

DIN IEC/PAS 63086-3-1



ICS 13.040.20; 23.120

**Elektrische Luftreinigungsgeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke –
Messung der Gebrauchseigenschaften –
Teil 3-1: Verfahren zur Bewertung der Reduktionsrate der wichtigsten
Bioaerosole durch tragbare Luftreiniger unter Verwendung einer
aerobiologischen Prüfkammer
(IEC PAS 63086-3-1:2023)**

Household and similar electrical air cleaning appliances –
Methods for measuring the performance –
Part 3-1: Method for assessing the reduction rate of key bioaerosols by portable air
cleaners using an aerobiology test chamber
(IEC PAS 63086-3-1:2023)

Appareils électriques de purification de l'air pour usage domestique et analogue –
Mesure des caractéristiques d'utilisation –
Partie 3-1: Méthode d'évaluation du taux de réduction des principaux bioaérosols par les
purificateurs d'air portatifs en utilisant une chambre d'essai aérobiologique
(IEC PAS 63086-3-1:2023)

Gesamtumfang 30 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	7
4 Prinzip.....	9
5 Prüfeinrichtung und Materialien.....	9
5.1 Prüfeinrichtung.....	9
5.1.1 Prüfkammer.....	9
5.1.2 Vernebler.....	10
5.1.3 SKC Bio Sampler oder gleichwertig für die Probenahme von Mikroben.....	11
5.1.4 Andere Prüfkammer-Betriebsmittel.....	11
5.2 Schlüssel-Bioaerosole.....	12
5.2.1 Prüfbakterien (grampositiv).....	12
5.2.2 Prüfbakterien (gramnegativ).....	12
5.2.3 Prüfbakterien (sporenbildend).....	12
5.2.4 Prüfbakteriophagen (nicht umhüllt).....	12
5.2.5 Prüfpilzsporen.....	13
6 Herstellung der Stammkulturen und Gebrauchskulturen der Prüfmikroben.....	13
7 Verfahren.....	13
7.1 Allgemeines.....	13
7.1.1 Energieversorgung.....	13
7.2 Schritt 1 – Messung der Konzentration der Mikrobe in der Luft, c_i , ohne Betrieb des Luftreinigers...	14
7.2.1 Allgemeines.....	14
7.2.2 Vorbereitung des Luftreinigers und der Prüfkammer.....	14
7.2.3 Messung der mikrobiellen Hintergrundkonzentration in der Prüfkammer.....	14
7.2.4 Vernebelung der mikrobiellen Prüfsuspension.....	15
7.2.5 Messung der Anfangskonzentration der Mikrobe in der Luft im Inneren der Prüfkammer nach der Vernebelung.....	15
7.2.6 Messung der Konzentration der Mikrobe in der Luft im Inneren der Prüfkammer nach einer festgelegten Zeit.....	15
7.2.7 Handlungen nach der Prüfung.....	16
7.3 Schritt 2 – Messung der Konzentration der Prüfmikrobe in der Luft, c_i , nach Betrieb des Luftreinigers.....	16
8 Berechnung und Darstellung der Ergebnisse.....	17
8.1 Bedingungen für eine gültige Prüfung.....	17
8.1.1 Kriterien für die Eliminierung von Datenpunkten aus einem Lauf nach IEC 63086-3-1.....	17
8.2 Berechnung der Konzentration der Mikrobe in der Luft.....	18
8.3 Reduktion von Mikroben.....	18

8.4	Berechnung der Verfallkonstante.....	18
8.5	Berechnung des Schätzwerts der Standardabweichung für die Steigung einer Regressionsgeraden.....	19
8.6	Berechnung des Leistungsvermögens.....	20
8.7	Berechnung des Schätzwerts der Standardabweichung der CADR für eine einzelne Prüfung.....	20
9	Prüfbericht.....	20
Anhang A (informativ) Prüfkammer.....		22
Anhang B (informativ) Beispielrechnungen für den Verfall der Vorrichtung.....		24
Anhang C (informativ) Alternative Mikroben für die Prüfung.....		25
C.1	Prüfbakterien (grampositiv).....	25
C.2	Prüfbakterien (gramnegativ).....	25
C.3	Prüfbakterien (sporenbildend).....	25
C.4	Prüfbakteriophagen (nicht umhüllt).....	25
C.5	Prüfbakteriophagen (umhüllt).....	25
C.6	Prüfpilzsporen.....	25
C.7	Prüfpilzsporen (Sick-Building-Syndrom).....	26
Anhang D (informativ) Betrieb des Schlitz-Probenahmegeräts.....		27
Anhang E (informativ) Vorschlag für Prüfbericht bei Verwendung dieses Verfahrens.....		28
E.1	Angaben zum zu prüfenden Gerät (DUT).....	28
E.2	Angaben zu den Prüfbedingungen.....	28
E.3	Informationen zu den Prüfergebnissen.....	29
Literaturhinweise.....		30
Bilder		
Bild 1 – SKC Biosampler.....		11
Bild 2 – Prozesstabelle.....		16
Bild 3 – Alternative Prozesstabelle.....		17
Bild A.1 – Beispiel – Hauptkammer mit Handschuhkasten für externen Betrieb.....		22
Bild A.2 – Transparente Darstellung einer Beispielkammer.....		23
Bild B.1 – Grafische Darstellung von Verfallkurven.....		24

Nationales Vorwort

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 513 „Hausgeräte, Gebrauchseigenschaften“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Technische Reports sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/SC 59N „Electrical air cleaners for household and similar purposes“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

IEC PAS 63086-3-1 wurde vom IEC/SC 59N „Electrical air cleaners for household and similar purposes“ des IEC/TC 59 „Performance of household and similar electrical appliances“ gemeinsam mit ISO/TC 142 „Cleaning equipment for air and other gases“ erarbeitet.

Sie wurde als PAS mit Doppel-Logo veröffentlicht.

Sie basiert auf ANSI/AHAM AC-5-2022.

Dieses Dokument enthält IEC PAS 63086-3-1:2023-05 „Household and similar electrical air cleaning appliances – Methods for measuring the performance – Part 3-1: Method for assessing the reduction rate of key bioaerosols by portable air cleaners using an aerobiology test chamber“. Status, Zweck und Annahmeverfahren von IEC PAS sind in den ISO/IEC-Direktiven Teil 1 beschrieben. IEC PAS haben nicht den Status einer Internationalen Norm, eine Aktualisierung/Überarbeitung ist nicht vorgesehen.

Das DKE/K 513 hat beschlossen, den Text der IEC PAS 63086-3-1 als Spezifikation nach dem Fachbericht-Verfahren in deutscher Übersetzung zu veröffentlichen.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Elektrische Luftreinigungsgeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Messung der Gebrauchseigenschaften – Teil 3-1: Verfahren zur Bewertung der Reduktionsrate der wichtigsten Bioaerosole durch tragbare Luftreiniger unter Verwendung einer aerobiologischen Prüfkammer

Einleitung

Diese öffentlich verfügbare Spezifikation (en. publicly available specification, PAS) enthält Prüfverfahren zur Messung der Reduktion von Mikroorganismen, die in der festgelegten Prüfkammer in der Luft schweben, durch den Luftreiniger. Sie schreibt außerdem ein Verfahren zur Messung der Betriebsleistung und der Leistung im Bereitschaftsbetrieb des Luftreinigers vor. Die Prüfverfahren dürfen für jede Marke oder jedes Modell von elektrischen Luftreinigern für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke innerhalb der angegebenen Beschränkungen durch die Normgrenzwerte der Messbarkeit für das Messleistungsvermögen angewendet werden.

Die Anhänge zu dieser PAS sind nur für Informationszwecke enthalten, wenn die Anhänge nicht als normativ gekennzeichnet sind.

Warnung – Die in diesem Dokument angegebenen Prüfungen müssen in ordnungsgemäß ausgestatteten Laboren unter der Aufsicht eines erfahrenen Mikrobiologen durch Fachpersonal durchgeführt werden, das für den Umgang mit auf Mikroorganismen bezogenen Techniken geschult wurde. Bei einigen der Prüfmikroorganismen könnte es sich um fakultative Krankheitserreger für Menschen, Tiere und Pflanzen handeln, die ein Labor mit einer geeigneten biologischen Schutzstufe erfordern. Nationale und internationale Sicherheitsverfahren für die Arbeit mit infektiösen Biomaterialien müssen in Übereinstimmung mit nationalen Normen und Vorschriften befolgt werden, um jegliche Kontamination des Laborpersonals, der Betriebsmittel und Arbeitsplätze oder der Umwelt zu verhindern. Dieses Dokument erhebt keinen Anspruch darauf, alle mit der Anwendung in Zusammenhang stehenden Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, die angemessenen Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz zu treffen und die Einhaltung jeglicher regionaler, nationaler oder internationaler gesetzlicher Bestimmungen sicherzustellen.

Diese PAS könnte Bezug nehmen auf gefährliche Stoffe, Abläufe und Betriebsmittel. Diese PAS erhebt nicht den Anspruch, alle Sicherheitsprobleme, die im Zusammenhang mit ihrer Anwendung entstehen können, zu behandeln. Es liegt in der Verantwortung eines jeden Verwenders dieser PAS, vor deren Anwendung angemessene Maßnahmen hinsichtlich Sicherheit und Gesundheit anzuwenden und die Erfüllung behördlicher Auflagen zu beraten und einzurichten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 63086 legt ein Verfahren zur Bewertung der Fähigkeit von tragbaren Luftreinigern für den Hausgebrauch fest, die Konzentration und Lebensfähigkeit wichtiger experimentell erzeugter Bioaerosole in einer festgelegten Kammer zu reduzieren.

Luft in Innenräumen, die frei von schädlichen Mikroben ist, ist wichtig für die Gesundheit der Bewohner. Dies ist im Hinblick auf die längere in Innenräumen verbrachte Zeit von besonderer Bedeutung.

Luftreiniger werden verwendet, um die Konzentrationen von Mikroorganismen in der Luft von Innenräumen zu reduzieren.

Die Wirksamkeit solcher Luftreiniger bei der Reduktion von Mikroorganismen in der Luft kann in Prüfkammern bei kontrollierter Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte beurteilt werden.

Die Prüfung ist auf tragbare Luftreiniger anwendbar, die gewöhnlich in Einzelräumen verwendet werden und auf Technologien der mechanischen Filterung, ultravioletten Lichts (UV), Ionisierung, photokatalytischer Oxidation und Ozonerzeugung im Gerät beruhen.

Wenn der Luftreiniger nicht beansprucht, über eine Funktion zur Reduktion von Mikroorganismen zu verfügen, ist dieses Dokument möglicherweise nicht anwendbar, wenn es nicht verwendet wird, um lediglich das Leistungsvermögen zu bewerten.

Dieses Dokument behandelt Messverfahren hinsichtlich der Reduktion der mikrobiellen Kontamination in Bezug auf elektrische Luftreinigungsgeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Verwendung.

Dieses Dokument gilt nicht für Geräte, die für die medizinische, tiermedizinische oder pharmazeutische Anwendung vorgesehen sind.

Dieses Dokument behandelt keine Maßnahmen zur Reinigung, Desinfektion oder Sterilisation.

Dieses Dokument als solches unterstützt keinerlei gesundheitsbezogene Behauptungen oder Schlussfolgerungen zur Vorbeugung oder Behandlung einer Krankheit oder gesundheitlichen Verbesserung.

ANMERKUNG 1 IEC 63086-3-1 wurde für elektrische Luftreiniger für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke erstellt und soll anderen Normen für gewerbliche oder industrielle Verbraucher nicht widersprechen oder diese ersetzen.

ANMERKUNG 2 In dieser Norm werden keine Verfahren zur Prüfung des Leistungsvermögens vorgeschlagen, die die Nebenprodukte der in diesem Dokument geprüften Wechselwirkung entweder zwischen den Mikroben oder zwischen dem Luftreiniger und den Mikroben messen. Die Bildung von Nebenprodukten ist ein wichtiges Thema. Das Thema der Messung von Nebenprodukten ist in Beratung und wird in zukünftigen Dokumenten durch AHAM behandelt werden.

ANMERKUNG 3 Dieses Dokument gilt nicht für Geräte, die für die Anwendung an Orten für medizinische Behandlung wie Operationssälen, Laboratorien, medizinischen Behandlungsräumen usw. bestimmt sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 63086-1:2020, *Household and similar electrical air cleaning appliances - Methods for measuring the performance - Part 1: General requirements*

ASTM E741-11:2017, *Standard Test Method for Determining Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Luftreiniger

elektrisch betriebenes Gerät für den Hausgebrauch oder ähnliche Zwecke, das mit einer oder mehreren Technologien eine oder mehrere Arten von Innenraumluftschadstoffen reduziert, zerstört und/oder inaktiviert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Luftreiniger“ (en: air purifier) ist definiert als ein elektrisches Gerät, das im Prinzip aus einem Ventilator und weiteren Bauteilen besteht, die über die Fähigkeit verfügen, luftverunreinigende Stoffe zurückzuhalten und/oder (teilweise oder ganz) zu zerstören [Quelle: ISO 16000-36], PAS 63086-3-1 hat jedoch beschlossen, diesen Begriff in diesem Dokument nicht zu verwenden, da es unmöglich sein könnte, eine Luftverunreinigung vollständig zu zerstören.]

[QUELLE: IEC 63086-1:2020, 3.1, geändert – „zerstört und/oder inaktiviert“ und die Anmerkung zum Begriff hinzugefügt]

3.2

Hintergrundkonzentration

Konzentration der **Mikroben** innerhalb der Kammer, nachdem diese gereinigt wurde und vor jeglicher Prüfung oder dem Hinzufügen von **Mikroben** durch Vernebelung

3.3

Bakterien

prokaryotischer, einzelliger, mikroskopisch kleiner Organismus mit Peptidoglykan-Zellwand

3.4

Bakteriophagen oder Phagen

Gruppe von **Viren**, die **Bakterien** oder **Pilze** infizieren

3.5

Bioaerosol

Teilchen in der Luft, die aus biologischem Material bestehen oder davon abgeleitet sind (wie Bakterienzellen, Pilz- oder Bakteriensporen, **Viren** oder Endotoxine)

3.6

biologische Schutzstufen

BSL, en: biological safety levels

Reihe von Schutzmaßnahmen, zugewiesen zu Tätigkeiten im Zusammenhang mit Autoklaven, die in bestimmten biologischen Laboren stattfinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies schließt individuelle Schutzmaßnahmen zum Schutz des Laborpersonals sowie der umgebenden Umwelt und der Gemeinschaft ein. Für die Erwartungen der BSL-Stufen sollte ein Labor die aktuelle Version des WHO Laboratory Biosafety Manual, CDC Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL) oder die Canadian Biosafety Standards and Guidelines einhalten.

3.7

Reinluft-Fördermenge

CADR, en: clean air delivery rate

Maß für das Leistungsvermögen des **Luftreinigers** nach diesem Prüfverfahren

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Reinluft-Fördermenge (CADR) ist definiert als das Maß an nicht kontaminierte Luft innerhalb des definierten Partikelgrößenbereichs, die ein **Luftreiniger** abgibt, ausgedrückt in cubic feet per minute (cfm),

1 cfm = 0,028 31 m³) oder Kubikmeter je Stunde. Reinluftfördermengen sind die Raten der Schadstoffreduktion in der Prüfkammer, wenn der **Luftreiniger** eingeschaltet ist, abzüglich der Rate des **natürlichen Verfalls**, wenn der **Luftreiniger** nicht läuft, multipliziert mit dem Volumen der Prüfkammer, wie gemessen in cubic feet per minute oder Kubikmetern (siehe 8.5). CADR-Werte sind immer die Messung des Leistungsvermögens eines **Luftreinigers** als vollständiges System und weisen keinen linearen Zusammenhang zur Luftbewegung selbst oder zu den Charakteristiken einer bestimmten Methodik der Partikelentfernung auf.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für dieses Dokument wird die Bezeichnung m-CADR verwendet, die Reinluftfördermenge für Mikroben.

3.8

Koloniebildende Einheiten für Bakterien und Pilze

CFU, en: colony forming units

Maßeinheit, durch die die Anzahl kultivierbarer **Mikroben** (**Bakterien und Pilze**) ausgedrückt wird

3.9

zu prüfendes Gerät

DUT, en: device under test

Prüfling des **Luftreinigers**, der einer Untersuchung unterzogen wird

3.10

Pilze

mehrzellige eukaryotische Organismen ohne Chlorophyll und mit Zellwänden

3.11

Impaktion

Probenahme der **Mikrobe** in der Luft durch Prallabscheidung an einer halbfesten Agaroberfläche

3.12

Impinger-Verfahren

Glas- oder Kunststoffvorrichtung zum Sammeln von Luftproben in einem flüssigen Medium durch eine scheuernde Handlung

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Flüssigkeitsvolumen wird anschließend zur Verdünnung und Beimpfung von Zählplatten genutzt.

3.13

Anfangskonzentration

Konzentration von **Mikroben** im Inneren der Prüfkammer unmittelbar zum Startzeitpunkt der Probenahme entweder des **natürlichen Verfalls** oder des Gesamtverfalls

3.14

Höchstleistungsbetriebsart

bei manuellem Betrieb wird der DUT auf den höchsten Volumenstrom eingestellt, mit allen Luftreinigungsfunktionen eingeschaltet und gegebenenfalls auf ihre Höchstwerte eingestellt, sowie mit allen Filtern eingebaut

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Volumenstrom des DUT von Null wird die CADR mit allen eingeschalteten Luftreinigungsfunktionen gemessen.

3.15

Mikroben

Mikroorganismen

mikroskopische Lebewesen, die mit bloßem Auge nicht zu sehen sind, einschließlich **Bakterien**, Protozoen, **Viren** und **einiger Pilze**/Pilzbestandteile

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie sind sowohl in der Umwelt als auch auf unseren eigenen Körpern verbreitet.

3.16**mikrobielle Reduktion**

Reduktionsrate lebensfähiger **Mikroben**, gemessen durch Vergleich der Konzentration der Mikroben nach der Vernebelung einer mikrobiellen Suspension im Inneren der Kammer mit der Konzentration, die nach einer festgelegten Laufzeit (Prüfzeit) des **Luftreinigers** bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die mikrobielle Reduktionsrate wird als natürlicher Logarithmus der Reduktion über der Zeit ausgedrückt.

3.17**Natürlicher Verfall**

Rate der Reduktion der Konzentration lebensfähiger mikrobiologischer Schadstoffe in der Luft, wie gemessen ohne ein Luftreinigungsgerät, das in einer aerobiologischen Kammer betrieben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Rate des **natürlichen Verfalls** wird als natürlicher Logarithmus der Reduktion über der Zeit ausgedrückt.

3.18**Plaque bildende Einheiten**

PFU, en: plaque forming units

Maßeinheit, durch die die Anzahl lebensfähiger **Viren** ausgedrückt wird

3.19**Virus**

Gruppe von Mikroorganismen mit einfachem Aufbau, bestehend aus RNA oder DNA und einer äußeren Proteinhülle, die auf intrazelluläre Infektion und Replikation spezialisiert sind

4 Prinzip

Die Wirksamkeit von **Luftreinigern** wird unter Verwendung einer oder mehrerer vernebelter und gleichmäßig verteilter mikrobieller Suspensionen im Inneren einer umschlossenen Prüfkammer bei kontrollierter Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte geprüft. Die Wirksamkeit wird durch die **Reduktionsrate** der Prüfmikrobe in einer festgelegten Dauer unter Berücksichtigung der Rate des **natürlichen Verfalls** der Prüfmikrobe berechnet.

5 Prüfeinrichtung und Materialien**5.1 Prüfeinrichtung**

ANMERKUNG Da es eine Vielzahl im Handel erhältlicher spezialisierter Geräte gibt, führt die folgende Liste nur die bevorzugten Geräte auf, die die erwünschten kritischen Hauptmerkmale aufweisen. Alternativen sind zulässig, wenn gezeigt wurde, dass sie gleichwertig sind. Spezifikationen oder Daten zur Gleichwertigkeit sollten den alternativen Geräten beigelegt werden, um zu zeigen, dass sie als gleichwertig angesehen werden können.

5.1.1 Prüfkammer

Die Prüfkammer muss so aufgebaut sein, dass sie die folgenden Merkmale aufweist:

- Sie muss von der OSHA (U.S. Occupational Safety and Health Administration) oder anderen nationalen Behörden zugelassen sein;
- Die Größe der Kammer beträgt $(30 \pm 1,5) \text{ m}^3$; Höhe $(2,5 \pm 0,1) \text{ m}$. Die Breite muss 85 % bis 100 % der Länge betragen;
- Die Wände sollten aus einem geeigneten glatten, nicht porösen Werkstoff bestehen, der minimale Mengen an flüchtigen organischen Stoffen emittiert, korrosionsbeständig ist und wiederholt gewaschen werden kann (d. h. bestehend aus nichtrostendem Stahl, Epoxidharz, Glas oder einem anderen dokumentierten, nicht reaktiven Werkstoff mit minimalem Emissionspotential flüchtiger organischer Kohlenwasserstoffe). Der Werkstoff sollte Ionisierung nicht unterdrücken, nicht reflektiv für sichtbares und ultraviolettes Licht