



- ▶ WISSEN SCHAFFT FORTSCHRITT®
- ▶ **GWP WHITE PAPER UWS 007**
- ▶ **AUTOREN**

Dr. Christian Schurig  
M.Sc. Meteorology  
Leitung UWS  
Experte  
christian.schurig@gwp.eu

Dr. Julius A. Nickl  
Dipl. Chemiker  
Geschäftsführer  
Senior-Experte  
julius.nickl@gwp.eu

## ZUSAMMENFASSUNG

Raumluftfiltergeräte können eine wichtige Infektionsschutzmaßnahme im Rahmen der Pandemievorsorge sein. Ein Vergleich der unterschiedlicher Modelle am Markt fällt aufgrund unterschiedlicher Entkeimungstechnologien, Lüfterleistung und resultierender resultierender Strömung im Raum schwer.

Mittels des normierten Prüfverfahrens GWP AV384 [1] gelingt es der GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung die mikrobielle Leistung unterschiedlichster Geräte in einem Prüfraum vergleichen zu können [2]. Dieses Dokument beschreibt den Vergleich von Geräten folgender

Wirkungsweisen: HEPA, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> & UVC. Zudem wird ein Bewertungsschema zur Einstufung der Wirksamkeit der Geräte vorgestellt.

## INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	1
Einführung	2
Experimentelles	3
Ergebnisse und Diskussion	4
1.1 Vergleich der Reinigungsabklingkurven aller Geräte	4
1.2 Vergleich der Abklingzeiten aller Geräte	5
1.3 Vergleich mit theoretisch möglicher Leistung	5
1.4 Schall- und UVC-Emissionen im Betrieb	8
1.5 Anwendungsspezifische Bewertung	9
Zusammenfassung	10
Anhang	11
1.6 Literaturverzeichnis	11
Versionskontrolle	11

## EINFÜHRUNG

Die Belastung einer Innenluft mit Mikrolebewesen kann zu ernsthaften gesundheitlichen Problemen führen. Auch abseits besonders reglementierter Bereiche, wie OP-Sälen oder auch Lebensmittelproduktionsstätten, sind zulässige Keimbelastungen der Atemluft als maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) seitens der Berufsgenossenschaften geregelt. Ein breiteres öffentliches Interesse hat die Keimbelastung einer Innenluft im Zuge der SARS-CoV-2-Pandemie erfahren. Da das Coronavirus im Wesentlichen über die Atemluft übertragen wird, sind neben Lüftungsstrategien und Hygienekonzepten auch zunehmend technische Lösungen zur Raumluftentkeimung in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Diese Maßnahmen dienen unter anderem der Aufrechterhaltung eines Betriebs von Firmen, Veranstaltungsstätten, Schulen und Kindergärten unter Pandemiebedingungen [3,4].

Technische Lösungen zur Raumluftentkeimung umfassen einerseits in einem Raum aufzustellende Geräte und andererseits in eine zentrale Lüftungsanlage zu integrierende Lösungen. Vor allem in Räumen aufzustellende Geräte können dabei einfach nachgerüstet werden und somit einen mit Augenmerk auf das Infektionsgeschehen sicheren Betrieb ermöglichen. Uns sind keine verbreiteten, normierten Prüfverfahren für mobile Geräte, die technisch relevant sind, bekannt.

Auf dem Markt befindliche Geräte basieren auf verschiedenen Technologien [5].

► Filter-basierte Geräte arbeiten nach dem HEPA-Prinzip (High Efficient Particulate Air (filter)), ähnlich der Luftaufbereitungsanlage für Reinräume. Keimbelastete Luft wird dabei mittels eines Gebläses angesaugt und durch einen hocheffektiven Schwebstofffilter geleitet. In diesem sammeln sich Partikel einer bestimmten Größe, so auch Mikroorganismen. Mit zunehmender Belegung des Filters steigt der Druckabfall über den Filter an. Ein weiterer Betrieb des Geräts erfordert einen Austausch des Filters. Belastungen durch nichtlebende Aerosole werden ebenso aus der Innenluft entfernt; eine Abtötung eventuell vorhandener Keime erfolgt aber nicht.

► Im Unterschied zur Filtertechnologie wird bei der Verwendung von UVC-Strahlung die Keimbelastung der Innenluft direkt reduziert indem eventuell auftretende Keime abgetötet

werden. Die Abluft dieser Geräte kann als weniger keimbelastet gelten, eine Reduktion der Aerosolbelastung erfolgt aber meist nicht. Die Effizienz dieser Entkeimungsmethode hängt weniger von der Partikelgröße, als beim HEPA-Verfahren ab, sondern eher von der nötigen Strahlungsdosis des zu entkeimenden Mikroorganismus. Diese ist spezifisch für verschiedene Bakterien und Viren.

▶ Ein weiteres Verfahren zur Entkeimung basiert auf der Verneblung von Oxidationsmitteln, wie einer Wasserstoffperoxidlösung (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) oder Ozon (O<sub>3</sub>). Mit den Aerosolen der H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung bzw. des O<sub>3</sub>-Gases in Kontakt kommende Mikroorganismen werden abgetötet in dem ihre Zellbestandteile oxidiert werden. Selbiges passiert auch mit den Zellen sich eventuell im Raum aufhaltender Personen. Aus diesem Grund dürfen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- und O<sub>3</sub>-basierte Entkeimungsgeräte nur bei Abwesenheit von Personen betrieben werden.

▶ Weitere Luftbehandlungsmethoden wie thermisch, Ionisation, Hochspannungsabscheidung, Plasma sind bekannt, wurden aber im Rahmen dieser Experimente nicht untersucht.

Viele Hersteller solcher Geräte werben mit Entkeimungseffizienzen von 99,9 % und höher [4,5]; oft sind das Geräteeigenschaften, also was innerhalb des Gerätes passiert. Aber was bedeutet „Effizienz“ im Raum? Ein direkter Vergleich verschiedener Geräte fällt aufgrund unterschiedlicher angewandter Technologien allerdings schwer. Zudem wird meist keine direkte Messung der Entkeimungseffizienz in keimbelasteten Innenräumen durchgeführt. Vielmehr wird seitens der Hersteller die Effizienz der jeweiligen Entkeimungsmethode hinsichtlich Modellkeimen, die direkt in das Gerät eingebracht werden, angegeben. Strömungsmechanische Erwägungen, wie die Durchmischung des Luftvolumens des zu entkeimenden Raumes, sowie das Verhältnis von Luftdurchsatz zur Effizienz der Entkeimung werden dabei vernachlässigt. Oder in anderen Worten: wie das Gerät in einem realen Raum arbeitet ist nicht bekannt.

Mittels der GWP AV384 [1] ist eine Messung der Entkeimungseffizienz eines Geräts im genormten, realitätsnahen Raum nun möglich. Auf Basis dieser Methode sollen nun [a] unterschiedliche Geräte hinsichtlich ihrer Effizienz verglichen werden und [b] ein nachvollziehbarer Bewertungsmaßstab aus allen ermittelten Parametern für unterschiedliche Einsatzszenarien entwickelt werden. Das Ziel [c] dieser Anstrengungen soll sein, wirksame von nichtwirksamen Geräten unterscheiden zu können und dies dem Interessenten mittels einer zu vergebenden Note einfach und schnell verständlich zu machen.

## EXPERIMENTELLES

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse beruhen auf der Messung unterschiedlichster Geräte nach der GWP AV 384. Die untersuchten Geräte nebst ihrer relevanten technischen Parameter sind in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1: Gemäß GWP AV384 geprüfte Geräte und ausgewählte technische Parameter

Gerät	Technischer Parameter			
	Luftstrom m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Technologie -	UVC-Leistung W	Leistungsaufnahme W
UVC-Gerät A	300	UVC	20	75
UVC-Gerät B	850	UVC	55	155
UVC-Gerät C	1000	UVC	72	300
UVC-Gerät D	300	UVC	24	110

UVC-Gerät E	600	UVC	k.a.	300
HEPA-Gerät F	1200	HEPA	-	2500
HEPA-Gerät G	1300	HEPA	-	1350
HEPA-Gerät H	333	HEPA	-	56
HEPA-Gerät I	520	HEPA	-	55
HEPA-Gerät J	1044	HEPA	-	40
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Gerät K	480	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-	60

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### 1.1 Vergleich der Reinigungsabklingkurven aller Geräte

Eine Vielzahl von Messungen der Reinigungsabklingkurven mit den Modellkeimen *E. coli* K12 & *B. subtilis* DSM10 ermöglicht den Vergleich der mikrobiellen Leistung unterschiedlichster Geräte. Wie in Abbildung 1 zu sehen, können dabei Geräte unterschiedlichster Wirkungsweisen und Leistungsklassen miteinander verglichen werden. Deutlich zu sehen ist, dass die HEPA-Geräte H, I & J eine deutlich geringere Reinigungsleistung als die übrigen Geräte zeigen. Diese Geräte sind für den Privatgebrauch vorgesehen.

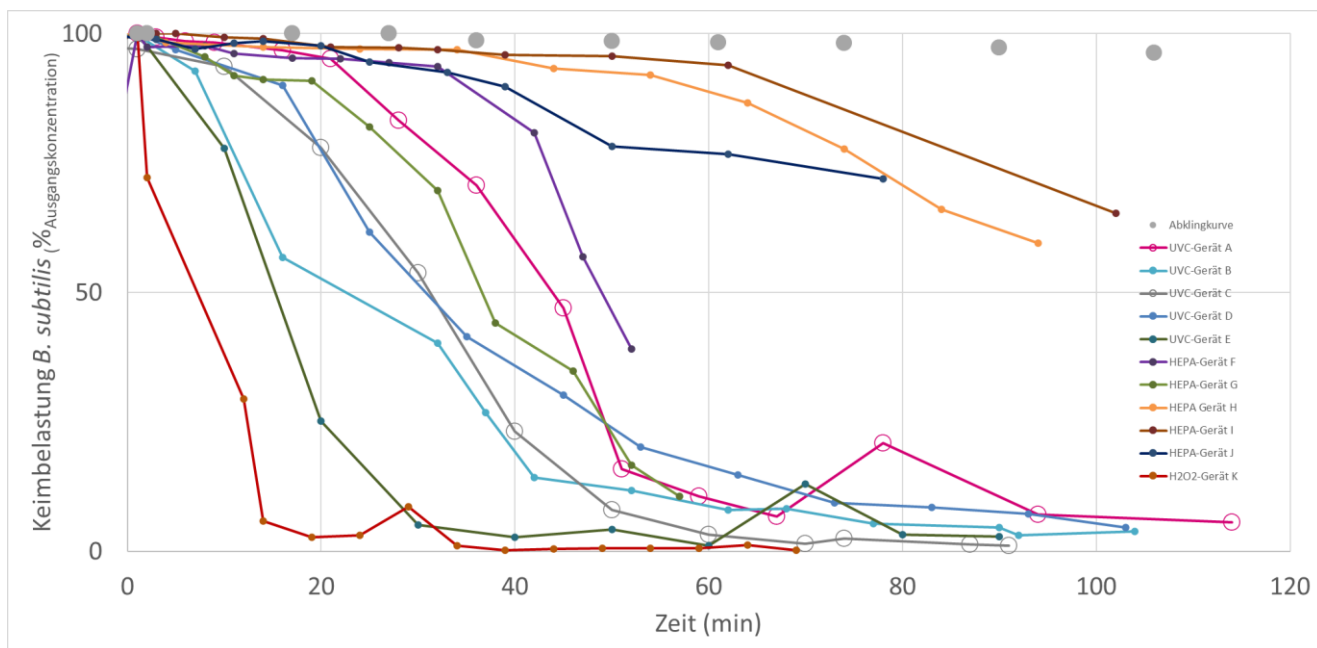


Abbildung 1: Reinigungsabklingkurven verschiedener Geräte hinsichtlich des Modellkeims *B. subtilis* DSM10. Geräte für Privatgebrauch zeigen geringere Leistung als Geräte für kommerziellen Einsatz.

Alle übrigen Geräte zeigen eine vergleichbare Leistung, die in den meisten Fällen mit einer Exponentialfunktion hinreichend genau beschrieben werden kann. Das H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Gerät zeigt dabei die höchste mikrobielle Reinigungsleistung. Wie eingangs beschrieben ist ein Einsatz dieses Geräts jedoch problematisch.

Auffällig ist, dass alle untersuchten UVC-Geräte eine mikrobielle Leistung im guten bis sehr guten Bereich zeigen, während einige der HEPA-Geräte eine niedrigere Leistung zeigen. Dies begründet sich mit der Abwesenheit von UVC-Geräten im Endkundenmarkt. Unter den untersuchten UVC-Geräten finden sich schlicht keine für den Privatgebrauch.

Ein Abgleich der Reinigungsabklingkurven aus Abbildung 1 mit den Leistungsdaten aus Tabelle 1 erlaubt den Rückschluss, dass eine gute Reinigungsleistung nicht zwingend mit einer hohen Lüftungsleistung zusammenhängt. So erreicht das UVC-Gerät D trotz nur 25 % Lüfterleistung eine vergleichbare mikrobielle Reinigungsleistung zu den HEPA-Geräten F & G. Gleichzeitig hat das UVC-Gerät D eine um einen Faktor 10 bzw. 20 niedrigere elektrische Leistungsaufnahme. Es verursacht während seines Betriebs also weniger Kosten.

### 1.2 Vergleich der Abklingzeiten aller Geräte

Gemäß der GWP AV384 wurden die Daten aus Abbildung 1 und die Daten zu den Reinigungsabklingkurven des Modellbakteriums *E. coli* K12 (Daten nicht als Grafik gezeigt) bezüglich ihrer Abklingzeit ausgewertet. Tabelle 2 zeigt die daraus gewonnenen Daten. Die  $t_{50}$  bzw.  $t_{90}$ -Zeit geben die erforderliche Zeit zum Unterschreiten von 50 bzw. 10 % residualer Keimbelastung in der Luft des Prüfzelts an.

Tabelle 2: Abklingzeiten der untersuchten Geräte für die beiden Modellkeime *E. coli* & *B. subtilis*. Mit der GWP AV384 nichtkonforme Messwerte wurden **magentafarben** markiert.

Messung	<i>E. coli</i>		<i>B. subtilis</i>	
	$t_{50}$ min	$t_{90}$ min	$t_{50}$ min	$t_{90}$ min
nat. Abklingkurve	120	250	160	600
UVC-Gerät A	18	25	50	60
UVC-Gerät B	16	45	20	62
UVC-Gerät C	12	20	35	73
UVC-Gerät D	28	42	38	50
UVC-Gerät E	13	18	22	40
HEPA-Gerät F	42	60	50	75
HEPA-Gerät G	10	20	20	30
HEPA-Gerät H	20	25	100	<b>600</b>
HEPA-Gerät I	40	<b>73</b>	180	<b>480</b>
HEPA-Gerät J	190	<b>250</b>	250	<b>600</b>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Gerät K	3	5	7	13

Zur Bewertung der Konformität wurden in der GWP AV384 folgende Schwellenwerte definiert:  $t_{90 E.coli} = 60$  Minuten und  $t_{90 B.subtilis} = 90$  Minuten. Nichtkonforme Messwerte wurden in der Tabelle 2 **magentafarben** markiert. Diese Geräte müssen als nichtkonform mit dem in der GWP AV384 definierten Qualitätsstandard gewertet werden.

Wiederum wurden die nichtkonformen Geräte für die Privatanwendung hergestellt. Aber nur dem HEPA-Gerät J kann trotz sehr hohem Luftvolumenstrom keinerlei Wirksamkeit nachgewiesen werden. Vermutlich funktioniert hier der eingesetzte Filter nicht.

### 1.3 Vergleich mit theoretisch möglicher Leistung

Betrachtet man die Verdünnung der gereinigten Luft im Meßzelt, so ergibt sich ein exponentieller Abfall der Keim-Konzentration. Vorausgesetzt wird hier, dass die das Lüftergerät

durchströmte Luft perfekt abgereinigt wird. Abbildung 2 zeigt theoretisch bestmögliche Abklingkurven für das Prüfzelt für unterschiedliche Lüftungsleistungen.

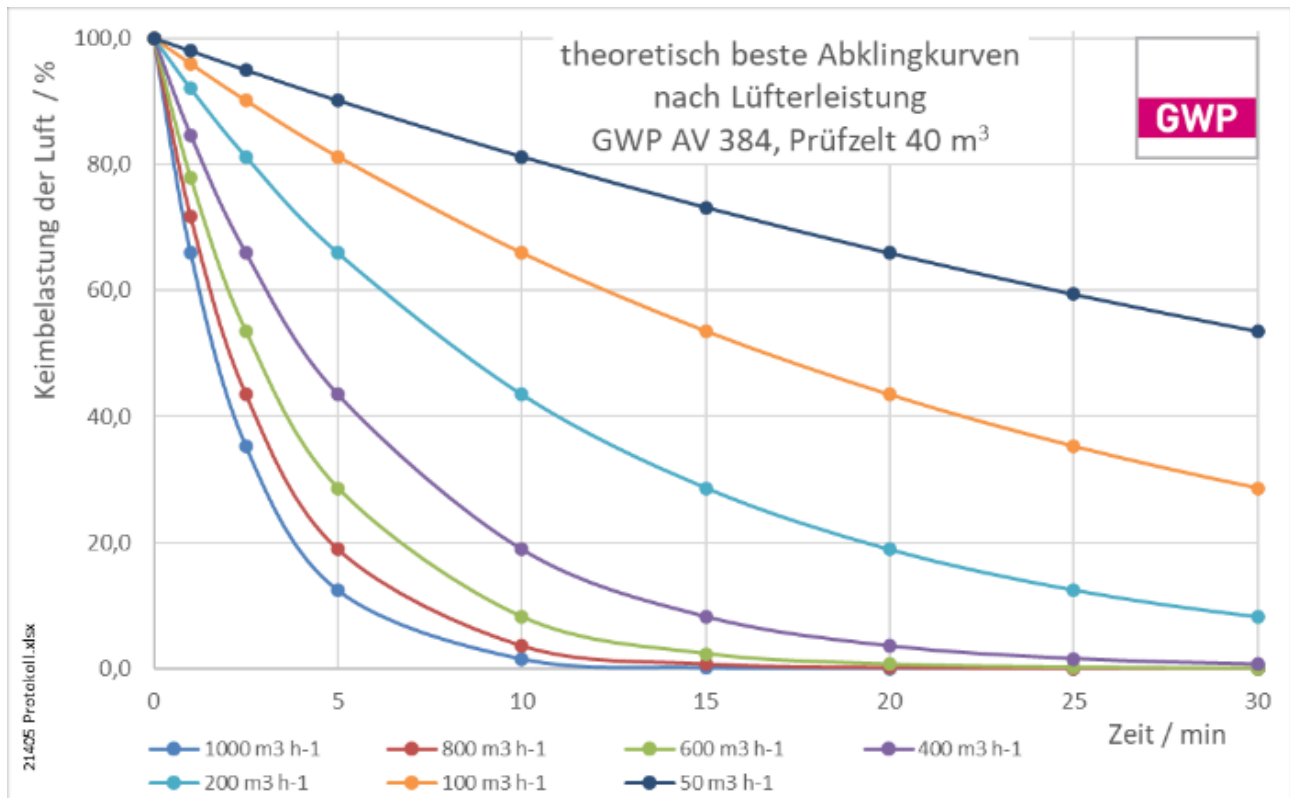


Abbildung 2: Theoretisch erreichbare Abklingkurven bei 100 % Wirksamkeit der Reinigung im Lüfterstrom

Die dafür zugrundeliegenden Daten sind in folgender Tabelle 3 enthalten und beziehen sich auf das errichtete Prüfzelt (siehe 3 Experimentelles).

Tabelle 3: Überblick der theoretisch erreichbaren t<sub>50</sub> & t<sub>90</sub> Zeiten

Lüfterleistung	Abklingzeit t <sub>50</sub>	Abklingzeit t <sub>90</sub>	Volumenwechsel
m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	min	min	h <sup>-1</sup>
50	37,2	> 90	außerhalb Meßbereich; wäre ca. 1
100	17	55	2,5
200	7,9	28,2	4
400	4,0	13,5	10
600	2,8	9,3	15
800	2,5	7,7	20
1.000	2,0	6,1	25

Ein Abgleich dieser theoretisch besten Leistung mit den gemessenen Daten erlaubt die Berechnung einer t<sub>90</sub>-Effizienz verschiedener Geräte. Dieser Parameter beschreibt unabhängig

von der  $t_{90}$ -Zeit der Geräte ihre Effizienz unabhängig von der Lüftungsleistung. Für die vorgestellten Geräte berechnete  $t_{90}$ -Effizienzwerte finden sich in folgender Tabelle 4.

Tabelle 4:  $t_{90}$ -Effizienzen ( $t_{90\text{eff}}$ ) der untersuchten Geräte erlauben Vergleich unabhängig von der Lüfterleistung. Mit der GWP AV384 nichtkonforme Werte & Geräte wurden **magentafarben** markiert.

Prüfling	<i>E. coli</i>		<i>B. subtilis</i>	
	$t_{90}$ min	$t_{90\text{eff}}$ %	$t_{90}$ min	$t_{90\text{eff}}$ %
UVC-Gerät A	25	84	60	35
UVC-Gerät B	45	18	62	13
<b>UVC-Gerät C</b>	20	30	73	<b>8</b>
UVC-Gerät D	42	50	50	42
UVC-Gerät E	18	50	40	23
<b>HEPA-Gerät F</b>	60	8	75	<b>7</b>
HEPA-Gerät G	20	23	30	15
<b>HEPA-Gerät H</b>	25	80	600	<b>3</b>
<b>HEPA-Gerät I</b>	73	14	480	<b>2</b>
<b>HEPA-Gerät J</b>	250	2	600	<b>1</b>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Gerät K	5	>100	13	~100

Wie bereits aus den Abklingkurven der Abbildung 1 zu entnehmen ist, zeigt das H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Gerät die höchste Effizienz. Diese überschreitet sogar die 100 % Marke, da das vernebelte Aerosol auch Keime denaturiert, die nicht durch das Gerät gesaugt wurden.

Auffällig ist zudem, dass das HEPA-Gerät H aufgrund seiner Reinigungsleistung gegenüber *B. subtilis* als nichtkonform bewertet werden musste, aber gegenüber *E. coli* eine hohe Effizienz erreicht. Dieses Ergebnis begründet sich vermutlich dadurch, dass der HEPA-Filter des Geräts Mikroorganismen mit der Größe ~ 1 µm sehr gut filtern kann. Die sehr viel kleineren Sporen des *B. subtilis* (vergl. [2]) werden vom geräteseitig eingesetzten Filter aber nur unzureichend gefiltert, so dass hier die Effizienz nur 3 % beträgt. Hinsichtlich der SARS CoV-2 Pandemievorsorge muss das Gerät dennoch als nicht wirksam klassifiziert werden, da auch die im Vergleich zu den Sporen nochmals kleineren Viren nicht filtrierte werden können.

Während alle UVC-basierten Geräte mit Ausnahme des Geräts C Effizienzen im zweistelligen Bereich zeigen, scheint nur das HEPA-Gerät G in ausreichendem Maß effizient zu arbeiten. Bei den anderen Geräten dieser Wirkungsart wird vermutlich entweder ein großer Teil der aufgereinigten Luft erneut angesaugt (HEPA-Gerät F) oder die eingesetzten Filter haben eine zu große Maschenweite (HEPA-Geräte H, I & J).

Zur Unterscheidung von effizienten und ineffizienten Geräten wurde gemäß der GWP AV384 daher ein Effizienzwert von >10% hinsichtlich der Abreinigung von *B. subtilis* DSM10 festgelegt. Dieser Keim weist sowohl eine höhere UVC-Strahlenresistenz als *E. coli* K12 auf, als auch bedingt durch seine Sporen eine kleinere Größe und damit verbunden schwierigere Filtrierbarkeit. Folglich ist er für alle untersuchten Geräte schwieriger aus der Raumluft zu

entfernen als *E. coli* K12 und bildet somit das härtere Kriterium. In diesem Sinne nichtkonforme Geräte wurden in Tabelle 4 magentafarben markiert.

Die folgende Abbildung 3 enthält die Gegenüberstellung der theoretisch besten Leistung (blaue Kurve) zu Messdaten eines UVC-basierten Geräts. Sehr deutlich ist hier die Diskrepanz zwischen maximaler Effizienz und tatsächlicher Leistung sichtbar. Messungen nach der GWP AV384 erlauben so den direkten Vergleich gemessener mit theoretischen Daten.

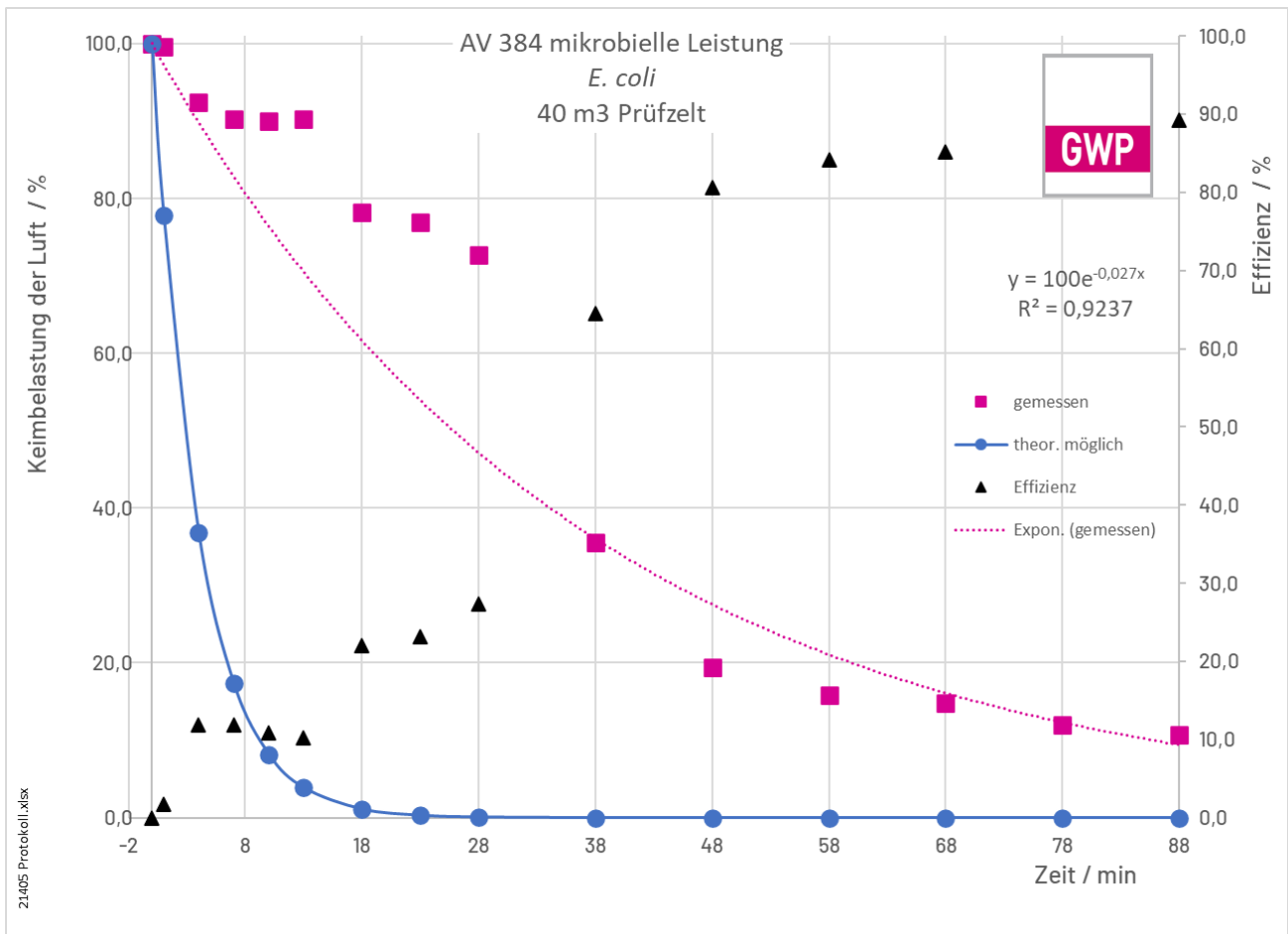


Abbildung 3: Abgleich der theoretisch möglichen Reinigungsleistung mit einer tatsächlichen Messung zur Ermittlung der Geräteeffizienz; UVC-Technologie, ca. 600 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.

#### 1.4 Schall- und UVC-Emissionen im Betrieb

Abhängig vom Einsatzzweck der Geräte sind Emissionen während des Betriebs von unterschiedlicher Bedeutsamkeit. Während UVC-Emissionen während des Betriebs krebserregend sein können und somit bei zu geringem Abstand vom Nutzer zum Gerät gesundheitliche Schäden hervorrufen können, sind Geräuschemissionen unter Umständen störend. Die beim H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Gerät unvermeidlichen Emissionen verbieten einen Betrieb während der Anwesenheit von Personen ohnehin.

Im Rahmen der GWP AV384 werden derartige Emissionen im Betrieb gemessen und im Prüfbericht dokumentiert. Tabelle 5 zeigt die Messwerte der untersuchten Geräte.

Tabelle 5: UVC- & Geräuschemissionen im Betrieb

Prüfling	UVC	Geräusch
----------	-----	----------



	am Gerät $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	10 cm Abstand $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	100 cm Abstand $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	2 m Abstand dB
UVC-Gerät A	3,00	0,77	0,10	60
UVC-Gerät B	11,00	2,50	0,15	70
UVC-Gerät C	2,64	0,77	0,26	45
UVC-Gerät D	0,49	0,21	0,04	50
UVC-Gerät E	0,22	0,17	0,02	50
HEPA-Gerät F	-	-	-	80
HEPA-Gerät G	-	-	-	65
HEPA-Gerät H	-	-	-	70
HEPA-Gerät I	-	-	-	75
HEPA-Gerät J	-	-	-	78
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Gerät K	-	-	-	55

Wie die Daten zeigen, emittieren HEPA-Geräte keine Strahlung, während die untersuchten UVC-Geräte zum Teil erhebliche Strahlenemissionen aufweisen. Bezüglich der Geräuschemission ergibt sich ein differenzierteres Bild. Im Allgemeinen sind UVC-Geräte während des Betriebs leiser und weisen eine geringere Lüfterleistung auf. HEPA-Geräte sind im Allgemeinen lauter. Eine direkte Konformitätsaussage lässt sich nach der GWP AV384 aus diesen Daten jedoch nicht ableiten, da hier nach dem Anwendungsfall, wie z. B. Klassenzimmer, Besprechungsraum, Großraumbüro oder Produktionshalle unterschieden werden muss.

### 1.5 Anwendungsspezifische Bewertung

Die GWP AV384 definiert Maßstäbe zur Konformitätsbewertung untersuchter Luftreinigungsgeräte hinsichtlich ihrer Effizienz. Eine Bewertung der Eignung eines Geräts muss aber anwendungsfallspezifisch erfolgen, da dafür auch die Relevanz und Wichtung von möglichen Strahlen- und Geräuschemissionen bewertet werden muss. Exemplarisch zeigt die folgende Tabelle 6 im Rahmen der GWP AV384 einen Vorschlag zur Wichtung einzelner Geräteparameter für beispielhafte Anwendungsfälle.

Tabelle 6: anwendungsspezifisches Bewertungsschema für Luftreinigungsgeräte nach der GWP AV384

Anwendungsfall	Parameter (0 – 100 % Relevanz)			
	t <sub>90eff</sub>	Emission	Geräusch	Zugangsschutz
Klassenzimmer	40	30	20	10
Besprechungsraum	60	5	30	5
Großraumbüro	40	25	30	5
Kleinbüro	60	10	25	5
Produktionshalle	85	5	5	5

Die anwendungsspezifische Bewertung der in diesem Dokument untersuchten Geräte ist in der folgenden Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Anwendungsspezifische Bewertung der Geräte nach dem Bewertungsschema aus Tabelle 6. Geräte mit bester Eignung für Anwendungsfall sind **magentafarben** markiert.

Prüfling	Anwendungsfall (Eignung in %)				
	Klassenzimmer	Besprechungsraum	Großraumbüro	Kleinbüro	Produktionshalle
UVC-Gerät A	54	37	48	41	40
UVC-Gerät B	26	15	23	17	15
UVC-Gerät C	47	26	43	29	17
UVC-Gerät D	<b>61</b>	<b>45</b>	<b>56</b>	<b>48</b>	<b>46</b>
UVC-Gerät E	49	32	47	35	28
HEPA-Gerät F	37	11	30	16	13
HEPA-Gerät G	49	24	41	28	23
HEPA-Gerät H	36	12	31	16	9
HEPA-Gerät I	34	9	29	14	8
HEPA-Gerät J	32	7	27	12	6
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Gerät K	47	(70)*	50	(68)*	(87)**

\* Benutzung nur bei Abwesenheit von Personen/ in Pausen möglich

\*\* Benutzung nur in zentraler Lüftungsanlage, ohne direkten Kontakt zu Personen möglich

Wie in Tabelle 7 ersichtlich eignet sich das UVC-Gerät D für die meisten Anwendungsfälle am besten. Das H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Gerät erreicht in einzelnen Anwendungsfällen zwar höhere Wertungen, ist aber aufgrund seiner Emissionen nur eingeschränkt einsetzbar. Zur Auswahl eines Geräts müssen zudem die Geräteverfügbarkeit und die Kosten als weitere Kriterien durch den Interessenten bewertet werden.

## ZUSAMMENFASSUNG

Saubere Raumluft kann nicht nur in Pandemiezeiten ein Faktor für den sicheren Betrieb öffentlicher Einrichtungen sein. Der Bewertung unterschiedlicher Raumluftentkeimungskonzepte und Geräte kommt nicht zuletzt aufgrund zu treffender Investitionsentscheidungen eine wichtige Bedeutung zu.

Mittels der vorgestellten Methode GWP AV384 „Raumluftfilter: mikrobielle Leistung“ lassen sich unterschiedlichste Entkeimungsgeräte unabhängig von ihrer Leistung hinsichtlich ihrer mikrobiellen Reinigungseffizienz vergleichen. Dadurch können wirksame von nicht wirksamen Geräten unterschieden werden. Die Bestimmung der Effizienz, dem Emissions- und Geräuschverhalten erlaubt den Vergleich unterschiedlicher Geräte und die Selektion des geeignetsten Geräts für eine bestimmte Raumgröße und Anwendungsart.

Die kontinuierliche Weiterentwicklung des Verfahrens wird im Erstellen einer Datenbank zur Effizienz unterschiedlichster Gerätetypen münden, wobei deren Eignung für den Anwender dank nachvollziehbarer Parameter wie t90-Zeit und t90-Effizienz transparent bleibt.

## ANHANG

### 1.6 Literaturverzeichnis

- [1] Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH: GWP Arbeitsvorschrift AV384 „Raumluftfilter: mikrobielle Leistung“ Rev.01 2021. Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH, Zorneding.
- [2] Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH (2021): GWP white paper UWS 005 Rev. 03.  
<https://gwp.eu/downloads/white-papers>
- [3] Christian J. Kähler, Thomas Fuchs, Benedikt Mutsch, Rainer Hain (Version vom 22.09.2020): Schulunterricht während der SARS-CoV-2 Pandemie – Welches Konzept ist sicher, realisierbar und ökologisch vertretbar?
- [4] Umweltbundesamt, Stand: 16. November 2020 Einsatz mobiler Luftreiniger als lüftungsunterstützende Maßnahme in Schulen während der SARS-CoV-2 Pandemie  
Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene (IRK) am Umweltbundesamt  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/201116\\_irk\\_stellungnahme\\_luftreiniger.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/201116_irk_stellungnahme_luftreiniger.pdf)
- [5] <https://www.bgw-online.de/SharedDocs/FAQs/DE/News/Lueftung/Corona-mobile-Luftreiniger-Funktionsweise.html>

## VERSIONSKONTROLLE

Revision Datum	REV	Autor	Bemerkung
2021-10-26	00	SC	Erstellung
2021-10-28	01	JAN	redigiert