

DIN EN ISO 14644-10



ICS 13.040.35

Entwurf

Einsprüche bis 2022-04-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 14644-10:2013-06

**Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche –
Teil 10: Bewertung der chemischen Oberflächenreinheit
(ISO/FDIS 14644-10:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 14644-10:2021**

Cleanrooms and associated controlled environments –
Part 10: Assessment of surface cleanliness for chemical contamination
(ISO/FDIS 14644-10:2021);
German and English version prEN ISO 14644-10:2021

Salles propres et environnements maîtrisés apparentés –
Partie 10: Évaluation de la propreté des surfaces en matière de contamination chimique
(ISO/FDIS 14644-10:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 14644-10:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-02-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 77 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14644-10:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 209 „Cleanrooms and associated controlled environments“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 243 „Reinraumtechnologie“, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-02-21 AA „Reinraumtechnik (SpA CEN/TC 243 und ISO/TC 20“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 14644-1	siehe	DIN EN ISO 14644-1
ISO 14644-8	siehe	DIN EN ISO 14644-8
ISO 14644-9	siehe	DIN EN ISO 14644-9
ISO 18115-1	siehe	DIN ISO 18115-1

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 EN 14644-10:2013-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Begriff „Klasse“ (Klassifizierung, klassifiziert) wurde in „Grad“ oder „Bewertung“ geändert, wo dies angebracht ist;
- b) ISO 14644-1 wurde von Abschnitt 2 ins Literaturverzeichnis verschoben und ISO 14644-6 wurde entfernt (Dokument zurückgezogen);
- c) kleinere redaktionelle Änderungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 14644-1, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 1: Klassifizierung der Luftreinheit anhand der Partikelkonzentration*

DIN EN ISO 14644-8, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 8: Klassifizierung der Luftreinheit anhand der Chemikalienkonzentration (ACC)*

DIN EN ISO 14644-9, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 9: Klassifizierung der partikulären Oberflächenreinheit*

DIN ISO 18115-1, *Chemische Oberflächenanalyse — Vokabular — Teil 1: Allgemeine Begriffe und Begriffe für die Spektroskopie*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 14644-10:2022-03

– Leerseite –

Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche – Teil 10: Bewertung der chemischen Oberflächenreinheit (ISO/FDIS 14644-10:2021)

Cleanrooms and associated controlled environments – Part 10: Assessment of surface cleanliness for chemical contamination (ISO/FDIS 14644-10:2021)

Salles propres et environnements maîtrisés apparentés – Partie 10: Évaluation de la propreté des surfaces en matière de contamination chimique (ISO/FDIS 14644-10:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Prüfung und Beurteilung der chemischen Konzentration auf einer Oberfläche	7
4.1 Prinzipien zur Prüfung der Konzentration von chemischen Oberflächenkontaminationen bei reinen Oberflächen in Reinnräumen und Reinnraumbereichen	7
4.2 Format des ISO-SCC-Deskriptors	7
4.3 ISO-SCC-Bewertungsstufe	9
4.4 Konverter für Stoffe in atomare Oberflächenkonzentration	9
5 Messung der Oberflächenreinheit in Bezug auf chemische Kontamination und zum Nachweis der Übereinstimmung mit der Bewertungsstufe	10
5.1 Kriterien für eine gute Beurteilung der Reinheit	10
5.2 Dokumentation und Auswertung	11
5.2.1 Prinzip	11
5.2.2 Prüfung	11
5.2.3 Prüfbericht	11
Anhang A (informativ) Umrechnung zwischen unterschiedlichen Angaben von Maßeinheiten der Oberflächenkonzentration bei chemischen Stoffen	13
A.1 Prinzip	13
A.2 Beispiele	13
Anhang B (informativ) Die Prüfung und Auswertung der Ergebnisse beeinflussende Parameter	20
B.1 Parameter	20
B.2 Überlegungen	20
Anhang C (informativ) Wesentliche Aspekte einer guten Beurteilung der Reinheit	21
C.1 Prinzip	21
C.2 Überlegungen	22
Anhang D (informativ) Verfahren zur Prüfung der Oberflächenreinheit anhand der chemischen Konzentration	23
D.1 Wahl des Verfahrens	23
D.1.1 Prinzip	23
D.1.2 Messmatrix	23
D.1.3 Allgemeines Anwendungsgebiet der hauptsächlichen Messverfahren	24
D.2 Kriterien für die Messung der Oberflächenreinheit anhand der chemischen Konzentration	25
D.2.1 Allgemeines	25
D.2.2 Anforderungen des Prüfverfahrens	25
D.2.3 Direkte oder indirekte Messverfahren	25
D.2.4 Verpackung der Prüfproben	26
D.2.5 Verfahren zur Vorbehandlung	27
D.2.6 Vergleichende Prüfverfahren	28
D.2.7 Direkte Messungen	28
D.2.8 Indirekte Messverfahren (Vorbehandlung und Messung)	33
D.2.9 Probenahme, Analyse und damit verbundene Elemente der Qualitätskontrolle	35
D.2.10 Qualitätskontrolle der Analyse	36
Anhang E (informativ) Prüfprotokoll/Dokumentation	37
Literaturhinweise	38

Bilder

Bild 1 — ISO-SCC-Bewertungsstufe als eine Funktion der Konzentration	9
Bild A.1 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenmassenkonzentration (g/m^2) und der Oberflächenmolekularkonzentration (Moleküle/m^2) bei typischen organischen Stoffen	16
Bild A.2 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenkonzentration (g/m^2) und den Oberflächenatomkonzentrationen bezogen auf die Kohlenstoffmasse (g C/m^2) bei typischen organischen Stoffen	17
Bild A.3 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenkonzentration (g/m^2) und der Oberflächenatomkonzentration hinsichtlich der Kohlenstoffanzahl (Atome C/m^2) bei typischen organischen Stoffen	18
Bild A.4 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenmassenkonzentration (g/m^2) und der Oberflächenatomkonzentration hinsichtlich der Anzahl der Atome (Atome/m^2) bei typischen organischen Stoffen	19
Bild D.1 — Analyse der Oberflächenreinheit anhand der chemischen Konzentration: Bild der Messmatrix	23
Bild D.2 — Allgemeines Anwendungsgebiet der hauptsächlichen Messverfahren	24
Bild D.3 — Überblick über das Ablaufschema der Probenahme, Analyse und der damit verbundenen Elemente der Qualitätskontrolle	35
Bild D.4 — Ablaufschema der Qualitätskontrolle der Analyse mittels Siliciumscheibe TD-GC-MS	36

Tabellen

Tabelle 1 — ISO-SCC-Bewertungsstufen	8
Tabelle A.1 — Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Einheit der Oberflächenkonzentration [g/m^2] und der Anzahlkonzentration auf der Oberfläche [Moleküle/m^2 , Atome C/m^2] bei Heptan (C_7H_{16}), CAS-Nr. 142-82-5	13
Tabelle A.2 — Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Einheit der Oberflächenkonzentration [g/m^2] und der Anzahlkonzentration auf der Oberfläche [Moleküle/m^2 , Atome C/m^2] bei Hexadekan ($\text{C}_{17}\text{H}_{34}$), CAS-Nr. 544-76-3	14
Tabelle A.3 — Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Einheit der Oberflächenkonzentration [g/m^2] und der Anzahlkonzentration auf der Oberfläche [Moleküle/m^2 , Atome C/m^2] bei Di-(2-Ethylhexyl)phthalat ($\text{C}_{24}\text{H}_{38}\text{O}_4$), CAS-Nr. 117-817-7	14
Tabelle A.4 — Konzentration der Monoschicht, basierend auf LB-Film	15
Tabelle D.1 — Direkte Messverfahren und deren Anwendungen	29
Tabelle D.2 — Indirekte Messverfahren und deren Anwendungen	33
Tabelle E.1 — Verfahren zur Prüfung der Oberflächenreinheit anhand der chemischen Konzentration	37

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14644-10:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 209 „Cleanrooms and associated controlled environments“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 243 „Reinraumtechnologie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/FDIS 14644-10:2021 wurde von CEN als prEN ISO 14644-10:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 209, *Cleanrooms and associated controlled environments*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 243, *Reinraumtechnologie*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 14644-10:2013), die geringfügig geändert wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- der Begriff „Klasse“ („Klassifizierung“, „klassifiziert“) wurde gegebenenfalls in „Stufe“ (bzw. „Stufenbestimmung“) geändert;
- die Verweisung auf ISO 14644-1 wurde aus Abschnitt 2 in die Literaturhinweise verschoben; die Verweisung auf ISO 14644-6 wurde entfernt (das Dokument wurde zurückgezogen);
- es gab geringfügige redaktionelle Änderungen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 14644 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt geeignete Prüfverfahren zur Bestimmung der Oberflächenreinheit in Reinräumen hinsichtlich vorhandener chemischer Verbindungen oder Elemente (einschließlich Molekülen, Ionen, Atomen und Partikeln) fest. Dieses Dokument ist auf alle festen Oberflächen in Reinräumen und zugehörigen Reinraumbereichen anwendbar, wie z. B. Wände, Decken, Fußböden, Arbeitsflächen, Werkzeuge, Ausrüstungsgegenstände und Geräte.

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung dieses Dokuments werden nur die chemischen Eigenschaften eines Partikels in Betracht gezogen. Die physikalischen Eigenschaften des Partikels werden nicht berücksichtigt, und dieses Dokument behandelt nicht die Wechselwirkung zwischen der Kontamination und der Oberfläche.

ANMERKUNG 2 Dieses Dokument behandelt weder den Entstehungsprozess der Kontamination noch zeitabhängige Einflüsse (z. B. Ablagerung, Sedimentation, Alterung) oder prozessabhängige Tätigkeiten wie z. B. Transport und Handhabung. Auch enthält es keine Leitlinien zu statistischen Qualitätskontrollverfahren zur Sicherstellung der Übereinstimmung.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

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:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Luftreinheit anhand der chemischen Konzentration

ACC, en: air cleanliness by chemical concentration

Grad, angegeben als ISO-Stufe *N*, die den Höchstwert der zulässigen Konzentration einer bestimmten chemischen Zustandsform oder Gruppe von chemischen Zustandsformen darstellt, angegeben in Gramm je Kubikmeter Luft (g/m^3)

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition berücksichtigt keine Makromoleküle biologischen Ursprungs, die als Partikel bewertet werden.

3.2

Kontaminantengruppe

allgemeine Bezeichnung für eine Gruppe von Verbindungen, die bei Ablagerung auf der fraglichen Oberfläche eine spezifische und ähnlich schädliche Wirkung zeigen

3.3

chemische Kontamination

chemische (nicht-partikuläre) Stoffe, die eine schädliche Wirkung auf das Produkt, das Verfahren oder die Ausrüstung haben können

3.4

feste Oberfläche

Abgrenzung zwischen der Festphase und einer zweiten Phase

3.5

Oberfläche

Abgrenzung zwischen zwei Phasen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine der Phasen ist gewöhnlich eine Festphase und die andere ein Gas, eine Flüssigkeit oder ein anderer Feststoff.

3.6

chemische Oberflächenreinheit

SCC, en: surface cleanliness by chemical concentration

<Zustand> Zustand einer Oberfläche in Bezug auf deren chemische Konzentration

3.7

chemische Oberflächenreinheit

N_{SCC}

<Mathematik> gebräuchlicher Logarithmus (zur Basis 10) der chemischen Konzentration auf einer Oberfläche in Gramm je Quadratmeter (g/m^2)

4 Prüfung und Beurteilung der chemischen Konzentration auf einer Oberfläche

4.1 Prinzipien zur Prüfung der Konzentration von chemischen Oberflächenkontaminationen bei reinen Oberflächen in Reinräumen und Reinraumbereichen

Die Prüf- und Bewertungsstufen müssen durch die Verwendung eines Deskriptors mit der Bezeichnung „ISO-SCC“ festgelegt werden. Dieser Deskriptor legt die für einen einzelnen chemischen Stoff oder eine Gruppe von chemischen Stoffen gemessene chemische Gesamtkonzentration auf einer Oberfläche fest. Die SCC-Stufe basiert auf der Konzentration von Chemikalien auf einer Oberfläche, wie sie anhand von Gleichung (1) (angegeben in 4.2) berechnet und in g/m^2 angegeben wird. Für diese Berechnung müssen alle anderen Einheiten in g/m^2 umgerechnet werden. In bestimmten Fällen, in denen niedrige Konzentrationen bestimmt werden müssen, darf die Konzentration von Chemikalien auf einer Oberfläche in Atomen je Quadratzentimeter, ISO-SCC_{atomic}, anhand der in 4.4 aufgeführten Gleichung (2) angegeben werden.

4.2 Format des ISO-SCC-Deskriptors

Die SCC-Stufe ist durch eine Stufenzahl, N_{SCC} , zu kennzeichnen, wobei N_{SCC} der gebräuchliche Logarithmusindex der Konzentration C_{SCC} , ausgedrückt in g/m^2 , ist. Die Angabe der SCC-Stufe muss immer mit einem chemischen Stoff oder einer Gruppe von chemischen Stoffen verbunden sein, auf den bzw. die sie sich bezieht. Dabei werden neun unterschiedliche Stufen von 0 bis –8 verwendet, wobei 0 für die größte Kontamination steht. Dazwischenliegende Konzentrationen dürfen mit 0,1 als kleinster zulässiger Tafeldifferenz von N_{SCC} bestimmt werden. C_{SCC} wird durch Gleichung (1) mit Bezug auf N_{SCC} bestimmt:

$$C_{\text{SCC}} = 10^{N_{\text{SCC}}} \quad (1)$$

Daher gilt $N_{\text{SCC}} = \log_{10} C_{\text{SCC}}$.

C_{SCC} , die Konzentration des festgelegten chemischen Stoffs oder der Gruppe von chemischen Stoffen, wird in g/m^2 angegeben. Die gemessene chemische Konzentration auf einer Oberfläche darf die SCC-Stufe, C_{SCC} , nicht überschreiten, um der zuvor zwischen Kunde und Hersteller vereinbarten SCC zu entsprechen.

In allen Fällen muss den N_{SCC} -Stufenzahlen ein Minuszeichen vorangestellt werden.

ANMERKUNG 1 Eine SCC-Stufenzahl ist nur in Verbindung mit einem Deskriptor gültig (siehe 4.3).

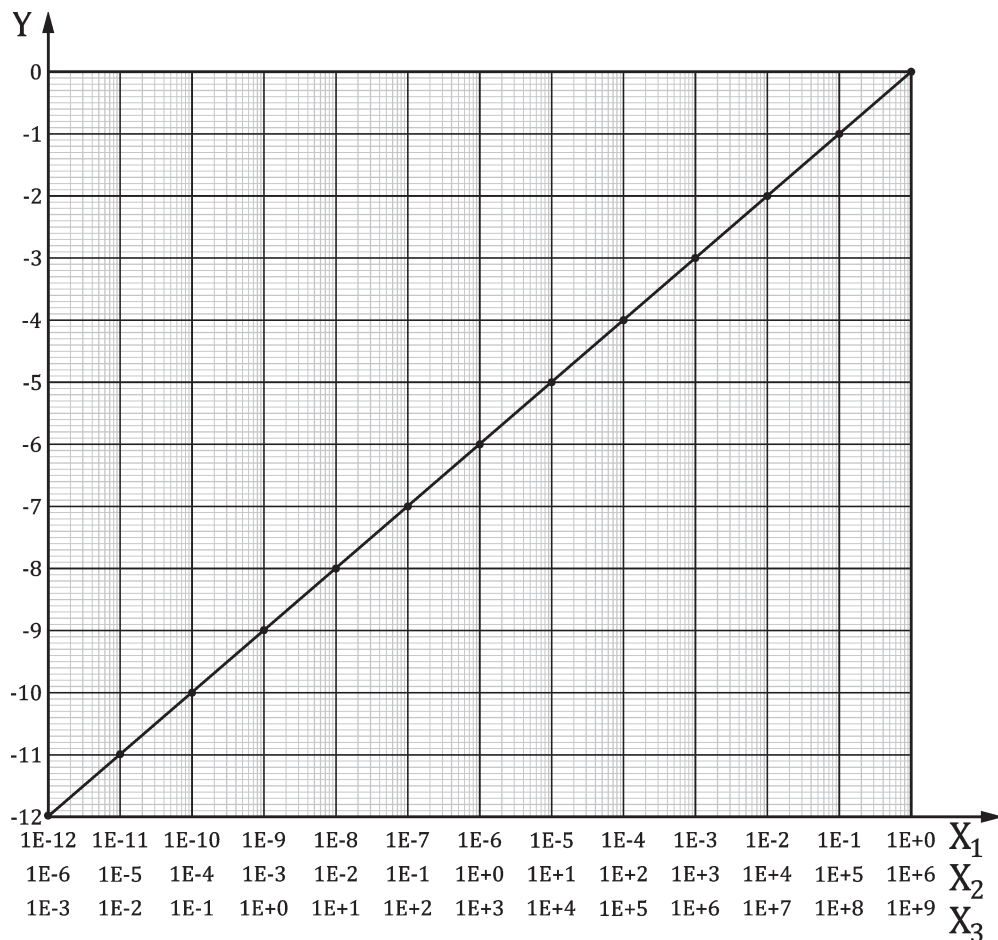
ANMERKUNG 2 Hinweise zur Umrechnung der gravimetrischen Konzentration (g/m^2) in die numerische Konzentration (Anzahl der Atome, Moleküle oder Ionen/Flächeneinheit) sind in 4.4 enthalten.

Tabelle 1 und Bild 1 zeigen die ISO-SCC-Bezeichnung als Funktion der chemischen Konzentration auf einer Oberfläche deutlicher.

Zu beachten sind auch die in Anhang B aufgeführten Parameter, die Einfluss auf die chemische Konzentration haben.

Tabelle 1 — ISO-SCC-Bewertungsstufen

ISO-SCC-Stufe	Konzentration g/m^2	Konzentration $\mu\text{g/cm}^2$	Konzentration ng/cm^2
0	10^0	10^6	10^9
-1	10^{-1}	10^5	10^8
-2	10^{-2}	10^4	10^7
-3	10^{-3}	10^3	10^6
-4	10^{-4}	10^2	10^5
-5	10^{-5}	10^1	10^4
-6	10^{-6}	10^0	10^3
-7	10^{-7}	10^{-1}	10^2
-8	10^{-8}	10^{-2}	10^1
-9	10^{-9}	10^{-3}	10^0
-10	10^{-10}	10^{-4}	10^{-1}
-11	10^{-11}	10^{-5}	10^{-2}
-12	10^{-12}	10^{-6}	10^{-3}



Legende

- X₁ Massenkonzentration auf der Oberfläche (g/m²)
X₂ Massenkonzentration auf der Oberfläche (μg/cm²)
X₃ Massenkonzentration auf der Oberfläche (ng/cm²)
Y ISO-SCC-Bewertungsstufe

Bild 1 — ISO-SCC-Bewertungsstufe als eine Funktion der Konzentration

4.3 ISO-SCC-Bewertungsstufe

Eine SCC-Bewertungsstufe ist nur in Verbindung mit einem Deskriptor gültig, der den chemischen Stoff oder die Gruppe von chemischen Stoffen einschließt, für die diese Stufenzahl gilt. Der ISO-SCC-Deskriptor wird im Format ISO-SCC-Stufe *N* (*X*) dargestellt, wobei *X* ein chemischer Stoff oder eine Gruppe von chemischen Stoffen ist.

BEISPIEL 1 Bei einer N-Methyl-2-Pyrrolidon-Probe (NMP) betrug der gemessene Wert einer chemischen Kontamination auf einer Oberfläche 9,8E-7 g/m². Das liegt innerhalb der Bewertungsstufengrenze von 1E-6 g/m² für die Stufe -6. Die Kennzeichnung wäre somit: „ISO-SCC-Stufe -6 (NMP).“

BEISPIEL 2 Bei einer Probe einer organischen Verbindung betrug der gemessene Wert 6E-5 g/m² an gesamten organischen Verbindungen (TOC). Das liegt innerhalb der Bewertungsstufengrenze von 1E-4 g/m² für die Stufe -4. Die Kennzeichnung wäre somit: „ISO-SCC-Stufe -4 (TOC).“

4.4 Konverter für Stoffe in atomare Oberflächenkonzentration

Sehr niedrige Konzentrationen werden gewöhnlich in Anzahlkonzentrationen auf der Oberfläche in Einheiten der Anzahl an Molekülen, Atomen oder Ionen je Oberflächenbereich (1/m²) gemessen. Zu Zwecken der Stufen-

bewertung sollten diese in Oberflächenmassenkonzentrationen in Masseneinheit/Oberflächenbereich (g/m^2) umgerechnet werden. Diese Umrechnung erfolgt mithilfe Gleichung (2):

$$C_{\text{SCC}} = \frac{M(C_{\text{SCC_Zahl}})}{N_{\text{a}}} \quad (2)$$

Dabei ist

$C_{\text{SCC_Zahl}}$ die Anzahlkonzentration auf der Oberfläche = Anzahl der Moleküle, Atome oder Ionen je Oberflächenbereich ($1/\text{m}^2$);

C_{SCC} die Oberflächenmassenkonzentration (g/m^2);

N_{a} die Avogadrozahl ($6,02 \times 10^{23}/\text{mol}$);

M die molare Masse der atomaren, molekularen oder ionischen Zustandsformen (g/mol).

Bild A.4 in Anhang A zeigt zum Zweck der Information den Zusammenhang zwischen der chemischen Konzentration auf einer Oberfläche (angegeben in g/m^2) und der atomaren Konzentration auf einer Oberfläche (angegeben in Atome/ m^2) für typische Stoffe.

5 Messung der Oberflächenreinheit in Bezug auf chemische Kontamination und zum Nachweis der Übereinstimmung mit der Bewertungsstufe

5.1 Kriterien für eine gute Beurteilung der Reinheit

Bild D.2 in Anhang D zeigt anhand von unterschiedlichen Probenahme- und Messverfahren, wie die verschiedenen Kontaminationsarten zu messen sind.

Prüfungen zum Nachweis der Übereinstimmung sind in einer Laboratoriumsumgebung durchzuführen, in der der chemische Kontaminationsgrad der Luftmoleküle und der Kontaminationsgrad der Luftpartikel die Stufenbestimmung nicht negativ beeinflussen. Bei allen Prüfungen sind geeignete Messverfahren und kalibrierte Geräte anzuwenden. Umfeld, Messverfahren und Messgeräte sind zwischen Kunde und Hersteller zu vereinbaren.

Zusätzliche Prüfelemente werden in Anhang C besprochen, während Anhang D eine genaue Beschreibung der Messverfahren zum Nachweis der Übereinstimmung enthält.

Die Liste der typischen Messverfahren ist nicht vollständig. Alternative Verfahren, die Ergebnisse von vergleichbarer Genauigkeit hervorbringen, dürfen nach Abstimmung zwischen Kunde und Hersteller festgelegt werden.

Messungen nach unterschiedlichen Verfahren können, selbst bei richtiger Anwendung dieser Verfahren, unterschiedliche Ergebnisse gleicher Validität hervorbringen.

Es wird empfohlen, die Messungen als Teil des statistischen Ansatzes zu wiederholen.

Bei Messungen von hohen Reinheitsgraden können bestimmte Probleme, wie z. B. Konzentrationsaufstockungen (Spikes), auftreten. Dann sind bestimmte Qualitätskontrollverfahren erforderlich, wie in Anhang D, Bild D.4, erklärt wird.

Im Umkreis der Prüfzone sollten Vorkehrungen zur Verminderung elektrostatischer Aufladung getroffen werden, da elektrostatische Aufladung chemische Abscheidungen auf Oberflächen fördert. Wenn die Oberfläche weder leitfähig noch geerdet oder ladungsneutralisiert ist, können elektrostatische Aufladungen auftreten. Daher können die Prüfergebnisse variieren.

Zu typischen Messverfahren zur Prüfung der chemischen Oberflächenreinheit ist auf Anhang D Bezug zu nehmen.

5.2 Dokumentation und Auswertung

5.2.1 Prinzip

Der Nachweis der Übereinstimmung mit den Bewertungsanforderungen für die chemische Oberflächenreinheit (SCC), wie vom Kunden festgelegt, wird durch Messungen, die Dokumentation der Ergebnisse und die Messbedingungen erbracht. Die Angaben zum Nachweis der Übereinstimmung sind zwischen Kunde und Hersteller im Voraus zu vereinbaren.

5.2.2 Prüfung

Prüfungen zum Nachweis der Übereinstimmung sind möglichst nach geeigneten Messverfahren und mit kalibrierten Geräten durchzuführen.

Messverfahren zum Nachweis der Übereinstimmung sind in Anhang D beschrieben. Die Liste der beschriebenen typischen Verfahren ist nicht vollständig. Zum Prüfumfeld müssen sich Kunde und Hersteller abstimmen. Auch dürfen alternative Verfahren von vergleichbarer Genauigkeit in Abstimmung zwischen Kunde und Hersteller festgelegt werden.

Messungen nach unterschiedlichen Verfahren können, selbst bei richtiger Anwendung dieser Verfahren, unterschiedliche Ergebnisse gleicher Validität hervorbringen.

Es wird empfohlen, die Messungen zu wiederholen.

Das Prüfumfeld sollte zwischen Kunde und Hersteller vereinbart werden.

5.2.3 Prüfbericht

Die Ergebnisse jeder Oberflächenprüfung sind aufzuzeichnen und als umfassender Bericht, zusammen mit einer Darstellung der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung der erforderlichen SCC-Bewertungsstufe vorzulegen. Der Prüfbericht muss mindestens Folgendes enthalten:

- a) Name und Anschrift der Prüforganisation;
- b) Name des Prüfers;
- c) Messumfeld;
- d) Datum, Uhrzeit und Dauer der Probenahme;
- e) Messdauer;
- f) eine Verweisung auf dieses Dokument, d. h. ISO 14644-10:—;
- g) eindeutige Kenntlichmachung des Orts der gemessenen Oberfläche und genaue Bezeichnungen für die Oberflächenkoordinaten, falls anwendbar;
- h) Oberflächenreinheit anhand der chemischen Konzentrationsstufe mit Kennzeichnung, angegeben als SCC-Bewertungsstufe *N*;
- i) Akzeptanzkriterien für die reine Oberfläche, sofern zwischen Kunde und Hersteller vereinbart;
- j) die/das festgelegte(n) Messverfahren, Geräteauflösung sowie Nachweisgrenzen;
- k) Einzelheiten zum angewendeten Prüfverfahren, mit allen verfügbaren Angaben zu Abweichungen vom Prüfverfahren (sofern vereinbart);

- l) Identifizierung der angewendeten Prüfgeräte/des angewendeten Prüfgeräts sowie aktuelle(s) Kalibrierzertifikat(e);
- m) Anzahl der durchgeführten Messungen;
- n) Prüfergebnisse, einschließlich Angaben zu(r) chemischen Konzentration(en) bestimmter Stoffe bei allen durchgeführten Messungen;
- o) Oberflächenbeschaffenheit, d. h. nach abschließender Reinigung, vor oder nach der Verpackung, mit der Vereinbarung der Art und Qualität der erforderlichen Verpackung.

In Anhang E, „Prüfprotokoll“, kann ein Beispiel gefunden werden, wie dieser Prüfbericht aufgebaut werden kann. Andere Abweichungen des Prüfberichts, die zwischen Kunde und Hersteller zu vereinbaren sind, dürfen vorgenommen werden.

Anhang A (informativ)

Umrechnung zwischen unterschiedlichen Angaben von Maßeinheiten der Oberflächenkonzentration bei chemischen Stoffen

A.1 Prinzip

Zusätzlich zur Einheit der Oberflächenmassenkonzentration, in g/m^2 , gibt es mehrere unterschiedliche Maßeinheiten, um die Anzahlkonzentration auf der Oberfläche einer organischen Verbindung oder einer Gruppe von organischen Stoffen anzugeben, wie Moleküle/ m^2 , basierend auf einer Anzahl an organischen Molekülen, und Atome C/ m^2 , basierend auf einer Anzahl an Kohlenstoffatomen, die die für jede Kontaminantengruppe betrachteten organischen Verbindungen bilden.

A.2 Beispiele

Zu Informationszwecken zeigen Tabelle A.1 bis Tabelle A.3 am Beispiel von Heptan, Hexadecan und Di-(2-Ethylhexyl)phthalat, wie die unterschiedlichen Einheiten von Anzahlkonzentrationen auf der Oberfläche (Moleküle/ m^2 oder Atome C/ m^2) jeweils in Oberflächenmassenkonzentrationen hinsichtlich Kohlenstoff ($\text{g C}/\text{m}^2$) oder ganzer Verbindungen (g/m^2) umgerechnet werden können.

Tabelle A.1 — Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Einheit der Oberflächenkonzentration [g/m^2] und der Anzahlkonzentration auf der Oberfläche [Moleküle/ m^2 , Atome C/ m^2] bei Heptan (C_7H_{16}), CAS-Nr. 142-82-5

	Formelzeichen	Einheit	$M = 100,2, N_c = 7$			
			Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
Molekulare Anzahlkonzentration auf der Oberfläche	$C_{\text{Molekül}}$	[Moleküle/ m^2]	1,00E+19	1,42E+18	7,16E+16	6,01E+16
Anzahlkonzentration auf der Oberfläche bezogen auf Kohlenstoff	$C_{\text{Kohlenstoffzahl}}$	[Atome C/ m^2]	7,00E+19	1,00E+19	5,00E+17	4,19E+17
Oberflächenmassenkonzentration bezogen auf Kohlenstoff	$C_{\text{Kohlenstoffmasse}}$	[g C/ m^2]	1,39E-3	1,98E-4	1,00E-4	8,39E-6
Oberflächenmassenkonzentration	C_{SCC}	[g/ m^2]	1,66E-3	2,36E-4	1,19E-4	1,00E-6

Tabelle A.2 — Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Einheit der Oberflächenkonzentration [g/m²] und der Anzahlkonzentration auf der Oberfläche [Moleküle/m², Atome C/m²] bei Hexadekan (C₁₇H₃₄), CAS-Nr. 544-76-3

	Formelzeichen	Einheit	<i>M</i> = 226,4, <i>N_c</i> = 17			
			Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
Molekulare Anzahlkonzentration auf der Oberfläche	<i>C</i> _{Molekül}	[Moleküle/m ²]	1,00E+19	6,20E+18	3,12E+16	2,60E+16
Anzahlkonzentration auf der Oberfläche bezogen auf Kohlenstoff	<i>C</i> _{Kohlenstoffatom}	[Atome C/m ²]	1,59E+20	1,00E+19	5,00E+17	4,20E+17
Oberflächenmassenkonzentration bezogen auf Kohlenstoff	<i>C</i> _{Kohlenstoffmasse}	[g C/m ²]	3,19E-3	2,00E-4	1,00E-4	8,49E-6
Oberflächenmassenkonzentration	<i>C</i> _{SCC}	[g/m ²]	3,77E-3	2,35E-4	1,17E-4	1,00E-4

Tabelle A.3 — Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Einheit der Oberflächenkonzentration [g/m²] und der Anzahlkonzentration auf der Oberfläche [Moleküle/m², Atome C/m²] bei Di-(2-Ethylhexyl)phthalat (C₂₄H₃₈O₄), CAS-Nr. 117-817-7

	Formelzeichen	Einheit	<i>M</i> = 390,6, <i>N_c</i> = 24			
			Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
Molekulare Anzahlkonzentration auf der Oberfläche	<i>C</i> _{Molekül}	[Moleküle/m ²]	1,00E+19	4,20E+18	2,00E+16	1,50E+16
Anzahlkonzentration auf der Oberfläche bezogen auf Kohlenstoff	<i>C</i> _{Kohlenstoffatom}	[Atome C/m ²]	2,39E+20	1,00E+19	4,89E+17	3,60E+17
Oberflächenmassenkonzentration bezogen auf Kohlenstoff	<i>C</i> _{Kohlenstoffmasse}	[g C/m ²]	4,89E-3	2,04E-4	1,00E-4	7,37E-6
Oberflächenmassenkonzentration	<i>C</i> _{SCC}	[g/m ²]	6,62E-3	2,76E-4	1,35E-4	1,00E-4

Jede Anzahlkonzentration auf der Oberfläche kann nach den Gleichungen (A.1) bis (A.3) in die ursprüngliche Oberflächenkonzentration umgerechnet werden:

$$C_{\text{SCC}} [\text{g/m}^2] = C_{\text{Molekül}} [\text{Moleküle/m}^2] \times \frac{M [\text{g/mol}]}{N_a [\text{Moleküle/mol}]} \quad (\text{A.1})$$

$$C_{\text{SCC}} [\text{g/m}^2] = \frac{C_{\text{Kohlenstoffatom}} [\text{Atome C/m}^2]}{N_c [\text{Atome C/Molekül}]} \times \frac{M [\text{g/mol}]}{N_a [\text{Moleküle/mol}]} \quad (\text{A.2})$$

$$C_{\text{SCC}} [\text{g/m}^2] = \frac{\left[\frac{C_{\text{Kohlenstoffmasse}} [\text{g C/m}^2]}{M_c [\text{g/mol}]} \right]}{N_c [\text{Atome C/Molekül}]} \times M [\text{g/mol}] \quad (\text{A.3})$$

Dabei ist

N_c eine Anzahl von betrachteten Kohlenstoff bildenden(m) organischen(m) Stoff(en) und

M_c die molare Masse von Kohlenstoff.

Die Anzahlkonzentration auf der Oberfläche mit unterschiedlichen Arten von Maßeinheitenangaben, basierend auf Langmuir-Blodgett-Filmen (LB) für typische organische Stoffe, ist auch in Tabelle A.4 aufgeführt. Die Anzahlkonzentration auf der Oberfläche kann nach Gleichung (A.4) ermittelt werden:

$$C_{\text{SCC_LB}} [\text{g/m}^2] = (M/N_a)^{1/3} d^{2/3} \quad (\text{A.4})$$

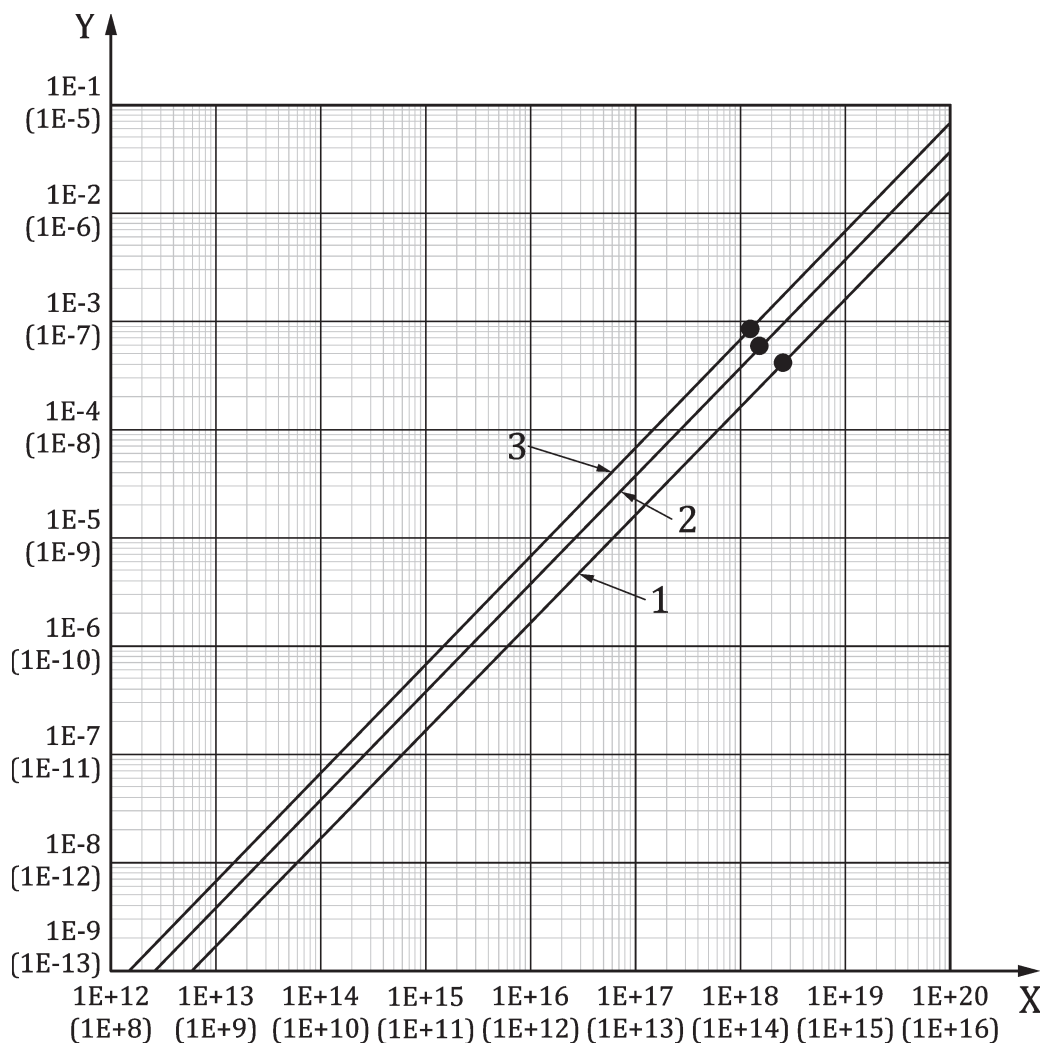
Dabei ist

d die Dichte von organischen Stoffen in g/m^3 .

Tabelle A.4 — Konzentration der Monoschicht, basierend auf LB-Film

	Heptan (C₇H₁₆), CAS-Nr. 142-82-5	Hexadekan (C₁₇H₃₄), CAS-Nr. 544-76-3	Di-(2-Ethylhexyl)- phthalat (C₂₄H₃₈O₄), CAS-Nr. 117-817-7
Molekulare Anzahlkonzentration auf der Oberfläche	2,55E+18	1,62E+18	1,34E+18
Anzahlkonzentration auf der Oberfläche bezogen auf Kohlenstoff	1,79E+19	2,59E+19	3,21E+19
Oberflächenmassenkonzen- tration bezogen auf Kohlenstoff	3,56E-4	5,18E-4	6,56E-4
Oberflächenmassenkonzen- tration	4,24E-4	6,10E-4	8,88E-4

Zu Informationszwecken zeigen Bild A.1 bis Bild A.4, wie die unterschiedlichen Einheiten von Anzahlkonzentrationen auf der Oberfläche (Moleküle/m² oder Atome C/m²) jeweils in Oberflächenmassenkonzentrationen bezogen auf Kohlenstoff (g C/m²) oder ganzer Verbindungen (g/m²) umgerechnet werden können.



Legende

X Oberflächenmolekularkonzentration (Moleküle/m²)

Y Oberflächenmassenkonzentration (g/m²)

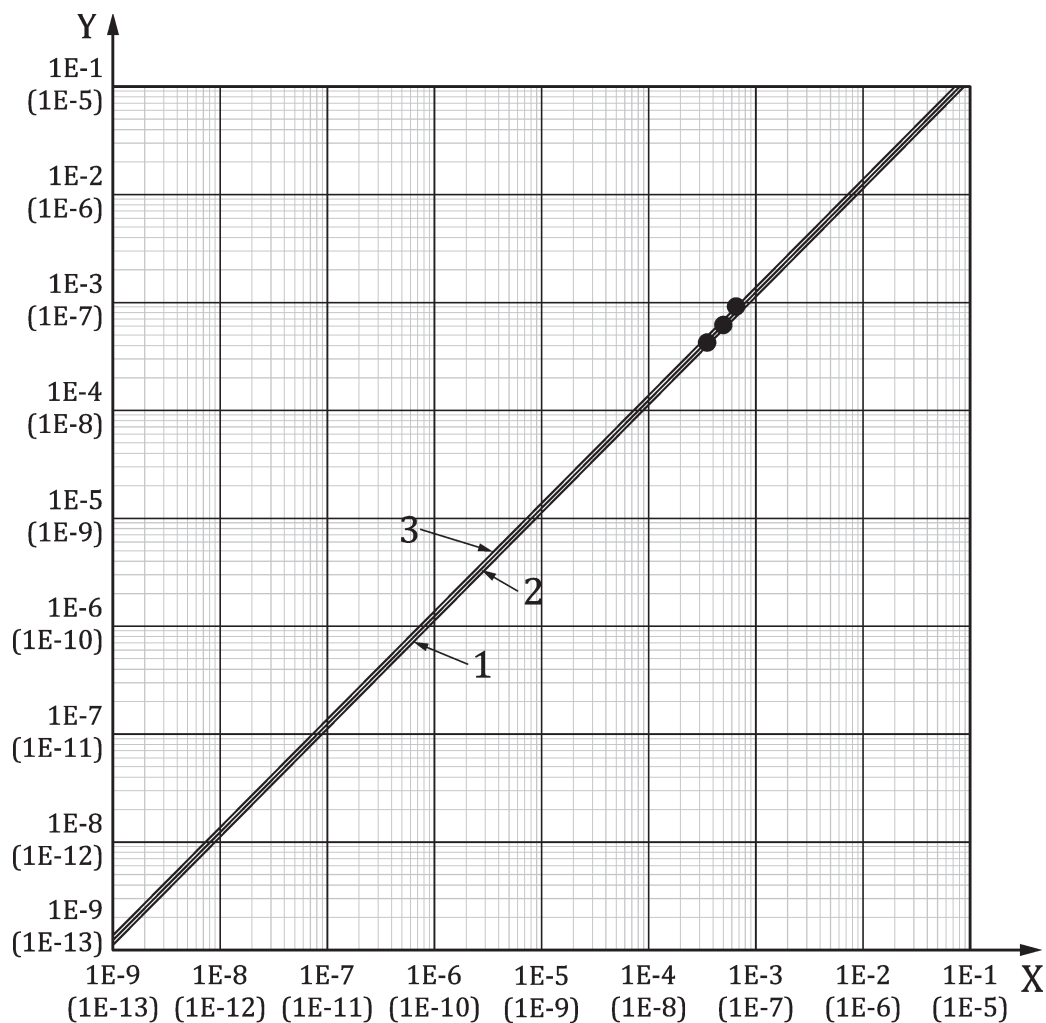
● der Monoschicht entsprechende Oberflächenkonzentration, basierend auf LB-Modell

1 Heptan (C₇H₁₆), CAS-Nr. 142-82-5

2 Hexadekan (C₁₇H₃₄), CAS-Nr. 544-76-3

3 Di-(2-Ethylhexyl)phthalat (C₂₄H₃₈O₄), CAS-Nr. 117-817-7

Bild A.1 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenmassenkonzentration (g/m²) und der Oberflächenmolekularkonzentration (Moleküle/m²) bei typischen organischen Stoffen



Legende

X Oberflächenatomkonzentration bezogen auf die Kohlenstoffmasse (g C/m^2)

Y Oberflächenkonzentration (g/m^2)

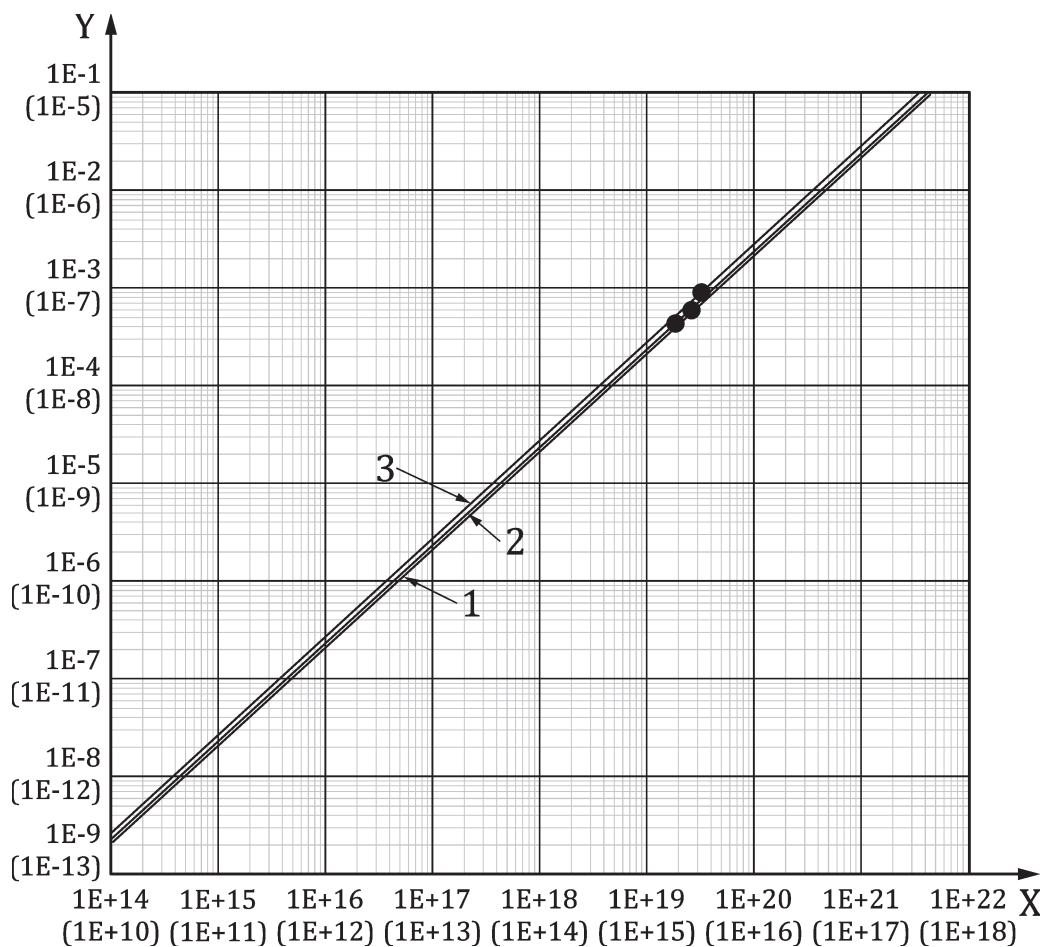
● der Monoschicht entsprechende Oberflächenkonzentration, basierend auf LB-Modell

1 Heptan (C_7H_{16}), CAS-Nr. 142-82-5

2 Hexadekan ($\text{C}_{17}\text{H}_{34}$), CAS-Nr. 544-76-3

3 Di-(2-Ethylhexyl)phthalat ($\text{C}_{24}\text{H}_{38}\text{O}_4$), CAS-Nr. 117-817-7

Bild A.2 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenkonzentration (g/m^2) und den Oberflächenatomkonzentrationen bezogen auf die Kohlenstoffmasse (g C/m^2) bei typischen organischen Stoffen



Legende

X Oberflächenatomkonzentration bezogen auf die Anzahl von Kohlenstoffatomen (Atome C/m²)

Y Oberflächenkonzentration (g/m²)

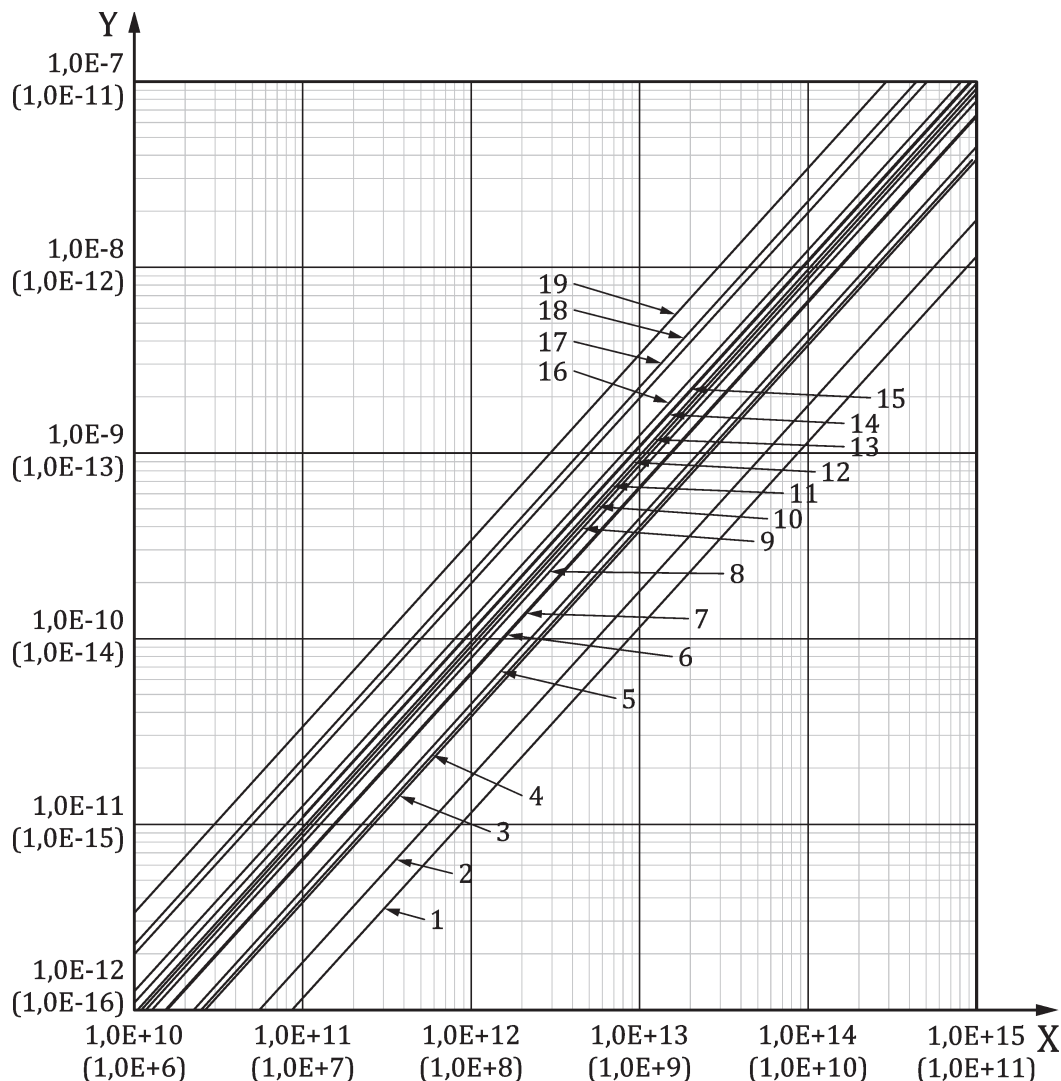
● der Monoschicht entsprechende Oberflächenkonzentration, basierend auf LB-Modell

1 Heptan (C₇H₁₆), CAS-Nr. 142-82-5

2 Hexadekan (C₁₇H₃₄), CAS-Nr. 544-76-3

3 Di-(2-Ethylhexyl)phthalat (C₂₄H₃₈O₄), CAS-Nr. 117-817-7

Bild A.3 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenkonzentration (g/m²) und der Oberflächenatomkonzentration hinsichtlich der Kohlenstoffanzahl (Atome C/m²) bei typischen organischen Stoffen



Legende

X Oberflächenatomkonzentration bezogen auf die Anzahl von Atomen (Atome/m²)

Y Oberflächenkonzentration (g/m²)

1 Li (M = 6,9)	8 Ti (M = 47,8)	15 Zn (M = 65,4)
2 B (M = 10,8)	9 Cr (M = 52,0)	16 As (M = 74,9)
3 Na (M = 23,0)	10 Mn (M = 54,9)	17 Sn (M = 118,7)
4 Mg (M = 24,3)	11 Fe (M = 55,9)	18 Ba (M = 137,33)
5 Al (M = 27,0)	12 Co (M = 58,9)	19 Pb (M = 207,2)
6 K (M = 39,1)	13 Ni (M = 58,7)	
7 Ca (M = 40,1)	14 Cu (M = 63,4)	

Bild A.4 — Zusammenhang zwischen den Einheiten der Oberflächenmassenkonzentration (g/m²) und der Oberflächenatomkonzentration hinsichtlich der Anzahl der Atome (Atome/m²) bei typischen organischen Stoffen

Anhang B (informativ)

Die Prüfung und Auswertung der Ergebnisse beeinflussende Parameter

B.1 Parameter

Folgende Parameter beeinflussen die Prüfung und Auswertung der Ergebnisse:

- a) Qualifikationsniveau des die Probenahme oder Prüfung durchführenden Personals;
- b) Grad der Sicherheit, Wiederholpräzision und Leistung des Prüflabors;
- c) Reinheitsgrad der Probenbehälter, Instrumente und Prüfgeräte;
- d) Reinheitsgrad der für den Versand von Proben verwendeten Verpackung;
- e) Anwendung eines vereinbarten Probenahme-, Blindprobe- und Fehlermanagementverfahrens bei der Sammlung und Messung von Proben (siehe Anhang D, Bild D.3);
- f) unzulässiges Öffnen der Probe;
- g) Öffnen der Probe außerhalb eines kontrollierten Umfeldes;
- h) Qualität der zum Abstreifen der Chemikalie vom Substrat verwendeten Chemikalie oder des Wassers;
- i) Verlust des Analyten während der Probenahme, des Versands oder der Prüfung;
- j) Verlust oder Austausch des Analyten durch Desorption oder thermischen Abbau während der Erwärmungsprüfung;
- k) Versäumnis einer kontinuierlichen Neukalibrierung der Prüfgeräte oder einer Untersuchung von ungewöhnlichen Datenabweichungen (Prüfaufstockungen);
- l) Fehler bei der Messung oder Berechnung des Probenumfeldes.

B.2 Überlegungen

Die Auflistung in B.1 ist nicht umfassend.