

DIN EN ISO 14644-16

ICS 13.040.35

**Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche –
Teil 16: Energieeffizienz von Reinräumen und Reinluftgeräten
(ISO 14644-16:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 14644-16:2019**

Cleanrooms and associated controlled environments –
Part 16: Energy efficiency in cleanrooms and separative devices (ISO 14644-16:2019);
German version EN ISO 14644-16:2019

Salles propres et environnements maîtrisés apparentés –
Partie 16: Efficacité énergétique dans les salles propres et les dispositifs séparatifs
(ISO 14644-16:2019);
Version allemande EN ISO 14644-16:2019

Gesamtumfang 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 14644-16:2019) 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 (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-02-21 AA „Reinraumtechnik (SpA CEN/TC 243 und ISO/TC 209)“ im DIN-Normenausschuss DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

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

ISO 14644-1:2015	siehe DIN EN ISO 14644-1:2015-06
ISO 14644-2	siehe DIN EN ISO 14644-2
ISO 14644-3	siehe DIN EN ISO 14644-3
ISO 14644-4	siehe DIN EN ISO 14644-4
ISO 14644-5	siehe DIN EN ISO 14644-5
ISO 14644-7:2004	siehe DIN EN ISO 14644-7:2005-01
ISO 14644-14	siehe DIN EN ISO 14644-14
ISO 31000:2018	siehe DIN ISO 31000:2018-10
ISO 50001	siehe DIN EN ISO 50001
ISO 50006	siehe DIN ISO 50006

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 14644-1:2015-06, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 1: Klassifizierung der Luftreinheit anhand der Partikelkonzentration (ISO 14644-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 14644-1:2015*

DIN EN ISO 14644-2, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 2: Überwachung zum Nachweis der Reinraumleistung bezüglich Luftreinheit anhand der Partikelkonzentration*

DIN EN ISO 14644-3, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 3: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 14644-4, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 4: Planung, Ausführung und Erst-Inbetriebnahme*

DIN EN ISO 14644-5, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 5: Betrieb*

DIN EN ISO 14644-7:2005-01, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 7: SD-Module (Reinluft-hauben, Handschuhboxen, Isolatoren und Minienvironments) (ISO 14644-7:2004); Deutsche Fassung EN ISO 14644-7:2004*

DIN EN ISO 14644-14, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Teil 14: Bewertung der Reinraum-tauglichkeit von Geräten durch Partikelkonzentration in der Luft*

DIN ISO 31000:2018-10, *Risikomanagement — Leitlinien (ISO 31000:2018)*

DIN EN ISO 50001, *Energiemanagementsysteme — Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001)*

DIN ISO 50006, *Energiemanagementsysteme — Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI) — Allgemeine Grundsätze und Leitlinien*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche —
Teil 16: Energieeffizienz von Reinräumen und Reinluftgeräten
(ISO 14644-16:2019)

Cleanrooms and associated controlled environments —
Part 16: Energy efficiency in cleanrooms and separative
devices (ISO 14644-16:2019)

Salles propres et environnements
maîtrisés apparentés —
Partie 16: Efficacité énergétique dans les salles propres
et les dispositifs séparatifs (ISO 14644-16:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Mai 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	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
3.1 Allgemeine Begriffe	9
3.2 Begriffe in Verbindung mit Anlagen	11
3.3 Energieeffizienzbezogene Begriffe	13
3.5 Abkürzungen	13
4 Prozess zur Bewertung und Implementierung der Energiereduzierung	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Neue oder bestehende Reinnräume	15
4.3 Energieleistungsvergleich	15
4.3.1 Allgemeines	15
4.3.2 Vergleich der Energieleistung	15
4.3.3 Bestimmen des Business Case	15
4.3.4 Überwachung und Überprüfung	15
4.4 Nachrüstung oder Renovierung eines bestehenden Reinnraums	15
4.5 Prozess für bestehende Reinnräume	16
4.5.1 Auswahl des Projektteams	16
4.5.2 Prüfen der Benutzeranforderungen und des Projektanwendungsbereichs	16
4.5.3 Sammeln von Informationen zu Reinnraumleistungskriterien	17
4.6 Prozess für die Gestaltung/Konstruktion bei einem Neubau oder der Modernisierung von Reinnräumen	17
4.6.1 Prüfen der Benutzeranforderungen und des Projektanwendungsbereichs	17
4.6.2 Durchführen einer Energieleistungsdesignprüfung	17
4.7 Vergleichende Prüfung der umweltbezogenen Qualität	18
4.8 Ermitteln von Energiereduzierungsmöglichkeiten	18
4.9 Beurteilen der Auswirkung von Energiereduzierungsmöglichkeiten	18
4.10 Auswahl der Energiereduzierungsmöglichkeiten zur Implementierung	18
4.11 Implementierung	19
4.12 Überwachen, Prüfen und Rückmeldung	19
4.13 Außerbetriebnahme	19
5 Auswirkung der Spezifikation der Nutzeranforderungen (URS) auf den Energieverbrauch	19
5.1 Kurzbeschreibung	19
5.2 Kleidungsgrade	20
6 Luftvolumenstrom und Ausgleichsfaktoren	20
6.1 Frischluftversorgung	20
6.2 Luftvolumenstrom	20
6.3 Berechnung der Quellstärke und des Luftvolumenstroms für Räume mit turbulenter Verdünnungsströmung	21
6.3.1 Bestimmung des Luftvolumenstroms	21

6.3.2	Wirkungsgradindex der Entfernung von Verunreinigung und der Lüftung.....	22
6.3.3	Kompensationsfaktoren (C_f).....	22
6.4	Flexibles Verfahren zur Schätzung des Luftstroms in Räumen mit turbulenter Verdünnungsströmung	23
6.4.1	Allgemeines	23
6.4.2	Konstruktionsphase	23
6.4.3	Prüfphase	23
6.4.4	Betriebsphase	24
6.5	Reduzierung der Luftgeschwindigkeit für Räume mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung.....	24
7	Energiemanagement: Herunterregeln, Abschalten und Wiederherstellung	24
7.1	Herunterregeln	24
7.2	Abschalten.....	25
8	Adaptive Steuerung	25
9	Heiz- und Kühllasten	26
10	Ventilator- und Filterauswahl	26
10.1	Luftumwälzventilatoren	26
10.2	Auswahl von Luftfiltern.....	27
11	Beleuchtungsstärken	27
12	Einweisung.....	27
13	Betrieb	28
14	Wartung	29
15	Außerbetriebnahme.....	29
Anhang A (informativ)	Quellstärke: Luftvolumen und Anwendungsbeispiel.....	30
A.1	Berechnung der Zulufrate in Reinräumen mit turbulenter Verdünnungsströmung	30
A.2	Lüftungseffektivität	31
A.2.1	Lüftungseffektivitätsindizes.....	31
A.2.2	Luftwechseleffektivität (ACE)	31
A.2.3	Wirkungsgrad der Fremdkörperbeseitigung (CRE)	32
A.3	Partikelemissionsrate in Reinräumen	32
A.3.1	Allgemeines	32
A.3.2	Partikelemissionsrate von Personal in einem Reinraum.....	32
A.3.3	Emissionsrate von durch Maschinen generierten Partikeln.....	33
A.4	Beispiel für eine einfache Berechnung der Zulufrate in einem Raum mit turbulenter Verdrängungsströmung.....	33
A.5	Berechnung des Luftstroms in Reinräumen mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung	34
Anhang B (informativ)	Energiesparmöglichkeiten.....	36
Anhang C (Informativ)	Wirkungsbeurteilung.....	42
Anhang D (informativ)	Benchmarking: Energieleistungsindikatoren für Reinräume.....	43
D.1	Messgröße — Allgemeines	43
D.2	Anwendungsbereich der Messgrößen	43
D.3	Messgrößen und Ausgangswerte für Leistungsindikatoren	44
D.4	Leistungsintensität für die Beseitigung von Verunreinigungen (PICR)	44
D.5	Ventilatorenergieintensität für die Beseitigung von Verunreinigungen (EICR)	46
D.6	Energieintensität (EI)	48
Anhang E (informativ)	Nützliche Maßnahmen zur Minimierung übermäßiger Heiz- und Kühlverluste oder -gewinne.....	49
E.1	Heizbetrieb	49

E.2 Kühlung.....	49
Anhang F (informativ) Beispiel für die Reduzierung eines kritischen Bereichs.....	51
Literaturhinweise.....	53

Bilder

Bild 1 — Systematischer Ansatz zur Energieeinsparung— Projektarbeitsablauf.....	14
Bild 2 — Betrachtung des Luftbehandlungs- und Luftverteilungssystems.....	16
Bild 3 — Ablauf der Schritte zur Bestimmung der Luftvolumenströme bei Kontrolle der Partikelkonzentration	22
Bild F.1 — Belüftete Werkbank der Klasse C kombiniert mit Luftschleusen	51
Bild F.2 — Herkömmliche Reinraumanlage	52

Tabellen

Tabelle B.1 — Checkliste zu Energiesparmöglichkeiten.....	36
--	-----------

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 14644-16:2019) 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.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2019 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.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 14644-16:2019 wurde von CEN als EN ISO 14644-16:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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*, erarbeitet.

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

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

Einleitung

Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche werden weithin in vielen Industrien wie etwa den Biowissenschaften (einschließlich Pharmazeutika, Medizingeräte), der Mikroelektronik, der Luft- und Raumfahrt, der Lebensmittelverarbeitung, der Nuklearindustrie und in Krankenhäusern eingesetzt. Betriebsgrößen reichen von einigen zehn bis zu einigen tausenden Quadratmetern, und zeichnen sich in den meisten Fällen durch eine besondere Gestaltung und Betriebseigenschaften in Abhängigkeit von ihrer Funktion aus. Ihre Entwicklung ist seit Jahrzehnten von rapider Expansion und Fortschritten geprägt, die zu einem erhöhten Energiebedarf geführt haben. Dieses Dokument enthält die gesammelten Erfahrungen und Praktiken in der Gestaltung, dem Betrieb und der Instandhaltung von Reinräumen, die formuliert wurden, um ihren Energieverbrauch und die globalen Auswirkungen dieses dramatischen Wachstums zu reduzieren.

Benutzer werden zudem auf die Norm ISO 50001 zum Energiemanagement hingewiesen.

Auch wenn ihre Funktion und Größe erheblich variiert, kann der Energieverbrauch von Reinräumen 10-mal höher sein als der Energieverbrauch von Büroräumen mit vergleichbarer Größe. Eine erhebliche Menge an Energie ist erforderlich, um große Mengen gefilterter und konditionierter Luft zuzuführen, die benötigt wird, um einen bestimmten Reinheitsgrad der Luft zu erzielen. Luftumwälzgebläse können aufgrund der erforderlichen Leistung zur Überwindung der hohen erforderlichen Druckdifferenzen für den Betrieb hocheffizienter Filter und anderer Kreislaufkomponenten im Reinraumsystem für 35 % bis 50 % des HVAC-Verbrauchs in Reinräumen verantwortlich sein. Die Produktion dieser Art von Luft in hoher Qualität kann bis zu 80 % der in einer typischen Produktionseinrichtung verbrauchten Gesamtenergie ausmachen.

Zusätzliche Energie wird darüber hinaus verbraucht, um die Temperatur- und relative Luftfeuchterege­lung für Prozesse im Reinraum zu ermöglichen sowie für den Komfort des Personals und die erforderliche Druckbeaufschlagung des Reinraumbereichs. Es besteht daher ein erhebliches Potential für Energieeinsparungen durch die sorgfältige Gestaltung neuer Reinräume und durch verbessernde Nachrüstungen und die Modernisierung bestehender Einrichtungen. Dieses Dokument legt Maßnahmen fest, die getroffen werden können, um diese Verfahren einzuführen, und gilt für das gesamte Spektrum der „Reinraumtechnologie“ von Reinräumen bis hin zu Reinraumgeräten einschließlich Isolatoren, Handschuhboxen und Mini-Environments, wie in ISO 14644-7 [1] festgelegt. Dieses Dokument basiert auf tatsächlichen Erfahrungen, Praktiken und Prüfungen, unterstützt durch theoretische Berechnungen zum Zweck einer klaren und wissenschaftlichen Darlegung der Auswirkung der Energieeinsparung.

Die in diesem Text verwendeten Energiesparverfahren und -techniken können allgemein auf verschiedene Umgebungen und Situationen angewendet werden. Sie sind nicht prozessspezifisch und schließen damit verbundene Produktionsprozesse wie die Wasseraufbereitung und den Ofen-, Autoklav- und zyklischen Belastungsbetrieb aus. Ihre spezifische Anwendung richtet sich nach den zwischen dem Auftraggeber, dem Lieferanten und dem Installationstechniker vereinbarten tatsächlichen Bedingungen des Reinraumbetriebs.

In jeder Phase der Reinraumlebensdauer bieten sich Möglichkeiten zur Optimierung der Systemleistung und Reduzierung des Energieverbrauchs. In der Gestaltungsphase implementierte Energiesparmaßnahmen erzielen die wirksamsten Ergebnisse für neue Reinräume, doch vergleichbare Energieeinsparungen können auch für bereits im Betrieb befindliche Reinräume erzielt werden. Reinräume können basierend auf den praktischen Bedingungen vor Ort einzeln oder als Gruppe betrieben werden.

Wenn während der Gestaltung nur minimale Informationen über das fertige Gebäude und den Prozess vorliegen, könnte Vorsicht zu einer Überdimensionierung der Systeme und zur Vorgabe zu enger Festlegungen führen. Diese Festlegungen und Gestaltungserwägungen in dieser Phase kritisch zu prüfen, ist wichtig für die Energieeffizienz.

Bei der Inbetriebnahme des Systems und der Durchführung von Leistungsprüfungen bietet sich die Möglichkeit, das System an die tatsächlich vorgefundenen Bedingungen anzupassen, um die Systemleistung zu optimieren und die Energienutzung zu minimieren.

Während der Betriebslebensdauer der Einrichtung kann und sollte die Analyse der Überwachungsdaten genutzt werden, um die Systemleistung weiter zu verbessern und die Energienutzung zu minimieren.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument bietet einen Leitfaden und Empfehlungen für die Optimierung des Energieeinsatzes und die Aufrechterhaltung der Energieeffizienz in neuen und bestehenden Reinräumen, reinen Bereichen und SD-Modulen. Es bietet eine Anleitung für die Gestaltung, den Bau, die Inbetriebnahme und den Betrieb von Reinräumen.

Dieses Dokument enthält alle reinraumspezifischen Merkmale und kann in verschiedenen Bereichen angewendet werden, um den Energieeinsatz in der Elektronik-, Luft- und Raumfahrt-, Nuklear-, Pharma-, Krankenhaus-, Medizingeräte- und Lebensmittelindustrie sowie für andere Reinluftanwendungen zu optimieren.

Darüber hinaus führt es das Konzept des Benchmarkings für die Leistungsbeurteilung und den Vergleich der Energieeffizienz von Reinräumen ein, während die Anforderungen der Performance Levels von ISO 14644 eingehalten werden[2][3].

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).

ISO 50001, *Energy management systems — Requirements with guidance for use*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 50001 und 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 <http://www.electropedia.org/>

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Luftbehandlungsgerät

RLT-Gerät

Einheit oder Anlage bestehend aus Ventilator, Filtration, Heizung, Kühlung sowie Mischung von Frischluft und rezirkulierter Luft, die einem Raum oder einer Einrichtung konditionierte Luft zuführt

3.1.2

Klassifizierung

Verfahren zur Beurteilung des Reinheitsgrades in Bezug auf eine Festlegung für einen *Reinraum* (3.1.4), einen *reinen Bereich* (3.1.5), einen kontrollierten Bereich oder ein definierter Ort darin

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grade sollten als ISO-Klasse angegeben werden, die den Höchstwert der zulässigen Konzentrationen von Partikeln in einer Einheit des Luftvolumens darstellt.

[QUELLE: ISO 14644-1:2015, 3.1.4, modifiziert — In der Definition wurde der Teil nach „reiner Bereich“ hinzugefügt.]

3.1.3

Reinraumgerät

freistehendes Gerät zur Behandlung und Verteilung von Reinluft, das dazu dient, definierte Umgebungsbedingungen zu erzielen

Anmerkung 1 zum Begriff: Reinraumgeräte umfassen bestimmte in ISO 14644-7 [1] festgelegte *SD-Module* (3.1.7) wie etwa Reinlufthauben, geschlossene Kabinen, Handschuhboxen, Isolatoren und Mini-Environments.

[QUELLE: ISO 14644-4:2001, 3.2, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.1.4

Reinraum

Raum, in dem die Anzahlkonzentration luftgetragener Partikel geregelt und klassifiziert wird und der zur Regelung der Einschleppung, Entstehung und Ablagerung von Partikeln im Raum entsprechend konstruktiv geplant, baulich ausgeführt und betrieben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Klasse der Konzentration luftgetragener Partikel wird festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Grade von weiteren Reinheitsmerkmalen, wie z. B. die chemischen Konzentrationen sowie die Konzentrationen von lebensfähigen oder nanoskaligen Partikeln in der Luft, aber auch die Oberflächenreinheit, in Bezug auf Partikel-, Nanopartikel-, chemische Konzentrationen sowie auf Konzentrationen von lebensfähigen Partikeln, könnten festgelegt und geregelt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Weitere relevante physikalische Parameter könnten auch, falls gefordert, geregelt werden, z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Druck, Luftstrom, Vibration und Elektrostatik.

[QUELLE: ISO 14644-1:2015, 3.1.1]

3.1.5

reiner Bereich

festgelegter Bereich, in dem die Konzentration luftgetragener Partikel geregelt wird und klassifiziert ist und der zur Regelung der Einschleppung, Entstehung und Ablagerung von Partikeln im Bereich entsprechend ausgeführt und betrieben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Klasse der Konzentration luftgetragener Partikel wird festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Grade von weiteren Reinheitsmerkmalen, wie z. B. die chemischen Konzentrationen sowie die Konzentrationen von lebensfähigen oder nanoskaligen Partikeln in der Luft, aber auch die Oberflächenreinheit, in Bezug auf Partikel-, Nanopartikel-, chemische Konzentrationen sowie auf Konzentrationen von lebensfähigen Partikeln, könnten festgelegt und geregelt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ein reiner Bereich (reine Bereiche) kann (können) ein festgelegter Bereich (festgelegte Bereiche) in einem *Reinraum* (3.1.4) sein, oder er (sie) könnte(n) mithilfe eines *SD-Moduls* (3.1.7) geschaffen werden. Dieses SD-Modul kann sich im Raum oder außerhalb eines Reinraumes befinden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Weitere relevante physikalische Parameter könnten auch, falls gefordert, geregelt werden, z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Druck, Luftstrom, Vibration und Elektrostatik.

[QUELLE: ISO 14644-1:2015, 3.1.2]

3.1.6

Vorfilter

Luftfilter, der stromaufwärts vor einem anderen Filter eingebaut wird, um dessen Beladung zu verringern

[QUELLE: ISO 14644-4:2001, 3.8]

3.1.7

SD-Modul

Vorrichtung, bei der bautechnische und strömungstechnische Maßnahmen angewandt werden, um sichere Stufen der Abtrennung zwischen dem Inneren und dem Äußeren eines definierten Volumens zu erzeugen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Einrichtung kann als *reiner Bereich* (3.1.5) verwendet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele branchenspezifischer SD-Module sind Reinluflhauben, geschlossene Kabinen, Handschuhboxen, Isolatoren und Mini-Environments.

[QUELLE: ISO 14644-7:2004, 3.17, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff wurde ersetzt; vormals Anmerkung 1 zum Begriff wurde entsprechend neu nummeriert.]

3.2 Begriffe in Verbindung mit Anlagen

3.2.1

adaptive Steuerung

Fähigkeit des Systems, seine eigenen Betriebsparameter automatisch zu ändern, um die bestmöglichen Leistungen ganzjährig in verschiedenen Betriebsarten zu erzielen

3.2.2

Luftwechselzahl

Rate des Luftaustauschs, beschrieben durch die Anzahl der Luftwechsel je Zeiteinheit und berechnet durch Division des je Zeiteinheit zugeführten Luftvolumenstroms durch das Volumen des *Reinraums* (3.1.4) oder des *reinen Bereichs* (3.1.5)

[QUELLE: ISO 14644-3:2005, 3.4.1, modifiziert — In der Definition wurde „Raum“ durch „Reinraum oder des reinen Bereichs“ ersetzt.]

3.2.3

Diffusor

am Eintrittsluftanschluss platzierte Einrichtung zur Verbesserung der Verteilung der eintretenden Luft in der Raumluft

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Luftdurchlassgitter oder eine perforierte Scheibe gilt nicht als Diffusor.

3.2.4

turbulente Verdünnungsströmung non UDAF

(en: non-unidirectional airflow)

Luftverteilung, bei der in den *reinen Bereich* (3.1.5) eintretende Erstluft mit der Innenraumluft durch Induktion vermischt wird

[QUELLE: ISO 14644-4:2001, 3.6]

3.2.5

Wirkungsgrad der Fremdkörperbeseitigung CRE

(en: contaminant removal effectiveness)

Verhältnis zwischen der gemessenen Partikelkonzentration in der Abluft/Zuluft und dem Mittelwert der Partikelkonzentration im Raum, wenn aus der gefilterten Zuluft eintretende Partikel ignoriert werden

[QUELLE: REHVA Guidebook No. 2]

3.2.6

Luftvolumenstrom

Zuluftvolumenstrom

Luftvolumen, das in eine Anlage von Endfiltern oder Luftkanälen je Zeiteinheit zugeführt wird

[QUELLE: ISO 14644-3:2005, 3.4.5, modifiziert — „Luftvolumenstrom“ wurde als Hauptbegriff hinzugefügt.]

3.2.7

Luftaustauscheffektivität

ACE

(en: air change effectiveness)

Verhältnis zwischen der Wiederfindungsrate eines Orts oder von Orten in einem *Reinraum* (3.1.4) und der Gesamtwiederfindungsrate eines Reinraums nach einer Verunreinigung.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wiederfindungsrate wird in Übereinstimmung mit ISO 14644-3 [6] definiert und gemessen.

3.2.8

Herunterregeln

kontrollierte Reduzierung der Luftstromgeschwindigkeit in *Reinräumen* (3.1.4) mit *turbulenzarmer Verdrängungsströmung* (3.2.9) und *Reinraumgeräten* (3.1.3) oder Luftvolumenströmen in Reinräumen mit *turbulenter Verdünnungsströmung* (3.2.4), um Energie in Zeiträumen, in denen der Reinraum nicht in Betrieb ist, zu sparen

3.2.9

turbulenzarme Verdrängungsströmung

UDAF

(en: unidirectional airflow)

geregelter Luftstrom mit gleichförmiger Geschwindigkeit und nahezu parallelen Luftströmen über den gesamten Querschnitt eines *reinen Bereichs* (3.1.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine solche Luftströmung bewirkt einen gerichteten Transport von Partikeln aus dem reinen Bereich zum Ausgang.

[QUELLE: ISO 14644-4:2001, 3.11, modifiziert — In der Definition wurde „Stromlinien“ durch „Luftströmen“ ersetzt und „zum Ausgang“ wurde dem Ende von Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt.]

3.2.10

Emission

Anzahl der Verunreinigungen, die von Objekten in die Luft des *Reinraums* (3.1.4) abgegeben werden

3.2.11

Quellstärke

Bemessungsbedingung, die die Anzahl der von einem Objekt emittierten Partikel oder koloniebildenden Einheiten je Zeiteinheit angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Quelle kann eine Person, eine Einrichtung oder ein Objekt sein.

3.2.12

mikrobentragender Partikel

MCP

(en: microbe-carrying particle)

Partikel, auf dem ein Mikroorganismus getragen wird, normalerweise in die Raumluft dispergiert durch Personal als Hautzelle oder Fragment einer Hautzelle, auf der eine oder mehrere Hautmikroben getragen werden

3.3 Energieeffizienzbezogene Begriffe

3.3.1

Benchmarking

vergleichende Bewertung und/oder Analyse vergleichbarer betrieblicher Praktiken

3.3.2

Energiekosten

finanzielle Gesamtkosten der verbrauchten Energie in Bezug auf die untersuchte Fläche

3.3.3

Leistung

Zeitraum, mit der eine Arbeit geleistet oder Energie übertragen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SI-Einheit der Leistung ist Watt (W) oder Joule je Sekunde (J/s).

3.5 Abkürzungen

CFD	numerische Strömungsdynamik (en: computational fluid dynamics)
EMS	Umweltmanagementsystem (en: environmental management system)
FFU	Ventilatorfiltereinheit (en: fan filter unit)
HSE	Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (en: health, safety and environment)
HVAC	Heizung, Lüftung und Klimatisierung (en: heating, ventilation and air conditioning)
RH	relative Luftfeuchte (en: relative humidity)
SFP	spezifische Ventilatorleistung (en: specific fan power)
URS	Spezifikation der Nutzungsanforderungen (en: user requirement specification)
VE	Lüftungseffektivität (en: ventilation effectiveness)

4 Prozess zur Bewertung und Implementierung der Energiereduzierung

4.1 Allgemeines

Der Energieverbrauch von Reinräumen, reinen Bereichen und SD-Modulen kann in Übereinstimmung mit 4.2 bis 4.13 unter Anwendung des in Bild 1 dargestellten Prozesses reduziert werden.

Bild 1 fasst den Prozess zusammen, der für ein übliches Luftstromsystem wie in Bild 2 verwendet werden kann. Der Prozess gilt für bestehende Reinräume im Betrieb, bestehende Reinräume, die umgebaut werden, und neu gebaute Reinräume in der Gestaltungsphase.

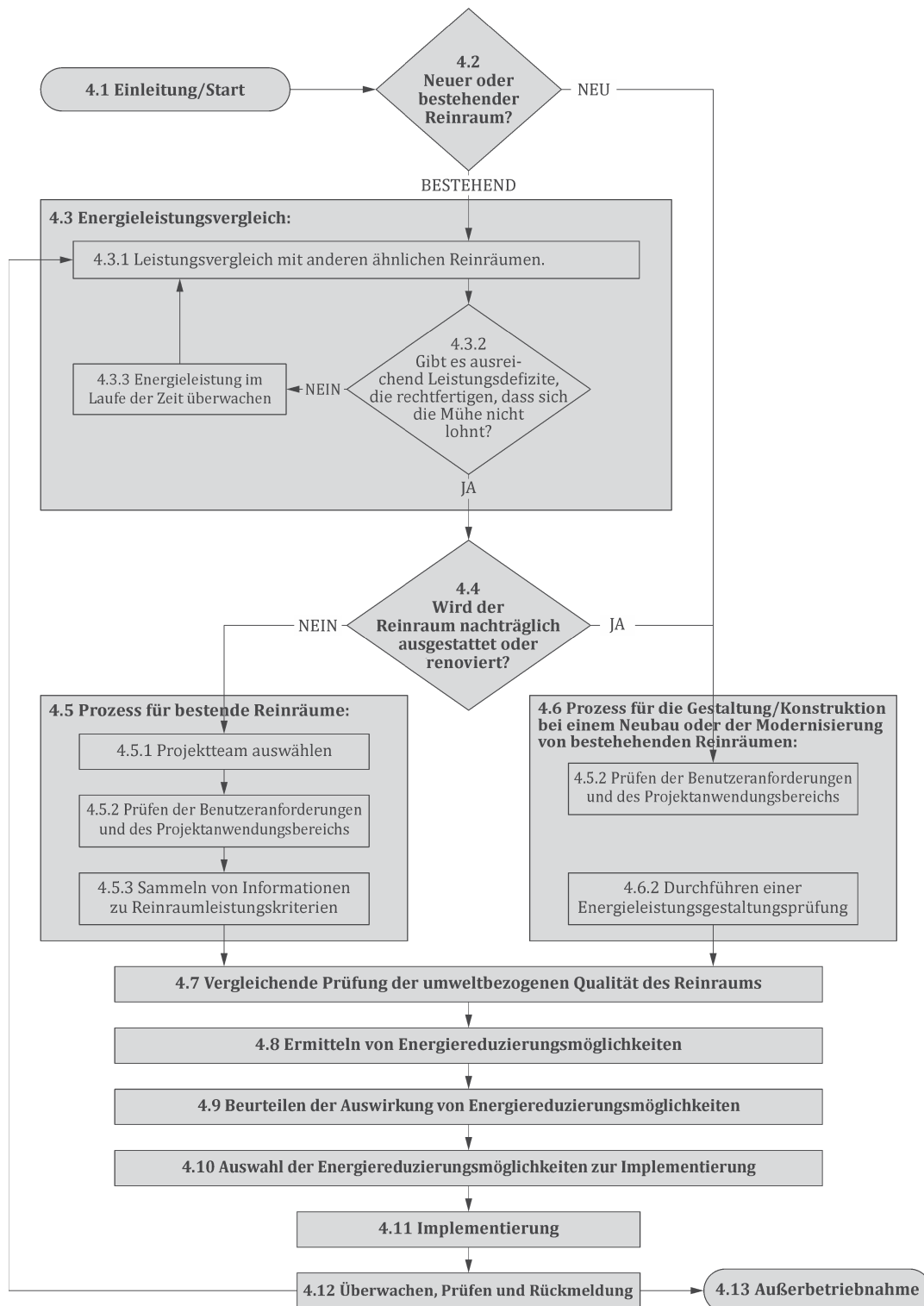


Bild 1 — Systematischer Ansatz zur Energieeinsparung— Projektarbeitsablauf