

Von der Natur abgeschaut UV-Strahlung für mehr Luftqualität

Die Themen „Hygiene in der Luft- und Klimatechnik“ bzw. „Innenraum-Luftqualität“ haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Die Weiterentwicklung der Luftfiltertechnik führt zu der Überlegung, UVC-Desinfektions-/Entkeimungstechnik mit einzusetzen.

Besonders die Arbeiten von Prof. Dr. P. Ole Fanger und Diotima von Kempfski sowie die VDI-Richtlinie 6022¹⁾ haben die Fachwelt für den Hygiene- und Behaglichkeitsfaktor Luftqualität sensibilisiert. Weiterentwickelt wurde darauf hin u. a. die Luftfiltertechnik und zugleich ihre Nutzung in RLT-Anlagen unter hygienischen Gesichtspunkten neu überdacht. Heute führen diese Überlegungen dazu, die inzwischen ebenfalls verbesserte UVC-Desinfektions-/Entkeimungstechnik zur Verbesserung der Luftqualität mit einzusetzen.

Die UV-Technik bietet jedoch mehr. So kann mittels VUV-Strahlen (Vakuum Ultraviolett, vgl. Tabelle 1) bei aerosolbehalteter Abluft aus Küchen sowie lösungsmittelhaltiger Abluft aus Druckereien und anderen belasteten Bereichen der Industrie eine „chemische Partikelumwandlung“ erfolgen. Im aktuellen Entwurf der DIN 18869-7²⁾ wird diese Thematik behandelt. In Küchen dient die Technik neben dem Verhindern einer Geruchsausbreitung auch dem Brandschutz, indem fett- bzw. ölhaltige Aerosoldämpfe vor dem Eintritt in den Fortluftkanal „kalt verbrannt“ werden, um Ablagerungen im Luftkanal vorzubeugen.

Ganz neu sind diese Gedanken nicht. Doch durch neue Erkenntnisse, neue UV-Strahler und eine verbesserte Vorschaltelronik, können jetzt neue Wege beschritten werden, um Luftqualitätsverbesserungen unter

verschiedenen Bedingungen – auch in Kombination mit geeigneten Aktivkohlefiltern – zu erreichen. Die Thematik ist aber sehr komplex. Zum Erschließen neuer Anwendungen müssen viele Fakten beachtet und auch stets neue Feldversuche durchgeführt werden, um die UVC- bzw. VUV-Strahlung optimal nutzen zu können.

UV-Fachwissen im Überblick

Die Ultraviolettstrahlung ist eine kurzwellige, elektromagnetische Strahlung, die in ihrem gesamten Strahlenspektrum im Bereich von ca. 100 bis 400 nm unterschiedliche Wirkungen und Eigenschaften aufweist (Tabelle 1). In der Natur gelangt sie, wiederum in einem gewissen Spektrum und in begrenzter Dosis und Intensität, als für das menschliche Auge „unsichtbare solare Strahlung“ auf die Erde. Dabei muss sie die Ozonschicht durchdringen, die einen natürlichen, allerdings begrenzten Strahlenschutz bietet.

Nutzung der UV-Strahlung

Bereits „in grauer Vorzeit“ wussten die Menschen, dass Sonnenstrahlen eine heilende Wirkung – also bakterizide Wirkung – auf Wunden ausüben können. Erst Ende des 19. Jahrhunderts wurde entdeckt, dass dies auf den Einfluss der UV-Strahlen im Sonnenlicht zurückzuführen ist. 1904 brachte die Hanauer Firma Heraeus die erste UV-Strahlen emittierende Queck-

silberdampfampe auf den Markt. Einige Jahre später folgte die erste Höhensonne mit seinerzeit noch etwas „harter Strahlung“. Inzwischen ist ein technischer Quantensprung erfolgt. In Bräunungsstudios werden heute die milderen UVA-/UVB-Strahler eingesetzt.

In der Luft- und Klimatechnik nutzt man UVC- und VUV-Strahler. Dabei wird unterschieden:

Die biologische Methode

der Entkeimung erfolgt mittels UVC-Strahlen der Wellenlänge 254 nm. Genauer bei der Wellenlänge 253,7 nm erreicht ein UVC-Strahler etwa 90% seiner Strahlungsleistung – und da liegt das Optimum. Alle Arten von Keimen wie Viren, Bakterien, Sporen, Pilze, lassen sich im Wasser, in der Luft und auch auf Oberflächen weitestgehend abtöten, wenn die Strahlungsleistung, die gleichmäßige Erfassung der Keime und die Einstrahlzeit stimmen.

Die chemische Methode

der Kaltverbrennung erfolgt mit VUV-Strahlen der Wellenlänge 185 nm. Hierfür geeignete Strahler emittieren aber auch Strahlen der Wellenlänge 254 nm. Bei der Nutzung dieser Strahler werden Ozon und aktiver Sauerstoff erzeugt. Beide greifen Aerosole aller Art an und es erfolgt eine chemische Umsetzung (kalte Verbrennung), bei der Kohlendioxid



Foto: Heraeus Noblelight

¹⁾ VDI-Richtlinie 6022 Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen, Juli 1998 und Entwurf Februar 2005
²⁾ DIN 18869-7 Großküchengeräte – Einrichtungen zur Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen – Teil 7: Anlagen zur Aerosol- und Aerosolatnachbehandlung, Entwurf Oktober 2004, bzw. April 2005

Bezeichnung	Strahlenbereich	Nutzung der Wellenlänge ... für
VUV-Strahlen	100 – 200 nm	Aerosolbehandlung bei 185 nm
UVC-Strahlen	200 – 280 nm	Entkeimung bei 254 nm
UVB-Strahlen	280 – 315 nm	Strahlung in Bräunungsstudios
UVA-Strahlen	315 – 400 nm	Strahlung in Bräunungsstudios
Sichtbares Licht	400 – 780 nm	unser Tageslicht
Infrarotlicht	ab 780 nm	Wärmestrahlung u. a.

Tabelle 1 Das UV- und Licht-Strahlenspektrum

und andere, biologisch abbaubare, anorganische Moleküle entstehen. So können geruchsbelastete Dämpfe aus verschiedenen gewerblichen Bereichen (Küchen, Druckereien u. a.) neutralisiert werden. Zur Steigerung der Effizienz müssen zusätzlich spezielle Aktivkohlefilter eingesetzt werden.

Die UVC- und VUV-Strahlungstechnik ist also mehrdimensional nutzbar. Bezogen auf einen konkreten Anwendungsfall ist eine Anlage aber speziell zu gestalten und ausreichend zu dimensionieren. Dazu muss man mit den Strahlern vertraut sein, die hier für den Bereich der Luft- und Klimatechnik in einer speziell ausgewählten Bandbreite vorgestellt werden.

Niederdruck- und Amalgamstrahler

Die Welt der UVC- und VUV-Strahler ist bunt und vielfältig. Neben Standard- und Individuallösungen können sich auch herstellerbedingte Unterschiede ergeben, die auf andersartige Röhrenwerkstoffe zurückzuführen sind. Nachfolgende Ausführungen beziehen sich nur auf die in der Luft- und Klimatechnik gebräuchlichen Niederdruck- und Amalgamstrahler.



Foto: Heraeus Noblelight

Bild 1 Typische UV-Strahler mit verschiedenen Sockelausführungen (von oben):

1. UVC-Niederdruckstrahler mit einseitigem Anschluss
2. UVC-Amalgamstrahler, U-förmig
3. VUV-/UVC-Niederdruckstrahler mit freien Enden, Anschlusslitzen einseitig
4. VUV-/UVC-Amalgamstrahler mit einseitigem Anschluss

Bild 1 zeigt unterschiedliche Strahlerlamperformen mit verschiedenen Anschlussarten. Anstelle der Keramiksockel können auch Kunststoffsockel zur Ausführung kommen. Üblicherweise werden die Strahler in Durchmessern von 15 und auch 19 mm gefertigt. Die Durchmesser von Hochleistungsstrahlern liegen im Bereich von 28 und 32 mm. Bei den Baulängen bewegt man sich üblicherweise im Bereich von bis zu ca. 1000 mm. Hochleistungsstrahler können jedoch auch in Längen bis zu 1500 mm gefertigt werden.

Typische Röhrenwerkstoffe sind natürlicher und synthetischer Quarz. Eine spezielle Behandlung führt zum so genannten „dotierten Quarz“. Über die Röhrenmaterialien lassen sich Strahler mit jeweils eigener Charakteristik und unterschiedlicher UV-Durchlässigkeit fertigen.

UVC-Niederdruckstrahler

arbeiten ozonfrei. Sie werden aus dotiertem Quarz gefertigt. Bei den Standardstrahlern mit Quecksilberfüllung dient in der Regel Argon als Zündgas. Im Betrieb verdampft innerhalb der Röhre das Quecksilber und UVC-Strahlung der Wellenlänge 254 nm wird emittiert. Diese Strahlung liegt nahezu im Maximum der Wirkungskurve für die Deaktivierung von Mikroorganismen. Bezogen auf die elektrische Eingangsleistung beträgt die Strahlungsausbeute etwa 40%.

Die wirksame Oberflächentemperatur dieser Strahler liegt bei 40 bis 50 °C. Aus Sicherheitsgründen, bzw. wegen einer möglichen Verschmutzung, können diese Strahler mit einem Schutzrohr aus Quarzglas versehen und betrieben werden. Die Strahlerlebensdauer liegt bei etwa 8000

bis 10000 Betriebsstunden. Dann verfügen sie nur noch über etwa 50% ihrer ursprünglichen Wirksamkeit.

UVC-Amalgamstrahler

werden ebenfalls aus dotiertem Quarz gefertigt und arbeiten ohne Ozonbildung bei der Wellenlänge 254 nm. So sind sie in allen Anwendungsbereichen zur Desinfektion/Entkeimung nutzbar. Mit der Amalgamtechnik kann die 3-fache UVC-Strahlungsleistung im Vergleich mit UVC-Niederdruckstrahlern erzielt werden. Mittels einer speziellen Innenbeschichtung erreicht man zudem eine „Longlife-Qualität“. Nach 12000 Betriebsstunden beträgt der Leistungsverlust nur 20%. Optimal einsatzfähig sind diese Strahler bis zu einer Umgebungstemperatur von 90 °C.

VUV-/UVC-Niederdruck- und -Amalgamstrahler

aus natürlichem und synthetischem Quarz emittieren VUV- und UVC-Strahlen in den Wellenbereichen 185 und 254 nm. Im unteren Wellenbereich von 185 nm erzeugen sie in der Luft Ozon und aktiven Sauerstoff. So kann man sie mit ihrer „chemischen Komponente“ für die bereits beschriebene „Kaltverbrennung“ einsetzen. Die Bilder 2 und 3 verdeutlichen die Spektren. Bild 4 zeigt die Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke von der Leistungsaufnahme bei Niederdruck- und Amalgamstrahlern.

Besondere Bedeutung hat die Materialauswahl bei diesen Strahlern. Denn natürlicher Quarz hat bei der Wellenlänge 185 nm eine ca. 50%ige Filterwirkung bezogen auf die Strahlenintensität. Er wirkt quasi wie eine Sonnenbrille. Synthetischer Quarz lässt demgegenüber die Strahlen in diesem Wellenbereich nahezu ungefiltert passieren und erreicht so eine Verdoppelung der Strahlenintensität (Bild 5). Allerdings schlägt sich dieser Vorteil auch im Preis nieder. Mit Röhrenfabrikaten aus so genanntem „Softglas“ lassen sich nur UVC-Strahlen, nicht aber VUV-Strahlen erzeugen.

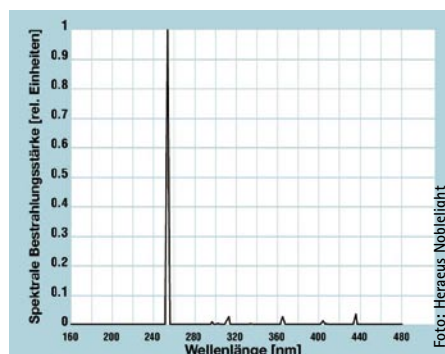


Bild 2 Charakteristisches 254-nm-Spektrum von UVC-Niederdruck- und Amalgamstrahlern, nicht ozonerzeugend

UVC-Technik in der Praxis

In der Luft- und Klimatechnik werden UVC-Strahler zur Luftentkeimung zunehmend eingesetzt in:

Außenluftanlagen für die Raumluft- und Industrietechnik

Um hinsichtlich ihrer Wirksamkeit lange Wartungsintervalle zu erreichen, wird die UVC-Strahlerkammer am Ende des Geräts angeordnet. Ihr vorgeschaltet werden Vor- und Nachfilter in Kombinationen wie: F5/F7 oder F7/F7 bzw. auch F7/F9.

RLT-Umluftanlagen

Von großer Bedeutung ist auch der Einsatz in Umluftanlagen. Für diese Anwendungsfälle wurden dezentral zu platzierende Geräte entwickelt, die besonders in Großräumen durch Umluftbetrieb zur Keimreduzierung in der Raumluft beitragen sollen. Im gesamten Bereich der Lebensmittelherstellung und -verarbeitung finden sich hierfür Anwendungsfälle.

Luftbefeuchter in RLT-Geräten

Bei Luftbefeuchtern in RLT-Geräten gilt es, eine unkontrollierte Keimbildung und Keimvermehrung im Befeuchterwasser zu verhindern.

Kaltverbrennung

Bei der „chemischen Partikelumwandlung“ zur Behandlung aerosolhaltiger Abluft aus Küchen oder Gewerbebetrieben wird mit der VUV-Technik die Ozonbildung im 185-nm-Wellenbereich ausgenutzt, die man bei Bedarf mit Amalgamstrahlern aus synthetischem Material erheblich intensivieren kann. Ergänzend sind bei diesen Anlagen spezielle Aktivkohlefilter nachzuschalten, um restliche Schadstoffe, dazu kann auch Ozon gehören, zu binden. Sicherheitshalber sollte nach dieser Filterung zusätzlich ein Ozonsensor eingesetzt werden.

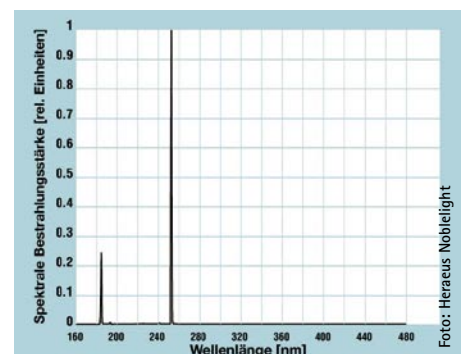


Bild 3 Charakteristisches 185-nm- und 254-nm-Spektrum von VUV- und UVC-Strahlern, ozonerzeugend bei 185 nm

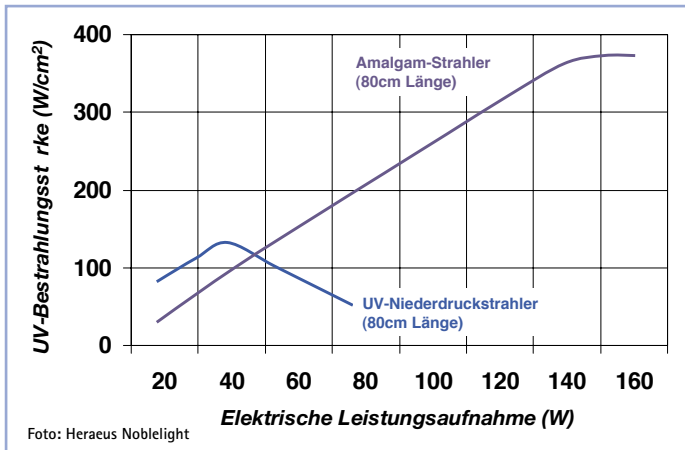


Bild 4
UV-Bestrahlungsstärke in Abhängigkeit der elektrischen Leistungsaufnahme. Mit Amalgamstrahlern ist gegenüber UVC-Niederdruckstrahlern eine deutlich höhere Bestrahlungsstärke zu erreichen

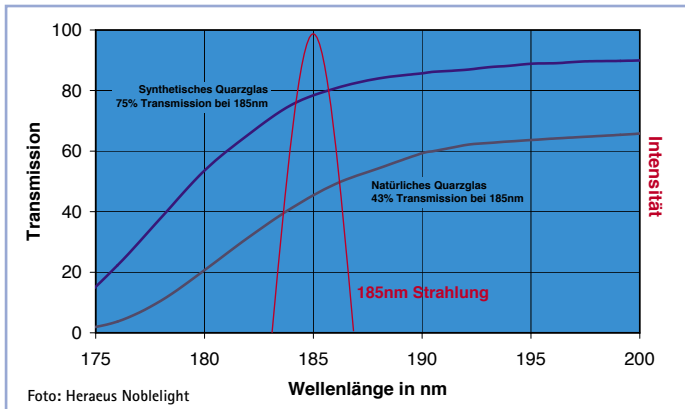


Bild 5
Transmissionsvermögen verschiedener Quarzglasarten

Wichtige Einsatzkriterien der UVC-Technologie zählen zum Grundlagenwissen: Es müssen genügend Strahler eingesetzt werden, um möglichst dicht an die Keime in der Luft, im Wasser oder an die zu entkeimenden Oberflächen heranzukommen. Weiterhin ist die Schattenbildung zu vermeiden. Die Bestrahlung muss lange genug wirken, um eine für Keime tödliche Strahlendosis zu erzielen.

Zu beachten ist auch der Schutz vor UVC-Strahlen. Dafür können transparente Materialien wie Glas, Plexiglas, Makrolon oder auch alle nichttransparenten Werkstoffe verwendet werden, da UV-Strahlen diese Materialien nicht durchdringen. Im Zweifelsfall sollten Durchlässigkeitsuntersuchungen durchgeführt werden.

Zertifikate vergleichen

Wer als Entwickler, Konstrukteur oder Nutzer für die UV-Technik eine Produktentscheidung zu treffen hat, muss beim Vergleich unterschiedlicher Strahler gleiche Maßstäbe anlegen. So ist es aufgrund der Vielfältigkeit, die der Markt bietet, durchaus sinnvoll, Zertifikate mit folgenden Aussagen zu verlangen: Angaben über die Strahlerart, Nennung des Röhrenwerkstoffs, Diagramme über die Strahlungsintensität und die Leistungsaufnahme sowie Angaben zur Lebensdauererwartung der Strahler mit Nennung des „Wirksamkeits-Verlusts“ nach einer vorzugebenden Betriebsstundenzahl. ←



Dipl.-Ing. VDI Rüdiger Pielke, Maintal, Telefon (0 61 09) 6 32 52, Telefax (0 61 09) 6 52 79, E-Mail: pielke.ruediger@vdi.de



Dipl.-Phys. Karl Brieden ist Produktmanager UV-Strahlenquellen bei Heraeus Noblelight, Hanau, Telefon (0 61 81) 35 99 66, E-Mail: karl.brieden@heraeus.com, www.heraeus-noblelight.com



Daniela Hornung ist Projektmanagerin Marketing bei Heraeus Noblelight, Hanau, Telefon (0 61 81) 35 85 39, E-Mail: daniela.hornung@heraeus.com, www.heraeus-noblelight.com