

Informationsschrift

UV-C-Luftentkeimung in Schulen und Bildungseinrichtungen

September 2021
Fachverband Licht

Inhalt

1.	Einleitung	3
2.	Vorteile von geschlossenen Luftreinigern mit UV-C	3
3.	Wie funktioniert UV-C-Entkeimung	3
3.1.	UV-C-Strahlung	4
3.2.	Wie wirkt UV-C auf Mikroorganismen?	4
3.3.	Infektionsmedium Aerosole	4
4.	Luftentkeimung in Schulen und Kitas	5
4.1.	Empfohlene Luftwechselraten	5
5.	Sicherheit, Wartung und Betrieb der Geräte	5
5.1.	Betriebskosten/Laufende Kosten im Betrieb	6
5.2.	Serviceintervall	6
5.3.	Betriebsgeräusche	6
6.	UV-C sicher im Betrieb	6
7.	Literaturverzeichnis	7
8.	Bildverzeichnis	7

1. Einleitung

Schulen sind nicht nur Bildungsorte, sie sind Zentren für Austausch, sozialen Zusammenhalt und gesellschaftliche Einbindung unserer Kinder, die derzeit in großen Teilen noch nicht auf ein Impfangebot zurückgreifen können. Daher sind die Entscheidungen der Bundes- und Landesregierungen wichtig, existierende technische Möglichkeiten zu unterstützen und finanziell deutlich zu fördern, welche das Infektionsrisiko in Schulen nachweislich senken. In Klassenräumen gibt es viele Aspekte, die dazu führen, dass dort das Infektionsrisiko erhöht ist. Einerseits befinden sich meist viele Personen im Raum, während andererseits nicht alle Räume über ein geeignetes Lüftungskonzept verfügen. Viele Räume haben keinen Zugang zu Raumluftechnische Anlagen (RLT) und sind auf Fensterlüftung angewiesen. Die geeignetste Variante der Fensterlüftung ist die Schaffung eines Luftdurchzugs. Dies ist oft nicht möglich, da Schulräume meist nur mit Fenstern an einer Raumseite ausgestattet sind. Unter diesen Voraussetzungen stellen Luftentkeimungsgeräte, die die Raumluf stetig reinigen und Krankheitskeime zuverlässig abtöten, eine etablierte und flexible Lösung dar, die leicht und schnell in bestehende Räumlichkeiten integriert werden kann.

2. Vorteile von geschlossenen Luftreinigern mit UV-C

Geschlossene Luftreiniger mit bewährter UV-C-Technologie inaktivieren Viren und Bakterien: Chemiefrei, filterlos, leise und unauffällig! Für einen ungestörten Unterricht und volle Konzentration! Durch die leise Betriebsweise können sie während des Unterrichts stetig betrieben werden. Dadurch tragen sie maßgeblich zur kontinuierlichen Reduzierung luftgetragener Krankheitserreger bei und sorgen für Wohlbefinden bei Schülern und Lehrern.

Luftreiniger mit UV-C-Lampen sind wartungsarm. Das Serviceintervall von durchschnittlich 7,5 Jahren ist unabhängig von der behandelten Luftmenge und Keimanzahl, richtet sich nach der Betriebsdauer und ist somit gut planbar. Der Wechsel der verbauten Lampen ist einfach, hausmeisterfreundlich und mit geringen Anforderungen an Sicherheitsvorkehrungen verbunden.

3. Wie funktioniert UV-C-Entkeimung

Zur UV-C-Entkeimung wird die Raumluf an der UV-C-Strahlungsquelle entlanggeführt, darin enthaltene Keime werden inaktiviert und so unschädlich gemacht [1]. Nach diesem Vorgang wird die entkeimte Luft wieder in den Raum zurückgeführt. Die zuverlässige Entkeimungsleistung von UV-C ist seit Jahrzehnten nachgewiesen und entsprechend auch für Coronaviren wissenschaftlich belegt [2]. Seit vielen Jahren wird das Verfahren der UV-C-Entkeimung bereits in der Lebensmittelproduktion, Wasseraufbereitung und im Gesundheitswesen (z.B. in Krankenhäusern, Laboren) eingesetzt.

3.1. UV-C-Strahlung

Ultraviolettstrahlung (UV) ist eine elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge, die für das menschliche Auge nicht sichtbar ist. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Energiedichte wird die UV-Strahlung in UV-A, UV-B und UV-C unterschieden (siehe Abbildung 1). Im Tageslicht gibt es keine natürliche UV-C-Strahlung auf der Erde, da diese in der Stratosphäre absorbiert wird. Dadurch haben Organismen keine natürlichen Abwehrmechanismen entwickelt.

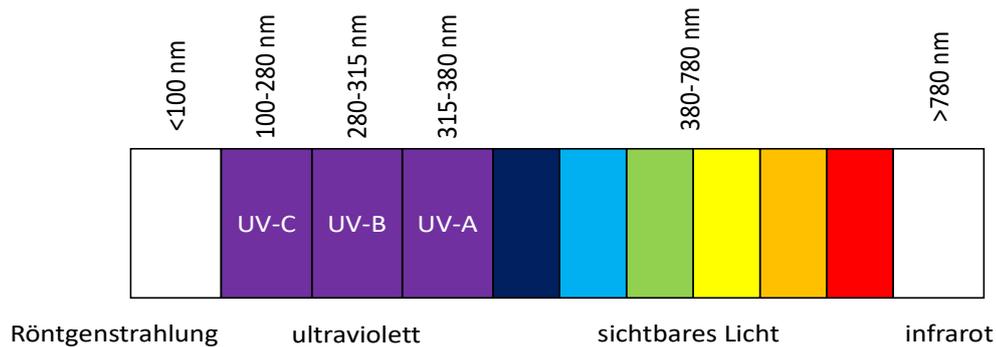


Abbildung 1: Lichtspektrum mit Wellenlängen (Einteilung nach [3])

3.2 Wie wirkt UV-C auf Mikroorganismen?

Die Erbanlagen (RNA/DNA) von Mikroorganismen werden von UV-C-Strahlung zerstört [4]. So können sich die Keime nicht weiter vermehren und sind nicht mehr in der Lage eine Infektion auszulösen. Neben reinen UV-C-Geräten gibt es auch Systeme, die eine zusätzliche Oxidationseinheit enthalten, ohne dabei Ozon freizusetzen.

3.3 Infektionsmedium Aerosole

Covid19 wie andere Infektionskrankheiten, beispielsweise Influenza, werden auf dem Luftweg übertragen. Beim Atmen, Sprechen, Niesen und Husten werden kleine, mit Keimen belastete Tröpfchen oder Partikel an die Umgebungsluft abgegeben [5].



Abbildungen 2 und 3: Ausbreitung der Aerosole ohne und mit aktiver Luftentkeimung

Während die größeren Tröpfchen nur eine geringe Reichweite haben, verteilen sich die kleinsten Tröpfchen, so genannte Aerosole, im ganzen Raum, also auch in größeren

Entfernungen zu einer infizierten Person. So findet im Lauf der Zeit eine immer stärkere Anreicherung der Raumluft mit diesen Keimen statt.

Atmet nun eine gesunde Person diesen Aerosolnebel ein, kann eine Infektion ausgelöst werden. Das Ziel von Schutzmaßnahmen muss also sein, die Konzentration infektiöser Aerosole zu minimieren und somit die Wahrscheinlichkeit für eine Infektion deutlich zu senken.

4. Luftentkeimung in Schulen und Kitas

Schulen und Kitas, insbesondere für jüngere Kinder, sind aufgrund der pandemischen Lage besonders zu betrachten. Kinder sind dem SARS-CoV-2-Virus in der aktuellen Situation schutzlos ausgeliefert [6]. Dabei verbringen Kinder viele Stunden in Innenräumen, ggf. auch in wechselnder Gruppierung. Das vergangene Jahr hat gezeigt, dass der Präsenzunterricht notwendig ist, mit oft lebhaften sozialen Kontakten, aber auch konzentriertem Arbeiten. Das Umweltbundesamt empfiehlt – wo möglich – das Lüften als erste Maßnahme [7]. Allerdings garantiert eine reine Fensterlüftung noch keinen sicheren, homogenen Luftaustausch. Die Luftaustauschrate ist abhängig von der Lage und den Wetterverhältnissen. Vermehrtes Lüften lässt sich sinnvoll nur auf Räume der Kategorie 1 (Hinweise zu den Kategorien sind in (7) beschrieben) anwenden, während für Räume der Kategorie 2 und 3 technische Hilfsmittel, wie UV-C-Luftreiniger, vom UBA ausdrücklich empfohlen werden. Die Wirkungen von Lüften und UV-C-Entkeimung addieren sich. Eine Senkung der Anzahl erkrankter Kinder bewirkt eine Senkung der Fehlzeiten ihrer Eltern durch Krankheit oder Quarantäne.

4.1. Empfohlene Luftwechselraten

Da Schulen und Kitas typischerweise nicht mit stationären Raumlufttechnischen Anlagen (RLT) ausgestattet sind, sind mobile Luftreiniger mit einer geschlossenen UV-C-Kammer prädestiniert für die Nachrüstung und den dauerhaften Betrieb.

Das Atemvolumen von Kindern und Jugendlichen liegt deutlich unter dem von Erwachsenen [8]. Hinzu kommt, dass die meiste Zeit eine ruhige Position ohne körperliche Anstrengung eingenommen wird. Daher kann mit einem 3- bis 4-fachen Raumluftwechsel pro Stunde verlässlich geplant werden.

5. Sicherheit, Wartung und Betrieb der Geräte

Im ZVEI organisierte Unternehmen stehen mit ihrer langjährigen Erfahrung für den sicheren Aufbau und Betrieb von UV-C-Geräten in geschlossenen Räumen, in denen sich Personen aufhalten. UV-C-Geräte müssen nur äußerst selten gewartet werden. Die Wartung ist einfach. Im Betrieb sind sie leise, leicht zu handhaben und setzen kein Ozon frei.

5.1. Betriebskosten/Laufende Kosten im Betrieb

Naturgemäß ergeben sich durch den Betrieb von technischen Geräten auch Betriebskosten, die sich wie folgt zusammensetzen:

Energieverbrauch

Ein Standard UV-C-Luftreinigungsgerät kann an einer Steckdose betrieben werden und hat einen moderaten Stromverbrauch.¹

Wartung

Ausgenommen des Lampenwechsels sind reine UV-C-Luftreiniger quasi wartungsfrei.

Ersatzteile (Verschleißteile)

UV-C-Lampen unterliegen technologisch bedingt einer gewissen Alterung, die bei einer längeren Betriebsdauer zu einer geringeren Strahlungsleistung führt. Daher müssen UV-C-Lampen nach einer vom Hersteller spezifizierten Lebensdauer ausgetauscht werden. Diese werden dem Abfallwirtschaftskreislauf zugeführt. Daher fallen auch keine gesonderten Entsorgungskosten an, vergleichbar mit Leuchtstoffröhren oder Kompaktleuchtstofflampen. Damit bieten UV-C-Luftreinigungsgeräte die Technologie mit den geringsten Betriebs- und Folgekosten.

5.2. Serviceintervall

Bei einer angenommenen Betriebszeit von 6h/Schultag an ca. 200 Schultagen/Jahr beträgt die Betriebszeit der UV-C-Lampen ca. 1.200h. Die durchschnittliche Lebenserwartung von UV-C-Strahlern liegt bei mindestens 9.000h. Dies entspricht einem Serviceintervall von durchschnittlich allen 7,5 Jahren. Der Wechsel der UV-C-Strahler ist einfach, da es sich um gesockelte „Leuchtmittel“ handelt und erfordert nur leichtes handwerkliches Geschick.

5.3. Betriebsgeräusche

Da UV-C-Entkeimungsgeräte ohne Filter arbeiten, sind sie typischerweise leise und können deshalb während des Unterrichts betrieben werden. Das erlaubt auch beim Betrieb dieser Geräte einen ungestörten Unterricht und konzentriertes Arbeiten.

6. UV-C sicher im Betrieb

Geschlossene UV-C-Luftreiniger unterliegen den Sicherheitsanforderungen für Haushaltsgeräte nach DIN EN 60335-1 und DIN EN 60335-2-65. Geräte, die diesen Normen entsprechen, können bedenkenlos von Laien betrieben werden. Eine CE-Kennzeichnung muss vorhanden sein.

¹ Am Beispiel eines durchschnittlichen 200W-Geräts ergeben sich ca. 7€ an monatlichen Stromkosten.

Die hier beschriebenen UV-C-Luftreiniger verfügen über eine geschlossene Bestrahlungskammer, durch die Luft durchgeleitet und entkeimt wird. Diese Geräte müssen nach der Norm der Photobiologischen Sicherheit DIN EN 62471 in der Risikogruppe 0 eingeordnet sein [9].

7. Literaturverzeichnis

- [1] Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook, W.Kowalski, Springer, 2009
- [2] Ultraviolet irradiation doses for coronavirus inactivation, M. Hessling et al., May 2020, DOI:10.3205/dgkh000343
- [3] DIN 5031-7, Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik; Benennung der Wellenlängenbereiche
- [4] UV-Strahlung und DNA-Schäden - Untersuchung UV-induzierter Prozesse in Nukleinsäuren mit Femtosekunden-Infrarotspektroskopie, W. J. Schreier, München 2008
- [5] Respiratory aerosols and droplets in the transmission of infectious diseases, MPI, E. Bodenschatz et al, March 2021, https://www.researchgate.net/publication/349728103_Respiratory_aerosols_and_droplets_in_the_transmission_of_infectious_diseases
- [6] Indoor transmission of SARS-CoV-2, Indoor Air 31-3: 639–645, 2020Y. Li et al., <https://doi.org/10.1111/ina.12766>
- [7] Lüftung, Lüftungsanlagen und mobile Luftreiniger an Schulen, Umweltbundesamt vom 12.07.2021 <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luftung-lueftungsanlagen-mobile-luftreiniger-an>
- [8] Respiratory protective devices – human factors, Metabolic rates and respiratory flow rates, ISO/TS 16976-1, 2nd edition 2015
- [9] UV-C-Anwendungen zur Entkeimung von Oberflächen und Luft, ZVEI Positionspapier, Febr. 2021, <https://www.zvei.org/presse-medien/publikationen/positionspapier-uv-c-anwendungen-zur-entkeimung-von-oberflaechen-und-luft>

8. Bildverzeichnis

- Seite 4: BÄRO GmbH & Co. KG, Leichlingen



UV-C-Luftentkeimung in Schulen und Bildungseinrichtungen

Herausgeber:

ZVEI e.V.

Fachverband Licht

Lyoner Str. 9

60528 Frankfurt am Main

Verantwortlich:

Dipl.-Ing. Soheil Moghtader

Telefon: +49 69 6302-201

E-Mail: soheil.moghtader@zvei.org

www.zvei.org

September 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen
des Urheberrechtsgesetzes ist ohne
Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen,
Übersetzung, Mikroverfilmungen und die Ein-
speicherung und Verarbeitung in elektronischen
Systemen.