

DIN EN 13098

ICS 07.100.99; 13.040.30

Ersatz für
DIN EN 13098:2001-02

**Exposition am Arbeitsplatz –
Messung von luftgetragenen Mikroorganismen und mikrobiellen
Bestandteilen –
Allgemeine Anforderungen;
Deutsche Fassung EN 13098:2019**

Workplace exposure –
Measurement of airborne microorganisms and microbial compounds –
General requirements;
German version EN 13098:2019

Exposition sur les lieux de travail –
Mesurage des microorganismes et des composés microbiens en suspension dans l'air –
Exigences générales;
Version allemande EN 13098:2019

Gesamtumfang 46 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13098:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 137 „Bewertung der chemischen und biologischen Stoffbelastung am Arbeitsplatz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 095-03-01 AA „Messstrategien und Anforderungen an Messverfahren“ im DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13098:2001-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Titel des Dokuments geändert;
- b) Liste der messbaren Bestandteile von Bioaerosolen erweitert;
- c) neue Messtechniken hinzugefügt;
- d) neue Definitionen für „Allergen“, „Zellzahl der Mikroorganismen“, „Glucan“, „mikrobieller Bestandteil“, „Mykotoxin“ und „RfC-Rekombinante“ hinzugefügt;
- e) vorhandene Definitionen zum Teil technisch überarbeitet;
- f) bereits in EN 1540 definierte Begriffe gestrichen;
- g) 5.3 zu „Messstrategie“ durch Angabe weiterer Einzelheiten verbessert;
- h) Anhang A in Bezug auf neue Techniken und Verfahren aktualisiert;
- i) Anhang B durch Ergänzung neuer Verbindungen aktualisiert, die gemessen werden können;
- j) Anhang C in Bezug auf neue Zählstrategien und Identifikationsverfahren aktualisiert;
- k) neuer Anhang E zu „Formel und Berechnungsbeispiele für die Koloniezählung“ hinzugefügt;
- l) Literaturhinweise aktualisiert und in informative Verweisungen und andere Informationsressourcen aufgeteilt;
- m) gesamtes Dokument redaktionell und technisch überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13098: 2001-02

Deutsche Fassung

Exposition am Arbeitsplatz —
Messung von luftgetragenen Mikroorganismen und
mikrobiellen Bestandteilen —
Allgemeine Anforderungen

Workplace exposure —
Measurement of airborne microorganisms and
microbial compounds —
General requirements

Exposition sur les lieux de travail —
Mesurage des microorganismes et des composés
microbiens en suspension dans l'air —
Exigences générales

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. Juni 2019 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	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Messung von Mikroorganismen und mikrobiellen Bestandteilen	10
5.1 Biologische Arbeitsstoffe und biologische Eigenschaften	10
5.2 Zielsetzung der Messung	10
5.3 Messstrategie	11
5.3.1 Allgemeines	11
5.3.2 Festlegung der Zielsetzungen der Messung	11
5.3.3 Festlegung der Messaufgabe	11
5.3.4 Sammlung von Hintergrundinformationen	11
5.3.5 Probenahmestrategie	12
5.4 Optionen für die Messung	12
5.5 Messunsicherheit	13
5.6 Variabilität des Expositionsgrads	13
6 Probenahme	13
6.1 Grundsätze und allgemeine Anforderungen	13
6.2 Probenahmegeräte	14
6.2.1 Kategorien	14
6.2.2 Anforderungen	14
6.3 Pumpen	14
6.4 Befähigung der Bedienperson	14
6.5 Transport und Lagerung der Proben	15
6.5.1 Allgemeines	15
6.5.2 Transport	15
6.5.3 Lagerung im Labor	15
6.6 Dokumentation der Probenahme	15
7 Analyseverfahren	16
7.1 Anforderungen	16
7.2 Validierung	17
7.3 Dokumentation	17
7.3.1 Allgemeine Angaben	17
7.3.2 Spezifische Angaben	17
7.4 Bestimmung des anzüchtbaren Anteils	18
7.5 Bestimmung der direkten Zellzahl durch Mikroskopie	18
7.5.1 Allgemeines	18
7.5.2 Epifluoreszenzmikroskopie und Lichtmikroskopie	19
7.5.3 Rasterelektronenmikroskopie	19
7.6 Bestimmung von mikrobiellen Bestandteilen	19
8 Angabe der Ergebnisse	19
8.1 Allgemeines	19

8.2	Anzüchtungsverfahren.....	19
8.3	Mikroskopische Verfahren	19
8.4	Mikrobielle Bestandteile	20
9	Prüfbericht.....	20
Anhang A (informativ) Empfehlungen für die Auswahl von Expositionsmessverfahren		21
Anhang B (informativ) Beispiel eines Probenahmeformulars		34
Anhang C (normativ) Bestimmung luftgetragener Mikroorganismen durch Anzüchtung		36
C.1	Allgemeines	36
C.2	Anforderungen	36
C.2.1	Suspensionsmedien und Verdünnungsmedien.....	36
C.2.2	Nährmedien	36
C.2.3	Anzüchtungstemperatur und Bebrütungsdauer	37
C.2.4	Koloniezahlen.....	37
C.2.5	Identifizierung.....	37
Anhang D (informativ) Liste generischer Medien		38
Anhang E (informativ) Formel und Berechnungsbeispiele für die Koloniezählung		39
E.1	Berechnung.....	39
E.2	Beispiele	40
Literaturhinweise.....		42

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13098:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 137 „Bewertung der chemischen und biologischen Stoffbelastung am Arbeitsplatz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2020 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 ersetzt EN 13098:2000.

Die wesentlichen technischen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der Vorgängerausgabe sind die folgenden:

- a) Titel des Dokuments geändert;
- b) Liste der messbaren Bestandteile von Bioaerosolen erweitert;
- c) neue Messtechniken hinzugefügt;
- d) neue Definitionen für „Allergen“, „Zellzahl der Mikroorganismen“, „Glucan“, „mikrobieller Bestandteil“, „Mykotoxin“ und „RfC-Rekombinante“ hinzugefügt;
- e) vorhandene Definitionen technisch überarbeitet, falls erforderlich;
- f) bereits in EN 1540 definierte Begriffe gelöscht;
- g) 5.3 zu „Messstrategie“ durch Angabe weiterer Einzelheiten verbessert;
- h) Anhang A in Bezug auf neue Techniken und Verfahren aktualisiert;
- i) Anhang B im Hinblick auf neue Verbindungen aktualisiert, die gemessen werden können;
- j) Anhang C in Bezug auf neue Zählstrategien und Identifikationsverfahren aktualisiert;
- k) neuer Anhang E „Formel und Berechnungsbeispiele für die Koloniezählung“ hinzugefügt;
- l) Literaturhinweise aktualisiert und Unterteilung in informative Verweisungen und andere Informationsressourcen vorgenommen;
- m) gesamtes Dokument redaktionell und technisch überarbeitet.

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

Die repräsentative Beurteilung der berufsbedingten Exposition gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen oder mikrobiellen Bestandteilen stellt eine Herausforderung dar. Aufgrund der möglichen gesundheitlichen Folgen einer Exposition ist es jedoch wichtig, die Exposition beurteilen und unter Kontrolle halten zu können. Die verwendeten Probenahmegeräte (im Folgenden auch als „Sammler“ bezeichnet) können eigene kritische Beschränkungen mit sich bringen, wie bei der Erfassung von gesundheitsrelevanten Aerosolfraktionen. Einige Probenahmegeräte sind nur in der Lage, anzüchtbare lebensfähige Mikroorganismen zu erfassen, während andere sowohl die Bestimmung der Gesamtkeimzahl als auch des anzüchtbaren Anteils davon erlauben. Sowohl die Aufbewahrung von Proben als auch analytische Verfahren können aufgrund von Veränderungen in der mikrobiellen Population und/oder infolge ungewollter Störkomponenten zu Schwierigkeiten und Unsicherheiten führen. Diese Unsicherheiten können jedoch verringert werden und sind beherrschbar, in dem die in dieser Europäischen Norm dargelegten Grundsätze für die Auswahl der Probenahme- und Analyseverfahren befolgt werden, was die Durchführung vergleichbarer und repräsentativer Messungen erlaubt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt allgemeine Anforderungen an die Messung von Mikroorganismen und mikrobiellen Bestandteilen fest.

Dieses Dokument stellt außerdem eine Anleitung für die Beurteilung der Exposition am Arbeitsplatz durch luftgetragene Mikroorganismen, einschließlich der Bestimmung der Gesamtanzahl und der anzüchtbaren Anzahl an Mikroorganismen und mikrobiellen Bestandteilen in der Arbeitsplatzatmosphäre, zur Verfügung.

Dieses Dokument gilt nicht für die Messung von Viren.

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).

EN 482, *Exposition am Arbeitsplatz — Allgemeine Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung chemischer Arbeitsstoffe*

EN 1540, *Exposition am Arbeitsplatz — Terminologie*

EN ISO 13137, *Arbeitsplatzatmosphäre — Pumpen für die personenbezogene Probenahme von chemischen und biologischen Arbeitsstoffen — Anforderungen und Prüfverfahren (ISO 13137)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1540 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Aktinomyzeten

fadenförmige, grampositive, aerobe oder anaerobe Bakterien, die zum Stamm der *Aktinobakterien* gehören

Anmerkung 1 zum Begriff: Fadenförmige Aktinomyzeten bilden ein Myzel genanntes verzweigtes Netzwerk. Die meisten Aktinomyzeten vermehren sich durch konidienähnliche Sporen, die leicht in der Luft schweben können.

3.2

Allergen

Substanz, die eine allergische Reaktion bei darauf empfindlichen Personen auslösen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Allergene mikrobiellen Ursprungs sind für gewöhnlich Proteine oder Glykoproteine, die aus Pilzen stammen oder bakterieller Herkunft sind.

3.3

Bakterien

große Gruppe prokaryotischer Mikroorganismen mit einem Chromosom in einer Zellkernregion, die sich ausschließlich asexuell durch Zellteilung vermehren

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Klassifizierung in grampositive und gramnegative Bakterien werden die unterschiedlichen chemischen Eigenschaften der Zellwand verwendet. Nach morphologischen Merkmalen werden diese in Kugelformen (Kokken) und Stäbchenbakterien eingeteilt. Einige Arten bilden Endosporen als Dauerformen zum Überleben.

3.4

Wirksamkeit der Keimerhaltung

Vermögen eines Probenahmegeräts, luftgetragene Mikroorganismen während des Sammelns nicht abzutöten sowie die durch die Mikroorganismen erzeugten Produkte unversehrt zu erhalten

3.5

Zellzahl der Mikroorganismen

Anzahl der als Einzelorganismen (oder als eine andere entsprechende Maßeinheit) bestimmten Mikroorganismen

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierzu gehören sowohl lebensfähige als auch nicht lebensfähige Mikroorganismen.

3.6

koloniebildende Einheit

KBE

Einheit, in der die *anzüchtbare Anzahl* (3.7) angegeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine koloniebildende Einheit kann aus einem einzigen Mikroorganismus entstehen, einem Aggregat vieler Mikroorganismen oder aus einem Mikroorganismus oder vielen Mikroorganismen, die an ein Partikel angeheftet sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Anzahl an gewachsenen Kolonien kann von den Anzuchtbedingungen abhängen.

3.7

anzüchtbare Anzahl

Anzahl an Mikroorganismen, einzelnen Zellen oder Zellaggregaten, die zur Bildung von Kolonien auf einem festen Nährmedium fähig sind

3.8

erhöhter Konzentrationsspiegel

Gehalt oberhalb der in einer festgelegten Umgebung üblichen Hintergrundkonzentration von Mikroorganismen

3.9

Endotoxin

Bestandteil der äußeren Membran gramnegativer Bakterien (Lipopolysaccharide), der aus einem komplexen Lipid, dem Lipid A, besteht, das kovalent an ein Polysaccharid gebunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: „Freies Endotoxin“ wird nach dem Zelltod und durch Abgeben von lebenden Zellen freigesetzt. Lipid A ist der aktive (toxische) Teil und ist eine potentiell entzündungsfördernde Substanz und kann bei exponierten Arbeitern Fieber, Atemwegsbeschwerden und andere Symptome hervorrufen. Die Zusammensetzung und Toxizität von Endotoxin variiert zwischen den Arten.

3.10

Endotoxineinheit

Einheit, die gegen das definierte Referenzmaterial (Referenzstandard-Endotoxin) standardisiert ist

3.11

Filtration

Sammeln von in einem Gas oder in einer Flüssigkeit schwebenden Teilchen durch Durchströmung eines porösen Mediums

3.12

Pilze

Fungi

verschiedenartige Gruppe eukaryotischer Mikroorganismen mit einem durch Membran abgeschlossenen Zellkern, der mehrere Chromosomen enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Vermehrung erfolgt hauptsächlich asexuell, aber einige Gruppen vermehren sich auch durch sexuelle Sporen. Fadenförmige Pilze (Schimmelpilze) wachsen in langen Hyphen und bilden Myzel genannte kompakte Büschel. Asexuelle Sporen (Konidien) können leicht in der Luft schweben. Hefen sind im Allgemeinen einzellig, von kugelförmiger Gestalt, und ihre Zellen vermehren sich sexuell oder asexuell durch Knospung.

3.13

Glucan

Polysaccharidmolekül, das in den Zellwänden von Eukaryoten und Prokaryoten, einschließlich von Schimmelpilzen, Pilzen, Hefen, Algen und bestimmten Bakterien, vorhanden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Glucan wird auch als (1,3)- β -D-Glucan bezeichnet.

3.14

Impaktion

Sammlung von luftgetragenen Partikeln, die durch eine Düse oder Öffnung auf einer Oberfläche durch Trägheitseffekte beschleunigt werden

3.15

Impingement

Kombination von Impaktion auf einer Oberfläche und darauffolgender Dispersion in einem flüssigen Medium

3.16

***Limulus*-Amoebozyt-Lysat**

aus den Blutzellen des Pfeilschwanzkrebses (*Limulus polyphemus*) extrahierte Enzyme, die durch Endotoxin und andere Moleküle (Glucane usw.) aktiviert werden

3.17

mikrobieller Bestandteil

Zelle oder Teil der Zellwand oder Stoffwechselprodukt mikrobiellen Ursprungs

Anmerkung 1 zum Begriff: Endotoxine, Glucane, Mykotoxine und Enzyme sind Beispiele für mikrobielle Bestandteile. Mikrobielle DNS fällt auch unter diese Definition.

3.18

Mikroorganismus

zelluläre oder nichtzelluläre mikrobiologische Einheit, die fähig ist, sich zu vermehren oder genetisches Material zu übertragen, oder eine Einheit, die diese Eigenschaften verloren hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff Mikroorganismus umfasst den in EN 1540 definierten Begriff „biologischer Arbeitsstoff“.

3.19

Mykotoxin

toxisches sekundäres Stoffwechselprodukt, das von Pilzen erzeugt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Pilzspezies kann viele verschiedene Mykotoxine erzeugen und mehrere Spezies können dasselbe Mykotoxin erzeugen.

3.20

physikalischer Probenahmewirkungsgrad

Fähigkeit des Probenahmegeräts, in der Luft am Arbeitsplatz schwebende Partikel mit spezifischen Größen zu sammeln

3.21

RFc-Rekombinante

synthetische Variante von Faktor C, einem Element, das in den Blutzellen von Pfeilschwanzkrebsen vorkommt

Anmerkung 1 zum Begriff: Faktor C ist die wesentliche biologische Komponente bei der Prüfung von bakteriellem Endotoxin.

3.22

Siebsammler

Impaktor mit zahlreichen Eintrittsöffnungen

3.23

Gesamt-Probenahmewirkungsgrad

Produkt aus *physikalischem Probenahmewirkungsgrad* (3.20) und *Wirksamkeit der Keimerhaltung* (3.4)

3.24

Anzahl an lebensfähigen Mikroorganismen

Anzahl an Mikroorganismen, die zu Stoffwecheltätigkeit befähigt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein lebensfähiger Mikroorganismus ist nicht zwingend anzüchtbar (auch „lebensfähig aber nicht anzüchtbar“ genannt), was bedeutet, dass die Anzahl an anzüchtbaren Mikroorganismen häufig nur einen Teil der lebensfähigen Anzahl darstellt.

4 Symbole und Abkürzungen

ATP	Adenosin-Triphosphat
CFU	koloniebildende Einheit (KBE, en: colony forming unit)
CV	Variationskoeffizient (en: coefficient of variation)
DNS	Desoxyribonukleinsäure
ELISA	Enzyme-linked Immunosorbent Assay
EU	Endotoxineinheit (en: endotoxin unit)
GSD	geometrische Standardabweichung (en: geometric standard deviation)
LAL	Limulus-Amoebozyt-Lysat
LPS	Lipopolysaccharid
PCR	Polymerase-Kettenreaktion (en: polymerase chain reaction)
SEM	Rasterelektronenmikroskop (en: scanning electron microscope)

5 Messung von Mikroorganismen und mikrobiellen Bestandteilen

5.1 Biologische Arbeitsstoffe und biologische Eigenschaften

Bioaerosole können unterschiedliche Mikroorganismen und/oder von diesen stammende mikrobielle Bestandteile enthalten. Mikroorganismen können in unterschiedliche taxonomische Gruppen eingeteilt werden, wie Bakterien, Pilze, Protozoen, Algen und Viren. Diese können weiter bis zur Ebene der Familie, Gattung oder der Art klassifiziert werden. Immunologische Reaktionen (z. B. allergische) und/oder toxische Reaktionen sowie Infektionen können durch die Exposition gegenüber Mikroorganismen und mikrobiellen Bestandteilen ausgelöst werden.

5.2 Zielsetzung der Messung

Die Messung von Mikroorganismen und mikrobiellen Bestandteilen am Arbeitsplatz dient zwei Zielsetzungen:

- a) die Exposition von Beschäftigten zu bemessen; und/oder
- b) die biologischen Charakteristika der Luft an verschiedenen Orten und/oder zu verschiedenen Zeitpunkten und über unterschiedliche Zeitspannen zu bestimmen.

Es ist wesentlich, den Zweck der Messung sowie die Art und Weise, wie die Ergebnisse interpretiert werden, anzugeben.

ANMERKUNG 1 Messaufgaben können die Lokalisierung der Emissionsquelle von Mikroorganismen und/oder von mikrobiellen Bestandteilen, die Messung der Exposition eines Beschäftigten während einer Arbeitsschicht, die Erkennung von Expositionsspitzen(werten), die Überprüfung der Wirksamkeit von Kontrollmaßnahmen oder das Überprüfen von Maßnahmen sein, die zur Verringerung der Exposition vorgenommen wurden.

ANMERKUNG 2 Es kann zweckdienlich sein, sowohl lebensfähige als auch nicht lebensfähige Bioaerosole messen zu können.

5.3 Messstrategie

5.3.1 Allgemeines

Die Messstrategie beschreibt den Maßnahmenplan, der die Interpretation der Messdaten ermöglicht. Der Maßnahmenplan muss aus den folgenden Elementen bestehen:

- a) Festlegung der Zielsetzungen der Messung (siehe 5.3.2);
- b) Festlegung der Messaufgabe (siehe 5.3.3);
- c) Sammlung von Hintergrundinformation (siehe 5.3.4);
- d) Probenahmestrategie (siehe 5.3.5).

5.3.2 Festlegung der Zielsetzungen der Messung

Die Zielsetzungen der Messung müssen angegeben und eine Strategie festgelegt werden, die an den Zielsetzungen ausgerichtet wird. Es ist auch zu berücksichtigen, dass unter Umständen keine Arbeitsplatzgrenzwerte (OELs, en: occupational exposure limits) für die Interpretation der Messdaten vorhanden sind.

5.3.3 Festlegung der Messaufgabe

Beispiele für Messaufgaben sind

- Lokalisierung der Emissionsquelle von Mikroorganismen und/oder von mikrobielle Bestandteilen,
- Messung der Exposition eines Beschäftigten während einer Arbeitsschicht (z. B. tätigkeits- oder prozess-bezogen),
- Erkennung von Expositionsspitzen(werten),
- Überprüfung von Maßnahmen, die zur Verringerung der Exposition vorgenommen wurden,
- Überprüfung der Wirksamkeit von Kontrollmaßnahmen.

5.3.4 Sammlung von Hintergrundinformationen

Hintergrundinformationen sollten

- die Identifizierung von potenziellen (Emissions-)Quellen vor Ort,
- vermutete biologische Arbeitsstoffe, den Expositionsweg und potenziell exponierte Personen,
- erwartete Konzentrationen oder Expositionsgrade biologischer Arbeitsstoffe,
- die Variabilität der biologischen Arbeitsstoffe in Raum, Zeit und Partikelgröße umfassen.

5.3.5 Probenahmestrategie

Die Probenahmestrategie muss die Erstellung eines Probenahmeplans festlegen, in dem beschrieben ist, was an welcher Stelle, zu welcher Zeit und wie gemessen werden sollte.

Der Probenahmeplan umfasst üblicherweise

- die Definition der/des biologischen Ziel-Arbeitsstoffe(s) sowie das/die entsprechende(n) Analyseverfahren;
- die Bestimmung der/des Probenahmeverfahren(s) (Probenahmeeinrichtung, Sammelsubstrat, Durchflussrate usw.);
- die Art der Probenahme (ortsfeste Probenahme/personenbezogene Probenahme);
- die Festlegung von Parametern der Probenahme (Ort, Anzahl, Häufigkeit und Dauer);
- Anforderungen an den Transport der Probe.

ANMERKUNG 1 Es kann zweckdienlich sein, die Umgebungsbedingungen zu kennen (z. B. relative Luftfeuchte, Temperatur, Windgeschwindigkeit), besonders, wenn extreme Umgebungsbedingungen zu erwarten sind.

ANMERKUNG 2 Passive Verfahren (z. B. Oberflächentupfer, elektrostatische Staubkollektoren) können verwendet werden, um die Informationen zur Luftprobenahme zu ergänzen.

Zur Bewertung der Messergebnisse sind, falls die Hintergrundexposition unbekannt ist, Referenzproben zu nehmen, wie beispielsweise Außenluft, nicht exponierte Luft am Arbeitsplatz (z. B. aus einem anderen Büro im gleichen Arbeitsbereich) oder Luft am Arbeitsplatz vor Aufnahme der Arbeitstätigkeit.

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Probenahmestrategie für die Exposition repräsentativ ist und die Probenahme und Analyse den Zielsetzungen der Beurteilung und der Suche nach der Zielkomponente des Bioaerosols entsprechen (siehe 5.1).

5.4 Optionen für die Messung

Die folgenden Ansätze können zur Messung von Mikroorganismen und mikrobiellen Bestandteilen verwendet werden:

- direkte Zählung von Mikrobenzellen durch Mikroskopie, einschließlich anzüchtbarer, nicht anzüchtbarer aber lebensfähiger und nicht lebensfähiger Mikrobenzellen;
- Auszählung der Mikrobenzellen und Zellaggregate durch Anzucht auf Agarmedium (die anzüchtbare Anzahl);
- Quantifizierung der Zellkomponenten von Mikroorganismen, von lebensfähigen, nicht lebensfähigen oder zerfallenen Mikroorganismen, zum Beispiel Bestandteilen der Zellstruktur wie Endotoxin, Glucane und Ergosterol;
- Bestimmung von primären Stoffwechselprodukten (z. B. ATP oder Chitinase von Pilzen), die als Indikatoren für Mikroorganismen und deren Lebenstätigkeit dienen können;
- Quantifizierung von sekundären Stoffwechselprodukten (z. B. Mykotoxine und flüchtige organische Verbindungen [VOCs, en: volatile organic compounds]), die von Mikroorganismen stammen und von anderen Partikeln in das Bioaerosol getragen werden.