

DIN EN 15999-2



ICS 97.195

Einsprüche bis 2023-03-20

Entwurf

**Erhaltung des kulturellen Erbes –
Leitfaden für die Konstruktion von Schauvitri-
nen zur Ausstellung und
Erhaltung von Objekten –
Teil 2: Technische Aspekte;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15999-2:2023**

Conservation of cultural heritage –
Guidelines for design of showcases for exhibition and preservation of objects –
Part 2: Technical aspects;
German and English version prEN 15999-2:2023

Conservation du patrimoine culturel –
Recommandations pour la conception des vitrines pour l'exposition et la préservation des
biens culturels –
Partie 2: Aspects techniques;
Version allemande et anglaise prEN 15999-2:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-01-20 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 nabau@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 Bauwesen (NABau), 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 116 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15999-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 346 „Erhaltung des kulturellen Erbes“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-01-36 AA „Erhaltung des kulturellen Erbes (SpA zu CEN/TC 346)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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 11844 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 11844 (alle Teile)
ISO 16000 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 16000-1
	siehe	DIN EN ISO 16000-2
	siehe	DIN EN ISO 16000-5
	siehe	DIN EN ISO 16000-7
	siehe	DIN EN ISO 16000-10
	siehe	DIN EN ISO 16000-11
	siehe	DIN EN ISO 16000-12
	siehe	DIN EN ISO 16000-15
	siehe	DIN EN ISO 16000-19
	siehe	DIN EN ISO 16000-26
	siehe	DIN EN ISO 16000-32
	siehe	DIN ISO 16000-4
	siehe	DIN ISO 16000-6
	siehe	DIN ISO 16000-8
	siehe	DIN ISO 16000-13
	siehe	DIN ISO 16000-14
	siehe	DIN ISO 16000-16
	siehe	DIN ISO 16000-18
	siehe	DIN ISO 16000-20
	siehe	DIN ISO 16000-21
	siehe	DIN ISO 16000-23
	siehe	DIN ISO 16000-24
	siehe	DIN ISO 16000-25
	siehe	DIN ISO 16000-27
	siehe	DIN ISO 16000-28
	siehe	DIN ISO 16000-29

	siehe	DIN ISO 16000-30
	siehe	DIN ISO 16000-31
	siehe	DIN ISO 16000-33
	siehe	DIN ISO 16000-34
	siehe	DIN ISO 16000-36
	siehe	DIN ISO 16000-37
	siehe	DIN ISO 16000-38
	siehe	DIN ISO 16000-39
	siehe	DIN ISO 16000-40
ISO 16000-3:2011	siehe	DIN ISO 16000-3:2013-01
ISO 16000-6:2011	siehe	DIN ISO 16000-6:2012-11
ISO 16000-8:2007	siehe	DIN ISO 16000-8:2008-12

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 11844 (alle Teile), *Korrosion von Metallen und Legierungen — Einteilung der Korrosivität von Atmosphären in Innenräumen mit geringer Korrosivität*

DIN EN ISO 16000-1, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 1: Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie*

DIN EN ISO 16000-2, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 2: Probenahmestrategie für Formaldehyd*

DIN EN ISO 16000-5, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC)*

DIN EN ISO 16000-7, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 7: Probenahmestrategie zur Bestimmung luftgetragener Asbestfaserkonzentrationen*

DIN EN ISO 16000-10, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 10: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfzellen-Verfahren*

DIN EN ISO 16000-11, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 11: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke*

DIN EN ISO 16000-12, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 12: Probenahmestrategie für polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)*

DIN EN ISO 16000-15, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 15: Probenahmestrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)*

DIN EN ISO 16000-19, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 19: Probenahmestrategie für Schimmelpilze*

DIN EN ISO 16000-26, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 26: Probenahmestrategie für Kohlendioxid (CO₂)*

DIN EN ISO 16000-32, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 32: Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe*

DIN ISO 16000-3:2013-01, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumluft und in Prüfkammern — Probenahme mit einer Pumpe (ISO 16000-3:2011)*

DIN ISO 16000-4, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 4: Bestimmung von Formaldehyd — Probenahme mit Passivsammlern*

DIN ISO 16000-6, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 6: Bestimmung organischer Verbindungen (VVOC, VOC, SVOC) in Innenraum- und Prüfkammerluft durch aktive Probenahme auf Adsorptionsröhrchen, thermischer Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS-FID*

DIN ISO 16000-6:2012-11, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf Tenax TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS-FID (ISO 16000-6:2011)*

DIN ISO 16000-8, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 8: Bestimmung des lokalen Alters der Luft in Gebäuden zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen*

DIN ISO 16000-8:2008-12, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 8: Bestimmung des lokalen Alters der Luft in Gebäuden zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen (ISO 16000-8:2007)*

DIN ISO 16000-13, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 13: Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien*

DIN ISO 16000-14, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 14: Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener polychlorierter dioxin-ähnlicher Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Extraktion, Reinigung und Analyse mit hochauflösender Gaschromatographie und Massenspektrometrie*

DIN ISO 16000-16, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Filtration*

DIN ISO 16000-18, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Impaktion*

DIN ISO 16000-20, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 20: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Bestimmung der Gesamtsporenanzahl*

DIN ISO 16000-21, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 21: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen — Probenahme von Materialien*

DIN ISO 16000-23, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 23: Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen durch sorbierende Baumaterialien*

DIN ISO 16000-24, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 24: Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von flüchtigen organischen Verbindungen durch sorbierende Baumaterialien*

DIN ISO 16000-25, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 25: Bestimmung der Emission von schwerflüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten — Mikro-Prüfkammerverfahren*

DIN ISO 16000-27, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 27: Bestimmung von abgelagerten Faserstäuben auf Oberflächen mittels REM (Rasterelektronenmikroskopie) (direkte Methode)*

DIN ISO 16000-28, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer)*

DIN ISO 16000-29, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 29: Prüfverfahren für VOC-Detektoren)*

DIN ISO 16000-30, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 30: Sensorische Prüfung der Innenraumluft*

DIN ISO 16000-31, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 31: Bestimmung von Flammenschutzmitteln und Weichmachern auf der Basis phosphororganischer Verbindungen — Phosphorsäureester*

DIN ISO 16000-33, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 33: Bestimmung von Phthalaten mit Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS)*

DIN ISO 16000-34, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 34: Strategien zur Messung von Schwebstoffen*

DIN ISO 16000-36, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 36: Prüfkammer-Verfahren zur Bestimmung der Minderungsrate luftgetragener, kultivierbarer Bakterien durch Luftreiniger mit einer Prüfkammer*

DIN ISO 16000-37, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 37: Messung der PM_{2,5}-Massenkonzentration*

DIN ISO 16000-38, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 38: Bestimmung von Aminen in Innenraum- und Prüfkammerluft — Aktive Probenahme von Probenahmeeinrichtungen mit durch Phosphorsäure imprägnierte Filter*

DIN ISO 16000-39, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 39: Bestimmung von Aminen — Analyse von Aminen durch (Ultra-) Hochleistungsflüssigkeitschromatographie gekoppelt mit hochauflösender oder Tandem-Massenspektrometrie*

DIN ISO 16000-40, *Innenraumluchtverunreinigungen — Teil 40: Innenraumluchtqualitätsmanagementsystem*

**Erhaltung des kulturellen Erbes – Leitfaden für die Konstruktion von Schauvitri-
nen zur Ausstellung und Erhaltung von Objekten – Teil 2: Technische Aspekte**

Conservation of cultural heritage – Guidelines for design of showcases for exhibition and preservation of objects – Part 2: Technical aspects

Conservation du patrimoine culturel – Recommandations pour la conception des vitrines pour l'exposition et la préservation des biens culturels – Partie 2: Aspects techniques

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Spezifikation der Eigenschaften einer Schauvitrine	8
5.1 Umgebungsfaktoren	8
5.1.1 Luftdichtheit (3.1) und Luftaustauschrate	8
5.1.2 Messungen der Luftaustauschrate	11
5.1.3 Schutz vor nachteiligem Klima	12
5.1.4 Schutz gegen Schadstoffe	17
5.1.5 Schutz gegen UV-Strahlung	18
5.2 Sicherheit und Schutz	18
5.2.1 Allgemeines	18
5.2.2 Widerstand gegen Diebstahl	18
5.2.3 Elektronische Sicherheit	18
5.2.4 Strukturelle Stabilität	19
5.2.5 Feuerwiderstand	19
5.2.6 Beständigkeit gegen Spritzwasser	20
5.3 Versetzung von Schauvitritten	20
5.3.1 Allgemeines	20
5.3.2 Demontage der Schauvitrite	20
5.3.3 Transport einer Schauvitrite	20
5.4 Kennzeichnung	21
Anhang A (informativ) Bewertungsverfahren für Schauvitritten aus nicht serienmäßiger Produktion	22
Anhang B (normativ) Prüfverfahren für zertifizierte Sicherheits-Schauvitritten	25
B.1 Allgemeines	25
B.2 Probe-Schauvitrite	27
B.3 Klima im Prüfraum	27
B.4 Prüfpersonal	27
B.4.1 Allgemeines	27
B.4.2 Zusammenstellung der Prüfgruppe	27
B.5 Prüfverfahren	28
B.5.1 Allgemeines	28
B.5.2 Video/digitale Aufzeichnung	28
B.5.3 Angriffswerkzeuge	29
B.5.4 Angriffsseiten und -höhe	30
B.5.5 Vorprüfung	30
B.5.6 Hauptprüfung	30
B.5.7 Kennzeichnung	31
Anhang C (informativ) Physik des Luftaustauschs in Schauvitritten	32
C.1 Allgemeines	32
C.2 Druckinduzierter Luftaustausch	32
C.2.2 Kamineffekt	33
C.2.3 Barometrisches und thermisches Pumpen	34
C.3 Diffusiver Luftaustausch	35
Anhang D (informativ) Dichtheitsprüfung	37
D.1 Einführung in die Dichtheitsprüfung	37
D.2 Visuelle Beobachtung und manuelle Verfahren	37

D.3	Sensorgestützte Verfahren	37
D.3.1	Luftgeschwindigkeitsverfahren	37
D.3.2	Ultraschallverfahren	37
D.3.3	Indikatorgasverfahren	38
Anhang E (informativ)	Beispiel für ein Verfahren mit abfallender Indikatorgaskonzentration zur Messung der Luftaustauschrate	39
Anhang F (informativ)	Beispiel für ein Verfahren zur Messung der Luftaustauschrate bei konstanter Luftdruckdifferenz	42
Anhang G (informativ)	Schutz gegen Schadstoffe	45
G.1	Allgemeines	45
G.2	Umgebung (3.3) mit Schadstoffen von außen	45
G.3	Umgebung (3.3) mit geringer Hintergrundverschmutzung und stabilem Klima	45
G.4	Interne Schadstoffquellen	46
Anhang H (informativ)	Emissionsprüfung und Prüfung der Einwirkung von Schauvitrienen-Materialien	48
H.1	Emissionsprüfung	48
H.2	Prüfung der Einwirkung	48
H.3	Messungen vor Ort in Schauvitrienen	48
Anhang I (informativ)	Beispiele für die berechnete Annäherung an die hygrometrische Halbwertszeit	49
Anhang J (informativ)	Numerische Berechnung der hygrometrischen Halbwertszeit aus den Daten der relativen Luftfeuchte im Inneren und in der Umgebung (3.7)	53
Literaturhinweise		54

Tabellen

Tabelle 1	Kennzeichnungen der Klassen entsprechend der AER mit der indikativen Fähigkeit, eine geeignete Umgebung (3.3) aufrechtzuerhalten	9
Tabelle 2	Kategorien der hygrometrischen Halbwertszeit mit einigen indikativen Anwendungen	13
Tabelle 3	Erwartete relative Luftfeuchte des Mikroklimas in den Schauvitrienen für ausgewählte hygrometrische Halbwertszeiten in Bezug auf die jährlichen Intervalle der relativen Luftfeuchte der Innenraumumgebung (3.3)	14
Tabelle 4	Darstellung des Einflusses der hygrometrischen Halbwertszeit auf die Zeitspanne für den Austausch eines Feuchtesorptionsmittels	16
Tabelle 5	Klassifizierung nach der maximalen täglichen Temperaturdifferenz $\Delta T_{\max}$ in der Schauvitrine im Vergleich zur Umgebung (3.3)	17
Tabelle A.1	Physischer Widerstand der zu berücksichtigenden Schauvitrienen-Materialien	23
Tabelle B.1	Liste der Werkzeuge	29
Tabelle I.1	Beladung mit Feuchtesorptionsmittel für ausgewählte Werte von AER und hygro-metrischer Halbwertszeit für Fälle unter 20 % Luftfeuchte für ein Puffermaterial mit einem M-Wert von 7,0 g/(kg %)	50
Tabelle I.2	Beladung mit Feuchtesorptionsmittels für ausgewählte Werte von AER und hygro-metrischer Halbwertszeit für Fälle unter 20 % Luftfeuchte für ein Puffermaterial mit einem M-Wert von 5,7g/(kg %)	50
Tabelle I.3	Beladung mit Feuchtesorptionsmittel für ausgewählte Werte von AER und hygro-metrischer Halbwertszeit für Fälle zwischen 40 % und 55 % Luftfeuchte für ein Puffermaterial mit einem M-Wert von 2,0 g/(kg %)	51
Tabelle I.4	Beladung mit Feuchtesorptionsmittel für ausgewählte Werte von AER und hygro-metrischer Halbwertszeit für Fälle zwischen 40 % und 55 % Luftfeuchte für ein Puffermaterial mit einem M-Wert von 4,5 g/(kg %)	51
Tabelle I.5	Beladung mit Feuchtesorptionsmittel für ausgewählte Werte von AER und hygro-metrischer Halbwertszeit für Fälle zwischen 40 % und 60 % Luftfeuchte für ein Puffermaterial mit einem M-Wert von 5,4 g/(kg %)	52

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15999-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 346 „Erhaltung des kulturellen Erbes“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

EN 15999 besteht unter dem allgemeinen Titel *Erhaltung des kulturellen Erbes — Leitfaden für die Konstruktion von Schauvittrinen zur Ausstellung und Erhaltung von Objekten* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- Teil 2: Technische Aspekte

Einleitung

Das wichtigste Ziel einer Schauvitrine für ausgestellte Objekte des kulturellen Erbes besteht darin, das Risiko des Totalverlustes, der physischen Beschädigung sowie der chemischen und biologischen Zersetzung (z. B. durch Unfälle, Diebstahl, Vandalismus, Naturkatastrophen, Feuchtigkeit, Temperatur, Staub, Schadstoffe, Licht, Schädlinge) zu verringern. Eine für ihre Aufgaben angepasste Schauvitrine muss Eigenschaften aufweisen, die im Hinblick auf ihre spezifische Verwendung, die Anforderungen, den Wert des/der Objekte(s) und die (geplante) Ausstellungsumgebung ausgewählt und festgelegt wurden.

Dieses Dokument legt fest, wie die Leistung der Schauvitrine – abgeleitet aus den Anforderungen, die im Rahmen des in prEN 15999-1 beschriebenen Ansatzes zur Risikobewertung ermittelt wurden – technisch spezifiziert werden kann, indem klassifizierte Eigenschaften verwendet werden. Diese Klassen charakterisieren, bestimmen oder messen die Leistung der Schauvitrine. Die Spezifikation der Eigenschaften einer Schauvitrine kann sowohl in der Beschaffungsphase als auch in der Betriebsphase genutzt werden, z. B. zur Definition von Schauvitrien-Eigenschaften für Leihgaben.

prEN 15999-2 wendet sich an alle interessierten Parteien, die die Eigenschaften einer Schauvitrine verstehen sollen, einschließlich Endanwender (z. B. Sammlungsmanager, Konservatoren, Kuratoren, Registratoren, Aufsteller, technische Mitarbeiter), Planer (Architekten, Verantwortliche für Szenografie oder Museografie), Hersteller und öffentliche Auftraggeber, die für Kultureinrichtungen zuständig sind.

Dieses Dokument soll sowohl den Dialog als auch die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren erleichtern, die an Projekten beteiligt sind, bei denen Schauvitrien vorgesehen sind. Es enthält technische Angaben zur Erhaltung, Sicherheit und Schutz, Nutzung und Handhabung der Schauvitrine.

Obwohl die Ästhetik von Schauvitrien sehr wichtig ist, legt das vorliegende Dokument den Schwerpunkt auf die funktionelle Auslegung der Schauvitrine, die praktischen Bedürfnisse des Anwenders und die Anforderungen an die Objekte zur besseren Erhaltung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Eigenschaften von passiven Schauvitri-
nen zur sicheren und geschützten Ausstellung
von Objekten des kulturellen Erbes fest und klassifiziert sie für eine bessere Erhaltung. Es gilt für die meis-
ten Anwendungen von Schauvitri-
nen: Vitri-
nen für so genannte dauerhafte oder wechselnde Ausstellungen,
historische oder modulare Schauvitri-
nen, Schauvitri-
nen in unkontrollierter Umgebung usw. Aspekte aktiver
Schauvitri-
nen (bei denen das Mikroklima direkt durch Elektrizität beeinflusst wird) und anoxischer Schauvi-
trinen (die anstelle von Luft eine inerte Atmosphäre enthalten) werden in diesem Dokument erwähnt, jedoch
werden ihre Eigenschaften weder festgelegt noch klassifiziert.

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 1023-3:2000, *Büromöbel — Raumgliederungselemente — Teil 3: Prüfung*

EN 15898:2019, *Erhaltung des kulturellen Erbes — Allgemeine Begriffe*

EN 1630:2021, *Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse — Einbruchhemmung —
Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche*

EN 410, *Glas im Bauwesen — Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von
Verglasungen*

EN 50131 (alle Teile), *Alarmanlagen — Einbruch- und Überfallmeldeanlagen*

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

EN ISO/IEC 17025:2017, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
(ISO/IEC 17025:2017)*

EN 60332-1-2:2004, *Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall — Teil 1-2:
Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel —
Prüfverfahren mit 1 kW-Flamme mit Gas-/Luft-Gemisch (IEC 60332-1-2:2004)*

EN IEC 60332-3-24:2018, *Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall —
Teil 3-24: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem
Kabel — Prüfmethode C (IEC 60332-3-24:2018)*

ISO 20653:2013, *Road vehicles — Degrees of protection (IP code) — Protection of electrical equipment against
foreign objects, water and access*

ISO 21348:2007, *Space environment (natural and artificial) — Process for determining solar irradiances*

prEN 15999-1, *Erhaltung des kulturellen Erbes — Leitfaden für die Konstruktion von Schauvitri-
nen zur Ausstellung und Erhaltung von Objekten — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 15898:2019, prEN 15999-1 und die folgen-
den 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

Luftdichtheit

Fähigkeit einer Umhüllung, den Eintritt oder Austritt von Luft oder anderen Gasen zu begrenzen

3.2

Endanwender

Person, die für das in den Schauvitriolen ausgestellte kulturelle Erbe oder für die Schauvitriolen selbst verantwortlich ist

3.3

Umwelt

Umgebung

physische, chemische und biologische Bedingungen in der Umgebung der Schauvitrine

3.4

Feuchtepufferung

Glättung der Spitzen- und Tiefstwerte der relativen Luftfeuchte, wobei die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit nicht verändert wird

3.5

Feuchteregeleung

Aufrechterhaltung eines Wertes der relativen Luftfeuchte, der sich vom durchschnittlichen Wert der relativen Luftfeuchte der Umgebung (3.3) unterscheidet

3.6

Schadstoffsorptionsmittel

Material, das bestimmte gasförmige Schadstoffe auffängt, um ihre Konzentration zu verringern

3.7

relative Luftfeuchte

RH, en: relative humidity

Verhältnis des tatsächlichen Dampfdrucks zum Sättigungsdampfdruck

[QUELLE: EN 15757:2010, 3.9]

3.8

flüchtige organische Verbindung

VOC, en: volatile organic compound

flüchtige organische Verbindungen, einschließlich leicht flüchtiger organischer Verbindungen (VVOC, en: very volatile organic compound) und mäßig flüchtiger organischer Verbindungen (SVOC, en: semi volatile organic compound)

3.9

Sicherheitspersonal

Personen in der Organisation in der Lieferkette, denen sicherheitsbezogene Aufgaben zugewiesen wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Personen können Mitarbeiter der Organisation sein oder nicht.

[QUELLE: ISO 28001:2007, 3.22]

4 Symbole und Abkürzungen

AER –	Luftaustauschrate (en: air exchange rate)
RH –	relative Luftfeuchte (en: relative humidity) (3.7)
T –	Temperatur
VOC –	flüchtige organische Verbindung (en: volatile organic compound) (3.8)
UV –	ultraviolett
IR –	infrarot

5 Spezifikation der Eigenschaften einer Schauvitrine

5.1 Umgebungsfaktoren

Schauvitri­nen können den physischen Schutz von Objekten vor Umwelteinflüssen wie unsachgemäßer Luftfeuchte und Temperatur, Schadstoffen, Schädlingen, UV- und/oder IR-Strahlung verbessern.

5.1.1 Luftdichtheit (3.1) und Luftaustauschrate

Die Schutzfähigkeit der Schauvitrine gegen die unten aufgeführten Umgebungsfaktoren wird hauptsächlich durch ihre Luftdichtheit bestimmt (3.1). Diese ermöglicht:

- das Eindringen von gasförmigen Schadstoffen aus der Umgebung der Schauvitrine (3.3) zu begrenzen (z. B. bei äußerer Anwendung von korrosiven Reinigungsmitteln, Eindringen von gasförmigen Schadstoffen aus dem Freien);
- den Wasserdampfaustausch zu verringern und das Mikroklima zu verbessern (z. B. schränkt der Feuchte­austausch aufgrund einer geringen Luftdichtheit (3.1) die Wirksamkeit und die Nutzungsdauer des hinzugefügten Feuchtesorptionsmittels ein und verringert die hygrometrische Regelung von puffernden Schauvitri­nen, die auf eine hohe Beladung mit Feuchtesorptionsmitteln in Verbindung mit einer höheren Luftdichtheit (3.1) angewiesen sind);
- das Eindringen von im Raum vorhandenen Partikeln aus Innen- und Außenquellen (z. B. Rauch, Staub, Sporen, Schädlingeier), die sich auf Objekten ablagern oder diese befallen, zu begrenzen und die Häufigkeit der Innenreinigung der Schauvitrine zu verringern.

Wenn die Schadstoffe aus einer Quelle innerhalb der Schauvitrine stammen (z. B. ein Objekt, das VOC freisetzt (3.8)), und gleichzeitig Objekte aus empfindlichen Materialien darin enthalten sind, ist eine höhere Luftdichtheit (3.1) für die Erhaltung der Objekte nachteilig. Es sollten absichtliche Undichtigkeiten (Entlüftungen) durch natürliche oder künstliche Belüftung eingerichtet werden, oder es sollte ein Material hinzugefügt werden, das die Schadstoffe absorbieren und zurückhalten kann.

Die Luftdichtheit (3.1) von Schauvitri­nen nimmt generell im Laufe der Zeit ab, was auf die Alterung und den Verschleiß von Dichtungsmaterialien (z. B. Fugenkleber, Türdichtungen) und einen Versatz der Schauvitrine mit ihren Öffnungen (z. B. Türen, Technikabteile) sowie deren Fugen aufgrund der Verformung von Glas und Metallscheiben zurückzuführen ist.

Die Luftdichtheit (3.1) von Schauvitri­nen ist durch die Luftaustauschrate (AER) quantifizierbar. Die Kategorien der AER und die Leistung der Schauvitrine, die von der Luftaustauschrate beeinflusst werden, sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die verschiedenen AER-Klassen sind durch unterschiedliche Luftdichtheitsgrade (3.1) gekennzeichnet, von geringer Luftdichtheit (3.1) ($AER \geq 5 \text{ Tag}^{-1}$) bis zu hoher Luftdichtheit (3.1) ($AER < 0,4 \text{ Tag}^{-1}$).

Tabelle 1 — Kennzeichnungen der Klassen entsprechend der AER mit der indikativen Fähigkeit, eine geeignete Umgebung (3.3) aufrechtzuerhalten

Kennzeichnung der Klasse	AER [Tag ⁻¹]	Fähigkeit, externe Schwankungen (RH) zu puffern	Fähigkeit, die internen hygrometrischen Bedingungen aufrechtzuerhalten (RH)		Fähigkeit, Schutz gegen das Eindringen von Schadstoffen zu bieten ^b	Schadstoffanreicherung durch ausgasende Materialien der Schauvitri- nen und/oder der Objekte
			passive Regelung	aktive Regelung		
AE 0	≥ 5,0	kann die täglichen, jedoch nicht die wöchentlichen Schwankungen mit sehr großen Mengen Feuchtesorptionsmittel ^a erheblich reduzieren; die relative Luftfeuchte kann mit aktiven Systemen geregelt werden	nein	ja, bei Systemen mit hoher Leistungsfähigkeit	Geringfügig. Ein gewisser Schutz gegen äußere Schadstoffe wird bereitgestellt, aber nicht empfohlen.	geringste Ansammlung
AE 1	< 5,0 bis 3,0	kann die wöchentlichen, jedoch nicht die monatlichen Schwankungen mit großen Mengen Feuchtesorptionsmittel ^a erheblich reduzieren; die relative Luftfeuchte kann mit aktiven Systemen geregelt werden	abhängig von der Raumumgebung (3.3) wird es schwierig sein, die relative Luftfeuchte zu regeln	ja	Etwas. zwischen den strengsten empfohlenen Niveaus (in Räumen mit geringen Hintergrundverschmutzungswerten) bis zu ~25 % Schutz im Vergleich zur Umgebung (3.3)	sehr geringes Risiko von Ansammlungen
AE 2	< 3,0 bis 1,0	kann die monatlichen, aber nicht die jahreszeitlichen Schwankungen bei mittleren Mengen an Feuchtesorptionsmitteln ^a erheblich reduzieren	kann je nach Umgebungsbedingungen während eines Teils des Jahres beeinträchtigt sein (3.3)	ja	Gut. Zwischen den strengsten empfohlenen Niveaus bis zu ~50 % Schutz im Vergleich zur Umgebung (3.3)	geringes Risiko von Ansammlungen

Tabelle 1 (*fortgesetzt*)

Kennzeichnung der Klasse	AER [Tag ⁻¹]	Fähigkeit, externe Schwankungen (RH) zu puffern	Fähigkeit, die internen hygrometrischen Bedingungen aufrechtzuerhalten (RH)		Fähigkeit, Schutz gegen das Eindringen von Schadstoffen zu bieten ^b	Schadstoffanreicherung durch ausgasende Materialien der Schauvitri- nen und/oder der Objekte
AE 3	< 1,0 bis 0,4	kann die monatlichen und die meisten jahreszeitlichen Schwankungen bei mittleren Mengen an Feuchtesorptionsmitteln ^a erheblich reduzieren	kann für die meisten Umgebungen geeignet sein (3.3)	geeignet für die meisten Regelsysteme für die meisten Situationen	Sehr gut. Große Schauvitri- nen und/oder mit harten und glatten Materialien (z. B. Glas und Aluminium), erfüllen möglicherweise nicht die strengsten empfohlenen Niveaus.	mäßiges Risiko von Ansamm- lungen
AE 4	< 0,4 bis 0,1	kann die monatlichen und die meisten jahreszeitlichen Schwankungen bei mittleren Mengen an Feuchtesorptionsmitteln ^a erheblich reduzieren	ja	ja	Sehr gut. Entsprechen fast immer den strengsten empfohlenen Niveaus. Große Schauvitri- nen in natürlich belüfteten Gebäuden oder in konditionierten Gebäuden mit unzureichender chemischer Filterung in städtischen Umgebungen erfüllen möglicherweise die strengsten Niveaus nicht.	hohes Risiko von Ansamm- lungen
AE 5	< 0,1	unwahrscheinlich, dass für die Pufferung oder Regelung von relativer Luftfeuchte benötigt, außer in extremen Situationen	ja	ja	Ausgezeichnet. Nur sehr wenige Schauvitri- nen benötigen eine so geringe AER.	höchstes Risiko von Ansamm- lungen
^a Sehr hohe Beladung mit Feuchtesorptionsmitteln: z. B. 10 kg/m ³ ; hohe Beladung mit Feuchtesorptionsmitteln: z. B. 6 kg/m ³ ; mittlere Beladung mit Feuchtesorptionsmitteln: z. B. 3 kg/m ³ . ^b Die Schutzklassen beziehen sich auf Schauvitri- nen, die in einer inneren Umgebung (3.3) aufgestellt sind.						

Aktive Klimaregelungssysteme können eine Alternative darstellen. Allerdings sollte das Risiko eines techni- schen Versagens berücksichtigt werden. Die Leistung vieler aktiver Systeme ist stark temperaturabhängig. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Luftaustauschrate die aktive Konditionierung beeinflusst (siehe Tabelle 1). Viele Hersteller geben Richtwerte für das Volumen der Schauvitri- ne und die Luftaustauschraten an, mit denen ein bestimmtes aktives Klimagerät arbeitet, sowie Anforderungen an den Raum um das Gerät herum, die eingehalten werden sollten. Raumluftbe- und Entfeuchter haben ein großes Fassungsvermögen und können große Schauvitri- nen mit hohen Luftaustauschraten erfolgreich konditionieren. Wenn sowohl Raumluftbe- als auch Entfeuchter zusammen verwendet werden, ist die korrekte Einstellung der Hysterese am Regelungsfühler wichtig. Mischkammern können zur Glättung von Schwankungen der relativen Luftfeuchte eingesetzt wer-

den, die durch abwechselnd betriebene Raumluftbe- und Entfeuchter verursacht werden. Sie bestehen aus einem Raum zwischen dem Ausstellungsvolumen und den Raumluftbe- oder Entfeuchtungsgeräten. Um die Wirkung zu verstärken, kann eine Mischkammer mit einem Feuchtesorptionsmittel ausgestattet werden. Es sind verschiedene Geräte auf der Basis von Peltierkühlern und Wasserbehältern erhältlich. Viele haben nur eine begrenzte Entfeuchtungsleistung und können bei hoher relativer Luftfeuchte oder hohen Temperaturen Probleme haben.

5.1.2 Messungen der Luftaustauschrate

Zwei Verfahren, die aus den Normen für die Gebäudemessung übernommen wurden, sind für die Messung der Luftaustauschraten in Schauvitriinen geeignet. Diese Messen:

- Indikatorgaskonzentrationen,
- Luftdruckunterschiede.

Die Messung der Luftdichtheit von Schauvitriinen (3.1) zur Abschätzung des Schutzes gegen die im vorangegangenen Abschnitt (siehe 5.1.1) beschriebenen Umgebungsfaktoren ist üblicherweise mit dem Verfahren mit abfallender Indikatorgaskonzentration möglich. Die Messung des Luftaustauschs ergibt sich hierbei aus dem komplexen Zusammenspiel zwischen der Konstruktion der Schauvitrine und einer Vielzahl von Beiträgen aus der Umgebung, die sich häufig im Laufe der Zeit ändern (siehe Anhang C – Physik des Luftaustauschs bei Schauvitriinen). Infolgedessen schwanken die durch das Verfahren mit abfallender Indikatorgaskonzentration gemessenen Luftaustauschraten je nach den wechselnden Umgebungsbedingungen. Aus diesem Grund werden Prüfungen empfohlen, die über einen längeren Zeitraum als einen Tag laufen, um eine durchschnittliche Luftaustauschrate zu erhalten, die repräsentative Ergebnisse für die tatsächlichen Ausstellungsbedingungen liefert. Siehe Anhang E für ein Beispiel eines Verfahrens zur Messung der Luftaustauschrate durch das Verfahren mit abfallender Indikatorgaskonzentration.

Die Messung des Ausmaßes des Luftaustauschs in Schauvitriinen über Spalten ist typischerweise mit Luftdruckdifferenzverfahren möglich, z. B. Luftdruckdifferenzabfall, konstante Luftdruckdifferenz. Bei diesen Verfahren wird der Luftaustausch unter einer durchgängig geregelten Prüfumgebung (3.3) gemessen, die gegenüber den Umgebungsbedingungen dominiert. Im Ergebnis sind die mit Luftdruckverfahren gemessenen Luftaustauschraten weniger anfällig für sich ändernde Umgebungsbedingungen; entsprechend der gleichbleibenden Konstruktion/Geometrien der Schauvitrine und ihrer Spalten. Die hohe Wiederholpräzision der Prüfungen ist auf den mechanisch induzierten Luftaustausch zurückzuführen, der es ermöglicht, die Prüfungen in wenigen Minuten durchzuführen. Siehe Anhang F.

Vor der Durchführung von Messungen der Luftaustauschrate ist (sind) das (die) Ziel(e) eindeutig festzulegen. Dies kann helfen, das (die) geeignete(n) Messverfahren auszuwählen, insbesondere im Hinblick auf die Prüfdauer, die Ausrüstung und die Umgebungsbedingungen. Sofern keine Vorprüfungen durchgeführt werden, sind die Schauvitriinen im Rahmen der abschließenden Bewertung zu prüfen, und zwar mit allen installierten Merkmalen, z. B. Sicherheits-/Beleuchtungseinrichtungen und Verkabelung. Die Dichtungsflächen und Dichtungen an allen Öffnungen sollten gereinigt und die Öffnungen mit eingerasteten Schlössern ordnungsgemäß verschlossen sein.

Die Ziele können darin bestehen, folgendes zu bestimmen:

- die Qualität der Konstruktion von Schauvitriinen im Vergleich zu den Festlegungen in den Beschaffungsverträgen mit den Lieferanten von Schauvitriinen oder im Vergleich zum Ad-hoc-Ausstellungsbedarf;
- die Lebensdauer/Menge des Sorptionsmittels, das für die Pufferung der relativen Luftfeuchte benötigt wird (siehe auch Anhang G, G.2);
- die Lebensdauer/Menge des Sorptionsmittels, das zur Kontrolle der relativen Luftfeuchte bis zu einem Grenzwert/Schwellenwert benötigt wird (siehe auch G.3);
- den Schutz von Objekten vor von außen erzeugten Schadstoffen (siehe auch G.2);

- die Anreicherung von innen erzeugten Schadstoffen (siehe auch G.4);
- die Entlüftung von innen erzeugten Schadstoffen (siehe auch G.4);
- die nachträglichen Änderungen der Luftdichtheit (3.1), die bei der Instandhaltung oder Nachrüstung von Türdichtungen, Scharnieren, Fugen, Gasdruckfedern, Vertikalliftsystemen und Fugenabdichtungen im Bereich von Beleuchtungen/Kabelschächten usw. an bestehenden Schauvitri-
ninen vorgenommen werden;
- die Änderungen der Luftdichtheit (3.1) nach der Umsetzung bestehender Schauvitri-
ninen;
- die Einflüsse von Alterung und Abnutzung auf die Veränderung der Luftdichtheit (3.1) bestehender Schau-
vitri-
ninen.

Aktive Mikroklima-Konditionierungssysteme beeinträchtigen die Genauigkeit der Messungen der Luftdichtheit (3.1) und sollten daher abgeschaltet und alle Rohrleitungsanschlüsse geschlossen werden.

Vor oder nach den Messungen der Luftaustauschrate kann eine Suche nach Undichtigkeiten sinnvoll sein (siehe Anhang D).

Weitere Informationen sind in den Anhängen aufgeführt:

- die Physik des Luftaustauschs in Schauvitri-
ninen (Anhang C);
- der Einfluss der Gestaltung der Schauvitrine auf den Luftaustausch (siehe prEN 15999-1:2023, Anhang B);
- Beispiel für ein Verfahren zur Messung der Luftaustauschrate mit abfallender Indikatorgaskonzentration (Anhang E);
- Beispiel für ein Verfahren zur Messung der Luftaustauschrate bei konstanter Luftdruckdifferenz (Anhang F).

5.1.3 Schutz vor nachteiligem Klima

5.1.3.1 Allgemeines

Schauvitri-
ninen können so gestaltet werden, dass sie geeignete Klimabedingungen für die langfristige Erhaltung von Objekten bereitstellen. Relative Luftfeuchte (3.7) und Temperatur sind die wichtigsten Klimaparameter; aber auch die Schadstoffe müssen bei vielen Materialien berücksichtigt werden. Die relative Luftfeuchte (3.7) hängt mit der Lufttemperatur zusammen. Bei einem Temperaturanstieg von 1 °C kann die relative Luftfeuchte (3.7) um 2 % bis 3 % sinken.

ANMERKUNG Zur Ermittlung solcher Veränderungen kann ein Enthalpie-Entropie-Diagramm, ein so genanntes Mollier-Diagramm, hinzugezogen werden. Zum Beispiel: Die relative Luftfeuchte (3.7) in Luft mit einer Temperatur von 25 °C und einem konstanten Feuchte-Mischungsverhältnis von 9,9 g/kg fällt von 50 % auf 47 %, wenn die Temperatur auf 26 °C steigt.

Nachstehend werden vier verschiedene Qualitäten von Schauvitri-
ninen zur Regelung ihrer mikroklimatischen Leistungen beschrieben:

- hygrometrische Halbwertszeit,
- Pufferung gegen Schwankungen der externen relativen Luftfeuchte (3.7),
- Fähigkeit, die internen hygrometrischen Bedingungen aufrechtzuerhalten (RH), und
- wärmetechnisches Verhalten.

Während die Pufferung (3.4) der Luftfeuchte geeignet ist, wenn die durchschnittliche relative Luftfeuchte (3.7) im Raum annehmbar ist, gibt es häufig Fälle, in denen es erwünscht ist, die durchschnittliche relative Luftfeuchte (3.7) der Schauvitrine deutlich vom Raum zu unterscheiden.

Die angestrebten Bedingungen für die relative Luftfeuchte (3.7) für ein Objekt werden durch die Auswahl einer Schauvitrine mit einer geeigneten hygrometrischen Halbwertszeit (5.1.3.2) und einem entsprechenden Austauschzyklus des Feuchtesorptionsmittels erreicht.

5.1.3.2 Hygrometrische Halbwertszeit

Die Fähigkeit einer Schauvitrine, Schwankungen der relativen Luftfeuchte (3.7) im Raum auszugleichen oder eine relative Luftfeuchte (3.7) des Mikroklimas aufrechtzuerhalten, lässt sich am einfachsten als hygrometrische Halbwertszeit ausdrücken. Die hygrometrische Halbwertszeit hängt von zwei Hauptfaktoren ab: (1) von der Luftdichtheit der Schauvitrinenhülle und (2) von der Art, der Menge (Beladung mit Feuchtigkeitssorptionsmittel) und dem puffernden Material im Ausstellungsraum und/oder im Technikabteil (siehe Gleichung (I.1) in Anhang I).

ANMERKUNG Es ist zu berücksichtigen, dass der Bau, die Dekoration und das Ausstellen von Schauvitritten ebenfalls hygroskopisch sein können.

Eine lange hygrometrische Halbwertszeit bedeutet eine große Fähigkeit zur Pufferung (3.4) der Luftfeuchte. Die Ziele für den Einbau einer bestimmten Menge und eines bestimmten Typs von geeignetem konditioniertem Feuchtesorptionsmittel sind:

- Anpassung der relativen Luftfeuchte des Mikroklimas an das Zielintervall,
- Erhöhung der Dauer, in der die relative Luftfeuchte des Zielmikroklimas aufrechterhalten werden kann.

Beispiele für die berechnete Annäherung an die hygrometrische Halbwertszeit sind in Anhang I enthalten.

Die hygrometrische Halbwertszeit einer vorhandenen Schauvitrine kann aus den Daten der inneren und äußeren relativen Luftfeuchte (3.7) berechnet werden, siehe Anhang J. Bei der Spezifikation vorhandener Schauvitritten sind die hygrometrischen Halbwertszeiten anzugeben. Bei der Spezifikation neuer Schauvitritten sind sowohl die voraussichtliche Luftaustauschrate der Schauvitrine als auch das Volumen des Technikabteils für das Feuchtesorptionsmittel anzugeben. Diese ermöglichen die Schätzung der hygrometrischen Halbwertszeit. Die hygrometrischen Halbwertszeiten werden in den folgenden, in Tabelle 2 aufgeführten Kategorien angegeben.

Tabelle 2 — Kategorien der hygrometrischen Halbwertszeit mit einigen indikativen Anwendungen

Kennzeichnung der Klasse	Hygrometrische Halbwertszeit Tage	Anwendungsbeispiel (die tatsächliche Eignung hängt von den klimatischen Umgebungsparametern ab)
HH 6	≥ 800	extreme Klimabedingungen: Luftfeuchte über 80 % über einen längeren Zeitraum (jede Art von Burg oder unterirdischem Gebäude, wie Tunnel, Minen, Bunker, Meeresumgebung)
HH 5	< 800 bis 400	jahreszeitliche Schwankungen von 50 %
HH 4	< 400 bis 200	jahreszeitliche Schwankungen von 40 %
HH 3	< 200 bis 100	jahreszeitliche Pufferung
HH 2	< 100 bis 50	jahreszeitliche Schwankungen von 20 %

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Kennzeichnung der Klasse	Hygrometrische Halbwertszeit Tage	Anwendungsbeispiel (die tatsächliche Eignung hängt von den klimatischen Umgebungsparametern ab)
HH 1	< 50 bis 10	zweiwöchige Instandhaltungs- oder Reparaturfrist für Klimaanlage in vielen Umgebungen (3.3)
HH 0	< 10	günstigste Klimabedingungen und klimatisierte Räume

5.1.3.3 Pufferung gegen externe (Luftfeuchte-)Schwankungen

Eine hohe hygrometrische Halbwertszeit bedeutet eine hohe Fähigkeit, einen engen Bereich der relativen Luftfeuchte (3.7) über lange Zeit aufrechtzuerhalten.

Wenn ein Technikabteil für Feuchtesorptionsmittel verwendet wird, ist ein ausreichender Luftaustausch mit dem Ausstellungsvolumen wesentlich, und seine Installation neben dem Ausstellungsvolumen ist am besten geeignet. Ausreichende Spalten für den Feuchteaustausch zwischen dem Technikabteil und dem Ausstellungsvolumen sind wesentlich, um die Funktion des Feuchtesorptionsmittels zu unterstützen.

ANMERKUNG Die Erfahrung hat gezeigt, dass 8 mm große Löcher, die 25 % der Oberfläche einer mit Stoff bezogenen 2 mm dicken Metallplatte abdecken, geeignet sind [1]. Für Schlitze wird eine Spaltbreite von 20 mm empfohlen [2].

Wenn der Luftaustausch zwischen dem Ausstellungsvolumen und dem Sorptionsmittelabteil zu langsam ist, können elektrische Ventilatoren eingesetzt werden. Allerdings sollten die Risiken in Bezug auf Stromversorgung, Instandhaltung und Fehlfunktion berücksichtigt werden.

Um die hygrometrische Halbwertszeit zu erreichen, muss:

- das Volumen des Technikabteils groß genug sein, um die berechnete Menge an Feuchtesorptionsmittel aufzunehmen (siehe 5.1.3.1);
- die Oberfläche des Technikabteils groß genug sein, um die Luft, die mit dem Ausstellungsvolumen ausgetauscht wird, zu konditionieren.

Tabelle 3 enthält die erwartete relative Luftfeuchte des Mikroklimas in den Schauvitriinen für ausgewählte hygrometrische Halbwertszeiten in Bezug auf die jährlichen Intervalle der relativen Luftfeuchte der Innenraumumgebung (3.3).

Tabelle 3 — Erwartete relative Luftfeuchte des Mikroklimas in den Schauvitriinen für ausgewählte hygrometrische Halbwertszeiten in Bezug auf die jährlichen Intervalle der relativen Luftfeuchte der Innenraumumgebung (3.3)

Hygrometrische Halbwertszeit der Schauvitrine (in Tagen)	Jahreszeitliches Intervall der Umgebung (3.3) [minimale bis maximale jährliche relative Luftfeuchte (%)]		
	zwischen 30 bis 70	zwischen 20 bis 80	zwischen 10 bis 90
	Erwartetes Mikroklima in der Schauvitrine [minimale bis maximale Luftfeuchte (%)]		
800	50	50	50
400	50	50 bis 51	50 bis 52
200	50 bis 52	49 bis 52	49 bis 53

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Hygrometrische Halbwertszeit der Schauvitrine (in Tagen)	Jahreszeitliches Intervall der Umgebung (3.3) [minimale bis maximale jährliche relative Luftfeuchte (%)]		
	zwischen 30 bis 70	zwischen 20 bis 80	zwischen 10 bis 90
	Erwartetes Mikroklima in der Schauvitrine [minimale bis maximale Luftfeuchte (%)]		
100	49 bis 53	48 bis 54	48 bis 55
50	47 bis 55	46 bis 57	45 bis 59
10	35 bis 63	29 bis 68	23 bis 72

Die höhere Kategorie ist vor allem für die langfristige Regelung der relativen Luftfeuchte (3.5) geeignet, wenn der Raumdurchschnitt weit von der angestrebten durchschnittlichen relativen Luftfeuchte (3.7) entfernt ist, siehe 5.1.3.4.

5.1.3.4 Fähigkeit, die hygrometrischen Bedingungen des Mikroklimas aufrechtzuerhalten (RH)

Eine hohe hygrometrische Halbwertszeit bedeutet eine hohe Fähigkeit, ein Mikroklima mit einer relativen Luftfeuchte (3.7) über lange Zeit aufrechtzuerhalten. Gleichzeitig ist der Instandhaltungszyklus für die Wiederaufbereitung des Feuchtesorptionsmittels lang. Bei einer großen Anzahl von Schauvitri­nen sind die für die Wiederaufbereitung der Feuchtesorptionsmittel erforderlichen Ressourcen zu berücksichtigen.

Ein vom Raum abweichendes Mikroklima mit einer relativen Luftfeuchte (3.7) kann durch die Zugabe von Feuchtesorptionsmitteln erreicht werden. Mit der Zeit wird sich die durchschnittliche relative Luftfeuchte (3.7) in der Schauvitrine dem Durchschnitt des Raumes annähern. Das bedeutet, dass das Puffermaterial durch neuen konditionierten Puffer ersetzt werden muss. Es sind Berechnungen zur Vorhersage der Nutzungsdauer von Feuchtesorptionsmitteln verfügbar (siehe [3]). Dabei gilt, je geringer die Luftaustauschrate der Schauvitrine und je mehr Feuchtesorptionsmittel vorhanden ist, desto länger ist das Austauschintervall.

Die Dauer der Rekonditionierung des Feuchtesorptionsmittels einer Schauvitrine hängt von der hygrometri­schen Halbwertszeit der Schauvitrine, den Raumbedingungen und der angestrebten relativen Luftfeuchte ab (3.7).

Tabelle 4 wurde anhand von Berechnungen erstellt, die an 200 in der Praxis überwachten Schauvitri­nen in historischen Gebäuden im Vereinigten Königreich umfassend geprüft wurden. Die Zeitwerte wiesen Fehler von weniger als 5 % auf. Die hygrometrische Halbwertszeit ist der Indikator für die Fähigkeit der Schauvitrine, die relative Luftfeuchte des Mikroklimas aufrechtzuerhalten. Das Feuchtesorptionsmittel muss nach den in Tabelle 4 angegebenen Zeiträumen ausgetauscht werden. Die jahreszeitlichen Werte der relativen Luftfeuchte (3.7) können unterschiedlich sein und die Zeiträume beeinflussen.

Tabelle 4 — Darstellung des Einflusses der hygrometrischen Halbwertszeit auf die Zeitspanne für den Austausch eines Feuchtesorptionsmittels

Hygrometrische Halbwertszeit (Tage)	Tage zur Aufrechterhaltung des Mikroklimas in einem Bereich von 40 % bis 60 % relativer Luftfeuchte (mit auf 50 % relativer Luftfeuchte konditioniertem Feuchtesorptionsmittel) Tage zur Aufrechterhaltung des Mikroklimas unter 30 % relativer Luftfeuchte (mit auf 5 % relativer Luftfeuchte konditioniertem Feuchtesorptionsmittel)*		
	Bereich der relativen Luftfeuchte im Raum zwischen 20 % und 60 %	Bereich der relativen Luftfeuchte im Raum zwischen 60 % und 100 %	Raum bei 80 % relative Luftfeuchte
800	~ 11 000 (30 Jahre)	2 916	467
400	~ 6 600 (18 Jahre)	1 500	233
200	~ 3 300 (9 Jahre)	768	116
100	1 400	387	58
50	653	117	19
10	238	31	5

* Quelle: D. Thickett, Specifying air exchange rates of showcases, in Chemical Interactions between Cultural Artefacts and Indoor Environment, Acco Leuven, The Hague, 2018, 25-48

5.1.3.5 Wärmetechnisches Verhalten

Die Leistung einer Schauvitrine bei der Regelung des Mikroklimas kann durch Erwärmung stark beeinträchtigt werden; entweder durch interne Wärmequellen oder durch externe Strahlung, die einen Treibhauseffekt erzeugt. Mögliche interne Wärmequellen sind Abwärme von aktiven Klimageräten, Lichtquellen (einschließlich LEDs) und anderen elektronischen Geräten. Wenn sie vorhanden sind, sollte die Temperatur an der wärmsten Stelle der Bodenplatte oder der Rückwand gemessen werden, wobei die Wärmequelle mindestens 30 min vor der Messung in Betrieb genommen werden muss, oder in der Mitte des Ausstellungsvolumens. Die Ergebnisse sollten als maximale Temperaturdifferenz ausgedrückt werden, die während eines ganzen Tages gemessen wird. Das wärmetechnische Verhalten von Schauvitritten sollte in die folgenden Klassen eingestuft werden (siehe Tabelle 5).

Das wärmetechnische Verhalten von bereits vor Ort aufgestellten Schauvitritten kann auch durch eine langfristige Temperaturüberwachung nach Tabelle 5 klassifiziert werden. Der Aufstellort der Schauvitrine kann die Temperatur im Inneren der Schauvitrine durch einen möglichen Treibhauseffekt beeinflussen. Treibhauseffekte durch natürliches Licht (auch durch Jalousien) haben einen starken jahreszeitlichen Einfluss, und die Ergebnisse sollten als die über ein ganzes Jahr gemessene Höchsttemperatur angegeben werden.

Tabelle 5 — Klassifizierung nach der maximalen täglichen Temperaturdifferenz $\Delta T_{\max}$ in der Schauvitrine im Vergleich zur Umgebung (3.3)

Kennzeichnung der Klasse	$\Delta T_{\max}$ (°C)	Erwartete negative Auswirkung
TP 0	> 4,0	drastische Auswirkungen auf die Leistung, der Schutz der Schauvitrine sehr wahrscheinlich beeinträchtigt
TP 1	> 2,0 bis ≤ 4,0	Auswirkung auf die Leistung, AER wird steigen, mittlere Mengen an Puffer sind möglicherweise nicht ausreichend
TP 2	> 1,0 bis ≤ 2,0	leichte Auswirkung auf die Leistung, AER wird steigen, geringe Mengen an Puffer sind möglicherweise nicht ausreichend
TP 3	> 0,5 bis ≤ 1,0	geringe Auswirkungen auf die Leistung
TP 4	≤ 0,5	vernachlässigbare Auswirkungen auf die Leistung

5.1.4 Schutz gegen Schadstoffe

5.1.4.1 Allgemeines

Schadstoffe in einer Schauvitrine können aus dem Luftaustausch mit der Umwelt (3.3) stammen oder aus internen Quellen emittiert werden. Das Verhältnis zwischen dem Eindringen von Schadstoffen und ihrer Freisetzung durch den Luftaustausch bestimmt das Schadstoffniveau. Beispiele für typische Situationen sind in Anhang G enthalten.

5.1.4.2 Schutz gegen das Eindringen von Schadstoffen

Der Schutz vor äußeren Schadstoffen (Gase, Tröpfchen, Partikel) wird durch die Luftaustauschrate der Schauvitrine bestimmt. Der Schutzgrad kann in die sechs in Tabelle 1 angegebenen Klassen eingeteilt werden.

5.1.4.3 Emissionen aus Material

Ein unerwünschter Nebeneffekt einiger Materialien und Produkte, die für den Bau und die Gestaltung von Schauvitritten verwendet werden, ist, dass sie Schadstoffe freisetzen. Die Materialien für den Bau und die Gestaltung von Schauvitritten sollten daher emissions- und/oder verträglichkeitsgeprüft sein (Anhang H).

ANMERKUNG Zu unerwünschten Auswirkungen einiger Materialien und Produkte siehe [4], [5], [6], [7], [8], [9].

5.1.4.4 Instandhaltungszyklus für Schadstoffsorptionsmittel (3.6)

Die von den Herstellern beschriebenen/empfohlenen Instandhaltungsverfahren und Nutzungsdauern, die z. B. durch industrielle Leistungsprüfungen ermittelt wurden, sollten beachtet werden.

Die kritischen Einwirkungsgrade für relevante Luftschadstoffe in der Schauvitrite, die mit einschlägigen Verfahren (Konzentration in der Luft oder Auswirkungen auf Dosimeter) gemessen wurden, könnten ermittelt werden.

Die Einwirkungsgrade sollten in regelmäßigen Abständen gemessen und der Absorber dann ausgetauscht werden, wenn das gemessene Niveau über das kritische Niveau ansteigt.

Bei vergleichbaren Schauvitri-
nen ist die Menge an Schadstoffsorptionsmitteln (3.6), die benötigt wird, um das gleiche Intervall zwischen dem Austausch des Schadstoffsorptionsmittels (3.6) zu erreichen, proportional zur Oberfläche des Schadstoffsorptionsmittels (3.6) und umgekehrt proportional zum Ausstellungsvolumen und den damit verbundenen Technikabteilen.

5.1.5 Schutz gegen UV-Strahlung

Der Transmissionsgrad für ultraviolette Strahlung (UV) von Glas ist nach EN 410 mit den in ISO 21348:2007 definierten Bereichen UVA (von 315 nm bis 400 nm) und UVB (von 280 nm bis 315 nm) zu berechnen.

ANMERKUNG Im Zusammenhang mit Museen umfasst die UV-Strahlung in der Regel Wellenlängen bis 400 nm.

Für den Einsatz in der Schauvitri-
ne lassen sich die UV-Schutzeigenschaften wie folgt einteilen:

Klasse UV 0 – UV-Strahlung absorbierende Eigenschaften sind nicht spezifiziert,

Klasse UV 1 – der Transmissionsgrad für ultraviolette Strahlung (UV) von Glas beträgt weniger als 1,0 %.

5.2 Sicherheit und Schutz

5.2.1 Allgemeines

Schauvitri-
nen müssen die Objekte vor Diebstahl, Einbruch, Vandalismus, Beschädigung durch Besucher, Feuer usw. schützen. Unterschiedliche Sicherheitsniveaus können durch die Konstruktion der Vitri-
nen (Wasserbeständigkeit, Stabilität) und die Baumaterialien (Feuerwiderstand) oder durch zusätzliche Ausstattung (elektronische Geräte) erreicht werden.

Die Sicherheit einer Schauvitri-
ne wird durch eine Kombination aus physischem Widerstand und einem technischen System wie einer Alarmanlage bestimmt. Ein guter physischer Widerstand verlängert die Zeit, die ein Täter benötigt, um Zugang zu den Objekten zu erhalten, während in die Schauvitri-
ne eingebaute elektronische Alarmsysteme die Zeit bis zum Eingreifen des Sicherheitspersonals (3.9) verkürzen können.

5.2.2 Widerstand gegen Diebstahl

Schauvitri-
nen aus der Serienproduktion können sich durch praktische Überwindungsversuche in einer Angriffsprüfung hinsichtlich ihres Widerstands gegen Einbruchsversuche qualifizieren. Angriffsprüfungen mit Werkzeugen können nicht für nicht serienmäßig gefertigte oder bestehende Schauvitri-
nen durchgeführt werden. In diesem Fall kann die Einbruchhemmung von einem unabhängigen Sachverständigen beurteilt werden, der die verwendeten Materialien und das Konstruktionskonzept bewertet. Informationen über das Bewertungsverfahren sind in Anhang A enthalten.

Zerstörende Laborprüfungen können mit bekannten Angriffsverfahren und Werkzeugen durchgeführt werden. Die Widerstandsklasse für die Prüfschauvitri-
ne wird aus der Art und Dauer des Einsatzes der bei einem Einbruchsversuch verwendeten Werkzeuge bestimmt (Anhang B).

Die Befestigungselemente der Schauvitri-
ne dürfen nur vom verschlossenen Abteil der Schauvitri-
ne aus zugänglich sein.

5.2.3 Elektronische Sicherheit

Wenn bei der Risikobewertung für Diebstahl ein hohes Risiko festgestellt wird, ist die Bereitstellung oder Ergänzung eines Alarmsystems oder Abwehrsystems zu berücksichtigen. Der Betriebsmodus der Alarm- und Abwehrsysteme kann in Abhängigkeit von den Öffnungs- und Schließungszeiten angepasst werden und muss in das Sicherheitskonzept des gesamten Gebäudes integriert sein.

In die Schauvitrine eingebaute elektronische Alarmsysteme können die Zeit bis zum Eingreifen des Sicherheitspersonals (3.9) verkürzen. Abwehrsysteme (wie z. B. Vernebelung) können in geschlossenen Räumen während der Schließzeiten eingesetzt werden und dienen dazu, den Angriff oder die Flucht des Täters zu verlangsamen und damit die Zeit zu verlängern, die den Sicherheitsdiensten zur Reaktion zur Verfügung steht. Alle Alarmsysteme müssen EN 50131 (alle Teile) entsprechen. Fest verdrahtete, überwachte Systeme mit einer Hilfsstromversorgung sind zuverlässiger als jedes Einzelsystem.

5.2.4 Strukturelle Stabilität

Die strukturelle Stabilität einer Schauvitrine ist festgelegt als die Fähigkeit, sich nicht zu verformen, zusammenzufallen, sich zu verschieben oder umzufallen, entweder aufgrund ihres Eigengewichts oder aufgrund von aufgetragenen Lasten während ihrer gesamten Nutzungsdauer. Die strukturelle Stabilität ist durch bautechnische Berechnungen, Versuche oder umfangreiche Erfahrungen durch den Hersteller nachzuweisen.

Die strukturelle Stabilität einer Schauvitrine wird durch folgende Faktoren bestimmt: Materialien, Aufbau, Maße und Gewichtsverteilung sowie die Umgebung.

Schauvitрины, bei denen das Risiko besteht, dass sie umfallen, sollten mechanisch am Gebäude befestigt werden. Wenn die mechanische Befestigung einer freistehenden Schauvitrine nicht möglich oder unzureichend ist, kann eine Erhöhung des Gewichts der Schauvitrinengrundplatte helfen. Dabei sollte die maximale Belastung der lasttragenden Strukturen der Galerie berücksichtigt werden. Bei einer solchen Bewertung sind Punktelastungen der Schauvitrine in Kontakt mit dem Boden oder anderen lasttragenden Strukturen zu berücksichtigen.

Eine freistehende Schauvitrine muss in der Lage sein, einem zufälligen Anprall nach EN 1023-3:2000 zu widerstehen. Dies ist eine Mindestsicherheitsanforderung für Schauvitрины, die nicht am Boden verankert sind. Dadurch wird möglicherweise nicht verhindert, dass sich Schauvitрины bei einem Anprall bewegen/vibrieren. Eine Risikobewertung muss den möglichen Schaden für die Öffentlichkeit oder das Objekt bewerten und kann zu einer höheren Anforderung an die Stabilität der Schauvitrine führen (prEN 15999-1).

Für eine Schauvitrine, bei der das Risiko besteht, dass sie sich in geöffnetem Zustand plastisch verformt oder umkippt, ist ein zusätzliches Mittel zur dauerhaften Abstützung des Öffnungselements (z. B. Abdeckung, Tür) zu verwenden (z. B. hydraulische Stütze, Wagen).

5.2.5 Feuerwiderstand

Bei der Wahl der Konstruktionsmaterialien für die Schauvitrine ist das Ergebnis der Brandrisikobewertung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Nationale Vorschriften können darüber hinaus präventive Brandschutzmaßnahmen vorschreiben, die umzusetzen sind.

Die Schauvitrine sollte nach Möglichkeit aus nicht brennbaren Materialien bestehen. Wenn brennbare Materialien verwendet werden müssen, sollten solche bevorzugt werden, die nach EN 13501-1:2018 für das Brandverhalten zertifiziert sind.

Elektrische Kabel müssen flammhemmend sein, wie in EN 60332-1-2:2004 und EN IEC 60332-3-24:2018 festgelegt.

Die Materialien sind nach ihrem Brandverhalten auszuwählen. Das Brandverhalten ist die Fähigkeit des Materials, bei einem Brand als brennbar zu wirken. EN 13501-1:2018 enthält das Verfahren zur Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten und Bauarten, wie z. B. die Entzündbarkeit (z. B. A1, A2 und B) und die Rauchentwicklung bei thermischer Beanspruchung (z. B. s1).

Feuerwiderstandsklassen sind wie folgt festgelegt:

Klasse FR 0: keine Anforderungen an den Feuerwiderstand,

Klasse FR B: die für den Bau einer Schauvitrine gewählten Materialien müssen schwer entflammbar und die Rauchentwicklung bei thermischer Beanspruchung begrenzt sein. Alle Materialien, die für die Konstruktion einer Schauvitrine verwendet werden, sind nach EN 13501-1:2018 als B-s1 oder besser eingestuft,

Klasse FR A: Die für den Bau einer Schauvitrine gewählten Materialien müssen nichtbrennbar und die Rauchentwicklung bei thermischer Beanspruchung begrenzt sein. Alle Materialien, die für die Konstruktion einer Schauvitrine verwendet werden, sind nach EN 13501-1:2018 als A2-s1 oder besser eingestuft.

Besonders beachtet werden sollten elektrisch betriebene Geräte, die in Schauvitritten installiert sind, da diese eine mögliche Zündquelle darstellen. Um dieses Risiko zu berücksichtigen, kann das Material des Technikabteils, in dem elektrische Geräte untergebracht sind, als Material mit geringerem Brandverhalten nach EN 13501-1:2018 im Vergleich zur gewählten Feuerwiderstandsklasse festgelegt werden.

5.2.6 Beständigkeit gegen Spritzwasser

Der Schutz des Objekts im Inneren der Schauvitritten vor Spritzwasser kann wie folgt klassifiziert werden:

Klasse WR 0: keine Spezifikation erforderlich;

Klasse WR 1: zum Schutz gegen eindringendes Wasser wird als Schutzart nach ISO 20653:2013/EN 60529 mindestens IPX4 (Schutz gegen allseitiges Spritzwasser) empfohlen;

Klasse WR 2: zum Schutz gegen eindringendes Wasser nach Auslösung der Sprinkleranlage ist mindestens die Schutzart IPX5 (Schutz gegen Strahlwasser/Düsen) nach ISO 20653:2013/EN 60529 einzusetzen.

5.3 Versetzung von Schauvitritten

5.3.1 Allgemeines

Schauvitritten, insbesondere solche, die für wechselnde Ausstellungen eingesetzt werden, sind zu zerlegen und in ein Lager oder einen anderen Ausstellungsraum zu bringen. Dies ist möglicherweise auch ein wichtiger Aspekt für Dauerausstellungsvitritten, wenn die Ausstellung in regelmäßigen Abständen erneuert wird. Die Möglichkeit, eine Schauvitrine zu demontieren und zu transportieren, kann unter diesen Umständen in Betracht gezogen werden.

5.3.2 Demontage der Schauvitrine

Schauvitritten, die für wechselnde Ausstellungen ausgelegt sind, können wiederverwendet werden. Es ist nachhaltig, Schauvitritten für mehr als eine wechselnde Ausstellung zu nutzen. Eine Schauvitrine, die vom Endanwender (3.2) demontiert werden kann, ist von Vorteil, wenn die Schauvitrine transportiert oder gelagert werden muss. Die voraussichtliche Nutzungsdauer und die Anzahl der Nutzungszyklen/Demontagen der Schauvitrine sind in der Beschaffungsphase zu berücksichtigen. Entsprechend der technischen Auslegung der Schauvitrine werden die folgenden Kategorien unterschieden:

Klasse DS 0: kann vom Endanwender (3.2) nicht demontiert werden (außer zur Entsorgung);

Klasse DS 1: ausgelegt, um vom Endanwender (3.2) teilweise in Baugruppen/Module zerlegt zu werden;

Klasse DS 2: ausgelegt, um vom Endanwender (3.2) vollständig in seine Einzelteile zerlegt zu werden.

5.3.3 Transport einer Schauvitrine

Die Planung und Durchführung von Ausstellungen erfordern eine umfassende und vorausschauende Planung von Personal und Ausrüstung. Für den Transport innerhalb eines Gebäudes über eine Strecke von 100 m auf einem glatten Boden mit einer Tragfähigkeit von 250 kg/m² werden die folgenden Kategorien definiert:

Klasse TS 1: kann vom Museumspersonal mit den im Handbuch festgelegten Werkzeugen bewegt werden;

Klasse TS 2: kann durch den Hersteller oder durch vom Hersteller autorisiertes Personal bewegt werden.

5.4 Kennzeichnung

Jede Konstruktion ist mit einem individuellen Etikett zu versehen, das im Inneren der Schauvitrine dauerhaft angebracht ist.

Der Ort, an dem sich das individuelle Etikett befindet, ist im Handbuch anzugeben und muss für den Endanwender (3.2) leicht zugänglich sein.

Die Schauvitрины sind eindeutig und dauerhaft auf einem fest angebrachten Metallschild, das nur bei geöffneter Schauvitrine sichtbar ist, mit mindestens den folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- a) Name oder die Kennnummer des Herstellers;
- b) Bezeichnung des Produkts;
- c) Klassifizierungen nach EN 15999-2;
- d) Herstellungsjahr.

Die zusätzliche Kennzeichnung kann umfassen:

- f) Modellnummer und Beschreibung;
- g) Größe und das Gewicht des Produkts;
- h) Seriennummer.

Anhang A (informativ)

Bewertungsverfahren für Schauvitri- nen aus nicht serienmäßiger Produktion

Physische und zerstörende Angriffsprüfungen mit Werkzeugen können bei speziell angefertigten kundenspezifischen und bestehenden Schauvitri-
nen nicht angewendet werden, da die geprüfte Schauvitrine beschädigt wird. Die Einbruchhemmung kann von einem unabhängigen Sachverständigen durch Bewertung der verwendeten Materialien und Konstruktionen näherungsweise bestimmt werden.

Der physische Widerstand von Schauvitri-
nen hängt von der Wahl des Materials ab, das für ihre Konstruktion verwendet wird (z. B. Rahmenkonstruktionen und verglaste Teile), sowie von den Befestigungs- und Verschlusssystemen (wie Schrauben, Verschlüsse, Scharniere, Schlösser). Bei der Auslegung sollten die technischen Möglichkeiten für potenzielle Täter berücksichtigt werden.

Die Schwachstellen einer Schauvitrine sind im Allgemeinen:

- Zugangspunkte;
- Technikabteile;
- Glas: dieser Werkstoff bietet verschiedene Schutzgrade;
- die Befestigung und Stabilität der Schauvitrine sowie die Befestigung des Objekts in der Schauvitrine;
- Böden und Oberteile.

All diese verschiedenen Punkte sollten gleichzeitig berücksichtigt werden.

Das Technikabteil und der Ausstellungsraum sollten so ausgelegt sein, dass die Entnahme von Gegenständen verhindert wird.

Die Größe der Öffnungen zum Technikabteil sollte auf das für die Instandhaltung der Schauvitrine erforderliche Minimum reduziert werden.

Der Widerstand von Schauvitri-
nen kann verbessert werden, wenn die Konstruktionsmaterialien einbruchhemmende Bauteile nach Tabelle A.1 sind.

Tabelle A.1 — Physischer Widerstand der zu berücksichtigenden Schauvitrienen-Materialien

		Physischer (mechanischer) Widerstand von Bauteilen der Schauvitrine		
Klasse der Schauvitrine	Reaktionszeit des Bauwerks <i>T</i> Minuten	Glas <i>(EN 356 [10])</i>	Rahmen <i>(EN ISO 12209 [11], EN 1667 [12], EN 1627 [13], EN 1522 [14])</i>	Zylinder <i>(EN 1303 [15])</i>
A	$T > 15$	P8B ⁽⁴⁾ oder BR1 bis BR7 oder SG1 ⁽⁵⁾ (gegen Schusswaffen)	RC6 FB1 à FB7 nur Stahl unverglaste Metallwände	Ziffer 7 ⁽⁶⁾ = 6 Ziffer 8 ⁽⁷⁾ = D
B		P7B ⁽⁴⁾ oder BR1 bis BR7 oder SG1 ⁽⁵⁾ (gegen Schusswaffen)	RC5 FB1 à FB7 nur Stahl unverglaste Metallwände	Ziffer 7 = 6 Ziffer 8 = D
C	$5 < T \leq 15$	P6B ⁽³⁾	RC4 nur Stahl unverglaste Metallwände	Ziffer 7 = 6 Ziffer 8 = B
D		P5A ⁽²⁾	RC3 Stahl oder verstärktes Aluminium Metallwand	Ziffer 7 = 4 Ziffer 8 = A
E	$T \leq 5$	Verbundsicherheitsglas P4A, 4.4.2	RC2	x
F		kein besonderer Widerstand festgelegt Einfachglas und PPMA akzeptiert	kein besonderer Widerstand festgelegt Holz, MDF akzeptiert ⁽¹⁾	x

Die Bewertung des Sachverständigen sollte dokumentiert werden, um die Widerstandsklasse einschätzen zu können.

Der Bericht des Sachverständigen sollte folgende Angaben enthalten:

- 1) Name und Anschrift der Person oder der Stelle, die die Bewertung durchgeführt hat;
- 2) Name des Auftraggebers;
- 3) Einzelheiten der Bewertung, einschließlich:
 - 1) Angaben zum Typ;

- 2) Angaben zu den Arten der verwendeten Materialien, Geräte und Schlösser;
- 3) Verriegelungsbedingungen während der Bewertung;
- 4) geschätzte Widerstandszeit;
- 5) Datum des Berichts;
- 6) Unterschrift der verantwortlichen Person.

Der Untersuchungsbericht sollte den Unterlagen der Schauvitrine beigefügt werden. Die Schauvitrine selbst ist nicht gekennzeichnet.

Anhang B (normativ)

Prüfverfahren für zertifizierte Sicherheits-Schauvitrienen

B.1 Allgemeines

Die Prüfungen dienen dazu, die Qualität des Widerstands einer Schauvitrine aus einer Serien- oder Einzelherstellung zu bestimmen, indem die Widerstandszeit für verschiedene Arten von Angriffen mit Werkzeugen bestimmt wird.

Die Klassenzuordnung legt fest, welche Werkzeuge tatsächlich in der Prüfung verwendet werden können; die Auswahl der Werkzeuge liegt in der Verantwortung der Sachverständigen, die die praktische Prüfung durchführen werden.

Die Person/Einrichtung, die die Werkzeugprüfung in Auftrag gibt, muss im Voraus in Absprache mit dem Prüflaboratorium festlegen, für welche Klasse das Produkt geprüft werden soll.

Um sicherzustellen, dass die Ergebnisse praktischer Prüfungen sowohl zuverlässig als auch vergleichbar (zwischen verschiedenen Prüfinstituten) sind, sollte die Prüfung nur von Prüfinstituten durchgeführt werden, die für die Prüfung einbruchhemmender Produkte (z. B. Fenster und Wertgegenstände) akkreditiert sind und über angemessene Erfahrung verfügen.

Während die Farbgebung der Schauvitrine unbegrenzt variiert werden kann, muss die Konstruktion aller tragenden und sicherheitsrelevanten Bauteile für die jeweilige Klasse gleich bleiben. Die Größe der Schauvitrine ($\pm 10\%$) und die Beleuchtungsausstattung (z. B. LED-Lampen statt Leuchtstoffröhren) dürfen in begrenztem Umfang variieren, die Anzahl und Konstruktion der Verriegelungspunkte und die Verglasungsklassen müssen gleich bleiben.

Die Ergebnisse und die Wiederholbarkeit hängen von den Fähigkeiten der Prüfgruppe ab. Den Prüflaboratorien wird daher empfohlen, an einem laborübergreifenden Erfahrungsaustausch teilzunehmen, um sicherzustellen, dass das normative Verfahren stets angewendet wird. Die Ergebnisse verschiedener Laboratorien können sonst zu stark voneinander abweichen.

Falls die Schauvitrine in verschiedenen Ausführungen mit geringfügigen Abweichungen hergestellt wird, sind die Prüfungen an der Ausführung mit dem niedrigsten Widerstandswert durchzuführen. Alle Bauteile der Schauvitrine können als Angriffspunkte ausgewählt werden, wie z. B. Schlösser, Grundplatten, Türen, Hauben, Befestigungspunkte usw.

Das unabhängige Prüfpersonal (bestehend aus einem Prüfleiter, einem zweiten Prüflingenieur sowie einem Zeitnehmer und Protokollführer) (siehe 5.2.2) muss zusätzlich zur Prüfschauvitrine über alle Konstruktionsunterlagen verfügen, um ein optimiertes Angriffskonzept zu erstellen.

Technische Dokumentation für die Prüfung

Die folgenden technischen Informationen müssen dem Prüfer vor Beginn der Prüfung zur Verfügung stehen:

- Datum der Herstellung des Produkts;
- Name des Herstellers und Name des Antragstellers, der die Prüfung angefordert hat;
- Angabe des Produkttyps;
- gewünschte/angestrebte Widerstandsklasse;

- die Erklärung enthält auch Informationen über:
 - 1) mögliche Varianten (Größen);
 - 2) technische Vorrichtungen, die regulär oder optional innerhalb oder auf der Basis vorhanden sind (Hinweis: diese sollten für die Prüfung deaktiviert werden);
 - 3) Verwendungszweck.
 - Zeichnungen (alle Konstruktionszeichnungen) der Schauvitrine einschließlich der verwendeten Fertigbauteile mit den folgenden Angaben:
 - 1) Gewicht, Material, Außen- und Innenmaße sowie Fertigungstoleranzen;
 - 2) horizontale und vertikale Querschnitte;
 - 3) Anzahl, Anordnung und Eigenschaften von Schlössern, Riegeln und anderen Verriegelungsvorrichtungen.
- ANMERKUNG Eine Schließeinrichtung kann Teil des Überwachungssystems sein (z. B. elektronisches Schließen) oder eine systemunabhängige Einheit (z. B. mechanisches Schließen).
- 1) Anzahl und Position der Öffnungsvorrichtung(en), ihre Maße (z. B. Querschnitt der Türbolzen), Griffe usw. (beweglich oder unbeweglich);
 - 2) Lage und Auslegung von Teilbereichen mit besonderer Schutzausrüstung;
 - 3) Einzelheiten der Befestigung oder Verankerung aller für die physische Sicherheit relevanten Elemente (z. B. Konstruktion und Lage der Verbindungen);
 - 4) Kennzeichnung, Anordnung und Maße der Öffnungen, die in den Ausstellungsbereich führen (innerhalb der Schauvitrine);
 - 5) Einzelheiten zu optionalen Merkmalen wie Zeitverzögerungen im Schließsystem.
- Liste aller Schlösser, die eingebaut werden dürfen, mit Angabe des Herstellers und der Modellnummer.
 - Spezifikation der Materialien, sofern sie nicht in den Zeichnungen enthalten sind.
 - Informationen über alle Geräte, die im Falle eines erkannten Angriffs Gas, Rauch usw. erzeugen sollen,
 - Informationen über physische Angriffe, bei denen schädliche Substanzen freigesetzt werden sollen.
 - Informationen über die Art und Anordnung von Kabeln und/oder Vorrichtungen für die Erkennung von Durchbrüchen, für die Montage von elektromechanischen Sicherheitsvorrichtungen, Alarmvorrichtungen, Beleuchtung usw.
 - Installationsanleitung mit mindestens den folgenden Angaben:
 - 1) Anweisungen zur Verankerung der Schauvitrine auf dem Boden oder auf einer anderen Fläche; die technischen Anforderungen an diese Befestigungsfläche müssen ebenfalls beschrieben werden;
 - 2) Angaben zur Verankerung der Schauvitrine in nicht genormten (beschriebenen) Aufbaubereichen (z. B. kein Betonboden, keine Ziegelwände).

Für Schauvitrinen, die elektrische oder elektronische Bauteile, Software oder andere Überwachungs- oder Abwehrkomponenten enthalten, sind die folgenden Angaben vorzulegen:

- Liste aller verwendeten Baugruppen (Typ und Lieferant); Motoren, Getriebe, Kabelbäume, Leiterplatten, Gasbehälter, Wärmepumpen, Beleuchtungssysteme usw.;
- Hardware- und Softwareinformationen für alle Module im System;
- die eindeutige Versionsnummer der Software eines integrierten Systems;
- Gebrauchsanleitung für:
 - 1) Betrieb und Instandhaltung des Produkts einschließlich aller Einrichtungen und Schlösser;
 - 2) alle vorgefertigten und verwendeten Teile (z. B. Schlösser).

B.2 Probe-Schauvitrine

Die Probe-Schauvitrine muss ein voll funktionsfähiges Produkt mit allem Zubehör sein. Die Schauvitrine muss entsprechend der Installationsanleitung des Herstellers zusammengebaut werden.

ANMERKUNG Unter Umständen sind mehrere Schauvitri­nen für die Prüfung erforderlich.

Vorbereitung und Untersuchung der Probe-Schauvitrine

Die Probe-Schauvitrine muss vollständig mit dem in der Gebrauchsanweisung festgelegten Verankerungssystem zusammengebaut, geschlossen und verriegelt sein.

Die Schauvitrine auf dem Prüfstand muss einer Sichtprüfung auf Schäden, beschädigte Bereiche oder besondere Oberflächenbedingungen usw. unterzogen werden. Die Beobachtungen müssen aufgezeichnet werden.

Alle zugänglichen Beschläge und technischen Öffnungen, die ohne Schlüssel oder Werkzeug entriegelt werden können, müssen bei allen Prüfungen entriegelt sein.

Während der Prüfung müssen alle nicht physischen Abwehrsysteme, wie z. B. die Emissionssysteme für Nebel usw., ausgeschaltet werden.

B.3 Klima im Prüfraum

Die Temperatur im Prüfraum muss zwischen 15 °C und 30 °C gehalten werden.

Die relative Luftfeuchte (3.7) im Prüfraum muss zwischen 30 % und 70 % liegen.

B.4 Prüfpersonal

B.4.1 Allgemeines

Die Anforderungen an das Prüfpersonal müssen EN ISO/IEC 17025:2017, 6.2, entsprechen.

B.4.2 Zusammenstellung der Prüfgruppe

Die Prüfgruppe muss aus einem Prüfleiter, einem zweiten Prüflingenieur, einem Zeitnehmer und einem Protokollführer bestehen.

Mindestens zwei Mitglieder der Bewertungsgruppe müssen befähigt sein, die manuelle Prüfung durchzuführen.

Mindestens ein Mitglied der Prüfgruppe muss über die notwendigen Kenntnisse verfügen, um die Daten und Beobachtungen aufzuzeichnen, damit ein Prüfbericht erstellt werden kann.

Wesentliche Fähigkeiten der Mitglieder der Bewertungsgruppe

Die Mitglieder der Bewertungsgruppe müssen nachweisen, dass sie sich konzentrieren können und motiviert genug sind, den Einbruchversuch ohne Unterbrechung durchzuführen:

- sie sind körperlich in der Lage, an der Prüfung teilzunehmen und den während der Prüfung zu erwartenden körperlichen Belastungen standzuhalten;
- sie haben keine Bewegungseinschränkungen und können normal sehen, gegebenenfalls mit einer Sehhilfe;
- sie sind in der Lage, die gängigen Norm-Aufbruchversuche mit angemessenem, aber nicht übermäßigem Krafteinsatz, der einem für die Widerstandsklasse zu erwartendem Angriff entspricht, durchzuführen und sind somit zur Durchführung der manuellen Prüfung befähigt.

Das Prüfpersonal muss außerdem über umfassende Kenntnisse zu den folgenden Punkten verfügen:

- die Auslegung und Fertigung von Bauprodukten für den Einbruchschutz, einschließlich Schlösser, Beschläge und verwendete Materialien;
- die derzeitige Praxis bei Aufbruchversuchen;
- die Bedienung und Einstellung der Prüfgeräte;
- die Bedienung, Einstellung und Instandhaltung des Abbruchwerkzeugs;
- die Bedienung, Einstellung und Instandhaltung der Messgeräte;
- die Handhabung des Werkzeugs bei der Durchführung des Einbruchversuchs.

B.5 Prüfverfahren

B.5.1 Allgemeines

Die Prüfung muss die für den Täter erfolgversprechendste Vorgehensweise simulieren. Es ist daher zulässig, bis zum Erreichen der maximal zulässigen Prüfzeit möglichst viele Tatvorgänge/Szenarien umzusetzen und weitere, ebenfalls erfolgversprechende Tatvorgänge zu prüfen, nachdem eine Prüfung ohne Überwindung des Probekörpers durchgeführt wurde.

Obwohl die am Probekörper aufgewendete Gesamtarbeitszeit die nach der Tabelle zulässige Prüfzeit deutlich überschreiten kann, sollte die Prüfung als nicht bestanden bewertet werden (Probekörper überwunden), wenn ein Prüfverfahren innerhalb der festgelegten Zeit bleibt.

Messausrüstung

Die folgenden Messgeräte müssen vorhanden sein:

- a) Stoppuhr zur Messung der Widerstandszeit RT (en: resistance time);
- b) Stoppuhr zur Messung der Gesamtprüfzeit;
- c) Messgerät zur Bestimmung der Temperatur und der relativen Luftfeuchte (3.7).

B.5.2 Video/digitale Aufzeichnung

Die an jeder Schauvitrine durchgeführten Vor- und Hauptprüfungen müssen vollständig mit einem Video-/ Digitalrekorder aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnung und mögliche Kopien dürfen weder veröffentlicht noch öffentlich gezeigt werden.

ANMERKUNG 1 Die Aufzeichnung kann als Referenz für spätere Änderungen am Produkt verwendet werden.

Auf der Aufzeichnung sollte eine Zeitreferenz oder ein Code vorhanden sein.

Wenn ein Prüflabor mit der Durchführung der Prüfung beauftragt und ein Video aufgezeichnet wird, sollte das Prüflabor Einschränkungen für die Verwendung des Videos in die Vertragsbedingungen mit dem Kunden aufnehmen.

B.5.3 Angriffswerkzeuge

Die Schauvitriken müssen in ihrer Gesamtheit manuellen Angriffsversuchen mit festgelegten Werkzeugsätzen für die festgelegten Angriffszeiten standhalten. Die Werkzeuge sind in Tabelle B.1 aufgeführt.

Die Werkzeugkategorie A enthält den so genannten Basis-Werkzeugsatz. Alle Werkzeugsätze bauen aufeinander auf. Der Satz A2 enthält somit auch alle Werkzeuge von Satz A1 und den Basis-Werkzeugsatz, usw.

Maßnahmen zum Schutz des Prüfpersonals sind grundsätzlich zulässig (z. B. Meißel in Verbindung mit einem speziell ausgelegten Meißelhalter).

Die Verwendung von Spezialwerkzeugen, die mit angemessenem Aufwand hergestellt werden können und die im konkreten Fall die Überwindung des Probekörpers erheblich erleichtern, ist zulässig.

Der Zeitplan für die Prüfung mit diesen Werkzeugen sollte zwischen dem Prüfinstitut, dem Hersteller und einer betroffenen dritten Partei (z. B. einem Sachversicherer) festgelegt werden.

Sicherheitshinweis – Werkzeugsicherheitsvorrichtungen wie Schutzvorrichtungen, Sicherungen und andere Strombegrenzungsfunktionen und/oder Höchstdrehzahlregler sollten nicht entfernt oder verändert werden.

Geräuschemissionen oder physische Zerstörung werden nicht berücksichtigt. Die Wahl, ob, wo und wie die Werkzeuge entsprechend der Tabelle und innerhalb der Zeitbegrenzung eingesetzt werden, liegt allein in der Verantwortung der Prüfgruppe.

Wenn es aus Sicht der Prüfgruppe zweckmäßig und möglich ist, die Schauvitrine nach Überwindung der Verankerung umzuwerfen, um die Zugangsmöglichkeiten zu verbessern, ist dies zulässig. Die Zeit für die Neupositionierung des Probekörpers wird zur Prüfzeit hinzugerechnet.

Tabelle B.1 — Liste der Werkzeuge

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Aktion/Prüfwerkzeuge die Werkzeuge können noch genau spezifiziert werden (Länge der Zangen, Leistung der Elektrowerkzeuge, Material der Bohrer, usw.) Diamant-Werkzeug	Werkzeugsatz A1/ EN 1630:2021 mit Ergänzung; Haushaltsmesser; Pinzette, Draht, kleine Zange, Schnur, Klebeband, kleiner Schraubendreher; zusätzlich kleiner Hammer (z. B. 150 g)	zusätzlich A2/ EN 1630:2021 mit Ergänzungen; Handsägen, Keile, Zangen, Hebelverlängerung, zusätzlich Hammer (250 g), Schraubendreher 30 cm (2×)	zusätzlich A3 und A4/ EN 1630:2021 zusätzlich Entsperrwerkzeuge (manueller „Entsperrwerkzeugsatz“ und elektro-mechanische „Pickpistole“	zusätzlich A5/ EN 1630:2021 dieses muss bereits ein Beil / mittelgroße Axt im Werkzeugsatz enthalten (z. B. Kopfgewicht etwa 0,8 kg)	zusätzlich A6/ EN 1630:2021 gegebenenfalls eine kleine Kettensäge; zusätzlich zum Spalthammer ist eine Axt mit längerer Schneide in das Werkzeugset aufzunehmen.
Verglasung (Mindestempfehlung)	P4A	P5B	P6B	P7B	P8B
Prüfzeit, netto	1 min	3 min	5 min	10 min	15 min