

# 1 Einleitung

Hans-Peter Thiele/Achim Trogisch

Die Integration von technischen Anlagen entsprechend den Anforderungen unserer Zeit in neu zu planende Museumsgebäuden, aber auch in bestehende denkmalgeschützte Häuser ist eine große Herausforderung. Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Museen (s. a. Anhang A – Definitionen) mit sehr verschiedenartigen Anforderungen. Die technischen Anforderungen an ein Museum erfuhren in den letzten 50 Jahren eine rasante Entwicklung – eher zu „mehr“ Technik als zu „weniger“. Deshalb sieht man sich am Anfang jeder Baumaßnahme immer wieder mit der Frage konfrontiert:

## Wie viel Technik ist im Museum unentbehrlich?

Eine pauschale Beantwortung ist nicht möglich und muss für jede Baumaßnahme neu geklärt werden. Es gilt, die Anforderungen für Besucher und Kunst aufeinander abzustimmen. Hinsichtlich der Umsetzung sind insbesondere bei der Sanierung von Bestandsgebäuden auch die Anforderungen der Denkmalpflege zu erfüllen. Gestalterische Ansprüche des Architekten sind zu berücksichtigen, brandschutztechnische, baukonstruktive und bauphysikalische Herausforderungen sind ebenfalls zu lösen.

Neu hinzugekommen ist, dass auch im Museumsbau die Computertechnik als Kommunikationsmittel des 21. Jahrhunderts nicht mehr wegzudenken ist. Die erforderlichen Kabeltrassen und Zentralen sind zu integrieren. Sicherlich wird der einzelne Computer nicht zum zentralen Problem, er steht nur beispielgebend für die Entwicklung der technischen Anforderungen an ein Museum.

Besonders bei bestehenden Gebäuden gilt es, die zusätzlichen technische Anlagen einzuordnen, für die diese Häuser nie geplant wurden und in der Regel keine ausreichenden Flächen für technische Installationen (Zentralen und Erschließung) zur Verfügung stehen.

Das alles ist unter den Voraussetzungen:

- keiner Schädigung des Bestands bzw. des zu bewahrenden *Kulturguts*,
- möglichst unauffälliger Integration der technischen Anlagen,
- aktueller energetischer und ökologischer Regelungen,
- der jeweiligen örtlichen Außenklimabedingungen (Temperatur, Solarstrahlung, Luftfeuchte, Wind, Schadstoffe in der Luft)

zu erfüllen.

Welche technischen Anforderungen bestanden Ende des 19. Jahrhunderts an ein Museum?

- Es musste be- und entlüftet werden, um den Temperaturanstieg im Sommer im Tagesverlauf abzumildern.
- Tageslichtbeleuchtung (die Glühlampe wurde 1879 auf der Weltausstellung erstmalig präsentiert) musste ausreichend vorhanden sein.
- Mechanische Sicherheitseinrichtungen wie Schlösser und Gitter waren erforderlich.

Welche technischen Anlagen sind aber nach heutigen Anforderungen für ein modernes zeitgemäßes Museum erforderlich?

- Lüftungs- und Klimaanlage
- mechanische Entrauchungsanlagen
- Heizungssysteme
- Kälteanlagen
- Wasseraufbereitungsanlagen
- automatische Löschanlagen (Sprinkler- bzw. Gaslöschanlagen)
- Aufzüge (Lasten- und Personenaufzüge)
- Allgemein-, Exponat- und Sicherheitsbeleuchtungsanlagen, einschließlich dazugehöriger Steuerungsanlagen
- Sonnenschutz- und Verdunkelungsanlagen
- Brandmeldetechnik
- Einbruchmeldetechnik
- Videoüberwachung
- elektroakustische Anlagen, u. a. eventuell auch für Notrufrufdurchsagen oder sonstige Informationen
- Wächterkontrollanlagen
- Regelungstechnik/Gebäudemanagementsysteme
- Datenvernetzung für Telefone, Computertechnik, Kassensysteme, WLAN u. Ä.

Der Flächenbedarf für die technischen Anlagensysteme kann dann schon 20–30 % der Bruttogeschossfläche erreichen.

Hinzu kommen noch zusätzliche Funktionsbereiche, wie Garderobe, Shop, Café, Sanitärbereiche für Besucher und Angestellte, Teeküchen, Aufenthalts- und Umkleieräume für Aufsichten.

Auch die Erschließung für Menschen mit Einschränkung der Mobilität hat Einfluss auf das Planungskonzept.

Dazu sollten für folgende Handlungsfelder aufeinander abgestimmte Teilkonzepte entwickelt werden:

- rollstuhlgerechte Erschließung möglichst vieler Räume, einschließlich ausreichender Bewegungsflächen innerhalb der Räume
- Leit- und Orientierungssystem, das auch für Personen mit Einschränkungen der Sehfähigkeit eine selbstständige Zugänglichkeit des Gebäudes und der Ausstellungsbereiche gewährleistet
- Gestaltung der Ausstellung mit möglichst guter Zugänglichkeit für Personen mit Behinderungen (ausreichende Verkehrswege, Orientierung in der Ausstellung, Gestaltung von Vitrinen und Informationsmedien etc.)
- mediale Erschließung von Gebäude und Ausstellung (digitale Unterstützung für die Orientierung im Gebäude und die Informationsvermittlung, z. B. per App mit positionsabhängiger Funktionalität)
- barrierefreie Gestaltung des Außenraums einschließlich der Kontrollstellen und der Schaffung barrierefreier Pkw-Stellplätze

All das bedeutet aber nicht nur baulichen Aufwand, sondern auch einen enormen Aufwand an Fachpersonal für die Wartung und den Betrieb und einen nicht unbeträchtlichen Aufwand für die Betriebskosten.

Deshalb ist von den Verantwortlichen für das Bauvorhaben vor Beginn der Planungen zu entscheiden, ob die benötigten qualifizierten Arbeitskräfte und finanziellen Mittel für einen qualifizierten technischen Betrieb des Museums zur Verfügung gestellt werden können. Nur auf der Grundlage dieser Entscheidung ist es sinnvoll, zukünftige technische Anforderungen an das Museum zu formulieren.

In zwei Regeln der Technik, VDI 3817 und DIN EN 15757, werden sowohl die Anforderungen an die Technische Gebäudeausrüstung in Baudenkmalern und denkmalwerten Gebäuden als auch Hinweise zur Herangehensweise bei der Festlegung für Temperatur und relative Feuchte zur Begrenzung klimabedingter mechanischer Beschädigungen an organischen hygroskopischen Materialien gemacht. Diese Aussagen sollten bei der Erarbeitung von Aufgabenstellungen für gebäudetechnische Lösungen in Museen Berücksichtigung finden.

## 4 Raumbedarf für technische Zentralen und Erschließung

*Hans-Peter Thiele/Achim Trogisch*

Der Raumbedarf für die einzelnen Gewerke ist in der VDI 2050 (Blatt 1 bis Blatt 5) geregelt. Die Zentralen sollten schwerpunktorientiert den Versorgungsbereichen zugeordnet werden. Zum Zwecke der Instandhaltung ist auf gute Zugänglichkeit aller relevanten Bauelemente zu achten. Die baulichen Anforderungen und die strukturelle Anordnung von Technikzentralen sind in der VDI 2050 Blatt 1 ausführlich dargelegt.

Die Lage der Zentralen sollten günstige Ver- und Entsorgungsbedingungen und möglichst kurze Entfernungen für den Medientransport gewährleisten. Weiterhin sollte eine wirtschaftliche Energierückgewinnung ermöglicht werden.

Die Lage der Zentralen der einzelnen Gewerke beeinflusst sowohl den Raumbedarf als auch die erforderlichen Leitungsführungen (vertikal als auch horizontal). Weiterhin ist grundsätzlich ergänzend der Raumbedarf für die horizontale und vertikale Erschließung (Rohrleitungs-, Kabeltrassen usw.) zu beachten.

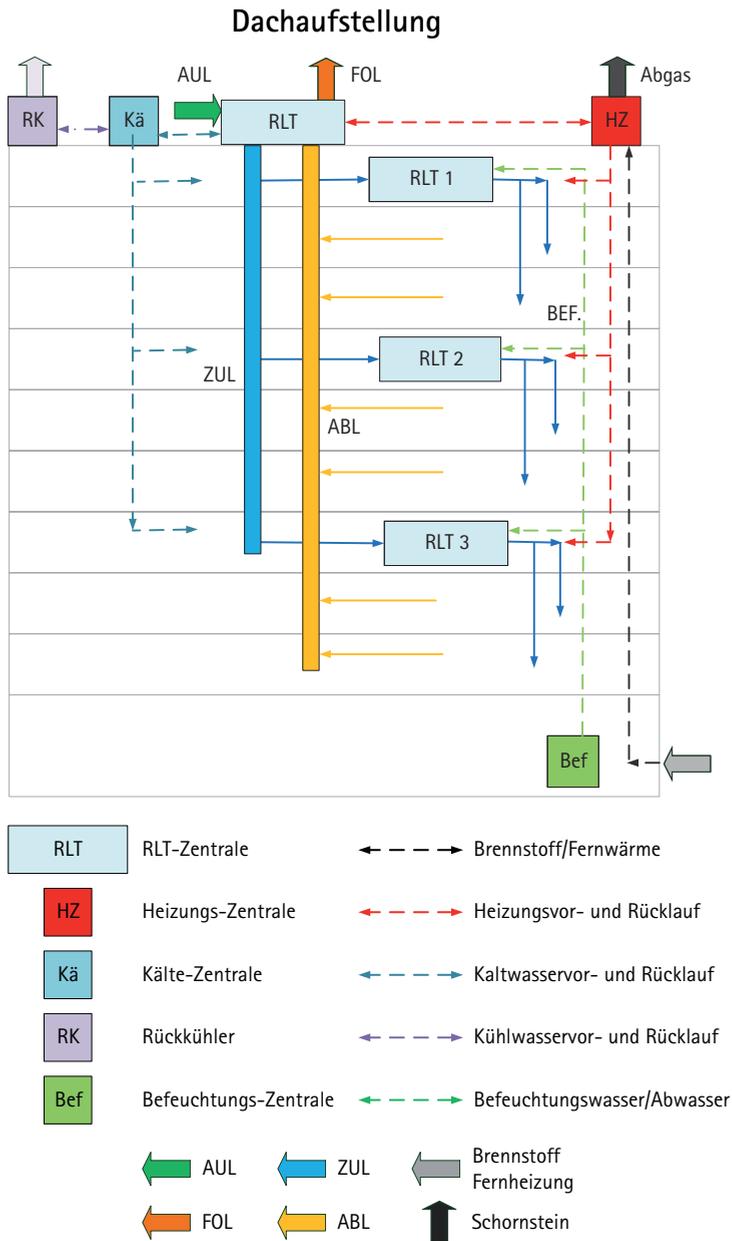
Die erforderliche Fläche für technische Zentralen und die notwendigen Erschließungswege für Museen beträgt erfahrungsgemäß ca. 15–30 % der gesamten Grundfläche aller Ebenen des Gebäudes bei einem „modernen Ausstattungsstandard“ (u. a. mit Klimatisierung). Die Größe der notwendigen Fläche hängt selbstverständlich auch von der Lage der Zentralen im Gebäude und den geometrischen Raumsituationen ab.

Je nach Größe des Museums, den technischen Anforderungen, dem Brandschutz usw. ergibt sich die Notwendigkeit, Flächen für die erforderlichen Betriebsräume zur Verfügung zu stellen.

Mittels einer Checkliste (s. Anhang D) kann im Rahmen der Grundlagenermittlung eine erste Abschätzung und zur Aufstellung eines Raumbedarfsplans erfolgen.

Zwei mögliche Lösungsansätze sind in Bild 4.1 und Bild 4.2 aus den Erfahrungen bei der TGA-Versorgung von Museen dargestellt. Weitere Lösungsansätze aus [11] enthält Anhang B.

Die Abbildungen in den folgenden Unterkapiteln sind als Orientierung zu verstehen und erheben nicht den Anspruch der Vollständigkeit.



**Vorteile**

- zentrales Außenluft- und Fortluftgerät mit WRG
- zonale RLT-Geräte
- gute Installation auf dem Dach
- gute Wartungsmöglichkeit
- gute Regelungsmöglichkeit der zonalen Geräte

**Nachteile**

- große Schachtquerschnitte
- städtebauliche Ansicht
- möglicher Kurzschluss von AUL und FOL

Bild 4.1 Dachaufstellung bzw. im Dachgeschoss

## 5 Vitrinen, bauliche und technische Anforderungen

Das Vitrinendesign wird üblicherweise in Übereinstimmung mit der Raumarchitektur geplant. Neben den ästhetischen Anforderungen müssen aber zwingend die funktionalen und praktischen Belange ausreichend Berücksichtigung finden. Nur wenn die konservatorischen Bedingungen und die daraus abgeleitete Konstruktion zusammenpassen, können wertvolle Kulturgüter ästhetisch präsentiert und gleichzeitig optimal geschützt und bewahrt werden. Daher muss das zu präsentierende Objekt mit seinen spezifischen Anforderungen grundsätzlich die Maßgabe für die Aufgabenstellung „Vitrine“ sein.

Auch wenn die Vitrine eine in sich geschlossene Einheit darstellt, so interagiert sie dennoch mit ihrer Umgebung. Die Gegebenheiten am Standort beeinflussen die Bedingungen innerhalb der Vitrine, aber auch von den zu präsentierenden Objekten können Einwirkungen auf die Vitrine ausgehen (s. Bild 5.2).

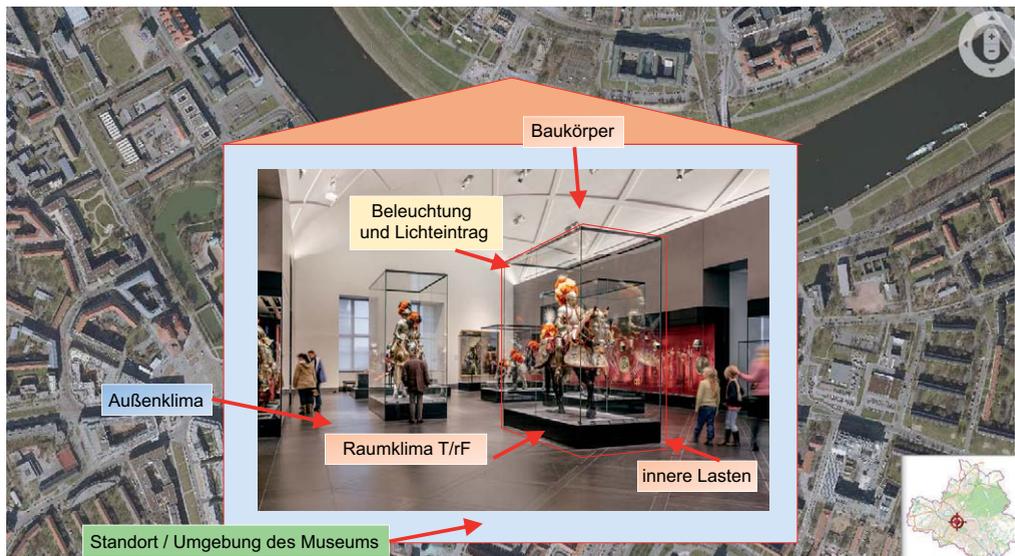


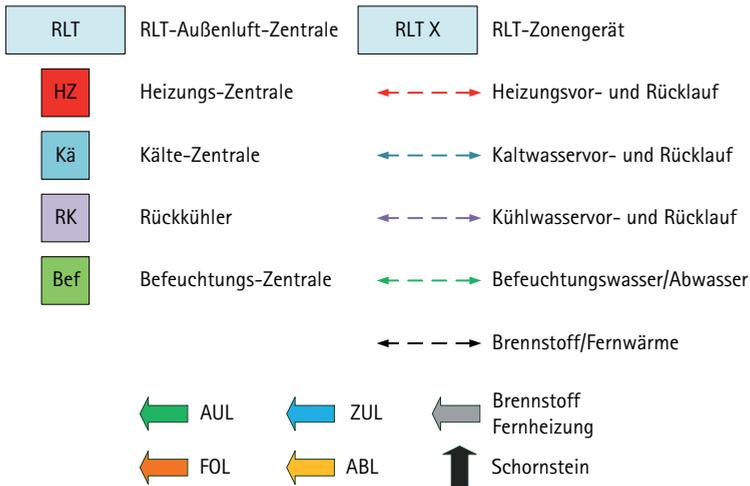
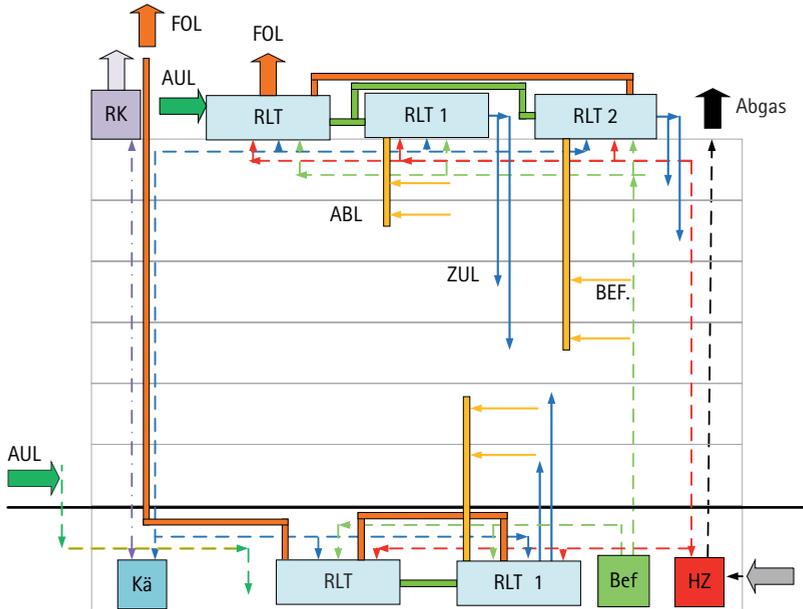
Bild 5.2 Wechselwirkungen und Einflüsse auf die objektspezifische Vitrinenplanung

Im Zuge der Vitrinenplanung müssen daher die folgenden Punkte systematisch betrachtet werden, um die Anforderungen zu ermitteln und daraus die erforderlichen Eigenschaften einer Vitrine abzuleiten:

Objekt oder Objektgruppen:

- Größe des Objekts bzw. der Objektgruppe
- physikalische und chemische Eigenschaften
- Empfindlichkeit der Materialien bzw. materialspezifische Anforderungen des Objekts an Licht, Klima u. a.
- materieller und kunsthistorischer Wert und Attraktivität
- Ästhetik und Didaktik der Präsentation

Dachaufstellung bzw. im Dachgeschoss und Kelleraufstellung



Vorteile

- zentrales Außenluft- und Fortluftgerät mit WRG
- zonale RLT-Geräte
- Installation auf dem Dach
- gute Wartungsmöglichkeit
- gute Regelungsmöglichkeit der zonalen Geräte

Nachteile

- zusätzliche Steiger für Versorgungsleitungen
- städtebauliche Ansicht des Dachs
- möglicher Kurzschluss von AUL und FOL
- erhöhter Platzbedarf im Keller- und Dachbereich für horizontale Leitungen

Bild 4.2 Dachaufstellung bzw. im Dachgeschoss und Kelleraufstellung

# 5 Vitrinen, bauliche und technische Anforderungen

Astrid Köhler

## 5.1 Allgemeine Aufgabenstellung (Architektur, Präsentation, Standortwahl)

Museumsvitrinen dienen der Präsentation von unterschiedlichen Sammlungsobjekten. Dabei steht der Schutz der Objekte vor Beschädigung oder Verlust an erster Stelle. Sie stellen innerhalb eines Museums- bzw. Ausstellungsbereichs einen eigenen Präsentationsraum dar.

Zumeist werden Vitrinen maßgeschneidert und nach individuellen Anforderungen gebaut. Es müssen sowohl die Ideen von Architekten und Designern verwirklicht als auch die konservatorischen Anforderungen der musealen Objekte berücksichtigt werden. Zudem sollen sie „unsichtbar“ und langlebig sein (Beispiel siehe Bild 5.1).



**Bild 5.1** Ausstellungsvitrinen Rüstkammer, Ausstellungsbereich „Macht und Mode“, Residenzschloss Dresden (Foto: Staatliche Kunstsammlungen Dresden)

Moderne Museumsvitrinen für empfindliche und bedeutende Exponate sind mittlerweile hochkomplexe Konstruktionen, bei deren Entwicklung und Konstruktion die unterschiedlichen Anforderungen berücksichtigt werden müssen. Diese Vitrinen sind zum Schutz der Objekte vor Beschädigungen und Diebstahl mit modernster Alarm- und Sensortechnik ausgestattet und enthalten die benötigte Technik für Beleuchtung und Klimatisierung. Die passiven, aktiven oder kombinierten Klimasysteme erzeugen und/oder stabilisieren das Mikroklima nach konservatorischen Zielvorgaben und sind häufig mit Schadstofffiltern kombiniert.

### Aufstellort:

- spezifische Bedingungen am Aufstellort, d. h. die baukonstruktiven Eigenschaften (Baustoffe/Fenster/Raumbaubau) im Raum, Lage des Raums im Gebäude, Umgebungsbedingungen außerhalb des Gebäudes
- Ermittlung möglicher negativer Einwirkungen wie Klimaschwankungen, Lichtschädigungen, Vibrationen. Diese können entstehen durch:
  - Erschütterungen (Straßen-/Eisenbahnverkehr)
  - kalte Flächen (Außenwände, insbes. bei historischen Bauten)
  - warme Flächen (Wände/Böden mit Flächenheizungen)
  - Emissionen/Feuchteintrag aus Baustoffen (insbes. bei Neubauten)
  - Standorte mit direkter Sonneneinstrahlung
- vorhandene technische Einrichtungen im Raum (Klimaanlagen/Art der Beleuchtung/verfügbare Medienanschlüsse Elektro/IT)
- vorhandene baulich-technische Sicherheitseinrichtungen (safety und security)
- Nutzungsdauer der Vitrine am Standort (Vitrinen für Dauerpräsentation oder temporäre Sonderausstellungen)
- Zugänglichkeit am Standort zum Objekt- und Technikbereich)

### Nutzung:

- Benutzerfreundlichkeit – jederzeit muss für befugte Personen ein leichter Zugang zum Exponate- und ggf. Technikbereich gegeben sein
- Anordnung von Türen und deren Platzbedarf im geöffneten Zustand
- Transport- und Lagerbedingungen
- Durchführbarkeit von Notfallmaßnahmen
- Reinigungsarbeiten innen und außen
- Durchführung von Wartungsarbeiten

### Besondere Anforderungen (ziel- und altersgruppenabhängig), z. B.:

- die Präsentationshöhe der Objekte für Kinder anpassen
- bessere Sichtbarkeit für ältere Menschen gewährleisten, wenn die Präsentation von sehr kleinen Objekten und -details geplant ist
- Berücksichtigung der Bedürfnisse von Museumsbesuchern mit körperlichen Beeinträchtigungen, die sich z. B. bei Sehbehinderungen oder durch eingeschränkte Mobilität ergeben können (An- bzw. Unterfahrbarkeit mit Rollstühlen/spez. Lichtkonzepte)
- ausreichend Platz für Beschriftungsschilder, Audio-guide-Symbole, QR-Codes

Generell hilfreich ist zudem die systematische Risikobetrachtung für die übergeordneten Aspekte der präventiven Konservierung (u. a. Brandschutz, Ausfall der technischen Ausstattung, Schmutz, Schädlinge) in Bezug auf das Zusammenspiel zwischen Standort – Vitrine – Objekt. Nur dann können die Anforderungen an die Vitrinenkonstruktion und -ausstattung umfassend ermittelt werden.

## 7 Risikoanalyse

*Michael John/Thomas Knippschild*

Dieses Kapitel behandelt dezidiert keine technischen Anlagen und Systeme, sondern beschreibt den Vorgang, wie schädigende Einflüsse auf das Sammlungsgut identifiziert, bewertet und im weiteren Verlauf minimiert bzw. ausgeschlossen werden können.

In den Fachkreisen der Restauratoren taucht im Zusammenhang mit der Risikoanalyse zunehmend der Begriff „Präventive Konservierung“ auf, der für Aktivitäten von Restauratoren zur frühzeitigen Gefahrenerkennung und Reduzierung von Schäden benutzt wird. Daher werden neben den klassischen Szenarien wie Brand, technische Havarien und Unfälle, Unwetterereignisse (Hochwasser, Flut, Starkregen, Orkan) und kriminelle Handlungen auch die konservatorischen Szenarien berücksichtigt.

In der Fachgruppe „Präventive Konservierung des VDR“ (Verband der Restauratoren e. V.) wird dieses Selbstverständnis treffend beschrieben. Hier heißt es: „Die Präventive Konservierung betrifft alle Fachbereiche der Restaurierung. Sie hat das Ziel, den Verfall zu verhindern oder zu verlangsamen, wobei nicht selbst in die Substanz eingegriffen wird, sondern Einfluss auf die Umgebungsbedingungen eines Kunstwerkes, kulturhistorisch wertvollen Gegenstandes oder Baudenkmals genommen wird. Die Präventive Konservierung dient primär der langfristigen Erhaltung von Kunstwerken und zielt darauf, Schäden bereits im Vorfeld zu vermeiden, bzw. das Schadensrisiko zu verringern. Dazu gehören die Kontrolle und Einflussnahme auf Klima, Licht, Schadstoffe, Materialemissionen und Schädlinge genauso wie die Etablierung von Sicherheitskonzepten (Einbruch/Brand), die Katastrophenplanung, Risikoabschätzung, Planung von Bauten, Vitrinen und Depots, die Pflege und Wartung von Kunst- und Kulturgut oder auch die Beschäftigung mit geeignetem Verpackungsmaterial.“ [46].

### 7.1 Erste Annäherung – Sicherheitsleitfaden Kulturgut

Eine erste Annäherung zur Risikoanalyse kann z. B. über den „Sicherheitsleitfaden Kulturgut“ [47] der Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen KNK erfolgen. Der modular aufgebaute Leitfaden bietet eine Hinführung zum jeweiligen Szenario und die Möglichkeit, mittels eines Fragebogens mit onlinebasierter Auswertung eine erste Einschätzung der eigenen Situation vorzunehmen. Ergänzt wird dies durch einen Wissenspool mit weiterführenden Informationen.

### 7.2 Prozessablauf einer Risikoanalyse

Die Risikoanalyse, als erster Teil des Risikomanagements, ist ein mehrstufiger Prozess und stellt die Ausgangsbasis aller weiteren notwendigen Maßnahmen zur Risikominimierung dar.

Der erste Schritt bildet dabei die Identifizierung aller Gefahren, welche das Sammlungsgut schädigen können. Im zweiten Schritt werden diese hinsichtlich ihres Schadensausmaßes und deren Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. deren Ursachen bewertet.

Die Bedrohungsszenarien für museale Einrichtungen lassen sich dabei in zwei Gruppen einteilen, für die im weiteren Verlauf der Risikoanalyse unterschiedliche Methoden der Bearbeitung zweckmäßig sind (s. Tabelle 7.1):

**Tabelle 7.1** Bedrohungsszenarien

Klassische Szenarien und Elementarereignisse	Konservatorische Szenarien
<ul style="list-style-type: none"><li>• Brand und Explosionen</li><li>• technische Havarien und Versorgungsausfälle</li><li>• Naturkatastrophen und Unwetter</li><li>• kriminelle Handlungen (Gewalttaten, Diebstahl, Vandalismus)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klima (Temperatur und Luftfeuchte)</li><li>• Licht</li><li>• Schadstoffe</li><li>• Schädlinge/Schimmel</li><li>• mechanische Beschädigung (Abnutzung, Alterung, unsachgemäßer Umgang)</li></ul>

Für eine ganzheitliche Betrachtung sollten im Idealfall Personen aus folgenden Bereichen in den Prozess der Risikoanalyse eingebunden werden:

- Sicherheitsmanagement
- Sammlungsverwaltung
- Gebäude- und Facilitymanagement
- oberste Leitungsebene
- sowie bei Bedarf Versicherer

### 7.2.1 Risikoidentifikation

Für jedes relevante Szenario sind die Gefahren, welche das Sammlungsgut schädigen oder zerstören können, näher zu betrachten. In der Praxis bedeutet dies: Welche äußeren und inneren Einflüsse führen zu welchen konkreten Gefährdungen für das Sammlungsgut? Dabei müssen für die betrachtete Einrichtung die Nutzungsbereiche (z. B. Depot, Ausstellung, Werkstatt, Verwaltung) und deren Lage innerhalb des Gebäudes (Untergeschoss, Dachgeschoss) berücksichtigt werden. Folgende Beispiele verdeutlichen dies:

- Eine Überflutung durch Hochwasser oder Starkniederschläge betrifft nur die tiefer liegenden oder auf Straßenniveau liegenden Geschosse.
- Die Gefahr von Entstehungsbränden ist i. d. R. in Werkstätten höher als in Ausstellungsbe- reichen.
- Vandalismus an frei zugänglichen Objekten ist größer als an Objekten in Vitrinen.

Methodisch gibt es für die Risikoidentifikation unterschiedlich Ansätze. Erfahrungsgemäß bilden Begehungen der Liegenschaften und Befragungen des Museumspersonals eine gute Grundlage zur Datenerfassung. Mithilfe von Checklisten können die bauliche Struktur und Gebäudenutzung, der Zustand technischer Anlagen sowie der Einfluss menschlichen Handelns dokumentiert werden. Praxisbewährt hat sich zudem die Einbindung verschiedener Fachplaner für z. B. bauliche und anlagentechnische Fragestellungen.

## 7.2.2 Risikobewertung der klassischen Szenarien

Für die ermittelten Gefahren sind im nun zweiten Verfahrensschritt der Risikoanalyse die Ursachen und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten sowie die schädigende Einwirkung auf das Sammlungsgut (Schadensausmaß) zu bestimmen.

Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass es keine dezidierte Datengrundlage für die quantitative Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit gibt. Daher lassen sich diese Angaben nur kategorisch klassifizieren. In Tabelle 7.2 wurde der Versuch unternommen, die Wahrscheinlichkeiten über einen nicht quantitativ beschriebenen Zeitraum zu bestimmen.

**Tabelle 7.2** Möglichkeiten der Eintrittswahrscheinlichkeit

Bezeichnung	Erläuterung
häufig	leicht möglich
wahrscheinlich	tritt einige Male während des Nutzungszeitraums auf
gelegentlich	tritt wahrscheinlich wenigstens einmal während des Nutzungszeitraums auf
entfernt vorstellbar	tritt wahrscheinlich nicht während des gesamten Nutzungszeitraums auf
unwahrscheinlich	unwahrscheinlich, aber möglich
unvorstellbar	tritt nach menschlichem Ermessen nicht ein

Ähnlich verhält es sich mit der Festlegung des Schadensausmaßes oder Schadensschwere. Auch hier hängt die Bandbreite vom betrachteten Szenario und dessen Einfluss auf das Sammlungsgut ab. Ein Totalverlust des kompletten Sammlungsbestands mit schwerer Beschädigung des Gebäudes wäre in der Auswirkung katastrophal (z. B. bei einem Vollbrand oder Bauwerkseinsturz), wohingegen eine unbedeutende Beeinflussung (z. B. durch eine minimale und kaum wahrnehmbare Erschütterung) als unwesentlich oder höchstens geringfügig betrachtet werden kann.

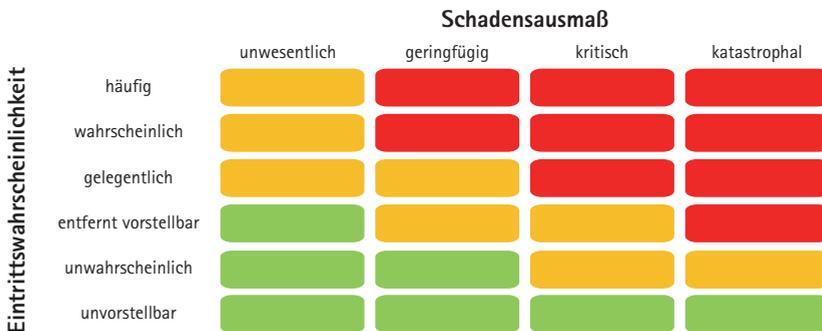
Allein diese Umstände verdeutlichen, dass die Festlegung beider Eingangsgrößen zur Risikobewertung nur unter Beachtung konkreter Randbedingungen zielführend ist. In Tabelle 7.3 werden für die klassischen Szenarien mögliche Rahmenbedingungen aufgeführt.

Die Bewertung der Risiken kann anschließend mithilfe einer Risikomatrix erfolgen. Diese Vorgehensweise ist in einigen Fachkreisen nicht unumstritten, stellt aber eine gute Annäherung dar. Je nach Schweregrad der für das konkrete Szenario gewählten Eintrittswahrscheinlichkeit und des möglichen Schadensausmaßes lässt sich dessen Risiko einer Risikoklasse zuordnen. Mit deren Hilfe kann anschließend die Dringlichkeit notwendiger, verändernder Maßnahmen abgeleitet werden. Im folgenden Schaubild ist die Systematik dargestellt (s. Bild 7.1):

Für museale Einrichtungen wird die Anwendung des sogenannten ALARP-Prinzips empfohlen: Mit der Einstufung eines Risikos in die Klasse 2 oder 3 besteht ein Handlungsbedarf zur Risikoreduzierung. Zielstellung der Maßnahmen muss sein, das Risiko auf ein derartiges Maß zu reduzieren, welches den höchsten Grad an Sicherheit gewährleistet, der vernünftigerweise praktikabel ist. Diese Vorgehensweise führt zu einem allgemein akzeptierten bzw. tolerierten Risiko, nicht jedoch zu einem Idealzustand.

Tabelle 7.3 Mögliche Rahmenbedingungen für klassische Szenarien

Szenario	Bewertungskriterien bzw. Einflussfaktoren
Brand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art und Menge der Brandlasten bzw. brennbarer Stoffe</li> <li>• mögliche Zündquellen</li> <li>• Umgang mit Gefahrstoffen</li> <li>• feuergefährliche Arbeiten</li> <li>• Art und Zustand der brandschutztechnischen Ausstattung (BMA, Löschtechnik)</li> <li>• Art und Zustand der baulichen Brandschutzstrukturen (Brandabschnitte)</li> <li>• menschliches Versagen bzw. Fehlverhalten (Vandalismus)</li> <li>• Zustand haustechnischer bzw. elektrotechnischer Anlagen</li> </ul>
technische Havarien und Unfälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bauliche Struktur (Gebäudezustand)</li> <li>• Art der gebäudetechnischen Ausstattung</li> <li>• Gefahrenmeldeanlagen (BMA, EMA), HLS, ELT</li> <li>• temporäre Zustände während Bau- und Wartungsarbeiten</li> <li>• Wartung und Prüfung der Gebäudetechnik</li> </ul>
Unwetterereignisse (Hochwasser, Flut, Starkregen, Orkan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereiche mit einer Überflutungsgefahr durch Hochwasserereignisse</li> <li>• großflächige Verglasungen</li> <li>• Art und Ausführung der Dachhaut, Dachverglasung,</li> <li>• technische Möglichkeiten der Niederschlagsableitung</li> <li>• Dachaufbauten, Fassadenelemente</li> </ul>
kriminelle Handlungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besucherinteresse, öffentliches Interesse, in der Ausstellung behandelte Themenbereiche</li> <li>• Art und Zustand der technischen Sicherungsmaßnahmen</li> <li>• fehlende flächendeckende Beaufsichtigung</li> <li>• unübersichtliche Raumform</li> <li>• Zugänglichkeit der ausgestellten Objekte</li> </ul>



Risikoklasse	Risiko- und Akzeptanzbewertung
1	Akzeptierbar. Das Risiko ist vernachlässigbar.
2	Unerwünscht. Das Risiko ist nur tolerierbar, wenn zur Risikominimierung keine geeigneten Maßnahmen existieren.
3	Nicht Akzeptierbar. Das Risiko ist nicht tolerierbar.

Bild 7.1 Schaubild für die Systematik

## 9 Beispiellösungen

### 9.1 Neues Museum der Staatlichen Museen in Berlin

*Hans-Peter Thiele*

#### 9.1.1 Ausgangssituation

Das Neue Museum wurde unter der Regierung Friedrich Wilhelm IV. (1840–1858) geplant und gebaut. Nach einem Entwurf von August Stüler wurde hinter dem Alten Museum von Friedrich Schinkel das Neue Museum in der Zeit von 1843–1855 gebaut. Das Neue Museum war eines der wichtigsten preußischen Bauvorhaben. Neben einer Vielzahl neuer technologischer Bauverfahren (z. B. Dampftramme) wurden zahlreiche neue Materialien („Eisenbau“) und Techniken (Leichtbautechnik mit Tontöpfen) getestet. Aber auch bei der technischen Ausrüstung wurde Neuland beschritten. Das Neue Museum wurde als zweites Gebäude in Berlin mit einer Warmwasserheizung ausgerüstet

Hermann Friedrich Waesemann (1813–1879) entschied sich bei der Wahl des Heizsystems für eine Kombination von Warmwasserheizung und konventioneller Luftheizung. In [a] sind ausführlich die damaligen Ausführungsprobleme und Berechnungsgrundlagen erläutert. Für die Warmwasserheizung kamen registerförmige Heizkörper zum Einsatz. Die Anordnung erfolgte in Fensternischen, in Fußbodenkanälen und hinter Verkleidungen aus unterschiedlichsten Materialien.

1848 ging die Heizungsanlage in Betrieb und beheizte das Gebäude über einen Zeitraum von ca. 70 Jahren. Diese Anlage hatte einen sicherheitstechnischen Vorteil (verminderte Staubaufwirbelung und kein zusätzlicher Schutz vor Berührung aufgrund nicht so hoher Oberflächentemperaturen der Heizflächen) im Vergleich mit der Dampfheizung. Als Raumtemperatur sollten 16 °C im Winter erreicht werden.

1915 war die Grenze der Nutzungszeit dieser Heizungsanlage erreicht und sie musste erneuert werden.

[a] zitiert die Zustandseinschätzung der Heizungsanlage, die dazu führte, dass von 1915–1919 eine neue Warmwasserheizung eingebaut wurde. Teilweise waren die Heizkörper noch in einzelnen Räumen (Roter Saal, Vaterländischer Saal) ab Beginn des Wiederaufbaus bis etwa 1995 als Bestandteil der Bauheizung in Betrieb.

Von der ursprünglichen Heizung (1848) sind heute noch die Rauchrohre in einer Wandnische im Niobidensaal vorhanden (s. Bild 9.1).

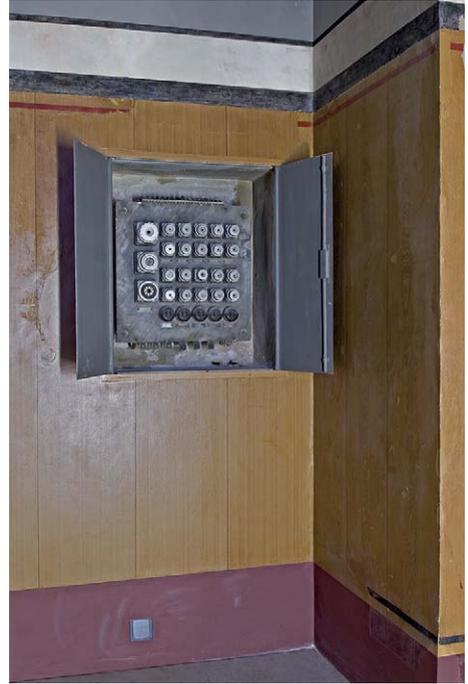
Erwähnenswert ist hierbei, dass schon 1848 die Abwärme der Rauchrohre zur Beheizung des Niobidensaals mitverwendet wurde.

Mit dem Einbau der neuen Heizungsanlage zwischen 1915–1919 wurden auch erste Räume mit einer elektrischen Beleuchtungsanlage ausgestattet. Im Mythologischen Saal und im Gräbersaal sind die alten Einbauverteilerschränke heute noch sichtbar (s. Bild 9.2).

Davor hatten alle Ausstellungsräume keine künstliche Beleuchtung, ein echtes Tageslichtmuseum! In den Jahren 1943–1945 zerstörten mehrere Bombentreffer wesentliche Teile des Gebäudes, darunter auch die kunstvoll ausgestattete Treppenhalle (s. Bild 9.3).



**Bild 9.1** Rauchrohre der Heizungsanlage von 1848 im Niobidensaal (Fotograf unbekannt)



**Bild 9.2** Historische Elektroverteilung im Mythologischen Saal (Foto: Johannes Kramer)



**Bild 9.3** Zustand Treppenhalle und Westfassade, 1985 (Fotograf unbekannt)



Der Wiederaufbau des Neuen Museums verzögerte sich immer wieder, u. a. aufgrund der zu erwartenden Schwierigkeiten beim Wiederaufbau, aber auch durch unterschiedliche Auffassungen bei der inhaltlichen, denkmalpflegerischen und baulichen Planung. 1985 wurde mit der „Rekonstruktion der Museumsinsel und dem Wiederaufbau des Neuen Museums“ begonnen und am 01.09.1989 erfolgte die Grundsteinlegung.

Mit der Wiedervereinigung wurde die Planung unterbrochen. Planungskonzepte mussten im Hinblick auf die Zusammenführung der wiedervereinigten Staatlichen Museen überdacht werden und unterschiedliche Auffassungen der Denkmalpflege der ehemaligen DDR und der Bundesrepublik abgeglichen werden. Sicherungsarbeiten am Gebäude und die Gründungssanierung wurden aber fortgeführt. Mit der Beauftragung des englischen Architekten David Chipperfield (DCA) begann dann 1998 der Wiederaufbau.

[38] enthält ausführliche Informationen zur Geschichte und zum Wiederaufbau des Neuen Museums.

### 9.1.2 Planung

Wie im Kapitel 3.1 schon erläutert, galt es auch hier, technische Anlagen in ein bestehendes Gebäude einzuordnen, für das dieses nie geplant wurde. Das alles unter den Voraussetzungen:

- keine Schädigung des Bestands
- möglichst unauffällige Integration der technischen Anlagen

Schwerpunkt und Hauptproblem ist in denkmalgeschützten Gebäuden immer wieder die Integration der notwendigen raumluftechnischen Anlagen. Im Neuen Museum müssen nach Abschluss der Planungsarbeiten Geräte und Kanalsysteme für folgende Größenordnungen untergebracht werden:

- |                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| • Klimaanlage                     | 102 900 m <sup>3</sup> /h |
| • Teilklimaanlagen                | 6 000 m <sup>3</sup> /h   |
| • Be- und Entlüftungsanlagen      | 11 200 m <sup>3</sup> /h  |
| • Abluftanlagen                   | 15 500 m <sup>3</sup> /h  |
| • Maschinelle Entrauchungsanlagen | 151 550 m <sup>3</sup> /h |

und die dafür notwendigen Versorgungszentralen für:

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| • Heizung        | 1 200 kW                    |
| • Kälte          | 670 kW                      |
| • Elektrotechnik | 2 × 1 250 kVA Trafoleistung |

Aber auch für Zentralen der Sicherheitstechnik, wie Brand- und Einbruchmeldetechnik sowie Serverräume für die Datenvernetzung, müssen Räume zusätzlich bereitgestellt werden.

Am Anfang der Planung standen die Analyse der Anforderungen der Nutzer, die planerischen Auslegungsgrundlagen und deren Optimierungsmöglichkeiten. Insbesondere zur Auslegung der Klimatechnik und für die bauklimatischen Nachweise kamen Verfahren zur Anwendung, die im

normalen Planungsprozess nicht üblich sind. In der Regel werden Heizungs- und Klimaanlage auf der Grundlage von DIN-Normen ausgelegt. Hier werden vielfach statische Ansätze als Berechnungsgrundlagen verwendet. Aussagen über örtliche Temperatur- und Feuchteverteilungen sind nicht möglich. Auch können Temperaturschichtungen in hohen Räumen bei Auslegung der technischen Anlagen nicht berücksichtigt werden. Mithilfe dynamischen Berechnungsverfahren (thermische Simulationen, Strömungssimulationen) gibt es Möglichkeiten, diese Einsparpotenziale gegenüber den üblichen Planungswerkzeugen aufzuzeigen und auszunutzen. Ziel war es, bei einem derartigen Gebäude zum frühestmöglichen Zeitpunkt Planungssicherheit zu erlangen und die Anlagentechnik zu minimieren.

### 9.1.2.1 Raumluftechnische Anlagen

Bis zur Zerstörung des Hauses im 2. Weltkrieg gab es lediglich eine Forderung zur Temperierung auf 16–20 °C im Winter. Im Sommer gab es keine Kühlmöglichkeiten, sodass hier mit Temperaturspitzen von 28–30 °C gerechnet werden musste. Da die relative Feuchte im direkten Zusammenhang mit der Temperatur steht, waren auch hier Feuchteschwankungen zwischen 20 % und 70 % möglich. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Kunstwerke gegenüber den starken Schwankungen von Feuchte und Temperatur müssen die Werte nach heutigen Erkenntnissen stabil sein. Schwankungen im Tagesverlauf sind zu verhindern. Schon im frühzeitigen Planungsstadium war klar, dass bei der Aufstellung der Anforderungen ein Kompromiss eingegangen werden muss. Demzufolge war es von enormer Wichtigkeit, schon vor Beginn der eigentlichen Planungsarbeit die bestimmenden Einflussgrößen herauszuarbeiten und die notwendigen Abstimmungen mit den Beteiligten herbeizuführen.

In [3] wird das saisonale Gleiten von Raumlufthtemperatur und Feuchte als Möglichkeit des wirtschaftlichen Betriebes von Klimaanlage in Museen beschrieben. Das bedeutet, dass im Jahresverlauf gleitende Temperaturen und Feuchteänderungen zugelassen werden können. Im Tagesgang werden lediglich regelungstechnische Toleranzen zugelassen. Damit wird der konservatorischen Grundforderung zur Verhinderung von kurzzeitigen Schwankungen entsprochen. Mit Anhebung der sommerlichen Maximaltemperatur können die Klimaanlage kleiner dimensioniert werden und mit Absenkung der relativen Feuchte im Winter wird die Gefahr der Taupunktunterschreitung an Wärme- und Kältebrücken ausgeschlossen.

Schon im Rahmen der Vorplanung wurden thermische Simulationen für ausgewählte Räume (Niobidensaal und Mythologischer Saal) durchgeführt.

Aufgabe der Simulationen war, die Größenordnung der Einflussfaktoren Außenklima, Besucher, Kunstlicht und Sonnenschutz auf das Raumklima (s. Bild 9.4) als Entscheidungshilfe bei der Festlegung der Planungsgrundlagen aufzuzeigen. Auch die immer wieder gestellte Frage nach der Notwendigkeit einer Klimaanlage wurde in diesem Zusammenhang untersucht. In [b] wurde nachgewiesen, dass bei natürlicher Lüftung (Fenster- und Gebäudeundichtigkeiten) an mehr als 2000 h innerhalb eines Jahres die zulässige Raumtemperatur überschritten wird. Die relative Feuchte liegt fast ganzjährig außerhalb der Forderungen. Kurzzeitige Schwankungen von Temperatur und Feuchte sind sehr ausgeprägt. Es können Extremwerte von 15 bis 65 % relativer Feuchte und Raumtemperaturen von 20–31 °C auftreten. Diese Klimawerte sind für ein Museum unter konservatorischen Gesichtspunkten nicht tolerierbar. Die Installation von mechanischen Lüftungsanlagen würde zwar die hygienischen Anforderungen zur Frischluftversorgung verbessern, aber nicht die Forderungen nach Klimakonstanz erfüllen.