

Das ABC der UV-Messung und Prozesssteuerung: Buchstabe A

Ich wurde 2019 für diese Kolumne zur UV+EB-Technologie „ausgewählt“. Diese Kolumne (Ausgabe Nr. 30) erscheint fast genauso lange, wie ich mich schon mit UV-Technologie beschäftige. Ich lerne immer noch jeden Tag dazu und freue mich über neue Anwendungen, ohne dabei die grundlegenden Bausteine der UV-Technologie, der Messtechnik und der Prozesssteuerung aus den Augen zu verlieren.

Diese Kolumne konzentriert sich auf das „ABC“ der UV-Messung und Prozesssteuerung. Das Ziel ist es, Neulingen zu helfen und denjenigen mit Erfahrung einen Überblick zu bieten. Der Buchstabe „A“ wird in dieser Kolumne behandelt, und das Tempo wird zunehmen, während wir uns durch das Alphabet arbeiten.

Welche Qualitätsansprüche haben Sie an Reparaturen oder Projekte im Haushalt? Haben alle in Ihrem Haushalt die gleichen Qualitätsansprüche und Bewertungsmaßstäbe für die fertige Arbeit? Sind Sie zufrieden mit einer Reparatur, die zwar funktional ist, aber, wie mein Großvater sagte, „ein Blinder würde es nie bemerken“, oder verlangen Sie, dass jedes fertige Projekt wie die Sixtinische Kapelle aussieht?

Als ich klein war, brachte Captain Kangaroo das ABC bei, indem er „A“ für Apfel, „B“ für Ball, „C“ für „Cat“ und „D“ für „Dog“ verwendete. Heute haben Kinder viele Möglichkeiten zu lernen, dass „A“ für „Artificial Intelligence“ steht, „B“ für Bluetooth, „C“ für ChatGPT und „D“ für Download.



ABC-Grundregeln

1. Werden die aufgeführten UV-Grundbegriffe alle UV-Begriffe abdecken? Nein. Der Schwerpunkt liegt auf Begriffen im Zusammenhang mit der UV-Messung und der Prozesssteuerung – also jenen, die wir bei EIT 2.0 am häufigsten erläutern. Wo immer möglich, werde ich Beispiele aus der Praxis und Grafiken verwenden.
2. Ich ermutige die Formulierer/Chemiker, die diese Kolumne lesen, ihre eigene „ABC“-

| | mJ/CM2 | mW/CM2 |
|-----|---------|---------|
| UVA | 372.692 | 551.174 |
| UVB | 348.696 | 505.988 |
| UVC | 106.941 | 132.622 |
| UVV | 313.273 | 426.582 |

Liste aus formulierungstechnischer bzw. chemischer Perspektive zu erstellen, um sie für Schulungszwecke zu nutzen.

3. Werde ich mir bei einigen Begriffen dichterische Freiheit nehmen, um für jeden Buchstaben zumindest etwas zu haben? Auf jeden Fall.
4. Werden die aufgeführten Begriffe vom RadTech-Redaktionsbeirat auf ihre „Richtigkeit“ geprüft? Auf jeden Fall. Letztendlich liege die Verantwortung für etwaige Fehler bei mir. Der RadTech-Redaktionsbeirat ist eine wichtige Gruppe von Freiwilligen, die dem Vernehmen nach mehr Spaß macht als die Mitarbeit im Vorstand einer Eigentümergemeinschaft (HOA).
5. Vor einundzwanzig Jahren entwickelte und veröffentlichte die RadTech Measurement Group ein Glossar mit Begriffen für die UV-Härtung, Prozessgestaltung und Messtechnik. Es ist auf der RadTech-Website unter <https://radtech.org/uv-glossary/> zu finden und ist nach wie vor eine hervorragende Referenz.
6. In der Praxis werden manchmal unterschiedliche Begriffe („Energiedichte“ und „Dosis“) für dasselbe verwendet.

Absolutwerte

Absolute Werte sind „kalibrierte“ Zahlenwerte, meist angegeben in Joule/cm² und Watt/cm² (Abbildung 1). Sie liefern numerische Werte und ermöglichen:

- die Kommunikation innerhalb einer Anlage, zwischen Anlagen sowie mit Formulierern und Anbietern von UV-Strahlern;
- Ausgangspunkte zur Anpassung an eine Spezifikation in einem technischen Datenblatt;
- die Festlegung, Optimierung und Aufrechterhaltung eines Prozessfensters durch den Anwender;
- Vergleiche zwischen verschiedenen Produktionslinien und Gerätemarken; sowie

- die Fehlerbehebung bei auftretenden Problemen.

Praktischer Tipp

Legen Sie bei absoluten Daten unternehmensintern fest, wie die Daten erfasst, gemeldet und organisiert werden sollen. Einigen Sie sich auf die zu meldenden Einheiten ($J/cm^2/W/cm^2$ oder $mJ/cm^2/mW/cm^2$) und die verwendeten Einheiten. Legen Sie die Einstellungen für das Radiometer fest. Wir empfehlen dringend, sowohl Watt- als auch Joule-Werte aufzuzeichnen. Achten Sie darauf, die gleiche radiometrische Sprache zu verwenden, um Vergleiche von „Äpfeln mit Birnen“ zu vermeiden. Siehe die Erörterung zum Thema Bandbreite in einer zukünftigen Kolumne. Die Suche nach Veränderungen der UV-Strahlung im Zeitverlauf und der Vergleich der Veränderung mit sich selbst ist eine weitere Messstrategie. Siehe die Erörterung unter „Relative Werte“, die in

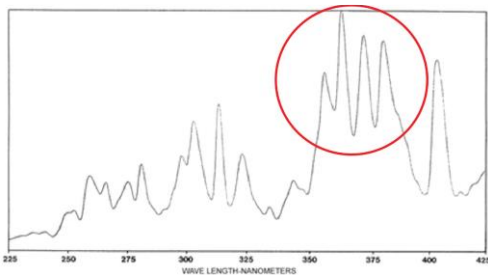


Abbildung 2. Beispiel einer kontinuierlichen Spektralkurve einer Quecksilber-Eisen-Lampe mit verstärkter Emission im Bereich von 350–400 nm (roter Kreis)

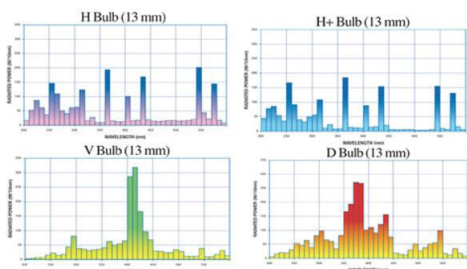


Abbildung 3. Beispiele für das Spektralverteilungsdiagramm von vier verschiedenen Lampentypen in 10-nm-Bändern: H: Quecksilberlampe; H+: Quecksilberlampe mit verstärkter kurzwelliger UV-C-Strahlung; V: Quecksilber-Gallium-Lampe mit verstärkter Strahlung im Bereich von 400–450 nm; und D: Quecksilber-Eisen-Lampe mit verstärkter Strahlung im Bereich von 350–400 nm.

einer späteren Kolumne erscheint.

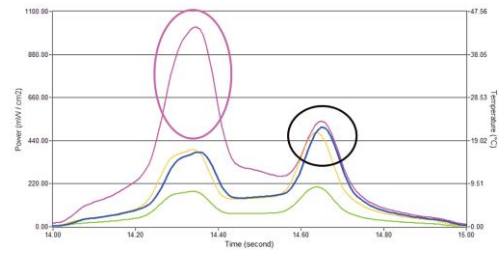


Abbildung 4. Strahlungsprofil einer Quecksilber-Gallium-Lampe (links) und einer Quecksilberlampe (rechts). Bei einer Quecksilber-Gallium-Lampe ist der UV-V-Wert (magentafarbenes Oval) deutlich höher als die UV-A- und UV-B-Werte, die in etwa gleich sind. Bei einer Quecksilberlampe liegen die Werte für UVA, UV-B und UV-V (schwarzes Oval) normalerweise nahe beieinander.

Additive-Lampen

Additivlampen, auch als „dotierte“, „Halogenid-“ oder „Spezialfüllungs“-Lampen/Glühlampen bezeichnet, sind Mitteldruck-Quecksilberlampen (Bogen- oder Mikrowellenlampen), bei denen dem Quecksilber im Inneren der Lampe geringe Mengen an Metallhalogeniden beigemischt wurden. Die Additive strahlen zusätzlich zu den vom Quecksilber emittierten Wellenlängen ihre charakteristischen Wellenlängen ab. Zu den gängigen Additiven gehören Eisen und Gallium.

- Quecksilber-Eisen-Lampen werden gemeinhin als „D“-Lampen bezeichnet und weisen eine erhöhte Leistung im Bereich zwischen 350 und 400 nm auf (Abbildung 2).
- Quecksilber-Gallium-Lampen werden gemeinhin als „V“-Lampen bezeichnet und weisen eine erhöhte Leistung im Bereich von 400–450 nm auf. Die längeren Wellenlängen einer „V“-Lampe können Beschichtungen besser durchdringen und werden häufig bei undurchsichtigen und weißen Beschichtungen eingesetzt.

Lampenhersteller stellen Informationen über das Spektralverteilungsmuster ihrer verschiedenen Lampen in unterschiedlichen Formaten bereit, die von einer kontinuierlichen Verteilung bis hin zu einer Grafik reichen, in der die Verteilung in 5–10-nm-Bändern gruppiert oder dargestellt ist (Abbildung 3).

Praktische Tipps

- Erkundigen Sie sich bei Ihren Lampen-/Strahlerlieferanten, da diese möglicherweise eine andere Bezeichnung für ihre additiven Lampen verwenden. „FE“ (Eisen) wird manchmal anstelle von „D“ für eine Quecksilber-Eisen-Glühlampe und „GA“

(Gallium) anstelle von „V“ für Quecksilber-Gallium-Lampe verwendet. Achten Sie darauf, dass das Einkaufsteam nicht die falschen Strahlerkolben bestellt.

- Der Lampentyp lässt sich mit einem Multiband-Radiometer leicht bestimmen (Abbildungen 4 und 5).
- Wenn Sie ein Radiometer mit Profiler-Funktion verwenden, betrachten Sie das Verhältnis der Bänder im Bestrahlungsstärke-Profil.
- Wenn kein Profiler verfügbar ist, vergleichen Sie das Verhältnis der numerischen Wattwerte zwischen den Bändern.

Vergleich von Zahlenwerten

Das Verhältnis der Werte für die UV-A-, UV-B-, UV-C- und UV-V-Bänder in Tabelle 1 zeigt die Unterschiede zwischen Quecksilber-, Quecksilber-Eisen- und Quecksilber-Gallium-Lichtquellen. Die Werte sind in Milliwatt angegeben, wobei die Bandwerte definiert sind. Die Lampen sind unterschiedlicher Bauart. Vergleiche sollten nur mit den anderen Bändern einer bestimmten Lampe angestellt werden. Die Verhältnisse kann je nach Bandbreite anderer Geräte und je nach Hersteller der Strahler variieren.

Anwendung

Die Art der Anwendung und des Prozesses bestimmt oft die Mess- und Prozesssteuerungsstrategie sowie die Frage, was funktioniert und was nicht. Zu den Fragen, die wir stellen, gehören:

- Welche Art von UV-Quelle (Breitband, LED) wird im Prozess verwendet?
 - Bei einer Breitbandquelle: Welcher Lampentyp (Quecksilber, Quecksilber-Eisen, Quecksilber-Gallium) wird verwendet?
 - Bei einer LED: Wie groß ist der Wellenlängenbereich in Nanometern (nm)?
- Wie hoch ist die erwartete Leistung der Quelle in W/cm^2 ? Dies hilft bei der Auswahl des richtigen Messgeräts mit dem richtigen Dynamikbereich.
- Wie viele Quellen? Wenn es mehrere Quellen gibt, wäre dann ein Profiler-Radiometer, das jede Quelle anzeigen kann, besser geeignet?
- Wie viel Platz steht im Prozess zur Verfügung, um entweder ein Radiometer unter der Quelle hindurchzuführen oder einen Sensor zu montieren?

Dies kann ein begrenzender Faktor sein und

die Messstrategie bestimmen.

- Wie schnell läuft der Prozess ab? Wird ein Radiometer mit einer höheren Abtastrate benötigt?
- Gibt es wichtige Eigenschaften oder Merkmale der ausgehärteten Beschichtung, die überwacht werden müssen? Ein Beispiel wäre die Überwachung des kurzwelligen UV-C-Lichts, wenn Eigenschaften der Oberflächenhärtung, wie Kratz- oder Fleckenbeständigkeit, wichtig sind.
- Haben Sie ein Produkt, das eine häufigere oder kontinuierliche Überwachung erfordert? Beispiele hierfür könnten hochwertige Produkte, medizinische Produkte, hohe Produktionsgeschwindigkeiten oder Kundenanforderungen zur Überwachung jeder produzierten Produktcharge sein.

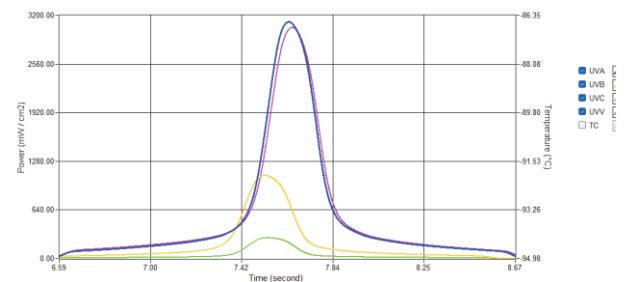


Abbildung 5. Strahlungsprofil einer „D“-Lampe (Quecksilber-Eisen), das zeigt, dass die UV-A- und UV-V-Werte höher sind als die UV-B-Werte.

| Bulb Type | Band Values: mW/cm ² | | | | Comments |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| | EIT UV-A (320-390 nm) | EIT UV-B (280-320 nm) | EIT UV-C (250-260 nm) | EIT UV-V (395-445 nm) | |
| Mercury (H) | 607 | 481 | 203 | 540 | UV-A, UV-B and UV-V values are approximately the same |
| Mercury-Iron (D) | 3115 | 1093 | 272 | 3039 | UV-A and UV-V values are approximately the same |
| Mercury-Gallium (V) | 381 | 394 | 182 | 1020 | UV-A and UV-B values are approximately the same, while UV-V values are significantly higher |

Zusammenfassung

Bitte zögern Sie nicht, mir Feedback zu UV-bezogenen Begriffen zu geben, die in zukünftigen Kolumnen behandelt werden sollten. Denken Sie daran, dass die nächste Kolumne bereits zur Prüfung eingereicht wurde, wenn Sie diese Kolumne lesen.

Abschließender Satz

Für alle, die das ABC früher vor dem Schwarz-Weiß-Fernseher bei Captain Kangaroo gelernt haben: Das ABC, um das ihr euch heute kümmern müsst, lautet A: Arthritis; B: Blutdruck; C: Cholesterin und D: Diabetes. ◆

Jim Raymont
Director of Sales
EIT 2.0 LLC
jraymont@eit20.com

