



# Kulturerbeforschung, Denkmalschutz und Museen

---

**Klimawandelanpassung, Vulnerabilitätsanalysen,  
Sanierung, Dekontamination**

# KULTURERBEFORSCHUNG

## Überblick

Die **Analyse und die Entwicklung von Konzepten** für das **Raumklima** in **historischen Bauten** ebenso wie die **Entwicklung neuer Lösungen für Museumsdepots und Archive**, die **nachhaltige Sanierung** von Museen sowie **Forschung für die Denkmalpflege** am **Fraunhofer-Zentrum Benediktbeuern** gehören zu den vielfältigen Themenbereichen des Geschäftsfelds Kulturerbe-Forschung. Dabei steht die **Präventive Konservierung** – also die Frage, wie sich Schäden an Kunst und Kulturgut durch die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen langfristig vermeiden lassen – im Vordergrund.

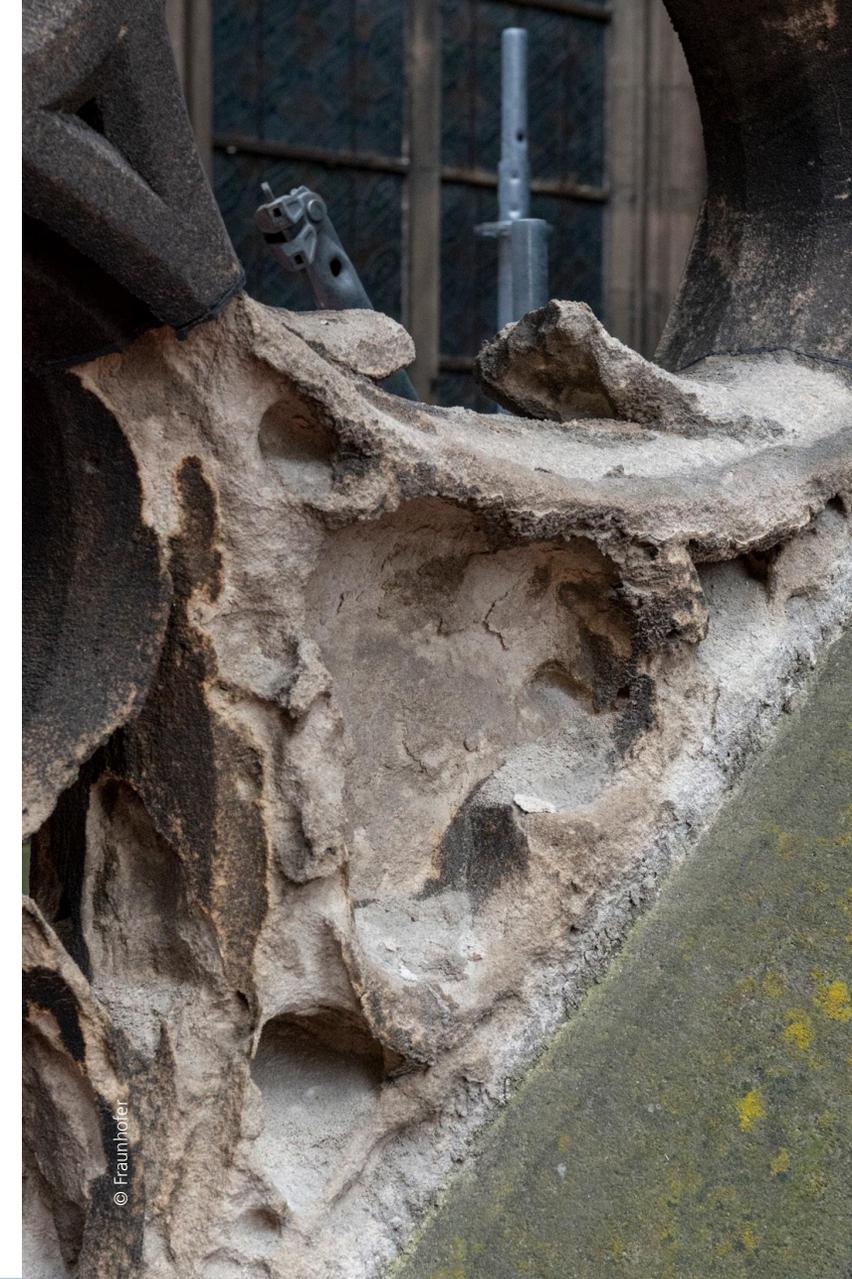
- Klimawandelanpassung und Vulnerabilitätsanalysen
- Sanierung denkmalgeschützter Gebäude
- Konzepte für Museen, Depots und Archive
- Dekontamination PCP und Lindan-belasteter Holzkonstruktionen



# KULTURERBEFORSCHUNG

## Klimawandelanpassung und Vulnerabilitätsanalysen – I

Der Begriff **Vulnerabilität** (eng. vulnerability) wird in verschiedenen Forschungsdisziplinen mit teils unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Er leitet sich vom lat. „vulnus bzw. vulnerare“ (Wunde; verwunden) ab. Im Kontext der **Klimafolgenforschung** meint er das Ausmaß, in dem z. B. ein Objekt, ein System oder eine Gesellschaft von negativen Auswirkungen des Klimawandels „verwundet“ wird und nicht mehr in der Lage ist, darauf zu reagieren, um sie abzuwenden bzw. zu bewältigen. Vulnerabilität umfasst in der Regel weitere Konzepte wie **Exposition** (einem Einfluss ausgesetzt sein), **Sensitivität** (Empfindlichkeit), **Resilienz** (Robustheit) und **Anpassungsfähigkeit**. Bei Vulnerabilitätsanalysen werden diese Konzepte zunächst für den jeweiligen Betrachtungsraum definiert, zueinander in Beziehung gesetzt und ihre Wechselwirkungen untereinander betrachtet. Daraus ergibt sich ein Grad der Vulnerabilität für das zu betrachtende Objekt, welcher abhängig von einer Gefährdung für die Abschätzung des Risikos für einen eintretenden Schaden verwendet werden kann. Während zur Vulnerabilität von Bauwerken schon verschiedene Einschätzungen vorliegen, so konzentrieren sich diese meist auf sehr allgemein gefasste **Gebäudeschäden**, welche die Nutzbarkeit von Gebäuden beeinträchtigen (z. B. Überhitzung des Innenraumes oder Sturmschäden). Bei historischen, denkmalgeschützten Bauwerken ist der Schadensbegriff jedoch erweitert zu definieren, da beispielsweise der Verlust einer bemalten Wandoberfläche für die **Denkmalbedeutung** dramatisch sein kann, für die Nutzbarkeit des Gebäudes jedoch von geringerer Bedeutung ist.

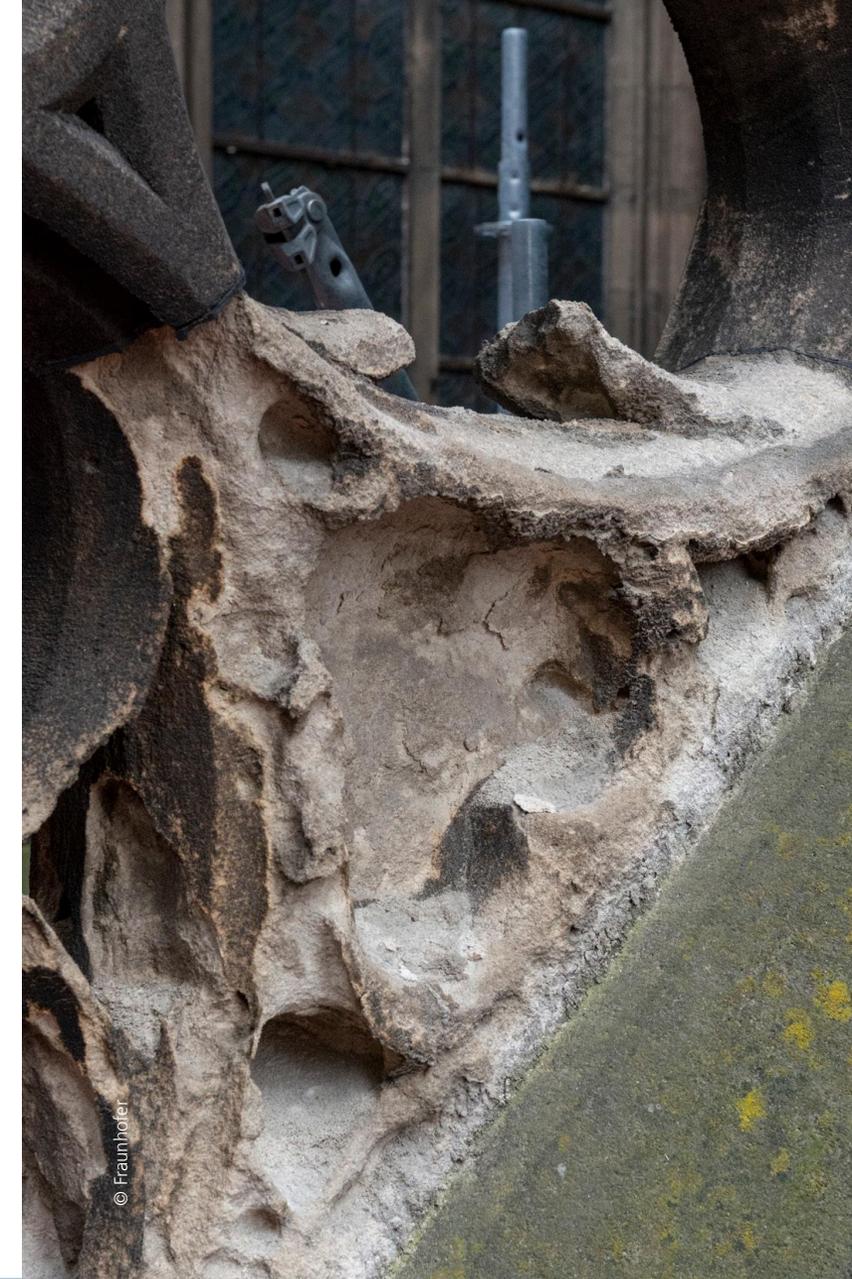


# KULTURERBEFORSCHUNG

## Klimawandelanpassung und Vulnerabilitätsanalysen – II

Daraus ergibt sich, dass Denkmäler empfindlicher gegenüber äußeren Einflüssen und den Folgen des Klimawandels reagieren können. Bei diesen Betrachtungen bleibt die **Vulnerabilität** ein **in die Zukunft gerichteter Wert**, welcher sich abhängig von den anderen Faktoren verändern kann. Einem größeren negativen Einfluss durch Klimafolgen kann durch eine Anpassung im Rahmen der Möglichkeiten begegnet werden, um die Vulnerabilität und damit die Auswirkungen zu verringern. Eine **Fehlanpassung** dagegen könnte das Ergebnis negativ beeinflussen.

Die **Zusammenfassung von Einzelgebäuden zu Bautypen** entsprechend ihrer Vulnerabilität und Resilienz gegenüber Witterungseinflüssen und Klimaveränderungen bietet ein wichtiges Werkzeug bei der Identifizierung besonders **vulnerabler Gebäudegruppen** und bei der **Planung** und **Entwicklung** von **Lösungsstrategien**. So können dringende Handlungsbedarfe besser erkannt werden, um den Verlust wertvoller Denkmalsubstanz zu verhindern. **Präventive Maßnahmen** können zielgerichtet eingesetzt werden, um zukünftige Schäden zu vermeiden, und **denkmalgerechte Anpassungsmöglichkeiten** für verschiedene Regionen und Bautypen aufgezeigt werden. Im Rahmen unseres Forschungs- und Dienstleistungsangebots bieten wir eine **umfassende Analyse und Entwicklung von Strategien zur Anpassung historischer, denkmalgeschützter Gebäude an den Klimawandel** an.



# KULTURERBEFORSCHUNG

## Klimawandelanpassung und Vulnerabilitätsanalysen – III

### ▪ **Vulnerabilitätsanalyse**

- Definition der Schlüsselkonzepte Exposition, Sensitivität, Resilienz und Anpassungsfähigkeit speziell für Ihr Gebäude
- Wechselwirkungsanalyse dieser Konzepte zur Bestimmung der Vulnerabilität

### ▪ **Risikobewertung**

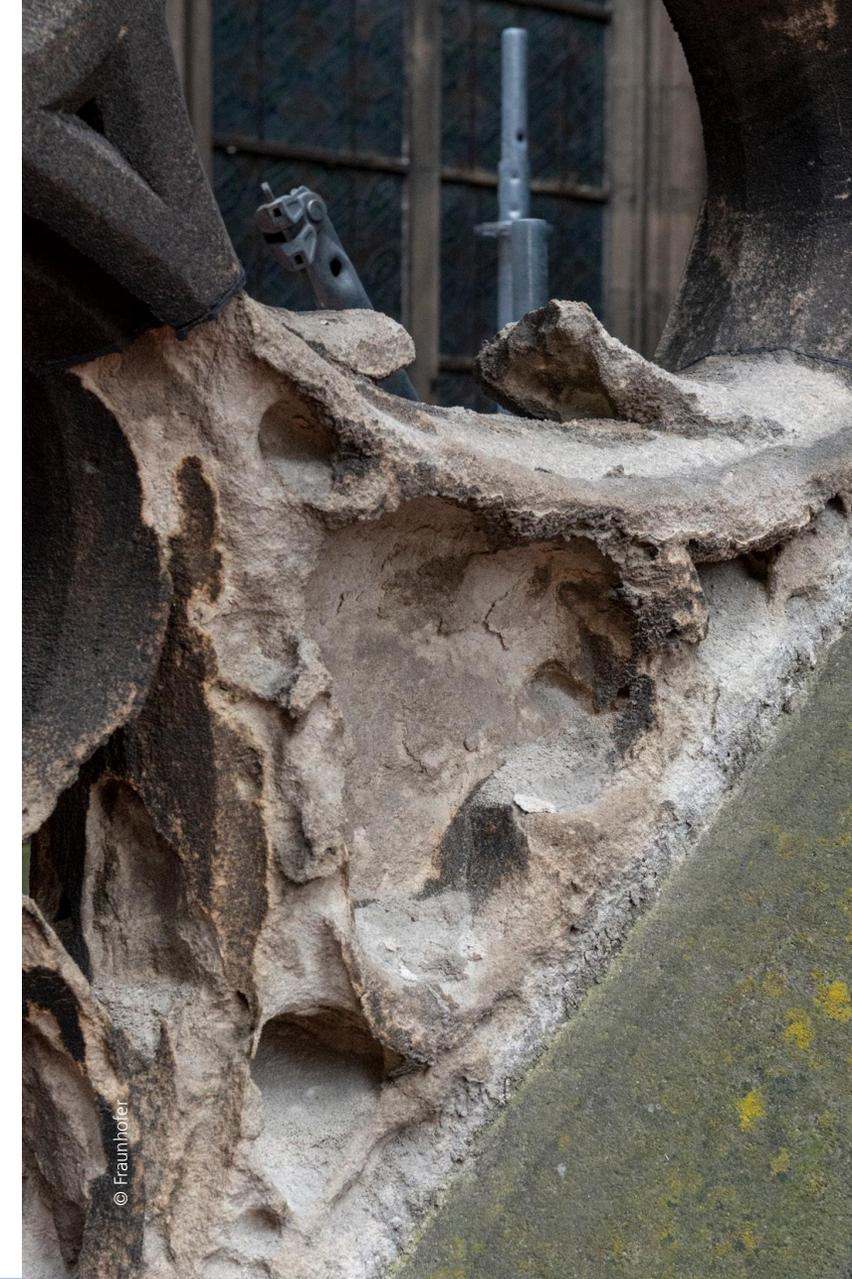
- Abschätzung des Risikos für das Gebäude unter Berücksichtigung seiner spezifischen Gefährdung
- Identifikation von Handlungsbedarfen zur Prävention von Schäden

### ▪ **Entwicklung von Anpassungsstrategien**

- Ausarbeitung von maßgeschneiderten Lösungen zur Verringerung der Vulnerabilität
- Vermeidung von Fehlanpassungen, die den Zustand des Gebäudes verschlechtern

### ▪ **Typenspezifische Lösungsstrategien**

- Klassifizierung der Gebäude nach Bautyp zur Identifikation von Vulnerabilität und Resilienz
- Entwicklung von präventiven Maßnahmen und Anpassungsoptionen für unterschiedliche Regionen und Bautypen

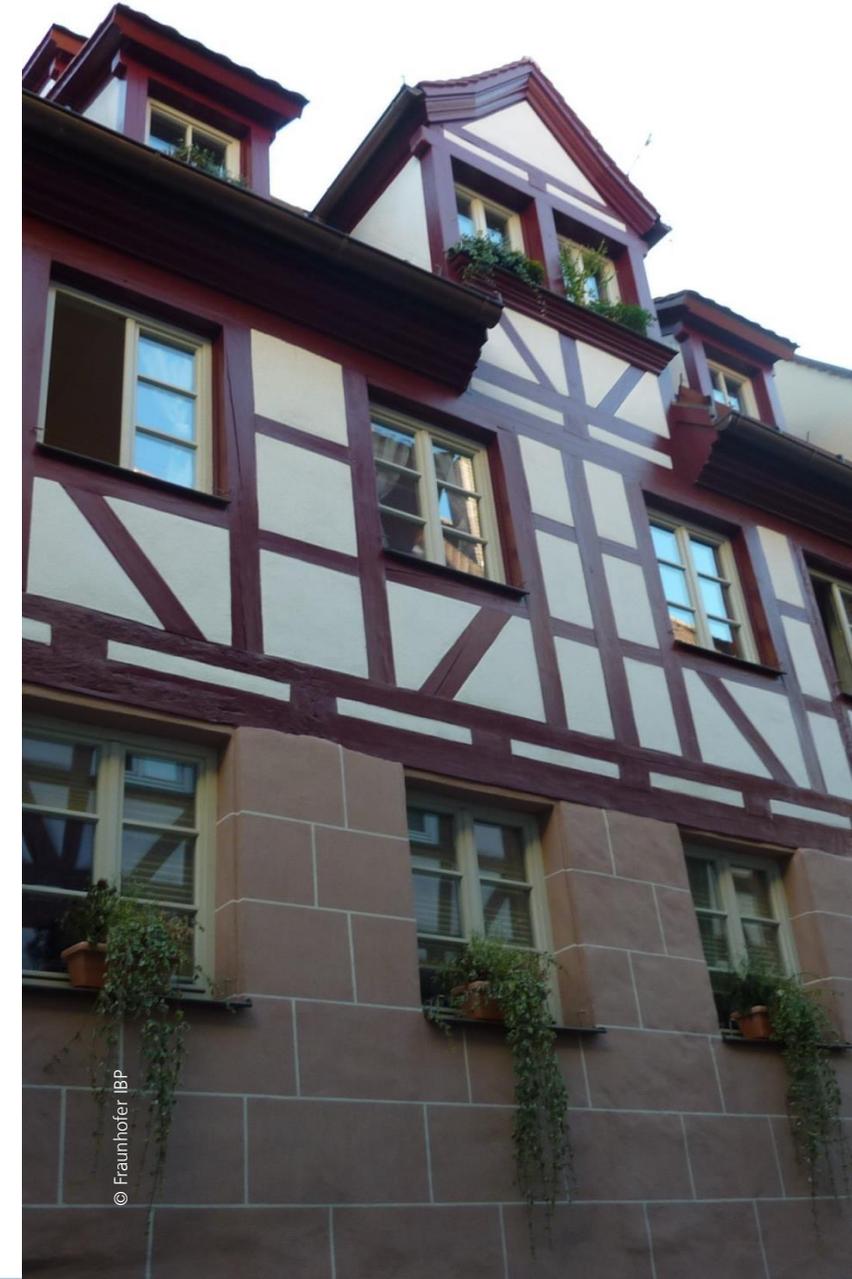


# KULTURERBEFORSCHUNG

## Sanierung denkmalgeschützter Gebäude – I

**Baudenkmalpflege** und **Energieeffizienz** müssen nicht im Widerspruch stehen. In Zeiten zunehmenden ökologischen Bewusstseins sowie vor dem Hintergrund der globalen Debatte um den Klimawandel wächst die **Notwendigkeit für energetische Einsparungen** im Gebäudebereich. Dies gilt auch und in besonderer Weise für denkmalgeschützte Bauten. Dabei kann es **nicht erklärtes Ziel** sein, **alle historischen Bauten zu Plusenergie-Häusern** umzubauen. Unter Beachtung der vorliegenden Denkmalwerte mit den jeweiligen Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung müssen **maßgeschneiderte, individuelle Lösungen** gefunden werden.

Verschiedene Fragestellungen wie z. B. die Untersuchung und Bewertung von **Energieeffizienz, Komfort und Potenzial zur Schadensvermeidung** verschiedener **Wandheizungssysteme** wurden bereits detailliert untersucht. Neue Wege zur Erhaltung und energetischen Verbesserung **historischer Fenster** werden ebenfalls erforscht. Die **Dekontamination schadstoffbelasteter Hölzer**, der **Schutz historischer Balkenköpfe** vor Zerstörung durch Mikroorganismen oder die **Akustik im Baudenkmal** sind weitere Forschungsthemen.

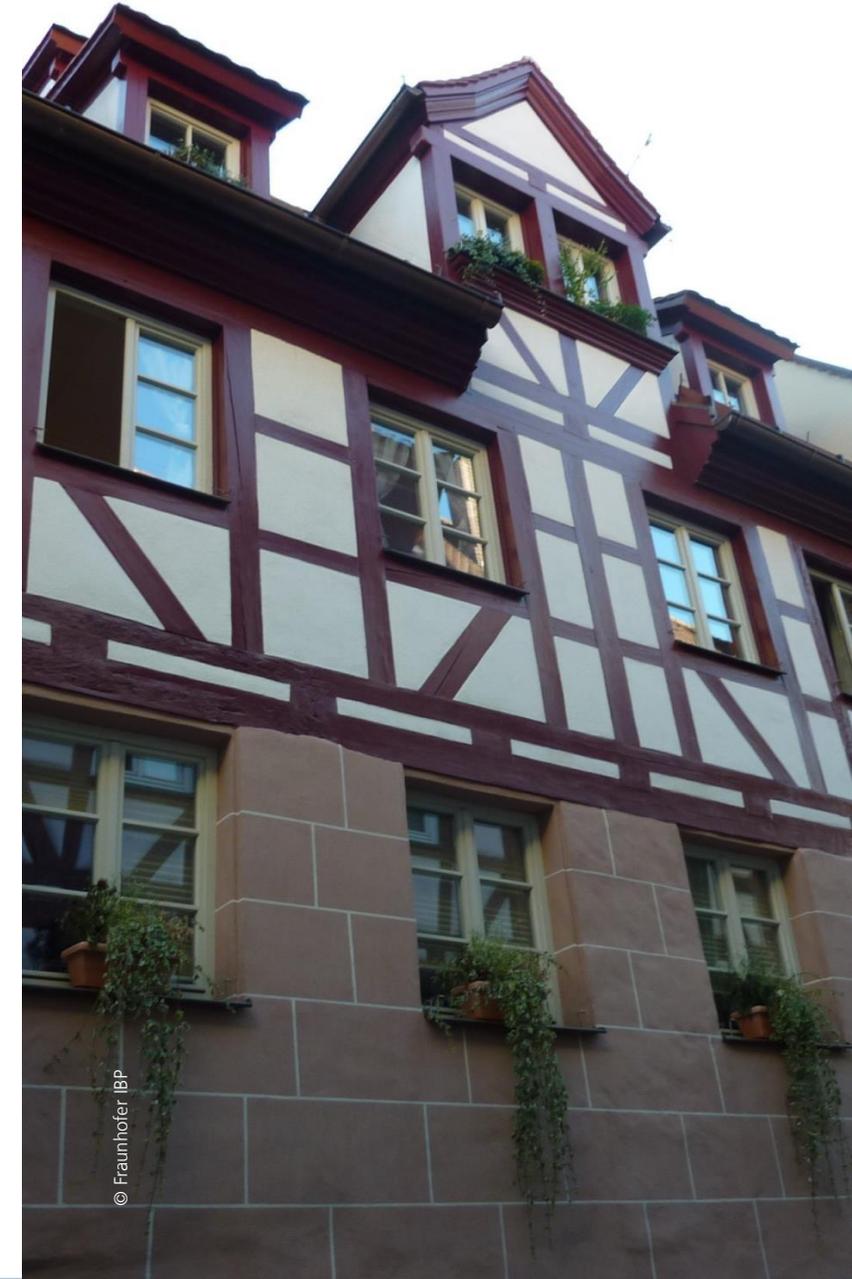


# KULTURERBEFORSCHUNG

## Sanierung denkmalgeschützter Gebäude – II

### Unsere Kompetenzen und Dienstleistungen umfassen:

- Entwicklung von Gesamtkonzepten für die Sanierung historischer Gebäude
  - Prüfung der Kompatibilität von Maßnahmen mit historischen Bauten in Bezug auf Dauerhaftigkeit und Schadensfreiheit
  - Dämmstoffentwicklung z.B. aus nachwachsenden Rohstoffen (Typha)
  - Entwicklung eines reversiblen Systems für Innendämmungen
  - Rechnerische Beurteilung z. B. von Lösungen für die Dachinstandsetzung oder Innendämmung
- Mörtel in der Baudenkmalpflege, Kalk und Lehm – Material und Verarbeitung
  - Gebäude- und Materialpathologie; mikrobiologische Bauforensik: Erkennen und Beseitigen bzw. Vermeiden mikrobieller Probleme und Schäden im Denkmalschutzbereich
  - Konzepte für technische Gebäudeausrüstung (TGA) im Baudenkmal und Regelungstechnik
  - Energieträger und regenerative Energien im denkmalgeschützten Baubestand
  - Akustik im Baudenkmal (Raumakustik, Bauakustik, Orgelakustik)



# KULTURERBEFORSCHUNG

## Konzepte für Museen, Depots und Archive

Ein **Museum** muss grundsätzlich zwei Nutzungen dienen: Zum einen soll das Gebäude für die Präsentation der Sammlungen und Kunstwerke einen hohen **Komfort für die Besucher und Mitarbeiter** sicherstellen, insbesondere durch das Raumprogramm, Innenarchitektur, **thermische Gebäudehülle, Lichtführung und Akustik**. Zum anderen muss das Museum auch den Aspekten der **Präventiven Konservierung** entsprechen, das heißt, der Bau soll die ausgestellte Sammlung schützen und bewahren. Zentrale Themen sind u. a. Fragen der **Klimatisierung**, der Umgang mit **Tages- und Kunstlicht**, die Vermeidung von **Schadstoffen**, die Berücksichtigung von **Sicherheit, Brandschutz und Bautenschutz, Notfallplanung** sowie selbstverständlich auch immer der Umgang mit den Museumsbesuchern. In der heutigen Zeit kommt allerdings auch den Themen **Energie** und **Nachhaltigkeit** wachsende Bedeutung zu. Unsere Wissenschaftler erarbeiten nachhaltige Lösungen für Museen, Depots und Archive, insbesondere bei der Entwicklung von **ressourcenschonenden Klimakzepten**, die für Gebäude und Sammlung verträglich sind. Hierzu zählt die Energieeffizienzbetrachtung unter Berücksichtigung der musealen Klimavorgaben, die Entwicklung von minimal-invasiven und dezentralen klimatechnischen Lösungen und Niedrigenergiekonzepten für kleine und mittlere Museen. Konzepte für **Neubauplanung** von **Depots** und **Archive** erarbeiten wir zusammen mit unserem Fraunhofer **Spin-Off der ModulDepot GmbH**.



# KULTURERBEFORSCHUNG

## Nachhaltige Sanierung von Museen

### Unsere Kompetenzen und Dienstleistungen umfassen:

- Konservatorische Fachkompetenz im Kontext von Klimadatenanalyse, technischer Gebäudeausrüstung TGA,
- Feuchte- und Wärmeschutz, Notfallplanung, Betriebssicherheit, Lichtschutz und Beleuchtung
- Festlegung von individuellen, sammlungsspezifischen Klima-Zielbereichen
- Konzepte für Energieversorgung
- Minimalinvasive und dezentrale Klimatisierung

- Akustik im Museum
  - Raumakustik im Museum
  - Schalldämmung zwischen Ausstellungsräumen
  - Auralisation für Museen
  - Bewertung von Klangduschen



# KULTURERBEFORSCHUNG

## Dekontamination PCP und Lindan-belasteter Holzkonstruktionen

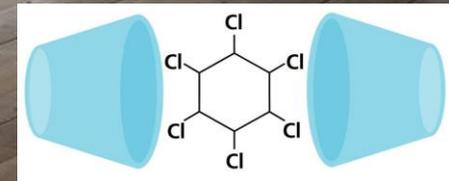
### Unsere Kompetenzen und Dienstleistungen umfassen:

- Entwicklung von Materialien und Technologien für die Denkmalpflege, z.B. die zerstörungsfreie Dekontamination PCP und Lindan-belasteter Holzkonstruktionen durch eine Kombination aus innovativen Adsorbermaterial auf der Holzoberfläche und Raumluftreiniger auf Basis der Plasmatechnologie, bei der sowohl die Hölzer als auch die kontaminierten Innenräume nachhaltig, rückstandslos und gesundheitlich unbedenklich behandelt werden.

Mit der CycloPlasma-Technologie können die Schadstoffe in den Bauwerken rückstandslos entfernt werden. Sie verbindet den Gesundheitsschutz der Gebäudenutzer mit wirtschaftlichen Interessen der Eigentümer durch den Erhalt der Bausubstanz sowie dem Anspruch der Denkmalpflege, Zeitdokumente zu erhalten. Die Technologie soll künftig von Sanierern und Bauträgern genutzt werden. Insbesondere kann die Technologie helfen, den denkmalgeschützten Gebäudebestand der öffentlichen Hand zur sanieren – wie Archive, Dokumentationszentren oder Freilichtmuseen. Nicht nur die Gebäude an sich, sondern auch darin enthaltene Exponate wurden mit Lindan- und PCP-belasteten Holzschutzmitteln konserviert.



© Fraunhofer IBP



# Kontakt

---

**Dr. Wolfgang Zillig**  
**Forschungsmanagement und Technologietransfer**  
**Tel. +49 170 239 3613**  
**[wolfgang.zillig@ibp.fraunhofer.de](mailto:wolfgang.zillig@ibp.fraunhofer.de)**

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Fraunhofer Str. 10  
83626 Valley  
[www.ibp.fraunhofer.de](http://www.ibp.fraunhofer.de)



Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP