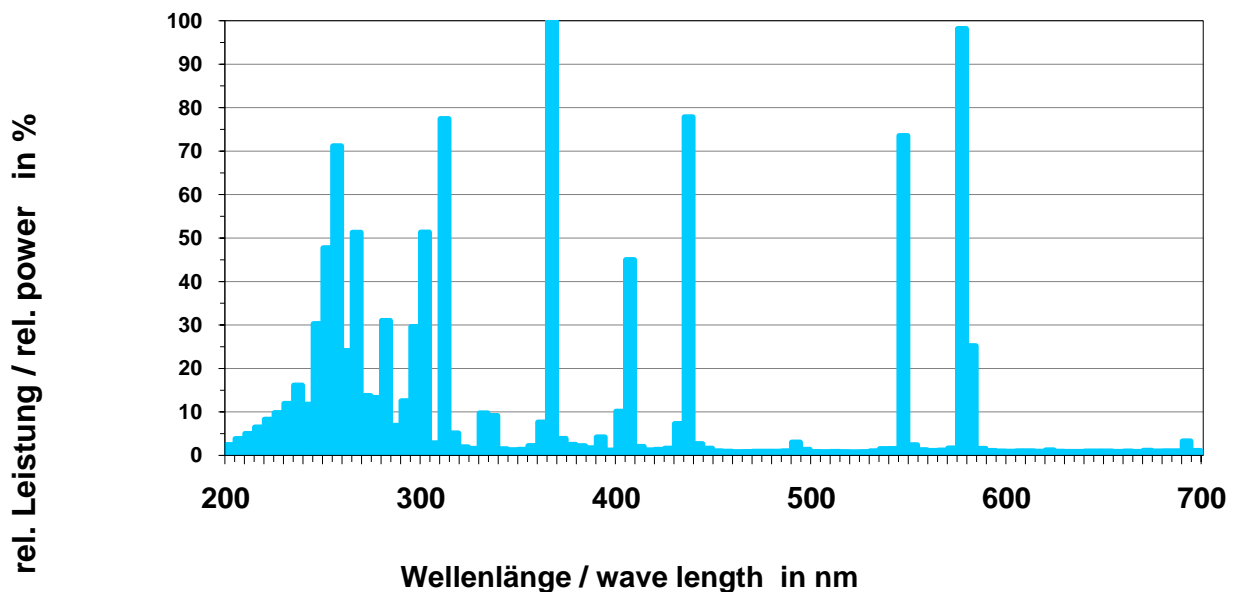


Bild 12. Quecksilber-Spektrum bei Verwendung von „ozonarmem“ Quarz

5.7. Dotierungen, Metallhalogenidstrahler

Durch Dotieren, d.h. Einbringen von Metallhalogeniden zusätzlich zum Quecksilber, kann man das Spektrum in bestimmten Bereichen auffüllen und an die spektrale Wirkungskurve des jeweiligen UV-härtenden Kunststoffes anpassen. Für die UV-Härtung gibt es Metallhalogenidstrahler in zwei Varianten:

- Schwerpunkt im UV-A für Klebstoffe, Vergussmassen und Polyesterspachtel:

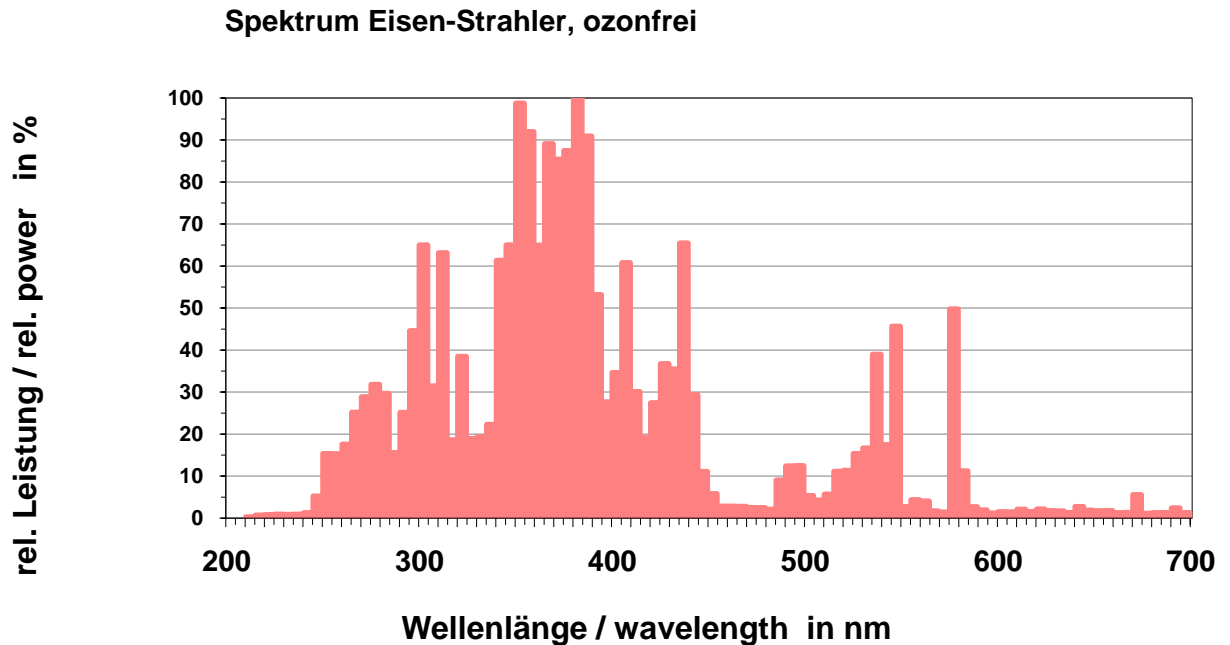


Bild 13. Eisen-Spektrum bei Verwendung von „ozonfreiem“ Quarz

- Mit Schwerpunkt im blauen, sichtbaren Bereich für glasfaserverstärkte Polyesterspachtel und -folien, weil die eingelagerte Glasfaser UV-A absorbiert. Die Metallhalogenidstrahler können in ozonfreier Ausführung verwendet werden, da im Einsatzfall kein UV-C benötigt wird:

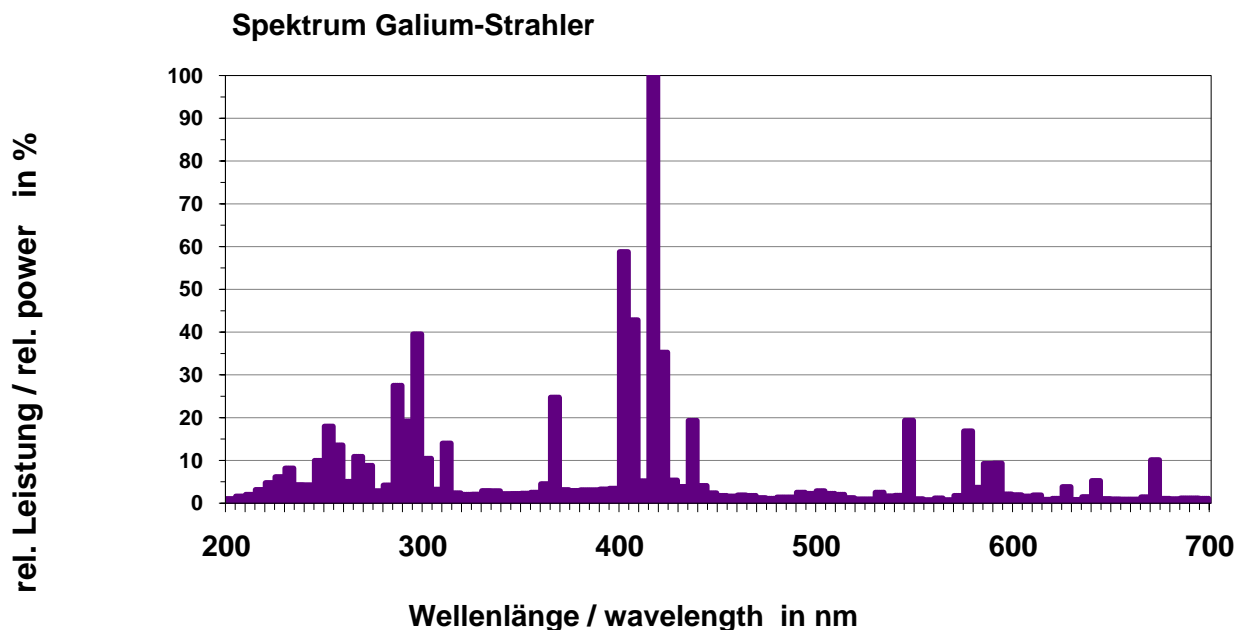


Bild 14. Gallium-Spektrum

5.8. Lebensdauer

Die Nutzlebensdauer eines Strahlers ist definiert durch den Strahlungsabfall über eine bestimmte Zeit, in der noch eine ausreichende Härtung stattfindet.

In der Druckindustrie werden UV-Trocknungseinheiten vom Hersteller im Allgemeinen so dimensioniert, dass mit Lampen, deren UV-C Anteil auf 75 % gesunken ist, noch eine ausreichende Trocknung gewährleistet ist.

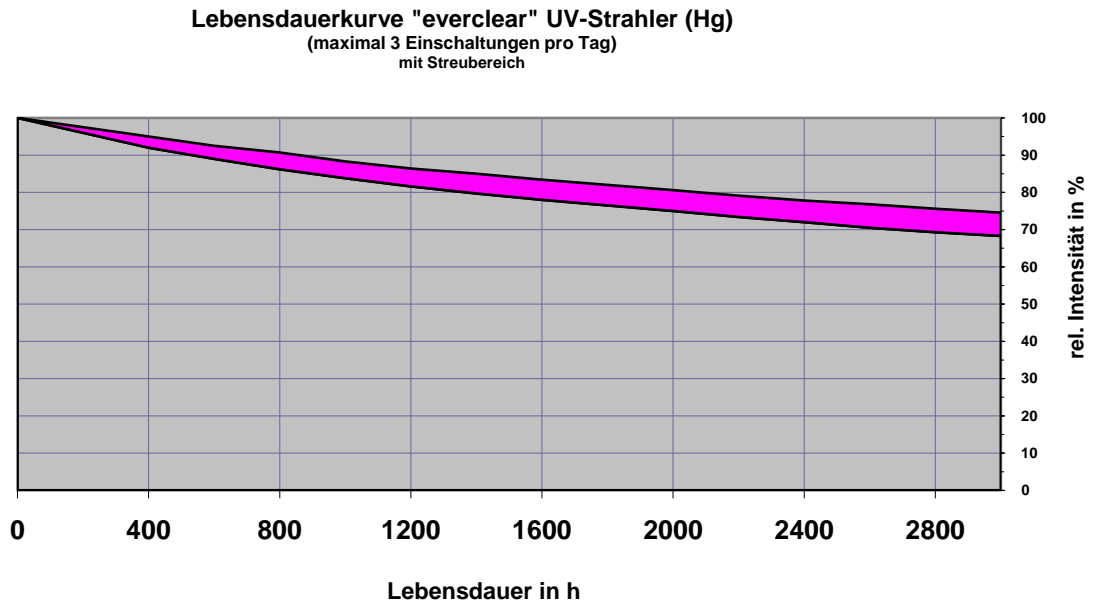


Bild 15. Ergebnis eines Strahlers frei brennend unter Laborbedingungen über 3000 h

In einer Maschine oder Anlage muss der Strahler immer unter ungünstigeren Bedingungen arbeiten. Er ist z. B. in ein Gehäuse eingeschperrt und wird eventuell häufig ein- und ausgeschaltet.

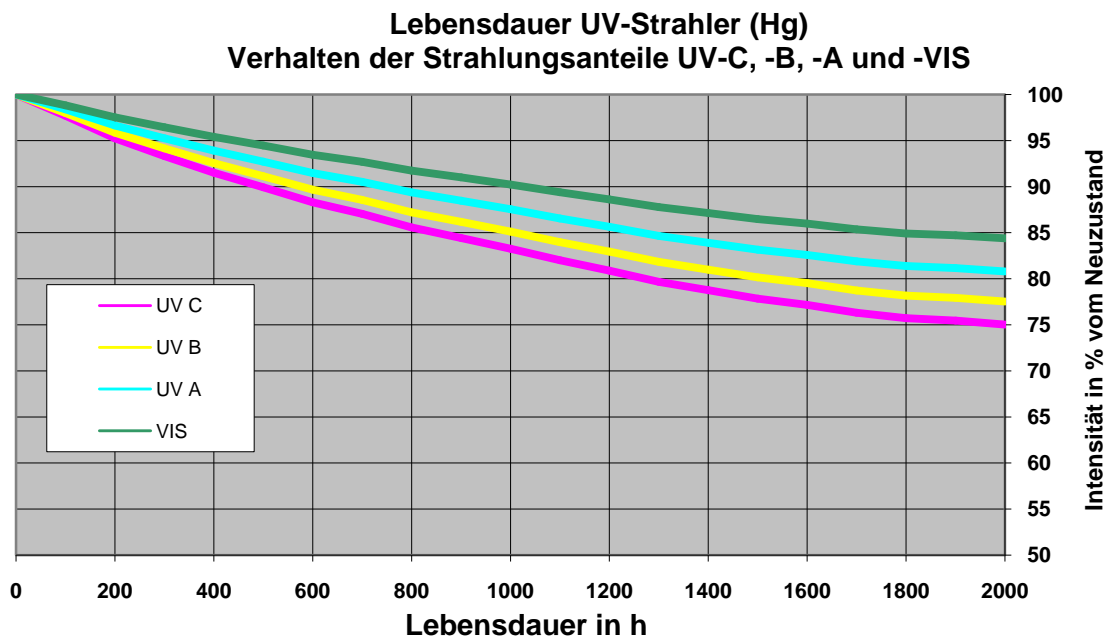


Bild 16. Strahler unter Praxisbedingungen über 2000 h.
Der Schaltzyklus beträgt 165 min ein- und 15 min ausgeschaltet

In der Praxis beträgt die Nutzlebensdauer von Quecksilberdampf-Mitteldruckstrahlern mit elektrischer Leistung von 100 W/cm etwa 1500 h bis 3000 h, von Metallhalogenidstrahlern etwa 500 bis 1000 h.

5.9. Handhabung im Praxiseinsatz

Es liegt am Geschick des Maschinenherstellers, den Strahler so in sein System zu integrieren, dass möglichst optimale Bedingungen herrschen. Sehr wichtig sind Kühlung und elektrische Versorgung. Mindestens ebenso wichtig ist das Geschick des Bedienungspersonals, die UV-Anlage optimal zu bedienen und zu warten.

Ungünstig für die Strahler ist z.B. häufiges Ein- und Ausschalten, wohingegen stand-by Betrieb keinen negativen Einfluss hat. Ein Einschaltvorgang kostet ca. 1/2 bis 1 h Lebensdauer. **Deshalb die UV-Strahler möglichst nur ausschalten, wenn die zu erwartende Pause länger als 30 min ist.**

Staubige und lösungsmittelhaltige Luft, sowie Farbnebel beeinflussen die Strahlerlebensdauer negativ. Sie können auf der Oberfläche einbrennen und eine UV-undurchlässige Schicht auf dem Strahler bilden. **Helfen kann man sich in so einem Fall durch Verdrehen des Strahlers um 90° bis 180°, so dass die klare Seite nach unten zeigt.** Die Strahler sollen regelmäßig mit Alkohol oder Spiritus gereinigt werden. Noch nicht fest eingebrannte Partikel können dadurch entfernt werden.

Die Strahler dürfen nicht mit bloßen Fingern am Quarzrohr angefasst werden. Handschweiß ist sehr aggressiv gegen Quarz und verursacht Rekristallisation (Trübung). **Jeder aus Versehen berührte Strahler muss wieder mit Spiritus oder Alkohol gereinigt werden.**

Unter Berücksichtigung der oben genannten Punkte kann man länger mit einem Strahlersatz arbeiten.

6. Bestrahlungseinheiten

6.1. Kühlung

Es gibt drei verschiedene Kühlsysteme für die Strahler:

- reine Luftkühlung,
- reine Wasserkühlung und
- kombinierte Luft-/Wasserkühlung.

Dazu können noch Kühlsysteme für das zu beschichtende Material, z. B. wassergekühlte Tische im Etikettendruck, hinzukommen.

Die wichtigsten Anforderungen, die an die Kühlung gestellt werden, lauten:

- Optimale Strahlerkühlung: ca. 600° C – 900° C Leuchtröhrentemperatur. Bei zu hohen Temperaturen ist, speziell in Verbindung mit Verunreinigungen, mit Entglasung bzw. Rekristallisation zu rechnen, und das Quarz wird trübe.

Bei Temperaturen über 1000° C erweicht das Quarz und der Strahler bläht sich auf oder biegt sich unter seinem Eigengewicht durch.

Ebenso wichtig ist die richtige Temperatur an der Einschmelzung des Strahlers. Sie sollte 250° C nicht überschreiten.

Zu hohe Temperaturwechselbeanspruchung erlaubt dem Luftsauerstoff die Oxidation der Einschmelzfolie und der Strahler kann vorzeitig undicht werden.

- Verhinderung des Aufheizens der Umgebung der UV-Einheit.
- Abführen des entstehenden Ozons, damit der MAK-Wert von 0,1 ppm am Arbeitsplatz nicht überschritten wird.

Das Ozon ist eine instabile Verbindung und zerfällt innerhalb weniger Minuten wieder zu Sauerstoff. Es wird mit der Kühlluft über das Dach der Maschinenhalle nach oben ins Freie abgeführt, damit es zu Sauerstoff zerfällt, bevor es in Bodennähe kommt und den Menschen gefährden kann.

Das Bild zeigt schematisch die gebräuchlichste Form der Luftkühlung, die ohne großen Aufwand zu guten Resultaten führt. Das über dem Strahler entstehende Heißluftpolster wird abgesaugt, frische Luft kann diffus nachströmen. Abhängig von der spezifischen Strahlerleistung werden Luftmengen zwischen 30 m³/h und 100 m³/h je kW Strahlerleistung benötigt.

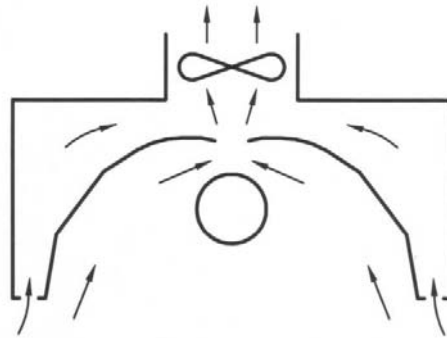


Bild 17. Prinzip der Luftkühlung für Strahler und Reflektor

6.2. Reflektoren

Den Hauptteil zur UV-Härtung trägt die direkte UV-Strahlung bei. Ein guter Reflektor bringt einen zusätzlichen Anteil zur Härtung von max. 30 %.

Reflektortypen:

Bild 18. parabolischer Reflektor:
Er liefert parallele Strahlung.

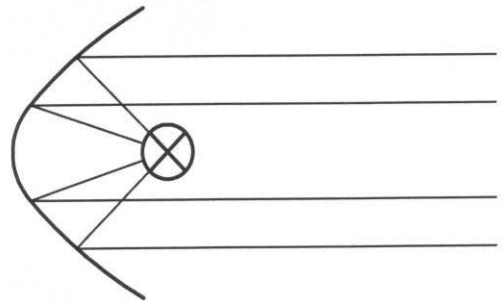


Bild 19. elliptischer Reflektor: Er bündelt die Strahlung im zweiten Brennpunkt.

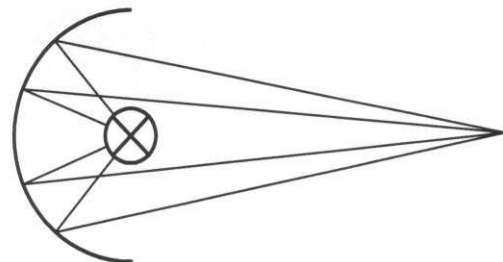
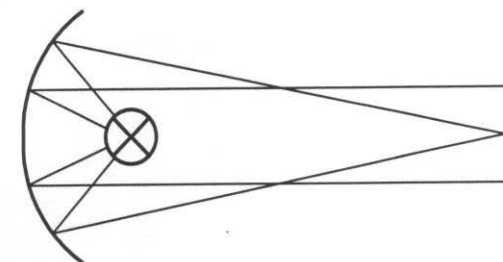


Bild 20. Mischtype: Er streut oder bündelt die Strahlung in vielfältiger Art.



Der geeignete Typ wird vom Maschinenhersteller je nach Anwendungsfall spezifisch gewählt.

Das Reflektormaterial muss auf alle Fälle aus Aluminium bestehen, weil dieses Material die besten Reflexionseigenschaften im UV-Bereich hat. Es ist meist hochglänzend und zweckmäßigerweise durch Eloxal- oder Quarzschutzschichten vor Umwelteinflüssen geschützt.

In Sonderfällen können beschichtete Materialien verwendet werden. Dies ist eine neue Technologie, wobei ausgewählte Materialien mit UV-Reflexionsschichten bedampft werden, sogenannte dichroitische Schichten. Ein solcher Reflektor ist in der Lage, nur UV-Strahlung zu reflektieren. Licht und Wärme werden je nach Wahl des Untergrundmaterials z. B. absorbiert und können mit dem Kühlmedium abgeführt werden.

Das nachfolgende Bild zeigt eine moderne Konstruktion eines Reflektors, die gleichzeitig eine gute Strahlerkühlung bewirkt.

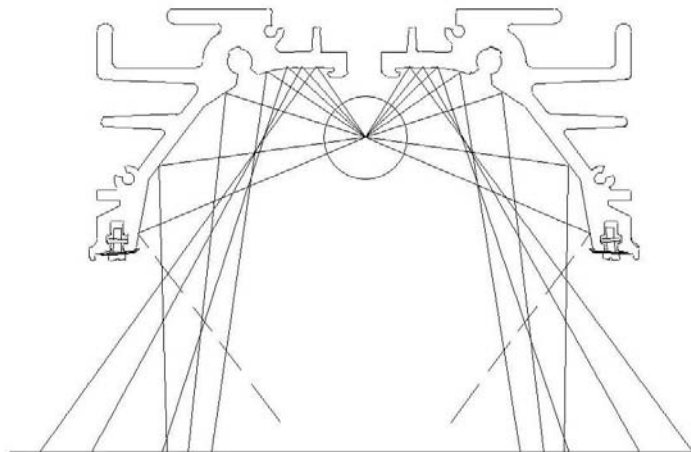


Bild 21. typische Konstruktion eines Reflektors

Der Träger ist ein Aluminiumstrangprofil. Es ist so ausgelegt, daß alle Strahlen an der Lampe vorbei reflektiert werden. Außerdem tritt keine Mehrfachreflexion auf, so daß unnötige Verluste vermieden werden.

Die großen Löcher sind so angeordnet, daß man sie als Drehpunkte nutzen kann, um das Profil bei Teillastbetrieb zu schließen und somit separate Shutterklappen spart.

Die hochglanzveredelten Einlegebleche können leicht und kostengünstig ausgewechselt werden. Dadurch kehrt man jedesmal zum Neuzustand zurück.

Durch leichtes Kippen der Hälften zueinander um die Drehachse kann dieser Reflektor auch konzentrierend eingestellt werden.

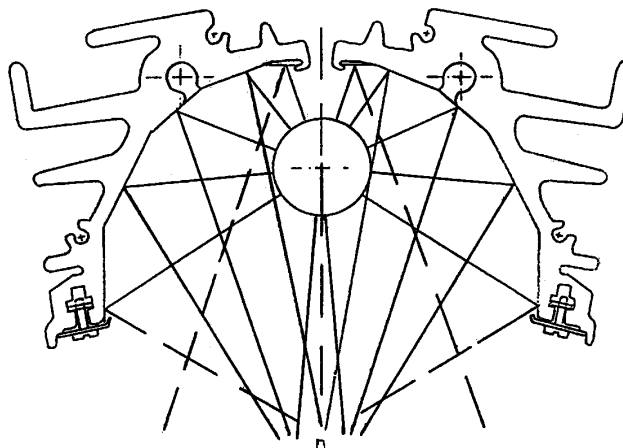


Bild 22. Reflektor aus Bild 21, konzentrierend eingestellt

6.3. Maschinenintegration

Die UV-Härtung sollte Bestandteil der Maschinenkonzeption sein, damit sie mit der Maschine harmoniert. Wichtige Kriterien sind Ausführung, Platzbedarf, Anordnung und Übersicht.

Diese Punkte werden sehr deutlich, wenn man Maschinen mit UV-Härtung nachrüstet, die nicht dafür vorgesehen waren. Es ist dort meist ein schwieriges Problem und oft mit größeren Eingriffen in die Maschine verbunden.

Besonderes Augenmerk muss gerichtet werden auf:

- Synchronisation zwischen UV-Trocknung und Maschine in allen Betriebszuständen wie Stillstand, Einrichtungsphase und Produktion, wobei es besonders auf die Klappensteuerung und die stand-by Schaltung der Strahler, falls erforderlich, ankommt.
- Einfluss der UV-Härtungseinheit auf die Maschine (speziell Wärmebelastung, UV-Einwirkung, Ozonbelastung)
- Sicherheit (Absaugung des Ozons mit der Kühlluft und Strahlenschutz).
Zum Strahlenschutz hat das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit (BIA) Messungen der UV-Strahlung an verschiedenen Arbeitsplätzen in der Druck- und papierverarbeitenden Industrie durchgeführt. Dort werden immer Strahler mit UV-B und UV-C Anteil eingesetzt. Die Auswertung dieser Messungen hat ergeben, daß an UV-Trocknungsanlagen, an denen ein direkter Blickkontakt zum Strahler nicht möglich und ausreichender Schutz gegen reflektierende Strahlung vorhanden ist, keine Überschreitung der international empfohlenen Werte für die höchstzulässige Bestrahlung auftritt.
- Bedienbarkeit (auch Wartungsfreundlichkeit), z. B. beim Strahlerwechsel.
- Einsatz maßgeschneiderter, d. h. in allen Parametern auf Maschine und Verfahren abgestimmter Strahler.

Voraussetzung dafür ist ein kontinuierlicher Dialog zwischen den Partnern UV-Anlagenhersteller und Strahlerspezialist.

Die UV-Härtung hat sich in verschiedenen Bereichen voll etabliert und ist dort nicht mehr wegzudenken.

Der erfolgreiche Weg in die Zukunft führt über die partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen den UV-Anlagenherstellern und den Herstellern von Komponenten unter Mitwirkung der Anwender.