



# **Konservatorische Richtlinien für den Ausstellungsbetrieb in den Liegenschaften der Bayerischen Schlösserverwaltung**

## **1 Klimatisierung historischer Innenräume**

- 1.1 Richtwerte
- 1.2 Klimageräte
- 1.3 Klimamessung und Auswertung

## **2 Beleuchtung historischer Innenräume**

- 2.1 Lichtschutz
- 2.2 Leuchtmittel

## **3 Vitrinenbau und Ausstellungsarchitektur**

- 3.1 Schadstoffe
  - 3.1.1 Anforderungen an Materialien
  - 3.1.2 Schadstoffnachweise und Schadstoffabsorber
- 3.2 Klimatisierung von Vitrinen
  - 3.2.1 Dichtigkeit
  - 3.2.2 Baumaterialien
  - 3.2.3 Klimatisierungsmöglichkeiten
  - 3.2.4 Sockelkonstruktionen
  - 3.2.5 Klimamessgeräte
- 3.3 Konstruktion und Statik
- 3.4 Vitrinensicherheit

## **4 Sicherheit**

- 4.1 Alarmsicherung
- 4.2 Mechanische Objektsicherung
- 4.3 Tastschutz

## **5 Erschließung der Räumlichkeiten**

- 5.1 Depot
- 5.2 Logistik
- 5.3 Notfallplan

## **6 Checkliste**



## 1. Klimatisierung historischer Innenräume

Bei der Klimatisierung von Innenräumen mit historischer Ausstattung muss darauf geachtet werden, dass die gewöhnlich vorherrschenden Umgebungsbedingungen nicht für die Ausstellungsdauer schockartig geändert werden und die Ausstattung (Wandgemälde, Stuck, Holzböden) dadurch Schaden nimmt. So kann es z.B. in eher feuchten Räumen zu spontanen Salzausblühungen kommen, in ausgekühlten Räumen kann bei einer aktiven Befeuchtung Kondenswasserbildung auftreten.

Die Klimatisierung von historischen, denkmalgeschützten Innenräumen für den Ausstellungsbetrieb ist eine komplexe, kostenaufwändige und wartungsintensive Aufgabe. Historische Gebäude weisen eine Vielzahl von schwer kalkulierbaren Klimarisiken auf (z.B. unterschiedlich dichte Fenster). Aus Denkmalschutzgründen verbieten sich massive Eingriffe in die Gebäudehülle. In den meisten Fällen reichen die vorhandenen Klimatisierungsmethoden und -gerätschaften (Heizung, Luftbefeuchter, Lüftungsanlagen, Thermohygrographen) nicht aus, um den Anforderungen einer temporären Ausstellung mit empfindlichen Leihgaben und größerem Besucherandrang standzuhalten.

Um den Gerätebedarf sicher bestimmen zu können, sollten im Jahr davor bereits Messungen des Ist-Klimas vorgenommen und im besten Fall repräsentative Räume in einem Probelauf klimatisiert werden. Die dabei gewonnenen Klimakurven sind bei Verhandlungen mit Leihgebern eine wichtige Argumentationsgrundlage, da viele erst nach der Vorlage von stabilen Klimakurven ihre Objekte für die Ausleihe freigeben.

Generell sollte schon bei der Erstellung des musealen Konzeptes die Machbarkeit einer Klimatisierung kritisch geprüft werden. Oft lassen sich die Kosten und der Aufwand für eine Klimatisierung drastisch verringern, wenn man diese auf wenige Räume beschränkt und empfindliche Exponate dort konzentriert oder in Vitrinen präsentiert. Die verschiedenen Materialgruppen haben zudem unterschiedliche klimatische Anforderungen (z.B. Metall 40% rH, Pergament 55% rH) und lassen sich dadurch nicht problemlos nebeneinander präsentieren.

### 1.1 Richtwerte

Kunstwerke können durch falsche klimatische Bedingungen irreversibel geschädigt werden. Problematisch sind dabei vor allem Klimaschwankungen  $>10\%$  rH/Tag, diese sollten unbedingt vermieden werden. Sinkt die relative Luftfeuchtigkeit (rH) unter 40% trocknen organische Materialien (Holz, Leinwand, Bindemittel) aus, es drohen Spannungen und Versprödungen im Materialgefüge. Die Folge davon sind abplatzende Farbschollen und verzogene Hölzer etc.. Bei Luftfeuchten über 60% quellen organische Materialien auf, dadurch verlieren Bindemittel ihre Klebkraft, Leinwand und Holz dehnen sich aus, verlieren ihre Form und können dadurch weniger hygroskopische Malschichten absprengen. Bei Metallen kommt es zu Korrosion an der Oberfläche und bei Feuchtwerten über 65% über einen längeren Zeitpunkt ist Schimmelwachstum wahrscheinlich.



Für die Kunstwerke aus dem Besitz der Bayerischen Schlösserverwaltung (BSV) sind keine starren und verallgemeinernden Richtwerte festgelegt. Jedes Kunstwerk hat durch seine materialspezifischen Eigenschaften eigene Toleranzwerte. Zudem beeinflussen der Vorschädigungsgrad, der Erhaltungszustand, eingebrachte Restaurierungsmaterialien und auch die langjährige Konditionierung in bestimmten Umgebungsbedingungen die individuellen klimatischen Bedürfnisse.

Die folgende Tabelle gibt die allgemein gültigen Museumsrichtlinien wieder, die erfahrungsgemäß von Leihgebern eingefordert werden. Bei der Einhaltung dieser Klimawerte wird das Schadensrisiko für Kunstwerke minimiert. Bei Nichteinhaltung können laut der meisten Leihverträge die Kunstwerke abgezogen werden, oder im Nachhinein Kosten für die Behebung entstandener Schäden eingefordert werden.

Kunstgattung/Material	Relative Feuchte	Temperatur
Gemälde und Skulpturen	55% $\pm$ 3%	18°C - 22°C
Möbel und Holzobjekte	55% $\pm$ 3%	18°C - 22°C
Grafik, Bücher und Tapeten	50% $\pm$ 3%	15°C - 20°C
Textilien, Tapisserien	50% $\pm$ 3%	18°C - 22°C
Wandmalerei, Stuck und Stein	55% $\pm$ 3%	18°C - 22°C
Keramik, anorganische Materialien	50% $\pm$ 3%	18°C - 22°C
Kunstgewerbe, organische Materialien	55% $\pm$ 3%	18°C - 22°C
Metall	40% $\pm$ 3%	18°C - 22°C
Schatzkunst	50% $\pm$ 3%	18°C - 22°C

**In enger Abstimmung mit dem zuständigen Fachrestaurator der BSV wird entsprechend der individuellen Raumsituation der erforderliche Klimakorridor festgelegt, um eine Schädigung des Kunstwerkes während der Ausstellung ausschließen zu können.**

## 1.2 Klimageräte

Bei der temporären Klimatisierung von Denkmälern kommen in erster Linie mobile Luftbefeuchter und -entfeuchter und gegebenenfalls auch Kühlgeräte zum Einsatz.

Um den erforderlichen Bedarf an Geräten ermitteln zu können, sind Aufzeichnungen des natürlichen Gebäudeklimas im Vorfeld sinnvoll. Ebenso in die Berechnung einbezogen werden die zu erwartenden Besucherzahlen und der Verlauf der Führungslinie bzw. die Ein- und Ausgangssituation (höhere Luftwechselrate). Aus finanzieller Sicht empfiehlt es sich, die erforderlichen Geräte bei Fachfirmen auszuleihen und direkt vor Ort liefern zu lassen.

Vor allem Kühlgeräte und Luftentfeuchter haben einen sehr hohen Stromverbrauch. Frühzeitig ist abzuklären, ob in den entsprechenden Räumen ausreichend Stromanschlüsse und auf die entsprechende Leistung ausgelegte Stromleitungen vorhanden sind. Für eine sinnvolle Klimatisierung ist Dauerstrom erforderlich. Durch die Aufhebung der Nachtabschaltung kann eine Aufrüstung des Brandschutzes notwendig werden.



Bei der Planung und Gestaltung der Ausstellung sind die Standorte der Klimageräte zwingend zu berücksichtigen. So können die ästhetisch wenig ansprechenden Geräte in die Ausstellungsarchitektur integriert werden und fallen nicht als „Technikinseln“ unangenehm auf. Dabei ist zu beachten, dass die Geräte nicht zu sehr eingeschalt/zugebaut werden, um ihre Wirksamkeit nicht zu beeinträchtigen. Empfindliche Böden müssen gegen Kratzspuren durch die Gerätefüße/-rollen und Wasserspritzer geschützt werden, auch hier empfiehlt es sich frühzeitig über eine ästhetische Lösung nachzudenken.

Luftentfeuchter müssen meist täglich entleert, Luftbefeuchter meist täglich befüllt werden. Eine einfache Zugänglichkeit zu den Geräten muss gewährleistet sein. Zudem sind regelmäßige Reinigungen der Geräte durchzuführen (ca. vierwöchiger Turnus), dabei können die Geräte, je nach Gerätetyp, partiell demontiert werden oder sie müssen im Ganzen an den Waschplatz transportiert werden. Der Waschplatz sollte sich auf der gleichen Geschoßebene befinden oder mittels Aufzug erreichbar sein. Die Ausrüstung des Waschplatzes mit einer Duschwanne oder einem Bodenabfluss ist notwendig, um die Reinigung effizient durchführen zu können.

### **1.3 Klimamessung und Auswertung**

Zur Klimamessung während der Ausstellung kommen Thermohygrographen oder Datenlogger in Frage. Erfahrungsgemäß ist ein Gerät pro Ausstellungsraum nötig. Ihre Standorte müssen ausreichend weit entfernt von verfälschenden Umgebungseinflüssen wie Sonneneinstrahlung oder Luftauslässen von Klimageräten sein.

Thermohygrographen können auch von ungeschultem Personal nach einer entsprechenden Einweisung betreut und unmittelbar abgelesen werden. Auch längere Aufzeichnungsabschnitte sind auf einen Blick sichtbar, der Kurvenverlauf der letzten Tage kann sofort und in situ bewertet werden.

Bei Datenloggern mit Display kann nur die jeweilige Momentaufnahme vor Ort abgelesen werden. Die Darstellung der Kurven ist nur mittels Computer mit der entsprechenden Software und Personenschulung möglich. Es empfiehlt sich ein kabel- oder funkbasiertes System, das die Werte ins Ausstellungsbüro oder auf eine Internetplattform überträgt; bei der Überschreitung von Toleranzwerten sollte eine Alarmfunktion aktiviert werden.

Thermohygrographen sind relativ groß und werden üblicherweise in Höhe der Kunstwerke auf stabilen Sockeln platziert. Eine Einbeziehung der Sockel und Messgeräte in die Ausstellungsarchitektur ist sinnvoll.



## 2. Beleuchtung historischer Innenräume

Tageslicht und künstliches Licht verursachen an Kunstwerken massive Schäden. Lichtschäden sind irreversibel. Restaurierungen können den entstandenen Schaden nur mildern. Auch geringe Lichtmengen schädigen die Kunst, es gibt keinen ungefährlichen Grenzwert, nur völlige Dunkelheit stoppt die photochemischen Abbauprozesse. Angegebene Grenzwerte sind daher als Kompromiss zwischen Schutz und Erlebbarkeit des Kunstwerkes zu verstehen, so ist zum Beispiel die Beleuchtungsstärke von 50 Lux die geringste Menge, bei der das menschliche Auge noch deutlich sehen kann. Außerhalb der Öffnungszeiten und bei geringem Besucherandrang sollten die Räume verdunkelt werden, um die insgesamt Lichtdosis zu minimieren (Bewegungsmelder).

Ein besonders hohes Schädigungspotential hat die für das menschliche Auge nicht wahrnehmbare UV-Strahlung, die jedoch relativ unproblematisch ausgefiltert werden kann (siehe 2.2). Eine Reduzierung des ebenfalls schädlichen sichtbaren Lichtes kann nur durch Verdunkelung erreicht werden. Vorgeschriebene Höchstwerte von 50 Lux können nur durch eine Vollverdunkelung und eine punktuelle Ausleuchtung mit geeignetem Kunstlicht erreicht werden, es empfiehlt sich die Schaffung von gedimmten Übergangszonen (Lichtschleusen), damit sich das Auge des Besuchers an die reduzierte Lichtstärke gewöhnen kann. Auch die Einrichtung einer Raum-in-Raum-Installation (black box), die völlig abgedunkelt ist, kann sinnvoll sein.

Die Empfindlichkeit der Exponate ist vom jeweiligen Material abhängig. Textilien und Grafik können beispielsweise schon nach wenigen Wochen intensiver Lichtexposition ausbleichen, nach wenigen Jahren kommt es zum Totalverlust. Bei diesen Materialien ist die zulässige Beleuchtungsstärke 50 Lux. Bei Gemälden, Möbeln und gefassten Holzobjekten kann eine Beleuchtungsstärke von 150 Lux toleriert werden. Relativ unempfindlich gegen Licht sind anorganische Materialien wie Metall, Stein, Keramik und Wandmalerei. Direkte Sonneneinstrahlung muss wegen dem Wärmeeintrag (IR-Strahlung) und der daraus folgenden lokalen Austrocknung des Materials auch hier grundsätzlich vermieden werden. Besonders zu beachten ist der tages- und jahreszeitlich unterschiedliche Sonnenstand, der sich im Lauf der Ausstellungsdauer verändert und der Lichteinfall dadurch um mehrere Meter variieren kann.

Für den Lichtschutz in Denkmälern gibt es keine Standardlösung. Vor allem historischer Fensterbestand verlangt nach schonender Behandlung und individuellen Lösungen, die in enger Zusammenarbeit aller Beteiligten erarbeitet werden müssen (B,M, Bauamt, PK).

### 2.1 Lichtschutz

Sofern der Einfall von Tageslicht gewünscht ist, muss auf eine Herausfilterung der UV-Strahlung und zusätzlich auf eine ausreichende Reduzierung der gesamten Strahlungsenergie geachtet werden.

UV-Strahlung kann durch transparente Spezialfolien herausgefiltert werden, diese können auf die Fensterscheiben geklebt, oder frei vor das Fenster gehängt werden. Das Aufkleben von Folien hat sich nicht bewährt: die Schutzwirkung lässt mit der Zeit nach, es treten Trübungen, Verfärbungen und Blasenbildungen auf, eine für das Fensterglas schadensfreie Wiederablösung der Folien ist



nur (wenn überhaupt) mit einem hohen finanziellen Aufwand möglich. Folien sind darum frei an die Innenseiten der Fenster zu hängen oder als Rollo zu installieren (Materialangaben).

Als zweckmäßig hat sich ein UV-Schutz mittels Plexiglas (z.B. PLEXIGLAS UV Gallery® 100) erwiesen, der bei Doppelfenstern einfach zwischen die Fensterebenen eingestellt wird oder über kleine Haken am Fensterrahmen oder Magnete an der Fensterscheibe befestigt wird.

Sichtbares Licht kann durch Lichtschutzvorhänge oder getönte Plexiglasscheiben (z.B. Quinn™ Cast) auf das geforderte Maß reduziert werden. Lichtschutztextilien können als geraffter Vorhang oder als Flächenvorhang gehängt werden, sie können auch bedruckt und als Schrifffahnen vor die Fenster gestellt werden. Auf die vorgeschriebenen Brandklassen ist zu achten, PVC- und halogenhaltige Materialien sind auszuschließen.

## 2.2 Leuchtmittel

In Ausstellungen werden heute hauptsächlich Halogen- oder LED-Leuchtmittel eingesetzt.

Halogenlampen erzeugen UV-Strahlung, die durch entsprechende Filter am Leuchtengehäuse eliminiert werden muss. Handelsübliche UV-Stop-Lampen, bei denen bereits der Glaskolben mit einem UV-Schutz ausgerüstet ist, filtern nur ca. 80% der UV-Strahlung heraus. Halogenlampen werden sehr heiß und können dadurch das umliegende Klima negativ beeinflussen, zu empfehlen sind hier energiesparende Halogenlampen mit geringerer Wärmeentwicklung (z.B. Energy Saver Linie von Philips).

Bei LED-Lampen kann der ausgestrahlte Wellenlängenbereich relativ frei gewählt werden, eine Absperrung bis 400 nm schließt UV-Strahlung und energiereiches (und somit schädliches), sichtbares blaues Licht aus und ist für museale Zwecke gut geeignet. LED-Lampen und deren Trafo entwickeln Abwärme, dadurch können auch sie das umliegende Klima negativ beeinflussen.

Halogen- und LED-Lampen sollten generell außerhalb der Vitrinen angebracht werden, um eine zusätzliche Erwärmung und die damit verbundenen Verschiebungen des Innenklimas zu verhindern.

In der Vitrine angebrachte Lampen müssen "kaltes" Licht aussenden (z.B. Glasfaserlampen). Dabei ist zu beachten, dass die Lichtquelle, die die Glasleiter speist, und der zugehörige, Wärme erzeugende Transformator in einem Teil der Vitrine angebracht ist, der gut zum Vitrineninneren abgeschirmt ist. Ein ausreichender Luftaustausch zur Abkühlung muss gewährleistet sein, um einer Brandgefahr vorzubeugen.

Für besonders lichtempfindliche Objekte ist zu prüfen, ob eine temporäre Beleuchtung installiert werden kann, die nur bei Bedarf aktiviert wird (z.B. Bewegungsmelder oder Vitrinenlichtschalter).

Generell sollten alle eingebrachten Lichtquellen stufenlos dimmbar sein, um die Beleuchtungsstärke individuell an die Exponate anpassen zu können.





### 3. Vitrinenbau und Ausstellungsarchitektur

#### 3.1 Schadstoffe

Gängige Holzwerkstoffe, Leime, Lacke und Silikone emittieren organische Säuren, die Kunstwerke schon in kürzester Zeit beschädigen können: Anorganische Materialien (Metalle, Glas, Farbpigmente) reagieren höchst empfindlich mit Ausblühungen und Farbveränderungen, bei organischen Materialien (Papier, Textil, Leder, Holz) beschleunigt sich die Zersetzung/Alterung durch eine Erhöhung der Materialsprödigkeit.

Die Auswahl schadstofffreier Materialien ist beim Vitrinenbau außerordentlich wichtig, da im Vitrineninneren die Schadstoffe nicht abdampfen können und sich so deren Konzentration bis zu einem Schädigungsfaktor hin erhöhen kann. Die Vitrinen sollten zum Ausdünsten und Klimatisieren mindestens vier Wochen vor Eröffnung in den Ausstellungsräumen aufgestellt werden.

Zum Bau von Vitrinen sollten nur Metall und ausdünstungsfreie Materialien (Acrylglas, Corian®, Forex®) verwendet werden. Leider werden aus Kostengründen oftmals Holzwerkstoffe verbaut, die nach den erforderlichen konstruktiven Verleimungen lackiert werden; sowohl Holzwerkstoffe, als auch Lacke emittieren immer Schadstoffe. Der Sturz besteht meist aus Kantenverklebten Gläsern, Scheiben werden mit Silikon befestigt, auch hier können Schadstoffe austreten, wenn die falschen Materialien zum Verkleben gewählt werden.

##### 3.1.1 Anforderungen an Materialien

###### **Glas:**

Verbundsicherheitsglas (VSG), durchbruchhemmend. Bei lichtempfindlichen Objekten empfiehlt sich eine UV-Schutz-Verglasung, falls die Räumlichkeiten nicht mit dem entsprechenden Strahlungsschutz ausgestattet sind. UV-Schutz-Gläser erfüllen automatisch die Sicherheitsanforderungen von VSG.

In Sonderfällen kann der Einsatz von Acrylglas (PMMA: Plexiglas) sinnvoll sein. Dabei ist zu beachten, dass Acrylglas diffusionsoffen und somit für klimatisierte Vitrinen/Verglasungen denkbar ungeeignet ist.

###### **Holz:**

Holzwerkstoffe sollen im Vitrineninneren vermieden werden! Auch abgelagerte Vollhölzer oder sogenannte schadstofffreie Holzwerkstoffe (z.B. MDF-Platten Emissionsklasse E1, formaldehydfrei (FO und FF), säurefrei) enthalten Stoffe, die zwar nicht für den Menschen, aber für empfindliche Kunstwerke schädlich sind (Beispiel: Emissionen von Essigsäure). Durch den gewollten geringen Luftaustausch (weniger Verstaubung, stabiles Klima) ergibt sich eine starke Konzentration der Schadstoffe im Vitrineninnenraum. Falls sich Holzwerkstoffe trotzdem nicht vermeiden lassen, sollte ein unproblematischer weil säure- und inhaltsstoffarmer Holzgangsstoff gewählt werden (z.B. Pappelholz). Die Flächen, die mit dem Vitrineninnenraum verbunden sind, müssen vollflächig isoliert werden. Das kann beispielsweise über die Beklebung (z.B. mit Paraloid in Aceton) mit dünnen Alublechen oder Melaminharz-Laminaten oder eine entsprechende Lackierung (z.B. Zweikomponenten Polyurethan-Lack oder wasserbasierter Polyurethanlack) erfolgen.

###### **Plattenmaterial:**



Gips- oder zementgebundene Faserplatten (muss bei Anlieferung bereits verarbeitet und lackiert sein, wegen Staubgefahr!),

Acrylglas (PMMA), Corian®, Forex® (aus PVC, dünstet nicht aus, entwickelt im Brandfall aber Salzsäurenebel).

**Metalle:**

Korrosionsfrei

**Textilien, Polstermaterialien und ihre Beschichtungen:**

Nach Möglichkeit hygroskopisch, schwefelfrei, nicht chemisch ausgerüstet (z.B. keine Wolle, kein Filz, keine Appreturen und Feuerschutzbeschichtungen), geeignet ist z.B. Baumwolle.

**Lackierungen und Beschichtungen:**

Schnelltrocknend, ausdünstungsarm (Reinacryllacke auf Wasserbasis, Methacrylsäureesterdispersionen, Zwei-Komponenten Polyurethan-Lack oder wasserbasierter Polyurethanlack z.B. Lascaux Acryl Transparentlack, Mowilith B 500, Capacryl/Caparol, Crystallit/Zweihorn), bei Metallen Einbrennlackierung. Es ist darauf zu achten, dass auch als „Emmissionsfrei“ bezeichnete Lacke bei der Nichteinhaltung der Herstellerangaben (Schichtdicke, Trocknungszeiten, Trocknungstemperaturen) langfristig Schadstoffe emittieren können. Eine frühzeitige Planung mit genügend Zeit für die Trocknung und Ausdünstung der Vitrinen ist einzuberechnen.

**Klebstoffe:**

Säure- und lösungsmittelfrei (z.B. Acrylate, Celluloseether).

**Verfugung der Vitrinen:**

Säurefrei aushärtende/neutral vernetzende Silikone oder starre Verklebungen mit UV-härtenden Klebstoffen (z.B. Vitralit®), luftabdichtend.

### 3.1.2 Schadstoffnachweise und Schadstoffabsorber

Um die Säurefreiheit der verwendeten Holzwerkstoffe zu gewährleisten, werden Muster aus der jeweiligen Platten-Charge im Restaurierungszentrum der BSV auf ihren Säuregehalt hin untersucht. Der Test dauert nur wenige Tage, zusätzlich zu den Platten werden auch Lackproben, Silicone etc. getestet.

Sobald die Vitrinen aufgestellt sind, wird von den zuständigen BSV-Restauratoren mittels Säureindikatorenstäbchen (A-D-Strips) nochmals in situ die Unbedenklichkeit der Vitrinenmaterialien überprüft und die Vitrinen freigegeben.

Bei bedenklichen Werten müssen die Vitrinen mit Aktivkohlefliesen oder zusätzlichen Absperrlackierungen nachgerüstet werden.

## 3.2 Klimatisierung von Vitrinen

### 3.2.1 Dichtigkeit

Vitrinen sollen immer eine hohe Dichtigkeit aufweisen, um die Kunstwerke bestmöglich vor Staubeintrag zu schützen. Soll in einer Vitrine ein bestimmtes Klima erzeugt werden, gewinnt die Vitrindichtigkeit zusätzlich an Bedeutung.





Gewöhnlich soll im Vitrineninneren eine bestimmte relative Luftfeuchtigkeit erzeugt und stabil gehalten werden. Das dadurch entstehende Gefälle in der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen Vitrineninnerem und -äußerem lässt an undichten Stellen regelrecht einen Sog entstehen, da die Luft immer nach einem Gleichgewicht in der Luftfeuchte und dadurch nach einem Luftaustausch strebt. Eine Luftwechselrate in der Vitrine von 0,1/Tag ist für eine Klimatisierung in jedem Fall ausreichend, Museumsvitrinen können dann auf lange Zeit sehr wartungsarm ihre Luftfeuchte halten. Für den temporären Ausstellungsbetrieb kann auch eine Luftwechselrate von 0,7-1/Tag akzeptiert werden, die Wartung (Austausch der Puffermaterialien) ist dann entsprechend höher.

### 3.2.2 Baumaterialien

Neben dem umgebenden Raumklima können die Baumaterialien und die Innenausstattung (Präsentationssockel, Bespannungen) der Vitrine den Feuchtegehalt der Vitrineluft beeinflussen. Besonders Holzwerkstoffe sind stark hygroskopisch und können, ausgehend von der vorherrschenden Materialfeuchte, die Luft austrocknen oder zusätzlich befeuchten. Falls sich der Einsatz von Holzwerkstoffen im Vitrineninneren nicht vermeiden lässt, ist eine erhebliche Akklimatisierungszeit der Vitrinen in den Zeitablauf des Ausstellungsaufbaus einzurechnen. Die Vitrinen sollten mindestens vier Wochen vor Ausstellungsbeginn geöffnet aufgestellt werden, damit sich eine Ausgleichsfeuchtigkeit einstellen kann.

### 3.2.3 Klimatisierungsmöglichkeiten

#### Passive Klimatisierung

Bei der passiven Klimatisierung werden Feuchtestabilisierende Puffermaterialien eingebracht, bewährt haben sich hierbei PROSorb-Kassetten. Abhängig von der Feuchtedifferenz zwischen Innen- und Außenklima und der Vitrinendichtigkeit müssen diese alle 4-12 Wochen ausgetauscht werden.

Für Dauerausstellungen empfiehlt sich die Verwendung von gesättigten Salzlösungen ( $MgCl_2$ ) in Kombination mit mineralischen Puffermaterialien. Solche Systeme müssen nur alle 1-2 Jahre gewartet werden.

#### Aktive Klimatisierung

Eine Klimatisierung mit Kleinklimageräten, die die Vitrinen be- und entfeuchten können, bedeutet einen hohen mess- und betreuungstechnischen Aufwand. Im Falle einer Fehlsteuerung des Gerätes kann in kürzester Zeit ein enormer Schaden am Exponat auftreten, das Einrichten von funkbetriebenen oder Internetbasierten Alarmfunktionen ist daher Voraussetzung. Zudem müssen die Geräte regelmäßig befüllt werden.

Die Möglichkeit mit Kleinklimageräten auch die Temperatur zu steuern ist nur begrenzt einsatzfähig, ab einer Temperaturdifferenz von ca. 6-8°C zwischen Vitrineninnerem und Umgebungsluft kommt es zu Kondensatbildung an den Vitrinengläsern. Isolierglasscheiben oder beheizbare Gläser können zwar Abhilfe schaffen, sind aber sehr kostenintensiv.

### 3.2.4 Sockelkonstruktionen



Die Konditionierungsmaterialien werden im Sockelbereich der Vitrine in einem extra dafür vorgesehenen Fach deponiert. Das Fach sollte die gesamte Vitrinengrundfläche einnehmen, um das Konditionierungsmaterial möglichst breitflächig auslegen zu können. Zum Vitrininneninneren müssen ausreichend große Öffnungen geschaffen werden, um eine Luftzirkulation zu erreichen ( $\varnothing$  Bohrlöcher mind. 20 mm, Luftschlitze mind. 15 mm). Eine Abdeckung dieser Öffnungen durch Textilien ist nicht zu empfehlen, dadurch werden Luftströme massiv gebremst. Zielführender sind großflächige Ausnehmungen in der Sockelplatte, die durch eine mit Abstand montierte (Luftschlitz!), überlappende Deckplatte (=Exponatsockel) kaschiert werden.

Das Fach sollte fest mit dem Korpus verbunden sein, Schubläden sind aufgrund ihrer naturgemäßen Undichtigkeit ungeeignet. Als vordere Abdeckung kommt eine magnetmontierte Blendleiste oder eine Klappe in Frage, eine zusätzliche Dichtigkeit erzielt man durch einen Kantenschnitt auf Gehrung.

### 3.2.5. Klimamessgeräte (Logger)

Vor allem in klimatisch konditionierten Vitrinen ist das dauerhafte Messen des Klimas unabdingbar. Die umgebenden Feuchte-/Trockenheitsbedingungen lassen die Konditionierungsmaterialien mit der Zeit „ermüden“, sie müssen ausgetauscht werden. Der Zeitpunkt dafür hängt von vielen unterschiedlichen und schwer einschätzbaren Faktoren (Vitrindichtigkeit, Umgebungsfeuchte, Besuchermenge) ab und kann daher nur anhand von Messungen verifiziert werden.

Die Klimakontrolle in der Vitrine kann über rein darstellende und aufzeichnende Geräte erfolgen. In jedem Fall sollte ein Ablesen der Geräte jederzeit und ohne Öffnen der Vitrine möglich sein. Am besten eignet sich hierbei ein kleines Thermo-Hygrometer oder ein Datenlogger mit Display, der im Vitrininnenraum platziert wird.

## 3.3. Konstruktion und Statik

Das Gewicht von Vitrinen und Ausstellungsarchitektur kann für historische Räume problematisch sein. Vor allem das Gewicht der Glasstürze der Vitrinen wird bei der Planung oft unterschätzt und muss, ebenso wie die maximale Besucheranzahl, in die statische Prüfung der Räume mit einbezogen werden.

Bei der Konstruktion von Vitrinensockeln muss das Gewicht der Glasstürze, der Exponate und Klimatisierungsmaterialien in Interaktion mit den Besuchern großzügig mit einberechnet werden. Erfahrungsgemäß stellen dabei Konstruktionen mit filigranen Beinen ein Risiko dar und müssen oft noch nachträglich ausgestrebt werden.

Das Anschrauben von Vitrinen und Ausstellungsarchitektur an der Wand oder am Boden ist bei historisch bedeutendem Bestand nicht zulässig. Die Konstruktion muss selbsttragend sein, individuell einstellbare Schraubfüße helfen Unebenheiten am Boden auszugleichen und sorgen für eine stabile Aufstellung.

Nicht zu unterschätzen sind Schwingungen des Bodens bei Holzbalkenkonstruktionen. Vor allem bei großen Spannweiten muss im Vorfeld geprüft werden, ob und wie stark die Böden zum Schwingen neigen und bei der Vitrinenplanung entsprechend entgegengewirkt werden. Bei starken



Schwingungen sollten die Exponate z.B. nicht auf Glas oder anderen glatten Materialien präsentiert werden, da sie zu „wandern“ anfangen können.

### **3.4. Vitrinensicherheit**

Zum Schutz der Exponate gegen Beschädigung und Diebstahl sollte beim Vitrinenbau nur Verbundsicherheitsglas (VSG) oder gleichwertige Gläser (z.B. UV-Schutz-Glas) eingesetzt werden.

Aufgrund des hohen Gewichtes der Glasstürze sollte der Vitrineninnenraum mittels Türen im Sturz zugänglich sein. Das Abheben schwerer Stürze birgt immer ein hohes Beschädigungsrisiko für die Kunstwerke und sollte nur durch entsprechend geschultes Fachpersonal bei Benutzung von qualitativ hochwertigen Glassaugern erfolgen.

Die Vitrinen sollen mit Schloss und Schlüssel verschließbar sein, eine Sicherung über Museumschrauben o.ä. ist für gewöhnlich nicht ausreichend.

## **4. Sicherheit**

### **4.1 Alarmsicherung**

Im Vorfeld einer Ausstellung muss der aktuelle Zustand der Einbruch- und der Brandmeldeanlage geprüft werden. Oft werden bei Ausstellungen zusätzlich Räumlichkeiten bespielt/benötigt, die im ursprünglichen Betrieb nicht in der Alarmschleife eingebunden waren (z.B. Depots). Die Einbruch- und die Brandmeldeanlage muss dann entsprechend nachgerüstet werden.

### **4.2 Mechanische Objektsicherung**

Für die Kunstwerke in der Ausstellung, die nicht in Vitrinen vor Zugriff geschützt, sondern frei präsentiert werden, müssen entsprechende Schutzmaßnahmen gegen Diebstahl ergriffen werden. Bei der Risikoeinschätzung für die Exponate ist nicht nur der materielle/ideelle Wert von Bedeutung, Gewicht, Größe und Standort spielen eine ebenso große Rolle (z.B. klein, leicht, Standort direkt am Notausgang = hohes Risiko). Eine mechanische Objektsicherung (Anbinden mit Stahldrähten, Aufkleben mit Museumswachs, Bilderhaken mit Schraubverschluss, Verglasung von Gemälden) ist für die meisten offen präsentierten Kunstwerke sinnvoll.

### **4.3 Tastschutz**

Frei präsentierte Kunstwerke müssen vor Berührung und Vandalismus geschützt werden. Dieser Schutz kann über Absperrungen oder akustische Signale erreicht werden.

## **5. Erschließung der Räumlichkeiten**

### **5.1 Depot und Arbeitsräume**

Neben den eigentlichen Ausstellungsflächen müssen ausreichend Depot- und Arbeitsräume vorhanden sein.

Die Depoträume für Kunstgut dienen der Zwischenlagerung beim Ausstellungsaufbau und-abbau und müssen ebenso hohe Klima- und Sicherheitsstandards erfüllen, wie die Ausstellungsräume



selbst. Zusätzlich dazu müssen ausreichend Lagerflächen für die personalisierten Transportkisten und das Verpackungsmaterial der Kunstwerke vorhanden sein, da diese meistens für die Dauer der Ausstellung vor Ort verbleiben. Dafür ist keine klimatisierte Lagerung notwendig, die dafür vorgesehenen Räume sollten aber nicht zu feucht, sauber und frei von Schädlingen sein. Vor der Verpackung beim Abbau müssen Kisten und Verpackungsmaterial mindestens drei Tage offen im Depot oder in den Ausstellungsräumen vorklimatisiert werden.

Vor allem während des Ausstellungsaufbaus sind ausreichende klimatisierte Arbeitsräume erforderlich. Dort werden z.B. Kunstwerke ausgepackt, Transportprotokolle ausgefüllt, Präsentationssockel bezogen und Montagehalterungen gefertigt. Die Annahme, dass dazu auch die Ausstellungsfläche geeignet ist, ist meist illusorisch, da dort erfahrungsgemäß bis zuletzt an der Ausstellungsarchitektur gearbeitet wird.

## 5.2 Logistik

Die Anlieferung von großformatigen und schweren Exponaten oder Teilen der Ausstellungsarchitektur kann vor allem in historischen Gebäuden problematisch sein. Enge Hofeinfahrten und schmale Anfahrtswege sind oft nur mit kleinen Transportern befahrbar. Schmale Türen und Treppen verlangen eine sorgfältige Vorplanung und ein exaktes Ausmessen der Durchgänge und des Transportgutes. Oftmals wird bei der Planung die Verpackung oder Transportkiste nicht berücksichtigt, was im schlimmsten Fall zu einem ungeschützten Transport führen kann. Viele Kunstwerke dürfen auch nur stehend transportiert werden oder sind fest auf einen Sockel montiert, diese Parameter gilt es frühzeitig abzufragen.

Eine besondere Herausforderung stellt ein Ausstellungsaufbau dar, der parallel zu einer laufenden Baumaßnahme abgewickelt werden muss. Nicht funktionierende Aufzüge oder versperrte Zufahrtswege durch Gerüststellung oder Pflasterarbeiten stellen hierbei keine Seltenheit dar. Ein zuverlässiger Bauzeitenplan und eine enge Abstimmung der beteiligten Verantwortlichen (M, B) kann hier Abhilfe schaffen.

## 5.3 Notfallplan

Die Erstellung eines Notfallplans ist für jede Ausstellung unerlässlich und wird inzwischen von den meisten Leihgebern eingefordert. Im Notfallplan werden Handlungsanweisungen und spezifische Informationen zur Notbergung und Erstversorgung von betroffenem Kunstgut gebündelt. Der Notfallplan wird in Zusammenarbeit von Bauabteilung, Museumsabteilung, der SGV und den zuständigen Restauratoren vom Fachbereich für Präventive Konservierung erstellt.

Im Vorfeld der Ausstellung wird er an ausgewählte Mitarbeiter verteilt; da er sensible, sicherheitsrelevante Informationen enthält (Aufbewahrungsort der Vitrinenschlüssel etc.), ist ein öffentlicher Aushang nicht zu empfehlen. Alle Mitarbeiter vor Ort sollten eine kurze Schulung zum Thema Notfallbergung und Erstversorgung im Katastrophenfall erhalten, diese wird ebenfalls vom Fachbereich für Präventive Konservierung durchgeführt.

Die Anschaffung einer Notfallkiste ist ebenfalls notwendig, dafür sollten im Ausstellungsetat ca. 200-400 € eingestellt werden.



**Abschlussbemerkung:**

**Naturgemäß sind die vorliegenden Richtlinien allgemein geltend und können nicht jeden Einzelfall abdecken. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Restaurierungszentrums stehen jederzeit für Rückfragen und fachliche Informationen zur Verfügung.**



## Checkliste

Fragestellung	Ansprechpartner/ Verantwortlicher	Beurteilung		
		ja	nein	unklar
Gibt es bereits Klimamessungen?	B SGV PK	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Klimaanforderungen der Kunstwerke (Leihgeber/BSV) sind bekannt?	M RZ	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Wurde ein Klimatisierungskonzept erstellt?	B M PK	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Ist der finanzielle, logistische und personelle Aufwand für die Klimatisierung im Ausstellungsetat ausreichend berücksichtigt?	M	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Ist ein ausreichender Lichtschutz vorhanden?	B M PK	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Gibt es ein Beleuchtungskonzept für Ausstellungsräume und Vitrinen?	B M AA PK	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Sind die Materialien für Ausstellungsarchitektur und Vitrinen ausreichend auf Schadstoffemissionen geprüft/zertifiziert?	AA PK	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Sind die Vitrinen stabil konstruiert?	M AA RZ	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Können sie in den historischen Räumen schadensfrei aufgestellt/befestigt werden?	M AA	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>
Gibt es ein Klimatisierungskonzept für die Vitrinen? Sind sie entsprechend konstruiert?	M AA PK	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	unklar <input type="checkbox"/>





		<b>ja</b>	<b>nein</b>	<b>unklar</b>
Wurde die Statik der Räume im Hinblick auf das Gewicht der Ausstellungsarchitektur und der Vitrinen geprüft?	B AA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Vitrinen ausreichend gegen Einbruchdiebstahl gesichert?	AA PK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Vitrinen für die Exponate risikofrei zu öffnen?	AA RZ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind ausreichend klimatisierte Depot- und Arbeitsräume vorhanden?	M SGV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind ausreichend geeignete Lagermöglichkeiten für die Transportkisten vorhanden?	M SGV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben alle Räume eine ausreichende Alarm- und Brandmeldeanlage?	M SGV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind eine ausreichende Objektsicherung und ein ausreichender Tastschutz eingeplant?	M RZ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Zufahrtswege zum Ausstellungsaufbau frei?	M B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Transportmittel auf die Zufahrtswege abgestimmt?	M SGV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurden die Maße der Transportkisten mit der Größe der Wandöffnungen/Treppen abgeglichen?	M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurde ein Notfallplan erstellt?	PK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abkürzungen:

B-Bauabteilung, M-Museumsabteilung, RZ-Restaurierungszentrum, SGV-Außenverwaltung,  
PK-Präventive Konservierung, AA-Ausstellungsarchitekt