

DIN EN 16981

ICS 01.040.25; 25.220.01

Ersatz für
DIN CEN/TS 16981
(DIN SPEC 4877):2017-02

**Photokatalyse –
Glossar der Begriffe;
Deutsche Fassung EN 16981:2021**

Photocatalysis –
Glossary of terms;
German version EN 16981:2021

Photocatalyse –
Glossaire de termes;
Version allemande EN 16981:2021

Gesamtumfang 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16981:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 386 „Photokatalyse“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-93 AA, „Photokatalyse“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 16981 (DIN SPEC 4877):2017-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überführung des CEN/TS in eine Europäische Norm;
- b) die Auswahl der Begriffe wurde stärker auf das Themengebiet der Photokatalyse eingeschränkt;
- c) Aktualisierung einiger Begriffe, z. B. zu Dämpfungsfilter und Quanteneffizienz;
- d) Dokument redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 16981 (DIN SPEC 4877): 2017-02

Deutsche Fassung

Photokatalyse — Glossar der Begriffe

Photocatalysis —
Glossary of terms

Photocatalyse —
Glossaire de termes

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. Juli 2021 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen und Anmerkungen	8
3 Begriffe	8
Literaturhinweise.....	56

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16981:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 386 „Photokatalyse“, WG 1 „Terminologie“, erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2022 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2022 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument wird CEN/TS 16981:2016 ersetzen.

Im Vergleich zur vorherigen Ausgabe wurden folgende technische Änderungen vorgenommen:

- Änderung des Anwendungsbereichs: "Das Glossar enthält eine einheitliche Reihe von Definitionen, die in Normen zur Photokatalyse verwendet werden sollen, um deren Konsistenz und Verbindung zur wissenschaftlichen Literatur zu gewährleisten".
- Änderung von Abschnitt 2: Absätze wurden aktualisiert:

“Normative Verweisungen und Anmerkungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

Die meisten in diesem Dokument aufgeführten Definitionen sind eine Teilmenge der IUPAC-Definitionen in der *Photokatalyse* und Radiokatalyse [1]. Einige andere Definitionen, insbesondere für die *photokatalytische Reaktionsgeschwindigkeit* und Reaktoren, sind einer zugeordneten Veröffentlichung entnommen [2].

Die technischen Spezifikationen in Bezug auf die Ausrüstung und physikalischen Werte für Bestrahlungsbedingungen, die in den Normen zu verwenden sind, sind in einer separaten Technischen Spezifikation angegeben [3].

Für die Größen, die Energie- oder Photoneneinfall auf eine Oberfläche aus allen Richtungen implizieren, werden die von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) (ISO, en: International Organization for Standardization) [4] empfohlenen und im IUPAC „Green Book“ enthaltenen sowie die von der Internationalen Beleuchtungskommission [5] empfohlenen Symbolreihen übernommen. Dies ist hauptsächlich erfolgt, um international vereinbarten Symbolen zu entsprechen.

- Abschnitt 3: Der einleitende Wortlaut und die Definitionen wurden aktualisiert:

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung die dieses spezielle Glossar ergänzen könnte, unter den folgenden Adressen bereit:

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

Die Einträge sind alphabetisch angeordnet und die von der IUPAC übernommenen Kriterien wurden für das Schriftbild befolgt: *kursiv geschriebene Worte* in oder nach einer Definition weisen auf einen Querverweis im Glossar hin.

SI-Einheiten werden übernommen, mit einigen Ausnahmen, insbesondere bei der Anwendung des *molaren dekadischen Absorptionskoeffizienten* ε mit den gängigen Einheiten $\text{dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ sowie bei einem Mol Photonen, das als *Einstein* angegeben wird. Da kürzlich die Definition der SI-Einheiten in Form eines Satzes von sieben definierenden Konstanten festgelegt wurde, einschließlich der Avogadro-Konstante, ist das Mol (Symbol: mol) die Basis der Stoffmenge (Anzahl) der Substanz.

Funktionale Abhängigkeit einer physikalischen Größe f von einer Variablen x wird angegeben durch Platzierung der Variablen in runden Klammern nach dem Funktionssymbol, z. B. $\varepsilon(\lambda)$. Die Ableitung einer physikalischen Größe f nach einer Variablen x wird durch ein tiefgestelltes x angegeben, z. B. die typische *spektrale Strahlungsleistungsmenge* $P_\lambda = dP/d\lambda$. Der natürliche Logarithmus wird mit $\ln$ angegeben und der Logarithmus zur Basis 10 mit $\log$.

— Die folgenden Definitionen wurden gestrichen:

- Amalgam-Lampe (vorher 3.17)
- Elektronenrückübertragung (vorher 3.20)
- Biolumineszenz (vorher 3.25)
- Ladungsübertragungs-(CT)-Absorption (vorher 3.35)
- Ladungsübertragungs-(CT)-Komplex (vorher 3.36)
- Ladungsübertragungs-(CT)-Zustand (vorher 3.37)
- Zirkulardichroismus (CD) (vorher 3.43)
- Ladungssprung (vorher 3.31)
- Zirkulardichroismus (CD) (vorher 3.43)
- Stromausbeute siehe Photostrom-Ausbeute (vorher 3.49)
- Dielektrische Konstante (vorher 3.59)
- Differentielle Quantenausbeute (vorher 3.60)
- Diode, lichtemittierende (LED) (vorher 3.61)
- Treibende Kraft (vorher 3.63)
- Treibende Kraft (bei Elektronenübertragung) (vorher 3.64)
- Elektronenübertragungs-Photosensibilisierung (vorher 3.69)
- Emissivität siehe Emissionsgrad (vorher 3.73)
- Anregungs-Übertragung siehe Energieübertragung (vorher 3.77)
- Puls-Photolyse (vorher 3.85)
- FWHM (vorher 3.95)
- Entkeimungslampe (vorher 3.97)
- Hypsochrome Verschiebung (vorher 3.103)
- Innere Filter-Wirkung (vorher 3.106)
- Intramolekulare Elektronenübertragung (vorher 3.107)
- Interferometer (vorher 3.113)

- Lambert-Beer Gesetz (vorher 3.116)
- Lambert-Gesetz (vorher 3.117)
- LED (vorher 3.119)
- Leuchtdiode (LED) (vorher 3.121)
- Niederdruck-Quecksilberlampe (Lichtbogen) (vorher 3.123)
- Mitteldruck-Quecksilberlampe (Lichtbogen) (vorher 3.127)
- Quecksilber-Xenon-Lampe (Lichtbogen) (vorher 3.129)
- Multiphotonen-Prozess (vorher 3.132)
- OLED (vorher 3.135)
- OPA (vorher 3.137)
- OPO (vorher 3.138)
- Optischer Vielkanal-Analysator (OMA) (vorher 3.140)
- Optisch parametrische Verstärkung (vorher 3.141)
- Optisch parametrischer Oszillator (OPO) (vorher 3.142)
- Optoakustische Spektroskopie (vorher 3.143)
- Photogestützte Katalyse (vorher 3.148)
- Photohydration (vorher 3.166)
- Photonenemission (vorher 3.174)
- Photopolymerisation (vorher 3.185)
- Quarz-Iod-Lampe (vorher 3.194)
- Strahlungsenergie-Raumbestrahlungsstärke (vorher 3.201)
- Reaktor CSTR (vorher 3.210)
- Reflexionsfaktor (vorher 3.214)
- Reflektivität (vorher 3.215)
- Selbstabsorption (vorher 3.219)
- Selbstlöschung (vorher 3.220)
- Sensibilisator (vorher 3.221)
- Sensibilisierung (vorher 3.222)
- Singulett-Sauerstoff (vorher 3.223)
- Singulett Zustand (vorher 3.224)
- Lösemittel-Verschiebung (vorher 3.226)
- Spektrale Strahlungsenergie Q_λ (vorher 3.238)
- Spektrale Sensibilisierung (vorher 3.244)
- Wolfram-Halogen-Lampe (vorher 3.248)
- Wolfram-Lampe (vorher 3.259)

Die folgenden Definitionen wurden aktualisiert:

- 3.11 aktinisch

- 3.12 Aktinität
- 3.18 Dämpfungsfilter
- 3.28 Ladungsrekombination
- 3.64 Extinktionskoeffizient
- 3.65 Fermi-Niveau
- 3.71 Fluoreszenzspektrum
- 3.92 Fourier-Transformations-Spektrometer
- 3.93 Fourier-Transformations-Spektroskopie
- 3.95 Quecksilberlampe
- 3.100 organische lichtemittierende Vorrichtung
- 3.102 Phosphoreszenz
- 3.103 photoakustische Spektroskopie
- 3.113 Lichthärten
- 3.116 photodynamische Wirkung
- 3.140 Photoreaktion
- 3.142 Photosensibilisierung
- 3.143 Photosensibilisator
- 3.145 Quanteneffizienz
- 3.152 Strahlungsenergie-Raumbestrahlung
- 3.158 Geschwindigkeit der Photonenabsorption
- 3.159 Reaktionsgeschwindigkeit
- 3.160 diskontinuierlicher Reaktor
- 3.163 Rotverschiebung
- 3.165 RGB-Farbmodell
- 3.191 UV-Dosis

Die folgenden Definitionen wurden hinzugefügt:

- 3.137 Umrechnung photonischer Einheiten
- 3.161 kontinuierlich gerührter Tank-Reaktor
- 3.162 Pfropfenströmungsreaktor

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Photokatalyse ist ein sehr effizientes, fortschrittliches Oxidationsverfahren, welches die Bildung von aktiven Spezies nach der Lichtabsorption durch den Photokatalysator, z. B. gebundene/freie Hydroxyl-Radikale ($\cdot\text{OH}$), Hydroperoxyl-Radikale ($\cdot\text{OOH}$) und andere ROS, Leitungsbandelektronen und Valenzbandl cher, ermöglicht, die in der Lage sind, die meisten organischen Verbindungen teilweise oder vollständig zu mineralisieren/oxidieren. Der am häufigsten verwendete Photokatalysator ist Titandioxid (TiO_2). Photokatalysatoren können in Pulverform verwendet oder als dünne Schichten auf verschiedenen Trägermaterialien (Glasfaser, Stoffen, Platten/Blechen usw.) abgelagert werden. Das Normungsziel ist, Prüfnormen für die Leistungsbewertung von Photokatalysatoren (einschließlich Photokatalyse und photoinduzierte Effekte) einzuführen. Diese Normen betreffen hauptsächlich Prüfungen und Analyseverfahren und erfordern eine einheitliche Sprache.

Eine einheitliche Sprache wird für Normen, die für ein breites Publikum veröffentlicht werden und sich nur auf die Verfahrensprotokolle und deren Ergebnisse beziehen, für ein konsistentes Normenwerk und für die Verbindung zur wissenschaftlichen Literatur benötigt. Dieses Glossar wird bestehende Verzeichnisse von in der *Photokatalyse* und *Photochemie* verwendeten Begriffen und Definitionen aus der Literatur berücksichtigen. Da in der *Photokatalyse* zahlreiche Eigenschaften schwer zu bewerten sind, wird in diesem Glossar und in zugehörigen Standards/Normen die Angabe von Eigenschaften in Abhängigkeit von einigen physikalisch-chemischen Eigenschaften und Modellparametern, wie z. B. der von der Anzahl der aktiven Stellen, den Adsorptionsmechanismen oder kinetischen Mechanismen der photokatalytischen Reaktionen, vermieden.

Sicherheitsaussage

Personen, die dieses Dokument anwenden, sollten gegebenenfalls mit der gängigen Laborpraxis vertraut sein. Dieses Dokument geht nicht auf Sicherheitsprobleme ein, die gegebenenfalls mit dessen Anwendung im Zusammenhang stehen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, angemessene Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen zu treffen, um damit die Einhaltung der regulatorischen Rahmenbedingungen sicherzustellen.

Erklärung zur Umweltverträglichkeit

Es ist bekannt, dass einige der in diesem Dokument beschriebenen Werkstoffe nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt haben können. Sofern der technologische Fortschritt zu besseren Alternativen für diese Werkstoffe f hrt, werden diese aus diesem Dokument möglichst weitgehend gestrichen.

Am Ende der Prüfung sorgt der Anwender dieses Dokuments für eine angemessene Entsorgung der Abfälle in Übereinstimmung mit den örtlichen Vorschriften.

1 Anwendungsbereich

Das Glossar enthält eine einheitliche Begriffssammlung, die zum Zweck der Widerspruchsfreiheit in Normen zur Photokatalyse anzuwenden ist und um eine Verbindung zu wissenschaftlicher Literatur herzustellen.

2 Normative Verweisungen und Anmerkungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

Die meisten in diesem Dokument aufgeführten Definitionen sind eine Teilmenge der IUPAC-Definitionen in der *Photokatalyse* und Radiokatalyse [1]. Einige andere Definitionen, insbesondere für die *photokatalytische Reaktionsgeschwindigkeit* und Reaktoren, sind einer zugeordneten Veröffentlichung entnommen [2].

Die technischen Spezifikationen in Bezug auf die Ausrüstung und physikalischen Werte für Bestrahlungsbedingungen, die in den Normen zu verwenden sind, sind in einer separaten Technischen Spezifikation angegeben [3].

Für die Größen, die Energie- oder Photoneneinfall auf eine Oberfläche aus allen Richtungen implizieren, werden die von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) (ISO, en: International Organization for Standardization) [4] empfohlenen und im IUPAC „Green Book“ enthaltenen sowie die von der Internationalen Beleuchtungskommission [5] empfohlenen Symbolreihen übernommen. Dies ist hauptsächlich erfolgt, um international vereinbarten Symbolen zu entsprechen.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen generische terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung, die dieses zweckbestimmte Glossar ergänzen könnten, unter den folgenden Adressen bereit:

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

Die Einträge sind alphabetisch angeordnet und die von der IUPAC übernommenen Kriterien wurden für das Schriftbild befolgt: *kursiv geschriebene Worte* in oder nach einer Definition weisen auf einen Querverweis im Glossar hin.

SI-Einheiten werden übernommen, mit einigen Ausnahmen, insbesondere bei der Anwendung des *molaren dekadischen Absorptionskoeffizienten* ε mit den gängigen Einheiten $\text{dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ sowie bei einem Mol Photonen, das als *Einstein* angegeben wird. Da kürzlich die Definition der SI-Einheiten in Form eines Satzes von sieben definierenden Konstanten festgelegt wurde, einschließlich der Avogadro-Konstante, ist das Mol (Symbol: mol) die Basis der Stoffmenge (Anzahl) der Substanz.

Funktionale Abhängigkeit einer physikalischen Größe f von einer Variablen x wird angegeben durch Platzierung der Variablen in runden Klammern nach dem Funktionssymbol, z. B. $\varepsilon(\lambda)$. Die Ableitung einer physikalischen Größe f nach einer Variablen x wird durch ein tiefgestelltes x angegeben, z. B. die typische *spektrale Strahlungsleistungsmenge* $P_\lambda = dP/d\lambda$. Der natürliche Logarithmus wird mit $\ln$ angegeben und der Logarithmus zur Basis 10 mit $\log$.

3.1

Absorbanz

A

Logarithmus zur Basis 10 (lineare Absorbanz) der einfallenden (vor der Absorption) spektralen Strahlungsleistung P_λ^0 , geteilt durch die transmittierte spektrale Strahlungsleistung P_λ :

$$A(\lambda) = \log\left(\frac{P_\lambda^0}{P_\lambda}\right) = -\log T(\lambda)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: $T(\lambda)$ ist der (interne) Transmissionsgrad bei definierter Wellenlänge. Die Begriffe Absorptionsvermögen, Extinktion und optische Dichte sollten nicht verwendet werden. Wenn natürliche Logarithmen verwendet werden, ist die natürliche Absorbanz der Logarithmus zur Basis e der einfallenden spektralen Strahlungsleistung P_λ^0 geteilt durch die transmittierte spektrale Strahlungsleistung P_λ :

$$A_e(\lambda) = \ln\left(\frac{P_\lambda^0}{P_\lambda}\right) = -\ln T(\lambda)$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Definitionen unterstellen, dass die gesamte einfallende ultraviolette, sichtbare oder infrarote Strahlung entweder transmittiert oder absorbiert wird, Reflexion und Streuung sind zu vernachlässigen. Kann diese Vermutung nicht aufgestellt werden, sollte Dämpfung angewendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: In der Praxis ist A der Logarithmus zur Basis 10 der spektralen Strahlungsleistung von ultravioletter, sichtbarer oder infraroter Strahlung, die durch eine Referenzprobe transmittiert wird, geteilt durch die Strahlung, die durch die untersuchte Probe transmittiert wird, wobei beide in identischen Zellen beobachtet werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Im allgemeinen Gebrauch wird A für eine Weglänge von 1 cm angegeben, sofern nicht anderweitig spezifiziert.

Anmerkung 5 zum Begriff: Traditionell wurde die (spektrale) Strahlungsintensität I_λ verwendet anstelle der spektralen Strahlungsleistung P_λ , dem jetzt übernommenen Begriff.

Anmerkung 6 zum Begriff: Das Wellenlänge-Symbol als ein tiefgestellter Index bei P und in Klammern bei T und A kann ausgelassen werden. Jedoch sollte die Wellenlänge angegeben werden, für welche der Wert der bestimmten Eigenschaft wiedergegeben wird.

Anmerkung 7 zum Begriff: Das Gleiche wie die innere optische Dichte, wobei es sich um einen nicht empfohlenen Begriff handelt.

Anmerkung 8 zum Begriff: Siehe auch Absorptionskoeffizient, Absorptionsgrad, Dämpfung, Lambert-Beersches Gesetz, molarer Absorptionskoeffizient.

3.2

absorbierte spektrale Photonenflussdichte

absorbierte Photonenflussdichte

Anzahl an Photonen einer bestimmten Wellenlänge, die je Zeitintervall (spektraler Photonenfluss auf Basis der Teilchenzahl $q_{p,\lambda}$ oder spektraler Photonenfluss auf Basis der Stoffmenge $q_{n,p,\lambda}$) durch ein System je Volumen V absorbiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Auf Basis der Teilchenzahl ist die SI-Einheit $s^{-1} m^{-4}$; die übliche Einheit ist $s^{-1} cm^{-3} nm^{-1}$. Auf Basis der Stoffmenge ist die SI-Einheit $mol s^{-1} m^{-4}$; die übliche Einheit ist *Einstein* $s^{-1} cm^{-3} nm^{-1}$.

Anmerkung 2 zum Begriff: Mathematischer Ausdruck: $\frac{q_{p,\lambda}^0 [1-10^{-A(\lambda)}]}{V}$ auf Basis der Teilchenzahl, $\frac{q_{n,p,\lambda}^0 [1-10^{-A(\lambda)}]}{V}$ auf Basis der Stoffmenge, wobei $A(\lambda)$ die Absorbanz bei der Wellenlänge λ ist und die hochgestellte 0 (Null) einfallende Photonen bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für die Berechnung einer differentiellen *Quantenausbeute* wird die absorbierte (spektrale) *Photonenflussdichte* (auf Basis der Teilchenzahl oder der Stoffmenge) im Nenner, und die Geschwindigkeit der Änderung der Teilchendichte dC/dt oder die Geschwindigkeit der Änderung der Stoffmengenkonzentration dc/dt im Zähler verwendet.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Benennung *Geschwindigkeit der Photonenabsorption* wird zunehmend verwendet.

3.3
absorbierte spektrale Strahlungsleistungsdichte
absorbierte Strahlungsleistungsdichte
spektrale Strahlungsenergie, die je Zeitintervall (*spektrale Strahlungsleistung* P_λ) von einem System je Volumen V absorbiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SI-Einheit ist W m^{-4} ; die übliche Einheit ist $\text{W cm}^{-3} \text{ nm}^{-1}$.

Anmerkung 2 zum Begriff: Mathematischer Ausdruck: $\frac{P_\lambda^0 [1 - 10^{-A(\lambda)}]}{V}$; dabei ist $A(\lambda)$ die *Absorbanz* bei der *Wellenlänge* λ und die hochgestellte 0 (Null) die einfallende *Strahlungsleistung*.

3.4
Absorptionsgrad
 a
Bruchteil von absorbierter *ultravioletter*, *sichtbarer* oder *infraroter* Strahlung, gleich eins minus *Transmissionsgrad* (T), d. h. $(1 - T)$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verwendung dieses veralteten Begriffs, der dem *Absorptionsfaktor* entspricht, wird nicht empfohlen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch *Absorbanz*.

3.5
Absorption
Absorption von elektromagnetischer Strahlung
Energieübertragung von einem elektromagnetischen Feld auf einen Werkstoff oder eine molekulare Verbindung

Anmerkung 1 zum Begriff: Auf semiklassische Art kann diese Energieübertragung als Interaktion des elektrischen Feldes der Welle mit einem oszillierenden elektrischen Dipol-Moment, das im Werkstoff der molekularen Verbindung erzeugt wird, beschrieben werden. Dieses Dipol-Moment ist das Ergebnis einer Störung durch das äußere Feld, und seine *Oszillationsfrequenz* ν wird durch die Differenz ΔE der Energien des unteren und oberen Zustands im absorbierenden Werkstoff oder in der molekularen Verbindung, $\Delta E = h\nu$, angegeben. Wenn die *Frequenz* des oszillierenden Dipol-Moments und die *Frequenz* des Feldes übereinstimmen, tritt eine Resonanz auf und Energie kann vom Feld in den Werkstoff oder das Molekül fließen (eine *Absorption* tritt auf).

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn Energie vom Werkstoff oder Molekül zum Feld fließt, tritt stimulierte *Lichtemission* ein.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das im Werkstoff oder in der molekularen Verbindung erzeugte oszillierende, elektrische Dipol-Moment hat eine Amplitude und Richtung, die von einem Vektor M_{if} bestimmt werden, bekannt als das elektrische Übergangs-(Dipol-)Moment. Die Amplitude dieses Moments ist das Übergangsmoment zwischen Anfangszustand (i, en: initial state) und Endzustand (f, en: final state).

3.6

Absorptionskoeffizient

$a(\lambda)$

Absorbanz $A(\lambda)$, geteilt durch die optische Weglänge l :

$$a(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{l} = \left(\frac{1}{l}\right) \log \left(\frac{P_{\lambda}^0}{P_{\lambda}}\right)$$

dabei ist a der lineare dekadische *Absorptionskoeffizient* und

P_{λ}^0 und P_{λ} jeweils die einfallende und die transmittierte *spektrale Strahlungsleistung*.

Wenn natürliche Logarithmen verwendet werden

$$\alpha(\lambda) = a(\lambda) \ln 10 = \left(\frac{1}{l}\right) \ln \left(\frac{P_{\lambda}^0}{P_{\lambda}}\right)$$

dabei ist α der lineare natürliche *Absorptionskoeffizient*.

Anmerkung 1 zum Begriff: Da die *Absorbanz* eine dimensionslose Größe ist, ist die kohärente SI-Einheit für a und α m^{-1} ; die übliche Einheit ist cm^{-1} .

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch *Absorptivität, molarer Absorptionskoeffizient*.

3.7

Absorptionsquerschnitt

σ

linearer natürlicher *Absorptionskoeffizient* $\alpha(\lambda)$, geteilt durch die Anzahl molekularer Verbindungen, die in einem Volumen des absorbierenden Mediums entlang des *ultravioletten, sichtbaren oder infraroten* Strahlungswegs enthalten sind:

$$\sigma(\lambda) = \frac{\alpha(\lambda)}{C} = \frac{1}{C \cdot l} \ln \left(\frac{P_{\lambda}^0}{P_{\lambda}}\right)$$

Dabei ist

C die Teilchendichte molekularer Verbindungen (Teilchenzahl je Volumen), l die optische Weglänge und P_{λ}^0 und P_{λ} die einfallende und transmittierte *spektrale Strahlungsleistung*.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SI-Einheit ist m^2 , die übliche Einheit ist cm^2 .

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Relation zwischen dem *Absorptionsquerschnitt* und dem *molaren (dekadischen) Absorptionskoeffizienten* $\varepsilon(\lambda)$ ist $\alpha(\lambda) = \ln 10 \varepsilon(\lambda) / N_A$ mit N_A als Avogadro-Konstante. Eine Umrechnungsgleichung in üblichen Einheiten ist:

$$\sigma(\lambda) / \text{cm}^2 = (3,823 \, 6 \times 10^{-21} / \text{mol}) [\varepsilon(\lambda) / \text{mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1}].$$

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe auch *Dämpfung, Lambert-Beersches Gesetz*.

3.8

Absorptionsfaktor

Bruchteil einer *ultravioletten, sichtbaren* oder *infraroten* Strahlung, die von einem System absorbiert wird

$$f(\lambda) = 1 - T(\lambda) = 1 - 10^{-A(\lambda)}$$

mit

$T(\lambda)$ dem *Transmissionsgrad* und $A(\lambda)$ der *Absorbanz* bei einer bestimmten *Wellenlänge* λ .

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff wird gegenüber *Absorptionsgrad* bevorzugt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das *Wellenlänge*-Symbol kann ausgelassen werden für f , T und A . Die *Wellenlänge*, für welche der Wert der bestimmten Eigenschaft angegeben wird, sollte festgelegt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für $A(\lambda) \ll 1/\ln 10$ ist $f(\lambda)$ ungefähr gleich $A(\lambda) \ln 10$.

3.9

Absorptionsspektrum

Darstellung des *Absorptionskoeffizienten* in Abhängigkeit von einer Größe, die mit der *Photonenenergie* in Beziehung steht, z. B. *Frequenz* ν , *Wellenzahl* $\tilde{\nu}$ oder *Wellenlänge* λ

Anmerkung 1 zum Begriff: Von der Darstellung der *Absorbanz* in Abhängigkeit von einer Größe, die mit der *Photonenenergie* in Beziehung steht, wird abgeraten, es sei denn, die tatsächliche Konzentration der Spezies ist unbekannt.

3.10

Absorptivität

Absorptionsgrad, geteilt durch die optische Weglänge

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheitslänge muss angegeben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Verwendung dieses veralteten Begriffs wird nicht empfohlen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei sehr niedriger *Dämpfung*, d. h. bei $A(\lambda) \ll 1/\ln 10$, nähert sie sich dem linearen *Absorptionskoeffizienten* innerhalb der Näherung $[1 - 10^{-A(\lambda)}]$ und ist ungefähr gleich $A(\lambda) \ln 10$.

3.11

aktinisch

chemischen Veränderungen, erzeugt durch Strahlungsenergie, insbesondere in den *sichtbaren* und *ultravioletten* Teilen des Spektrums

Anmerkung 1 zum Begriff: Angewendet auf, resultierend aus oder bezogen auf *Aktivität*.

3.12

Aktivität

chemischen Veränderungen an lebenden oder nichtlebenden Materialien, verursacht durch optische Strahlung, insbesondere in den *sichtbaren* und *ultravioletten* Teilen des Spektrums

3.13

Aktinometer

chemisches System zur Bestimmung der *Photonenanzahl*, die integral oder je Zeitintervall in dem begrenzten Raum eines chemischen Reaktors absorbiert wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff wird üblicherweise bei Systemen verwendet, die in *ultravioletten* und *sichtbaren Wellenlängenbereichen* angewendet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zum Beispiel können Lösungen von Kaliumtrioxalatoferrat(III), $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ (neben anderen Systemen), als chemisches *Aktinometer* verwendet werden. Bolometer, Thermosäulen und Photodioden sind physikalische Geräte, die einen Messwert der auf sie auftreffenden Strahlung anzeigen, die in Beziehung gesetzt werden kann zur festgestellten Photonenanzahl und zur Photonenanzahl, die in den chemischen Reaktor eintritt. Ausführliche Informationen zu chemischen Aktinometern und Messsystemen können CEN/TS 16599:2014 entnommen werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe auch *spektrale Sensibilität*.

3.14

Wirkungsspektrum

Darstellung einer relativen biologischen oder chemischen Lichtempfindlichkeit ($= \Delta y$) je Anzahl einfallender (vor der *Absorption*) *Photonen* in Abhängigkeit von der *Wellenlänge* oder Strahlungsenergie oder *Frequenz* oder *Wellenzahl*

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Präsentationsform wird häufig in Studien biologischer oder fester Systeme verwendet, wo die Art der absorbierenden Substanz unbekannt ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es ist ratsam, sicherzustellen, dass die Abhängigkeit der Lichtempfindlichkeit von der *Raumbestrahlung* bei allen untersuchten *Wellenlängen* gleich (z. B. linear) ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das *Wirkungsspektrum* wird manchmal auch *spektrale Empfindlichkeit* oder Empfindlichkeitsspektrum genannt. Das präzise *Wirkungsspektrum* ist eine Darstellung der spektralen (*Photonen-* oder *Quanten-*) Leistungsfähigkeit. Im Gegensatz dazu ist das *Leistungsspektrum* eine Darstellung der biologischen oder chemischen Veränderung oder Empfindlichkeit je absorbiertem *Photon* (Quanteneffizienz) in Abhängigkeit von der *Wellenlänge*.

Anmerkung 4 zum Begriff: In Fällen, bei denen die Abhängigkeit der *Raumbestrahlung* von der Lichtempfindlichkeit nicht linear ist (wie oft der Fall bei biologischen Lichtempfindlichkeiten), sollte eine Darstellung der Lichtempfindlichkeit in Abhängigkeit von der *Raumbestrahlung* bei mehreren *Wellenlängen* vorgenommen und eine Standardempfindlichkeit ausgewählt werden. Eine Darstellung der Umkehrung des „Standardempfindlichkeits“-Niveaus in Abhängigkeit von der *Wellenlänge* ist dann das *Wirkungsspektrum* der Lichtempfindlichkeit.

Anmerkung 5 zum Begriff: Siehe auch *Anregungsspektrum*, *Leistungsspektrum*.

3.15

Sonnenlicht bei AM 0

solare *Bestrahlungsstärke* im Weltraum direkt über der Erdatmosphäre auf einer Fläche senkrecht zur Richtung der Sonne (Luftmasse, AM (en: air mass), Null)

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch extraterrestrische *Bestrahlungsstärke* genannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch *Sonnenlicht bei AM 1*.

3.16

Sonnenlicht bei AM 1

solare *Bestrahlungsstärke* auf Meereshöhe, d. h. die Atmosphäre durchquerend, wenn die Richtung der Sonne senkrecht zur Erdoberfläche ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch terrestrische Globalstrahlung genannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch *Sonnenlicht bei AM 0*.

3.17

Dämpfung

D

Logarithmus zur Basis 10 der einfallenden *spektralen Strahlungsleistung* P_{λ}^0 , geteilt durch die transmittierte *spektrale Strahlungsleistung* P_{λ}

$$D(\lambda) = \log\left(\frac{P_{\lambda}^0}{P_{\lambda}}\right) = -\log T(\lambda)$$

Dabei ist

$T(\lambda)$ der *Transmissionsgrad*.

Anmerkung 1 zum Begriff: *Dämpfung* reduziert sich zu *Absorbanz*, falls der einfallende Strahl entweder nur transmittiert oder absorbiert, jedoch nicht reflektiert oder gestreut wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch *Lambert-Beersches Gesetz*, *Eindringtiefe*.

3.18

Dämpfungsfilter

Graufilter

Neutraldichtefilter

Filter, der die transmittierte Strahlungsleistung aller Wellenlänge des Lichts gleichermaßen verringert oder modifiziert, ohne den Buntton der Farbwiedergabe zu ändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Benennung *Graufilter* wird bevorzugt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ausführliche Informationen zu Filtern können CEN/TS 16599:2014 entnommen werden.

3.19

Bandlückenenergie

E_g

Energieunterschied zwischen der Unterseite des *Leitungsbands* und der Oberseite des *Valenzbands* in einem Halbleiter oder Isolator

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch *Fermi-Niveau*, *Leitungsband*, *Valenzband*.

3.20

Bandpassfilter

optisches Gerät, das Strahlungstransmission innerhalb eines festgelegten *Wellenlängenbereichs* erlaubt und keine Strahlungstransmission bei höheren oder niedrigeren *Wellenlängen* zulässt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dabei kann es sich um einen Interferenz- oder einen Farbfilter handeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch *Filter*. Ausführlichere Informationen zu Filtern können CEN/TS 16599:2014 entnommen werden.

3.21

bathochrome Verschiebung

Verschiebung eines Spektralbands zu niedrigerer *Frequenz* (längere *Wellenlängen*) aufgrund der Wirkung eines Austausches oder einer Änderung in der Umwelt (z. B. Lösemittel)

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird auch informell *Rotverschiebung* genannt und ist das Gegenteil einer *hypsochromen Verschiebung*.

3.22

Lambert-Beersches Gesetz

Lambert-Beer-Gesetz

Bouguer-Lambert-Beer-Gesetz

Beziehung der *Absorbanz* eines Strahls kollimierter monochromatischer Strahlung in einem homogenen isotropen Medium zur *Absorptionsweglänge* l und zur Konzentration c oder (in der Gasphase) zum Druck der absorbierenden Spezies

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieses Gesetz gilt nur unter den vorstehend angeführten Einschränkungen für geringe Strahlungsleistung des Lichts und für absorbierende Spezies, die keine konzentrations- oder druckabhängige Aggregation aufweisen. Das Gesetz kann ausgedrückt werden als

$$A(\lambda) = \log\left(\frac{P_{\lambda}^0}{P_{\lambda}}\right) = \varepsilon(\lambda) \cdot c \cdot l$$

oder

$$P_{\lambda} = P_{\lambda}^0 10^{-A(\lambda)} = P_{\lambda}^0 10^{-\varepsilon(\lambda)cl}$$

Dabei ist die Proportionalitätskonstante $\varepsilon(\lambda)$ der molare (dekadische) *Absorptionskoeffizient*, und P_{λ}^0 und P_{λ} sind die einfallende und die transmittierte *spektrale Strahlungsleistung*. Bei l in cm und c in mol dm⁻³ (M) ergibt sich $\varepsilon(\lambda)$ in dm³ mol⁻¹ cm⁻¹ (M⁻¹ cm⁻¹), einer häufig gebrauchten Einheit. Die SI-Einheit von $\varepsilon(\lambda)$ ist m² mol⁻¹ (10 dm³ mol⁻¹ cm⁻¹).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die *spektrale Strahlungsleistung* muss verwendet werden, weil das *Lambert-Beersche Gesetz* nur gilt wird, wenn die spektrale Bandbreite der *ultravioletten, sichtbaren* oder *infraroten* Strahlung schmal ist im Vergleich zu den spektralen Linienbreiten im Spektrum.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe auch *Absorbanz, Dämpfung, Extinktionskoeffizient*.

3.23

biphotonische Anregung

gleichzeitige (*kohärente*) *Absorption* von zwei *Photonen* (entweder gleicher oder unterschiedlicher *Wellenlänge*), wobei die Anregungsenergie die Summe der Energien der zwei Photonen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Auch *Zwei-Photonenanregung* genannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Begriff wird manchmal auch für eine *Absorption* in zwei Schritten verwendet, bei der die *Absorption* nicht mehr gleichzeitig erfolgt.

3.24

biphotonischer Prozess

Prozess, der sich aus der *biphotonischen Anregung* ergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch *Multiphotonen-Prozess*.

3.25

Bleichen

<Photochemie> Abnahme der *Intensität* von *Absorption* oder *Emission*

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition gilt nur in der *Photochemie*.

3.26

Blauverschiebung

informeller Ausdruck für *hypsochrome Verschiebung*

3.27

Polarisationswinkel Brewster-Winkel

θ_B

spezifischer Winkel (θ_B), bei dem die reflektierten Wellen alle in eine Ebene polarisiert werden, wenn eine unpolarisierte, planare elektromagnetische Wellenfront auf eine flache, dielektrische Oberfläche stößt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ausdruck für *Polarisationswinkel*: $\theta_B = \arctan(n_2/n_1) = \arctan(\varepsilon_2/\varepsilon_1)^{1/2}$, wobei n_2 und n_1 jeweils die Brechungsindizes der empfangenden Oberfläche und des ursprünglichen Mediums und ε_2 und ε_1 die relativen statischen Dielektrizitätszahlen (vormals *dielektrische Konstanten* genannt) sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einem zufällig polarisierten Strahl, der mit dem *Polarisationswinkel* einfällt, sind die elektrischen Felder der reflektierten und gebrochenen Wellen senkrecht zueinander.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei einer Welle, die aus der Luft auf Wasser ($n = 1,333$), Glas ($n = 1,515$) und Diamant ($n = 2,417$) einfällt, betragen die *Polarisationswinkel* jeweils 53 Grad, 57 Grad und 67,5 Grad.

3.28

Ladungsrekombination

Umkehrung der *Ladungstrennung*

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Verwendung dieses Begriffs ist es wichtig, den resultierenden elektronischen Zustand von Donator und Akzeptor zu spezifizieren.

3.29

Ladungstrennung

Vorgang, bei dem sich die elektrische Ladung unter Wirkung eines geeigneten Einflusses (z. B. *Lichtanregung*) auf eine Art bewegt, die die Differenz lokaler Ladungen zwischen Donator- und Akzeptorstellen erhöht (oder reduziert)

Anmerkung 1 zum Begriff: *Ladungsrekombination* reduziert (oder erhöht) die Differenz.

Anmerkung 2 zum Begriff: *Elektronenübertragung* zwischen neutralen Spezies ist das gängigste Beispiel für *Ladungstrennung*. Das wichtigste Beispiel für *Ladungsrekombination* ist *Elektronenrückübertragung*, die nach photoninduzierter *Ladungstrennung* auftritt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Begriff wird in der Photokatalyse häufig verwendet, da die in den Bändern des Halbleiters erzeugten Spezies geladen sind (Elektronen und Löcher)

3.30

Ladungsverschiebung

Vorgang, bei dem sich die elektronische Ladung unter Wirkung eines geeigneten Einflusses (z. B. *Lichtanregung*) ohne Änderung des Absolutmesswerts der Differenz lokaler Ladungen zwischen ursprünglichen Donator- und Akzeptorstellen bewegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Herausragende Beispiele sind *Elektronenübertragungen*, welche die Ladungen in einem aus einem neutralen Donator und einem kationischen Akzeptor oder einem neutralen Akzeptor und einem anionischen Donator bestehenden System umkehren.