

Klimabedingte Schäden an Raum und Ausstattung.

Fallbeispiele aus Baden-Württemberg

Kulturdenkmale und ihre Ausstattungen unterliegen je nach Gebrauch und Nutzung einem Verschleiß, der den substanziellen Bestand gefährdet. Hierbei treten alterungsbedingte Materialveränderungen in der Regel weitaus weniger in Erscheinung als Schäden, die durch das Umfeld sowie durch Eingriffe und Veränderungen verursacht werden. Bauphysikalische Einflüsse verändern wesentlich das Materialgefüge, sie bilden nach heutigem Kenntnisstand das größte Gefahrenpotential für den Erhalt unseres kulturellen Erbes. Eine der Hauptursachen ist in den heutigen Nutzungsansprüchen von Kirchenräumen, Schloss-Sälen, Bibliotheken und anderen historischen Räumen für Veranstaltungen mit hohen und zum Teil kurzfristigen Belastungen zu sehen (Abb. 1).

Bis zu Beginn des technischen Zeitalters waren historische Innenräume mit ihren Ausstattungen, abgesehen von zu Wohnzwecken genutzten Räumlichkeiten, in der Regel den jahresbedingten klimatischen Schwankungen ausgesetzt. Festliche Räume in Schlossbauten, Klöstern und Palästen sind auch damals für Großveranstaltungen genutzt worden, hauptsächlich aber nur in den wärmeren Jahreszeiten. Soweit Heizstellen in den Räumen vorhanden waren wie: offene Kamine, Kachelöfen oder schamottierte Eisengußöfen, war die Wärmeabstrahlung und Wärmeverteilung im Raum weitaus geringer als bei modernen Heiztechniken. Dies wiederum hatte eine langsamere Erwärmung der Materialgefüge zur Folge. Auch die Abkühlphase war bei geschlossenen Ofensystemen länger, so dass sich die Raumluft der Umgebung wieder angleichen konnte.

Mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert kamen vermehrt neue Werkstoffe bei Umbauten und Reparaturen am historischen Baugefüge zur Anwendung. Die Auswirkungen und Schäden sind heute hinlänglich bekannt. Es hat leider über hundert Jahre gedauert, bis ein differenzierter Einsatz moderner Werkstoffe nach kritischem Abwägen der Verträglichkeit mit dem historischen Bestand in das Bewusstsein der Verantwortlichen gelangte.

Mit dem Einbringen moderner Werkstoffe in das historische Baugefüge und zur Reparatur innerhalb bestehender Trägermaterialien wie im direkten Anschluss an den Bestand, entstehen bauphysikalisch unterschiedlich reagierende Gefüge, die in Abhängigkeit vom umgebenden Klima über einen längeren Zeitraum den historischen Bestand gefährden.

Umbauten, Veränderungen und Reparaturen hat es am überkommenden Bestand zu allen Zeiten gegeben. Sehr häufig hat ein Materialwechsel stattgefunden, der sich nicht am Bestehenden orientierte. So treffen wir Reparaturen, Ergänzungen und erneuerte Bauteile an, die an Stelle der angetroffenen Quadersteine etwa mit Bruchstein oder Ziegel ausgeführt wurden. Da

jedes Baumaterial unterschiedliche Parameter aufweist, könnte man daraus schlussfolgern, dass die verantwortlichen Baumeister uns ein Flickwerk hinterlassen haben und deshalb für alle heute auftretenden bauphysikalischen Probleme verantwortlich sind. Als Bindeglied zur Verarbeitung unterschiedlicher Baumaterialien stand bis zur Zementproduktion im 19. Jahrhundert nur Kalk, Gips und Sand zur Verfügung. Historisches Mauergefüge, Reparaturen und Ergänzungen kamen, der Bautradition folgend, mit Kalkmörtel zur Ausführung. Bei zweischaligen oder Vollmauerwerken bestehen die Fugen aus Kalk und Sand, je nach Bautradition gegebenenfalls noch mit Zuschlägen von Ziegelsplitt. Die Deckschichten im Außenbereich bestanden aus vergleichbaren Mischungen wie der Fugenmörtel, während im Innern neben den Kalkmörteln noch Gips als Zuschlag anzutreffen ist.

Während die genannten Baustoffe ab dem Mittelalter für Kirchen, Burgen und Schlossbauten zur Anwendung kamen, sind Profanbauten vom 13. Jahrhundert an im städtischen wie ländlichen Bereich als Fachwerkbauten anzutreffen. Da Holzkonstruktionen je nach Querschnitt einen anderen Dämmwert haben als Mauerwerk, sind die Gefache mit Flechtwerk aus Weidenruten und beidseitigem Lehm-Strohverstrich verfüllt worden. Als Deckschicht erhielten die Gefache innen wie außen holzbündig einen Kalkmörtelverstrich oder eine Kalk-Sandschlemme. Damit konnte für die Gefache ein vergleichbarer, dem Holzquerschnitt entsprechender Dämmwert erreicht werden. Diese wohlgedachte Bauweise ist bauphysikalisch mit anderen Werkstoffen im Fachwerkbau nicht zu erreichen, was erst in jüngster Zeit erkannt wurde, nachdem im 20. Jahrhundert durch Unkenntnis ein Großteil der Fachwerkbauten skelettiert worden ist (Abb. 2).

Die hier nur kurz angesprochenen traditionellen Bautechniken decken keinesfalls das gesamte Spektrum unseres kulturellen Erbes ab.¹ Die Kenntnis historischer Bautechniken und Baugefüge mit den verwendeten Materialien sind Grundvoraussetzung zur Beurteilung bauphysikalischer Abläufe. Hinzu kommen die sensiblen Oberflächen unterschiedlichster Art an baugebundenen Ausstattungen. Werden – wie seit dem 19. Jahrhundert – neue Baustoffe verwendet und technische Einrichtungen hinzugefügt, die nicht auf den Bestand abgestimmt sind, kann ein Kulturdenkmal mit seiner Ausstattung sehr schnell aus dem bis dahin gewährleisteten Gleichgewicht geraten, wie dies an einer Vielzahl von Objekten nachzuweisen ist.

Zu den technischen Zutaten, die es vorher nicht gegeben hat, gehören alle Einrichtungen, die den gesamten Rauminhalt beheizen. Die Installation solcher Anlagen ist mit Eingriffen im Bodenniveau verbunden, bei denen vielfach nicht nur originale Bodenbeläge, sondern auch wertvolle archäologische Funde von Vorgängerbauten zerstört werden.

Die heutigen technischen Möglichkeiten mögen zwar dem Wohlbefinden der kurzzeitig Anwesenden dienen, nehmen aber selten Rücksicht auf den historischen Bestand mit seiner

¹ Vgl. auch Klaus KÖNNER, Joachim WAGENBLAST (Hg.), „Steh fest mein Haus im Weltgebrauch“. Denkmalpflege – Konzeption und Umsetzung, Aalen 1998



Abb. 1. Kisslegg, Kath. Pfarrkirche: Verschmutzung durch ein ungesteuertes Umluftheizsystem.

immensen Materialvielfalt. Die Folgeschäden durch Materialveränderung, sowohl an der Ausstattung als auch an baugebundenen Decken- und Wandmalereien, Dekorationen und plastischen Schmuckteilen werden von den planenden Ingenieuren in ihrer gesamten Tragweite oft nicht erkannt, weil ihnen das unterschiedliche Materialgefüge nicht bekannt ist. So reagieren Trägermaterialien aus Holz auf Klimaschwankungen mit einer Verringerung der Holzfeuchte nicht sofort, sondern zeitlich versetzt, so dass auftretende Schäden erst nach Tagen am Kunstwerk erkennbar werden (Abb. 3, 4).

Organische Werkstoffe wie Holz, tierischer Leim, Pergament, Papier und andere sind hygroskopisch, sie haben stets eine gewisse Menge Wasser gebunden, die mit dem in der Luft vorhandenen Wasserdampf im Gleichgewicht steht. Wird die Luft in einem Innenraum – z. B. durch eine Beheizung – trockener, so gibt das Material Feuchtigkeit ab und schwindet, wie es sich umgekehrt ausdehnt, wenn die Luftfeuchtigkeit ansteigt. Diese Dimensionsveränderungen hygroskopischer Werkstoffe, wie sie bei Kirchengeschäften aus Holz vorliegen, sind die Hauptursache für Klimaschäden verschiedenster Art. Im trockenen Klima mit Temperaturen von über 14° beginnt in einem Kirchenraum dessen Luftfeuchtigkeit je nach Raumvolumen rasant abzunehmen. Fällt die relative Luftfeuchte unter einen Wert von 55%, geraten die Ausstattungen in eine kritische Phase und beginnen zu schwinden. Holz und anderes organische Material verändert sein Volumen (Abb. 5). Die Verkleinerung der Holzoberfläche bewirkt bei Altären, Tafelbildern oder bei gefassten Skulpturen, dass Mal- und Fassungsschichten mit den Grundierungsschichten aufstehen und abfallen. Risse entstehen, Zierteile verformen sich, bei furnierten Intarsien und Einlagen kommt es zu Absprengungen. Auch textile Bildträger reagieren bei Luftfeuchtigkeitswechsel mit Bewegungen und Spannungen, es kommt zu Verformungen oder zu Rissbildungen bei den Leinwandgemälden (Abb. 6).

Bei zu hoher Luftfeuchte, bei Werten über 80%, wie sie bei Kirchenräumen nicht selten anzutreffen sind, ergeben sich gute Wachstumsbedingungen für Mikroorganismen und Pilze verschiedenster Art (Abb. 7, 9).

Abb. 2. Böblingen, Marktplatz 21, Fachwerkbau: Entfernung sämtlicher bauzeitlicher Ausfachungen aus Weidenrutengeflecht und Lehm.

Auch bei geplanten technischen Erneuerungen oder Verbesserungen ist die Vielfalt der historischen Materialien selten im Blickfeld der Planungen. Sie setzt eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von allen Beteiligten zu Planungsbeginn und eine ausreichende Objektkenntnis voraus. Voneinander unabhängige Einzelgutachten aus den verschiedenen Fachbereichen können kaum die individuellen Anforderungen und Gegebenheiten der Objekte berücksichtigen, da nur im Zusammenspiel der Disziplinen eine Vernetzung aller Informationen möglich ist. So wie jedes Kulturdenkmal mit seiner Ausstattung individuell entstanden ist, sollten im Vorfeld der Planung ausgehend von der Bestandsanalyse alle Erhaltungs- und Veränderungsmaßnahmen mit erfasst sein.

Gerade im technischen Bereich (Statik, Heizung, Bauphysik) ist ein Formeldenken ohne Kenntnisse historischer Techniken eher kontraproduktiv. Vielmehr müssen die technischen Lösungen auf den oft über Jahrhunderte gealterten Bestand abgestimmt werden (Abb. 11).

Wenig beachtet wird dabei auch die Materialvielfalt von historischen Bauten und deren Ausstattungen. Abgesehen von wenigen Ausnahmen haben unsere Kulturdenkmäler zudem vielfältige Oberflächengestaltungen erfahren, die neben den Trägermaterialien wie Stein, Ziegel, Mörtel, Stuck und Holz auch weitere, sensible Materialgefüge wie Malereien und Fassungen auf Kreidegülden, Papier, Pergament, Textil, Leder oder Metall enthalten, um nur einige zu nennen.

Ausgehend von dieser Materialvielfalt und deren Verhalten auf unsere zeitgemäßen technischen Zutaten wie Licht, Wärme, Isolierung und Abdichtung ergibt sich ein Spannungsfeld, welches dem Erhaltungswillen zuwiderläuft, wenn nicht im Vorfeld





Abb. 3. Schwäbisch Hall, St. Michael, Epitaph. Ausschnitt: Beispiel für eine zu geringe Holzfeuchte, die zum Schwinden des Trägers und zur Abstoßung der Malschicht führte.

Abb. 4. Stuttgart-Mühlhausen, St. Veit, Hochaltar, Detail: Beispiel für erhebliche Fassungsschäden an den gotischen Altären und Skulpturen durch Überheizen des Kirchenraums.

Abb. 5. Stuttgart-Mühlhausen, St. Veit, Hochaltar, Detail: Fehlstellen durch bereits abgeplatzte Fassungsschichten nach andauernder Überheizung des Kirchenraums.

Abb. 6. Schwäbisch Hall, St. Michael, Leinwandbilder: Verformung des Leinwandträgers durch ungünstige Klimabedingungen und Aufhängung der Gemälde ohne Rückseitenschutz an einer Außenwand.

einer Planung auf diesen Umstand und die Empfindlichkeit der einzelnen Materialien Rücksicht genommen wird. Weiterhin sind die gestiegenen Immissionen mit in ein Erhaltungskonzept einzubeziehen. Das Wissen um die Empfindlichkeit von historischen Oberflächen und deren Materialgefüge darf nicht nur dem heute wissenschaftlich tätigen Restaurator vorbehalten sein, sondern muss verstärkt im Bewusstsein der planenden Architekten und der technisch ausgerichteten Fachdisziplinen verankert werden. Die denkmalpflegerische Aufgabe liegt darin, das Fachwissen im Dienste der Erhaltung der Objekte zu bündeln.

Klimatische Schwankungen im Innenraum sind abhängig von der Bauweise, den verwendeten Baumaterialien und den Mauerstärken. Weiterhin wird das Innenraumklima durch Deckenkonstruktionen verschiedenster Bauarten mit beeinflusst, wenn die verbauten Materialien keine ausreichenden Dämmwerte aufweisen. Die frühen mittelalterlichen Bauwerke waren mit kleineren Fenstern ausgestattet als die späteren, die ab der Gotik auch große, in der Regel bemalte Glasflächen kannten. Jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen beeinflussten, wenn auch zeitversetzt, das Klima im Innenraum. Da keine künstlichen Temperierungen stattfanden, konnten der Baukörper und die Ausstattung diese Schwankungen in der Regel kompensieren. Am Bau selbst sind über Jahrhunderte kaum Schäden

² Siehe Helmut F. REICHWALD, Die Sylvesterkapelle in Goldbach am Bodensee. Bestand – Restaurierungsgeschichte – Maßnahmen – Technologie, in: Wandmalerei des frühen Mittelalters, hg. von Matthias EXNER (ICOMOS-Hefte des Deutschen Nationalkomitees XXIII), München 1998, S. 191–218.



4 △



5 △

6 ▽



durch Klimaschwankungen nachzuweisen. Wäre dem nicht so, dürften sich in keinem historischen Gebäude noch bauzeitliche Mörtel oder baugebundene Ausstattungen mit ihren historischen Oberflächen erhalten haben.

Aufsteigende Feuchtigkeit oder Wassereinträge durch undichte Dächer sind zwar an allen Gebäuden anzutreffen, derartige Schäden haben aber eher aufgrund unsachgemäßer Reparaturen und falscher Materialanwendungen den Bestand weiter gefährdet.

Ein ernst zu nehmendes Problem ist jedoch die Wasserführung und Ableitung von Regen- und Schmelzwasser an historischen Gebäuden. Abgesehen von verschiedentlich handwerklich unzureichenden Bewehrungen oder kritischen Anbindungen von Mauerwerk und Dachdeckung, wurde von Seiten der Denkmalpflege die notwendige Verteilung mehrerer Fallrohre an historischen Gebäuden vormals als nicht denkmalverträglich angesehen oder abgelehnt. In Einzelfällen hat die Denkmalpflege über Jahrzehnte die Anbringung von Dachrinnen und Fallrohren an einzelnen Kulturdenkmälern gänzlich untersagt.

Am Beispiel der Sylvesterkapelle in Goldbach bei Überlingen hat eine solche Entscheidung bis Ende der 1980er Jahre zu einer Durchfeuchtung des Mauerwerks im Innen- und Außenbereich bis zu einer Höhe von ca. drei Metern und zu Verlusten noch vorhandener historischer Mörtel sowie zur Algenbildung im Innenraum geführt.² Mit der 1990 begonnenen Instandsetzung wurden auf Veranlassung der Restaurierungswerkstatt des Landesdenkmalamtes „provisorisch“, Dachrinnen und Fallrohre installiert. Dadurch konnte die durch Spritzwasser verursachte Durchfeuchtung des aufgehenden Mauerwerks verhindert werden. Nach einem Jahr zeigte sich im Innenraum eine merk-



Abb. 7. Blaubeuren, ehemalige Klosterkirche, Hochaltar, Detail: Schimmelbildung auf einem Tafelbild wegen zu hoher Luftfeuchte im unbeheizten Kirchenraum.

Abb. 8. Reichenau-Oberzell, St. Georg, Nordwand, Die Heilung eines Wasserstüchtigen (vgl. Abb. 19), Detail: Arbeitsprobe zur Abnahme des Schimmels im Hintergrund.



Abb. 9. Birnau, Klosterkirche, Deckengemälde, Detail: Besiedelung von Mikroorganismen auf einem mit Magermilch fixierten Fresko, nachdem hoher Besucherandrang und offen stehende Türen eine permanent zu hohe Luftfeuchtigkeit im Kirchenraum verursachen.

liche Abtrocknung der unteren Wandzonen im Innenraum. An den abgenommenen Algenbildungen der Probefelder trat kein erneuter Bewuchs auf. Das „Provisorium“ hat auch heute, nach 15 Jahren, weiterhin Bestand. Nach der Restaurierung der unteren Wandzonen und der darüber liegenden wertvollen Wandmalereien hat es keine weiteren Durchfeuchtungen der unteren Wandzonen mehr gegeben.

Durch Reparaturen der Sockelzonen, die in den meisten Kirchen schon mehrfach durchgeführt wurden, entstehen Problemzonen an den Anbindungsflächen zum historischen Bestand. Um die durchfeuchteten Bereiche zu „stabilisieren“, wurde seit dem 19. Jahrhundert zementgebundener oder reiner Zementmörtel verwendet. Dadurch konnte ein Feuchteausgleich an der Oberfläche nicht mehr stattfinden. Die Feuchtigkeit wanderte hinter der Sperrschicht weiter nach oben, die dabei mittransportierten Salze lagerten sich in der angrenzenden originalen Mörtelschicht ab und kristallisierten bei entsprechenden Raumtemperaturen aus, was zu weiterer Zerstörung noch intakter Mörtelschichten geführt hat, nicht selten mit Wandmalereien. Die seit längerem entwickelten und angewendeten Sanierputze sind zwar offenporig eingestellt, setzen sich aber durch Salzablagerungen mit der Zeit zu und führen dann zu vergleichbaren Schäden. Soweit die Denkmalpflege solche Reparaturen beeinflussen konnte, werden anstehende Maßnahmen seit Jahren wieder in der historischen Kalktechnik ausgeführt. An vielen Objekten hat sich gezeigt, dass es auch nach einem längeren Zeitraum nur zu partiellen Schäden gekommen ist. Viel wichtiger ist in diesem Zusammenhang ein Gleichgewicht der Materialgefüge von Altbestand und neuer Zutat herzustellen, das auf klimatische Einflüsse vergleichbar reagieren kann.

Ein weiteres Kapitel betrifft die Raumschale, die über Jahrhunderte in Kalktechnik gefasst, dekoriert oder bemalt wurde. Mit den Kalkmörteln bildeten diese Fassungen eine homogene Oberfläche, die über lange Zeiträume jeder Klimaschwankung standhielt. Feuchtigkeit wurde aufgenommen und konnte problemlos nach einer gewissen Zeit wieder verdunsten. Das Materialgefüge war offenporig und in der Lage solchen Wechselwir-

kungen standzuhalten. Mit der Beschichtung moderner Werkstoffe auf historischen Oberflächen war der Feuchteausgleich nicht mehr gegeben. Bei ungünstigen klimatischen Bedingungen – und diese sind in nur zeitweise beheizten Räumen immer anzutreffen –, kommt es zur Kondensatbildung auf den Oberflächen. Die Verdunstung dieser Feuchtigkeit schlägt sich im Raum nieder, weil sie schneller erfolgt, als bei offenporigen Untergründen. Ein weiterer Nachteil dieser modernen Werkstoffe ist die schnellere Verschmutzung der Oberflächen gegenüber kalkgebundenen Schichten. Durch Heizung verursachte Luftströmungen im Raum lassen an den kunststoffhaltigen Anstrichen eine elektrostatische Aufladung der Oberflächen entstehen, an denen sich Staubpartikel ablagern. In Verbindung mit der Kondensatbildung werden diese Ablagerungen an der Oberfläche mit der Zeit gebunden und bewirken eine schnelle Verschmutzung der Raumschale. Die heute aus Kostengründen vielfach angestrebten Reinigungen einer Raumschale lassen sich an Objekten mit einer kalkgebundenen Oberfläche meist problemlos durchführen (Abb. 10). Dagegen lässt sich an kunststoffgebundenen Fassungen selten ein verwertbares Reinigungsergebnis erzielen.

Ein weiterer, mit hohen Kosten verbundener Nachteil ist die Schwierigkeit der Abnahme solcher Beschichtungen, weil diese in den meisten Fällen chemisch erfolgen muss. Je nach Mörtelbeschaffenheit sind Abnahmen dieser Beschichtungen auch dringend erforderlich, weil das Materialgefüge unter der Sperrschicht erstickt.

In Baden-Württemberg gibt es noch wenige Objekte, die eine bauzeitliche oder eine nach einer frühen Bauveränderung entstandene Raumschale und Ausmalung aufweisen. Ganz unberührt ist keine dieser Kirchen, aber die partiellen Eingriffe beschränken sich auf Bereiche, die bei den restauratorischen Untersuchungen lokalisiert werden konnten.

Die evangelische Stadtkirche St. Peter und Paul in **Weilheim/Teck**, 1489 von Baumeister Peter von Koblenz begonnen, hatte im Langhaus zunächst eine Flachdecke. Um 1520 erhielt das

Langhaus ein Netzgewölbe mit floraler Bemalung und farbiger Fassung der Steinrippen (Abb. 13). Die Chorwand ist mit einem Jüngsten Gericht bemalt, über dem Zugang an der Nordwand entstand 1523 ein großes Rosenkranzbild. Weitere Ausmalungen mit Rollwerkrahmungen an der Nord- und Südwand, sowie an den Fenstern und Zugängen kamen im späten 16. Jahrhundert hinzu. Emporen aus dem 16. und 17. Jahrhundert, deren Brüstungen bemalt, marmoriert und betextet sind, befinden sich an der Südwand und im östlichen Teil an der Nordwand. Die Westempore wurde im 18. Jahrhundert erneuert, sie erhielt eine Weißfassung mit einer Vergoldung der Zierteile. Der Kanzelcorpus mit den vier Evangelisten und dem geschwungenen, reich verzierte Treppenaufgang bestehen aus Sandstein mit einer farbigen Fassung aus der Umbauphase um 1520. Der Kanzeldeckel von 1616 ist in den 1970 Jahren konzeptlos neu gefasst worden.

Bis zum 18. Jahrhundert muß der Innenraum in seinem gewachsenen Zustand ohne ganzheitliche Renovierung bestanden haben. Eine Jahreszahl von 1604 im Gewölbe bezieht sich auf eine Reparatur, die auch das Rosenkranzbild betroffen hat, indem hier statisch bedingte Risse gekittet und retuschiert wurden. Mit der Erneuerung der Westempore im 18. Jahrhundert sind die unbemalten Wandflächen weiß getüncht worden. Im 19. Jahrhundert hat man die Malereien an der Chorwand und das Rollwerk an den Fenstern und den Zugängen zugetüncht und 1921 wieder freigelegt und restauriert.

Als Anfang der 1980 Jahre eine Renovierung im Schiff anstand, der Chor war leider Mitte der 1970er Jahre – wie damals üblich – rekonstruiert worden, konnte noch vor der Gesamtplanung



△ Abb. 11. Erbach, St. Martin, Stuckausstattung, Detail: aufstehende Polierweißfassung in einer nur gelegentlich beheizten Kirche.

◁ Abb. 10. Biberach, St. Martin, Trockenreinigung einer Kalkfassung, Reinigungsmuster.

eine Teiluntersuchung im Gewölbe und an den Malereien durchgeführt werden. Dabei stellte sich heraus, dass die Malereien und die Fassung im Gewölbe, bis auf die Reparaturen von 1604 noch den Bestand um 1523 zeigten. Auch am Rosenkranzbild war die Malerei von 1523 (im oberen Bildteil datiert) bis auf die Rissreparatur von 1604 und eine punktuelle Risskittung, wohl von 1921, komplett erhalten. Nach weiteren Untersuchungen des gesamten Malereibestandes im Schiff einschließlich der Emporen wurde eine Konservierung des angetroffenen Zustands beschlossen (Abb. 12). Lediglich die weißen Wandflächen und die Stützpfeiler erhielten eine Neufassung. Die bereits mehrfach erneuerten Mörtel der Sockelzone wurden ausgewechselt und durch einen Kalkmörtel mit gemahlten Tuffzuschlägen ersetzt.

Im Kirchenschiff bestand eine Umluftheizung mit wenigen Warmluftaustritten, die über Jahrzehnte eine Verschmutzung der Oberflächen bewirkt sowie Schäden an der Orgel von Andreas Goll (1795) verursacht hatte. Im Zusammenhang mit der geplanten Instandsetzung war auch eine Veränderung der bestehenden Heizung vorgesehen. Das 1921 eingebaute Bankgestühl sollte auf Wunsch der Kirchengemeinde durch eine lose Bestuhlung ersetzt werden. Dies verlangte eine Neukonzeption der gesamten Heizungsanlage. Seinerzeit wurde eine gesteuerte Fußboden-Warmluftheizung konzipiert, die entlang der Außenwände durch Schlitze warme Luft mit einer Temperatur von 25° abgibt. Um größere Klimaschwankungen zu vermeiden, war schon bei der Planung eine Grundtemperierung von 9° in der kalten Jahreszeit vorgesehen, die bei der Nutzung des Kirchenraums auf 12° angehoben wird. Um das Klima zu stabilisieren, erhielten die Kirchenfenster eine Doppelverglasung, das Gewölbe wurde mit Mineralfasermatten und einem Holzboden vom Dachraum isoliert.

Im Zusammenhang mit den klimatischen Gegebenheiten in diesem Kirchenraum konnte der zum Teil seit der Entstehung freiliegende Malerei- und Fassungsbestand auf entstandene Schäden untersucht werden. Da es keinerlei Messdaten und Aufzeichnungen der vorhandenen Umluftheizung gab, war eine Beurteilung des Schadensverlaufs an Malerei und Ausstattung

nicht möglich. Die elektronische Messtechnik war Anfang der 1980er-Jahre für denkmalpflegerische Fragestellungen noch nicht ausgereift, zu diesem Zeitpunkt mussten noch empirische Versuche bestimmte Abläufe z. B. der durch Heizung verursachten Turbulenzen mit anderen Mitteln erfasst bzw. verdeutlicht werden. Ein Ingenieurbüro aus Stuttgart hat sich damals dieses Problems angenommen und Versuche im Kirchenraum durchgeführt. Verschiedene mit Luft und Luft-Treibgasgemisch gefüllte Luftballons wurden im Raum verteilt, danach die Heizung eingeschaltet. Die mit Gemischen gefüllten Ballons schwebten anfänglich ca. 150cm über dem Boden, die nur mit Luft gefüllten hatten sich von der Bodenebene nicht entfernt. Nach ca. 30 Minuten begannen die schon in der Luft befindlichen Ballons mit zunehmender Wärmeentwicklung sich nach oben zu bewegen, die am Boden liegenden zeigten nur leichte Bewegungen ohne aufzusteigen. Nach 30 Minuten hatten die aufgestiegenen Ballons das Gewölbe erreicht. Jetzt konnten im Minutentakt heftige Bewegungen der Ballons unter dem Gewölbe beobachtet werden, bei denen die Ballons Sprünge bis zu einem Meter vollführten. Zu diesem Zeitpunkt begannen sich auch die bis dahin am Boden liegenden Ballons durch abfallende, warme Luftströmungen zu bewegen und unruhig aufzusteigen. Nach einer Viertelstunde hatten auch diese Ballons das Gewölbe erreicht. Während die mit Gemischen gefüllten Ballons sich weiterhin im Gewölbe hektisch bewegten, wurden die mit Luft gefüllten in den Wandbereichen zur Bodenzone gezogen und stiegen in der Raummitte langsam wieder auf. Mit zunehmender Wärmeentwicklung nach ca. drei Stunden verlangsamten sich die Turbulenzen, die mit Luft gefüllten

Ballons fielen langsam zu Boden, die anderen blieben mit wippenden Bewegungen am Gewölbe. Die Raumtemperatur in der Gewölbezone betrug ca. 28°, im Bankbereich ca. 18°. Diese, noch ohne Messsonden durchgeführten Versuche vor 25 Jahren haben gezeigt, welche kurzfristigen klimatischen Veränderungen historische Innenräume mit ihren Ausstattungen ausgesetzt sind, wenn diese durch technisch unausgereifte Heizungssysteme belastet werden.

In den letzten Jahren hat die Nutzung größerer Kircheninnenräume für Konzertveranstaltungen oder andere Events drastisch zugenommen. Mit diesen Mehzzweckveranstaltungen in historischen Innenräumen treten kurzfristig hohe Belastungen für das Bauwerk und seiner Ausstattung auf, die zu erheblichen Schädigungen führen.

Mit der Verbesserung der technischen Möglichkeiten und Steuerungssysteme hat man in den letzten Jahren versucht, ein verträgliches Klima für Bau und Ausstattung zu schaffen. In Abstimmung mit den kirchlichen Eigentümern und Nutzern sind in Baden-Württemberg Obergrenzen zur Temperierung der Innenräume festgelegt worden, die bei max. 14° als Höchstgrenze liegen. Je nach Ausstattung wird die Obergrenze auf 12° zurückgenommen und die Temperierung während der kalten Jahreszeit (Oktober bis Ende April) mit einer Grundtemperatur von 9° ständig gehalten. Dies ist bei Heizsystemen möglich, die als Raumheizung ausgelegt sind, indem die Temperaturen durch Messungen in verschiedenen Raumhöhen und gezielte Steuerungen ein ausgewogenes Raumklima bewirken. Durch eine ständige Grundtemperatur von 9° wird ein Auskühlen des Bauwerks verhindert, die relative Luftfeuchtigkeit pendelt sich in der Regel auf einen für Kunstwerke verträglichen Sättigungsgrad ein.

Bei einer Nutzung des Kirchenraums wird die Temperatur über mehrere Stunden an kalten Tagen langsam auf 12° angehoben. In der Übergangszeit, wenn das Bauwerk noch genügend Energie gespeichert hat, reichen kürzere Erwärmungszeiten. Wegen der in der Vergangenheit aufgetretenen erheblichen Schäden an Ausstattung und Raumschale der Kirchen sind weitere Temperiersysteme mit dem Ziel entwickelt worden, hohe Temperaturen zu verhindern. Geschlossene Bankstrahler mit eingebauten Sensoren zur Wärmesteuerung oder Wärmeschleifen im unteren Wandbereich, um nur einige zu nennen, reichen für eine kurzzeitige Nutzung aus, ohne das sensible Materialgefüge zu gefährden.³

Der eingeschlagene Weg zur Verbesserung der klimatischen Bedingungen in historischen Räumen ist noch lange nicht abgeschlossen. Bisher gelingt es nur bei anstehenden Instandsetzungen bestehende Heizsysteme zu verändern und Niedrigtemperaturen durchzusetzen. Werden neue Anlagen nach den Vorgaben eines begrenzten Wärmebedarfs geplant und nicht nach DIN-Normen, könnte eine Schädigung an dem kulturellen Erbe auf ein Minimum begrenzt werden.

Die zuvor angesprochene vermehrte Nutzung von Kirchenräumen für Konzertveranstaltungen kann kurzfristig oder über einen längeren Zeitraum zu erheblichen Schäden und Verlusten an bedeutenden Ausstattungen führen.



Abb. 12. Weilheim/Teck, St. Peter und Paul, Rosenkranzbild, Detail: seit 1523 lediglich partielle Reparaturen.



Abb. 13. Weilheim/Teck, St. Peter und Paul, Raumausstattung: Fassungen weitgehend von 1523; Temperierung auf 8°C, bei Gottesdiensten langsame Anhebung auf 12°–14°C.

Als erstes Beispiel einer „konzertanten“ Substanzerstörung sei hier die gemalte und gefasste Gesamtausstattung von St. Dionys in **Esslingen** anzuführen. Der 1604 geschaffene Hochaltar gehört zu den letzten Wandelaltären und ersten nachreformatorischen Hochaltären im süddeutschen Raum. Nach einer eingehenden Untersuchung 1979 erfolgte ab 1980 unter Leitung der Restaurierungswerkstätten des Landesdenkmalamts mit Praktikanten aus den freien Werkstätten eine Musterrestaurierung, um zukünftige Qualitätsmaßstäbe für Baden-Württemberg festzulegen. Anlass waren unsachgemäße Freilegungsproben an dem Altar durch einen unqualifizierten Restaurator (Abb.14).⁴ Die Gesamtmaßnahme wurde sehr detailliert und umfangreich dokumentiert. Nach der Fertigstellung 1983 erfolgten alle zwei Jahre Wartungen, weil mit der Restaurierung die Temperierung im Raum auf ein konstantes Klima von 12° eingestellt und nur bis zu 14° angehoben werden konnte. Bis 1998 gab es keinerlei Veränderungen an den Mal- und Fassungsschichten, lediglich zweimal sind in den 15 Jahren nach Fertigstellung die Oberflächen abgestaubt worden. Am 7. Januar 1998 fand unter höchst

prominenter Leitung ein Konzert in der Kirche statt. Am Tag zuvor wurde von dem Dirigenten und dem Orchester die Raumtemperatur von 14° bemängelt. Da jedoch die Heizungsanlage vor Fremdzugriff und unkontrollierter Steuerung abgesichert war, ließ sich die Raumtemperatur nicht erhöhen. Ein Energieversorgungsunternehmen war Sponsor dieser Veranstaltung und sorgte am Tag vor der Aufführung kurzerhand für Abhilfe. Mit mehreren Elektrogeneratoren ist der Kirchenraum in kürzester Zeit auf eine Raumtemperatur von über 35° aufgeheizt und während des Konzerts auch gehalten worden. Augenzeugen berichteten hinterher, dass Besucher sich ihrer Mäntel und Jacken entledigt hatten. Der Kirchenraum hatte an jenem Tag jeden Wohnzimmerstandard weit überschritten. In den folgenden Tagen hat es im Kirchenraum ein akustisches Nachbeben gegeben. An allen hölzernen Ausstattungen entstanden Risse (Abb. 15). Am Hochaltar standen innerhalb einer Woche Mal- und Fassungsschichten auf, die notgesichert werden mussten. Die nachfolgenden Sicherungsarbeiten beliefen sich auf 85.000,- DM. Seit dieser Zeit ist das Materialgefüge gestört, es lösen sich immer wieder Farbschollen vom Untergrund.

An der Orgel sind alle hölzernen Teile geschwunden. Hölzerne Pfeifen wiesen erhebliche Schwundrisse auf, das Instrument war ab dieser Zeit nicht mehr bespielbar. Das Orgelgehäuse zeigte erhebliche Fassungsverluste, der Boden auf der Empore war übersät von abgefallenen Fassungsschichten. An der Orgel entstand ein Schaden von über 1 Million DM. Der massive Eingriff in das Klima anlässlich des Konzertes erfolgte seinerzeit ohne Wissen der Kirchengemeinde.

³ Zu verschiedenen Temperiersystemen vgl. Claus ARENDT, Raumklima in großen historischen Räumen. Heizungsart, Heizungsweise, Schadensentwicklung, Schadensverhinderung“, Köln 1993.

⁴ Vgl. Helmut F. REICHWALD, Grundlagen wissenschaftlicher Konservierungs- und Restaurierungskonzepte – Hinweise für die Praxis, in: Erfassen und Dokumentieren im Denkmalschutz (Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz 16), Stuttgart 1982, S. 17–35, zu St. Dionys S. 27f.



Abb. 14. Esslingen, St. Dionys, Hochaltar von 1604: Zustand nach der Restaurierung von 1983.

Als zweites Beispiel einer längerfristigen Schädigung hölzerner Ausstattungen mit Malerei und Fassung war in der Kirche St. Michael in **Schwäbisch Hall** entstanden. Ebenso wie in Esslingen finden in St. Michael regelmäßig Konzerte statt. Auch hier wurde der Kirchenraum bei diesen Veranstaltungen mit erhöhten Temperaturen erwärmt. Nicht gerade so unverantwortlich wie in Esslingen, aber die Praxis, über mehrere Jahre den Kirchenraum zu diesen Veranstaltungen auf über 18° zu erwärmen, reichte aus, an der hölzernen Ausstattung einen Restaurierungsaufwand von über 1,5 Mio. DM zu bewirken. In einer mobilen Werkstatt im Chor der Kirche sind die 67 Ausstattungsstücke wie Altäre, Epitaphien, Tafelbilder und Skulpturen von frei-

schaffenden Restauratoren in 4 Jahren gesichert und restauriert worden (Abb. 16, 17).⁵ Der umfangreiche Restaurierungsaufwand machte auch eine Überholung der Heizungsanlage zur Bedingung, mit der Auflage, die Raumtemperatur zukünftig auf max. 15° zu begrenzen. Zusätzlich ist an den Austrittsschächten der Warmluft eine Befeuchtungsvorrichtung eingebaut worden. Mit diesen Verbesserungen konnte das Klima im Raum in den vergangenen Jahren stabilisiert werden. Durch Wartungen wird der Bestand weiter überprüft.

Abgesehen von Konzertveranstaltungen gibt es eine weitere Variante, die historische Innenräume nicht minder belastet. Die alljährlich ausgestrahlten Neujahrskonzerte im Fernsehen werden im Wechsel in verschiedenen bedeutenden Kirchenräumen aufgenommen. Da es sich nicht um Livekonzerte handelt, sondern um Konserven, die zuvor im November produziert werden und mit Proben mehrere Tage dauern, wird von den Veranstaltern ein erhöhter Wärmebedarf für das Orchester angefordert. Die damit für Raum und Ausstattung verbundenen Strapazen müssen hier nicht weiter geschildert werden. Die Amtswerkstätte in Baden-Württemberg ist in den vergangenen Jahren zwar immer zur Begutachtung der Raumsituation und der möglichen Temperierung herangezogen worden, die Auflagen waren immer die gleichen – keine höhere Raumtemperatur als zum kirchlichen Gebrauch üblich. Begrenzt durften am Standort des Orchesters kurzzeitig Warmlüfter eingesetzt werden. Da dies auf Dauer keine Lösung war und bei Abwesenheit mitunter auch nicht konsequent eingehalten wurde, musste nach einer dauerhaften und praktikablen Lösung gesucht werden. Auf dem

Abb. 15. Esslingen, St. Dionys, Hochaltar, Detail: Nach einer Aufheizung des Kirchenraums auf über 35° sind an der Ausstattung Schäden in Millionenhöhe entstanden.



⁵ Ulrich GRÄF, Jochen ANSEL, Hans Werner HÖNES, Die Restaurierungsarbeiten in der Michaelskirche Schwäbisch Hall, Schwäbisch Hall 2000.

⁶ Firma Infera, Veringerstadt, Heizplatten-Stecksystm – Fußwärmepplatten.

⁷ Zu Bau und Restaurierungsgeschichte siehe Dörthe JAKOBS, Sankt Georg in Reichenau-Oberzell. Der Bau und seine Ausstattung (Forschungen und Berichte der Bau- und Kunstdenkmalspflege in Baden-Württemberg 9), Stuttgart 1999; zur Restaurierungsgeschichte: Dörthe JAKOBS, Restaurierungskonzepte für die Wandmalereien von St. Georg in Reichenau-Oberzell, in: Die Restaurierung der Restaurierung? Zum Umgang mit Wandmalereien und Architekturfassungen des Mittelalters im 19. und 20. Jahrhundert, hg. von Matthias EXNER und Ursula SCHÄDLER-SAUB (ICOMOS-Hefte des Deutschen Nationalkomitees XXXVII), München 2002, S. 39–48.

⁸ Helmut F. REICHWALD, Denkmalverschleiß durch Massentourismus? Welterbestätte Reichenau, in: Denkmalpflege in Baden-Württemberg. Nachrichtenblatt des Landesdenkmalamtes 3, 2003, S. 252–257.

Markt gab es schon seit Jahren elektrisch betriebene Heizteppiche, die jedoch bei größeren Flächen nach der Benutzung ein Lagerproblem sind und im Kirchenraum kaum unterzubringen waren. Auch waren die Kirchengemeinden nicht bereit bzw. auch finanziell nicht in der Lage, in solche Anschaffungen zu investieren. Nach intensiven Diskussionen mit einem Heizungsingenieur wurde dieser beauftragt, nach einer praktikablen Lösung zu suchen. Als wieder Konzertaufnahmen des Fernsehens, diesmal in der ehemaligen Klosterkirche Zwiefalten mit einer materialvielfältigen Ausstattung anstanden, konnte erstmals eine Lösung angeboten werden, die den denkmalpflegerischen und konzertanten Anforderungen entsprach und gleichzeitig Lagerung und Transport vereinfachte. Die Lösung war ein aus mehreren Elementen bestehendes Baukastensystem gleicher Heizplattengröße, die zusammengesteckt sich über eine Steckdose erwärmen lassen.⁶ Damit konnte in Zwiefalten im Vierungsbereich eine Plattenfläche von 14 x 18 m temperiert werden. Die Oberflächentemperatur ist auf max. 28° regelbar. Auch bei längerer Benutzung führte die temperierte Fläche zu keinerlei Luftturbulenzen im Raum. Die Oberfläche der Heizplatten ist rutschfest beschichtet und trägt 2cm auf. Nach den Konzertaufnahmen waren sowohl die Musiker wie auch die Verantwortlichen des Fernsehens von dem System überzeugt. Das Fernsehen hat anschließend die Anlage erworben und benutzt diese seit 6 Jahren in historischen Innenräumen für Konzerte in der kalten Jahreszeit.

Die auf der ICOMOS-Tagung auf der Reichenau im November 2004 mehrfach angesprochene Entwicklung im Bereich der

Abb. 16. Schwäbisch Hall, St. Michael, Skulpturen mit Fassungsschäden durch ständige Luftfeuchtewechsel aufgrund ungesteuerter Beheizung: Zustand der Notsicherung.



Abb. 17. Schwäbisch Hall, St. Michael, erhebliche Schäden an der gesamten Ausstattung durch ständige Luftfeuchtewechsel aufgrund ungesteuerter Beheizung.

Messtechnik und Datenaufzeichnung läßt hoffen, zukünftig den Klimaverlauf in einem Kulturdenkmal besser erfassen zu können. Mit gesicherten Daten lassen sich kritische Klimaschwankungen in Innenräumen und deren Ursachen belegen, um entsprechende Maßnahmen gezielter einleiten zu können. Hierzu gehören nicht nur Nachbesserungen an den technischen Anlagen, sondern auch die Reaktion auf Klimaveränderungen, wie beispielsweise das Lüften zum richtigen Zeitpunkt.

Als prominentes Beispiel am Tagungsort der UNESCO-Welterbestätte sei hier abschließend auf die besondere Problematik der St. Georgskirche in Oberzell eingegangen (Abb. 8, 18, 19).⁷

Die Insel Reichenau als Welterbestätte – was und wie viel vermag ein Kulturdenkmal zu verkraften?⁸ Viele Besucher von St. Georg nehmen sich kaum 10 Minuten Zeit für eine Besichtigung. Wer einmal ein Brückenwochenende bei früh sommerlichen Temperaturen in Oberzell erlebt hat, beginnt zu ahnen, welchen Strapazen eine bedeutende Kirche wie St. Georg im Laufe eines Jahreszyklus ausgesetzt wird.

Seit Beginn der 1980er Jahre wurden Klimamessungen annähernd ohne Unterbrechungen durchgeführt. 2001 wurde eine elektronische Klima-Messstation auf dem Dachboden von St. Georg installiert, die mit 16 Fühlern an verschiedenen Stellen das Außen- und Innenklima aufzeichnet. Die aus der Decke herabhängenden Kabel mit Messfühlern sind Bestandteil dieser Messstation. Die Klimawerte lassen erkennen, dass die relative Luftfeuchte in St. Georg zu manchen Zeiten extrem hoch ist. Besonders kritisch ist in diesem Zusammenhang vor allem das Frühjahr. Im Frühjahr sind die Gefahren für die Wandmalereien

besonders hoch einzuschätzen. Draußen scheint die Sonne, die Luft ist schon angenehm warm. Warme Luft kann große Mengen an Feuchtigkeit aufnehmen. Die warme, feuchte Außenluft tritt durch die geöffneten Türen und Fenster ins Kircheninnere und trifft auf die noch winterkalten Wände. Sie kühlt schlagartig ab und gibt ihre Feuchtigkeit als Kondenswasser an die Wände ab.

Beobachtet werden konnte zudem, dass der Anstieg der Temperaturen im Innenraum sich nach der Winterzeit in einer ungewöhnlichen Geschwindigkeit vollzieht. Mitverantwortlich für beide Phänomene ist die steigende Anzahl der Touristen, insbesondere im Frühjahr und damit verbunden die ständig offen stehende Türe, die die warme feuchte Außenluft in den noch kühlen Innenraum transportiert. Durch hohe Besucherzahlen und das häufige Öffnen und Schließen der Türen wird viel Staub aufgewirbelt, der besonders gut an den feuchten Untergründen kleben bleibt und sie verschmutzt. Das feuchte Milieu, vorhandene organische Materialien, Temperaturen und viele andere Parameter begünstigen das Wachstum von Schimmelpilzen auf den Wandmalereien.

Nach den im Abstand von 2–3 Jahren regelmäßig durchgeführten Wartungsintervallen in St. Georg ließen sich Aussagen treffen, in welchen Zeiträumen und Zeitabständen die Verschmutzungen auf den Malereien zugenommen haben, und welches Gefahrenpotential sich im Laufe der Jahre entwickelt hat und den Malereibestand zunehmend gefährdet.

2003 – nur 15 Jahre nach der letzten Restaurierung – war ein Verschmutzungsgrad erreicht, der dem von 1982 entsprach. Immerhin lagen damals über 60 Jahre seit der Restaurierung von 1921/22 dazwischen. Zudem war auf der Nordwand im oberen Teil der Bildszenen (Hintergründe) ein erheblicher Pilzsporenbefall aufgetreten, der seinen Nährboden aus der von Mezger 1921/22 aufgetragenen dünnen kaseingebundenen Übermalung zog und den darunter liegenden Originalbestand gefährdete. Seit den letzten Wartungen 1998 und 2001 konnte ein rasantes flächiges Ausbreiten des Pilzbefalls beobachtet werden. Begünstigt wird dieses Wachstum durch die zu hohe Luftfeuchtigkeit und die Bildung von Kondenswasser auf der Nordwand. Durch den zunehmenden Besucherandrang, der sich im Kirchenraum bewegt und sich nur bei geordneten Führungen längere Zeit in den Bänken aufhält, entwickeln sich Turbulenzen, die ständig Staubpartikel in die bemalten Wandzonen transportieren, wo sich diese ablagern. Verschmutzungen und Feuchtigkeit bilden auf den Malschichten ein nicht zu unterschätzendes Gefahrenpotential (Abb. 8).

In St. Georg war 2003 ein Zustand erreicht, der eine erneute Einrüstung notwendig machte, um diese Ablagerungen zu entfernen, weil die Gefahr einer Verklebung von Schmutz und Malerei ebenso besteht, wie das Durchwandern der originalen Malschicht durch Pilzmyzele. Die immer kürzer werdenden Restaurierungsintervalle belasten den Malereibestand erheblich. Gleichzeitig wurde in Kooperation mit Bauphysikern und Ingenieuren ein Konzept zur Klimaverbesserung durch eine gesteuerte Be- und Entlüftung erarbeitet. An den Seitenschiff-Fenstern werden Sensoren angebracht, die neben Windgeschwindigkeit im Außenbereich das Innen- und Außenklima messen und in Abhängigkeit von relativer Luftfeuchte und Temperatur für eine automatische Bedienung der Lüftungsflügel sorgen. Öffnungen in der Decke ermöglichen eine thermische Entlüftung. Die bereits im Konzept von 1988 als Klimaschleuse vorgesehene Vorhalle wurde technisch so verbessert, dass

eine automatische Schließung der äußeren Tür erfolgt. Die innere Tür am Übergang zum Schiff (Westapsis) erhielt einen Schließmechanismus.

Diese Maßnahmen mögen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen beitragen. Die großen Besucherströme von Frühjahr bis Herbst werden dennoch ein Problem bleiben. Nach Umsetzung eines Didaktikkonzeptes⁹ im Rahmen der Einrichtung von Informationspavillons besteht die Hoffnung, dass eine verantwortungsbewusste Besucherlenkung durch Führungen in St. Georg realisiert werden kann.

Das sensible bauliche und bauphysikalische Gleichgewicht in historischen Innenräumen mit ihrer Ausstattung ist lange Zeit nicht beachtet worden. Die Nutzungsansprüche waren und sind von dem jeweiligen Zeitgeist geprägt, im Glauben, mit technischer Unterstützung ließen sich alle Anforderungen bewältigen. Solange den Beteiligten nicht die unterschiedliche historische Materialvielfalt und deren Reaktion auf klimatische Schwankungen oder gar Veränderungen bewusst ist, werden weiterhin Kulturdenkmale mit den Nutzungsansprüchen moderner Bauten gleichgesetzt. Erst wenn sich das Schadenspotenzial nicht nur sichtbar, sondern finanziell niederschlägt, beginnt man fachlichen Rat anzunehmen.

Summary

Climatically Caused Damages in Interiors and on Fittings. Case Studies from Baden-Württemberg

Depending on how they are used, cultural monuments and their fittings are subject to the wear and tear of their materials. Age-related damages appear much less frequently than damages that are caused by the environment and by interventions and alterations. Physical influences cause significant alterations in the historic fabric; according to current knowledge they constitute the greatest potential danger to the preservation of our cultural heritage. One of the main sources of damage is the extreme, often short-term stress which the use of churches, palace halls, libraries and other historic rooms places on these buildings.

Current technical possibilities can indeed be employed to serve the well-being of visitors who are present in such buildings for a short time, but they seldom take the historic building fabric with its immense variety of materials into account. Most of the resulting damages to fittings as well as to wall paintings are not immediately recognized in this context because their materials react variously and at different points of time.

The diversity of historic fabric is also seldom the focus of planning for technical renovations or improvements. In fact interdisciplinary cooperation among all project participants is necessary already at the beginning of the planning process, as is adequate knowledge of the building or object itself. Independently prepared consultant reports from various specialized fields are hardly able to take into consideration the specific requirements and conditions that are particular to an individual building. Only through cooperation among all the disciplines is it possible to form a network with all the relevant

⁹ Vgl. den Beitrag von Dagmar Zimdars im vorliegenden Heft.



Abb. 18. Reichenau-Oberzell, St. Georg, Mittelschiff nach Osten (Zustand 1988).

information. Every cultural monument with its fittings was an individual creation; in the same way at the beginning of the planning process all preservation measures and alterations should be preceded by a survey of the individual, as-is condition of the building.

Particularly in the technical fields (structural engineering, heating, building physics) planning according to formulas without historical background is likely to be counterproductive. Rather, technical solutions have to be coordinated with existing historic fabric which has often been aging for centuries.

Likewise, little attention is paid to the diversity of the materials in historic buildings and their fittings. With only a few exceptions our cultural landscape exhibits diverse surface treatments, including not only such building materials as mortar and wood but also sensitive materials such as paper, parchment, textiles, leather and metal, to name only a few.

This diversity of materials and their behavior in relation to modern technological factors (influences of light, heat, air, moisture, insulation, waterproofing, etc.) produces problematic circumstances which run counter to preservation interests if these tensions are not recognized and the sensitivity of the individual materials is not taken into account already at the beginning of the planning process. An understanding of the structure and sensitivity of historic surfaces cannot be reserved for today's scientifically oriented restorer, but rather must be more strongly anchored in the consciousness of project architects and the special technical disciplines. The task of the preservationist is to bundle this expertise in a way that serves preservation of the historic monument.

Using case studies from Baden-Württemberg the technological composition of individual works of art is considered, and climatically caused damages are discussed.



Abb. 19. Reichenau-Oberzell, St. Georg, Nordwand, Die Heilung eines Wassersüchtigen (Zustand 1988).

Literaturverzeichnis

Claus ARENDT, Raumklima in großen historischen Räumen. Heizungsart, Heizungsweise, Schadensentwicklung, Schadensverhinderung“, Köln 1993.

Klaus KÖNNER, Joachim WAGENBLAST (Hg.), „Steh fest mein Haus im Weltgebrauch“. Denkmalpflege – Konzeption und Umsetzung, Aalen 1998.

Helmut F. REICHWALD, Die Sylvesterkapelle in Goldbach am Bodensee. Bestand – Restaurierungsgeschichte – Maßnahmen – Technologie, in: Wandmalerei des frühen Mittelalters, hg. von Matthias EXNER (ICOMOS-Hefte des Deutschen Nationalkomitees XXIII, München 1998, S. 191–218.

Ulrich GRÄF, Jochen ANSEL, Hans Werner HÖNES, Die Restaurierungsarbeiten in der Michaelskirche Schwäbisch Hall, Schwäbisch Hall 2000.

Dörthe JAKOBS, Sankt Georg in Reichenau-Oberzell. Der Bau und seine Ausstattung (Forschungen und Berichte der Bau- und Kunstdenkmalpflege in Baden-Württemberg 9), Stuttgart 1999.

Dörthe JAKOBS, Restaurierungskonzepte für die Wandmalereien von St. Georg in Reichenau-Oberzell, in: Die Restaurierung der Restaurierung? Zum Umgang mit Wandmalereien und Architekturfassungen des Mittelalters im 19. und 20. Jahrhundert, hg. von Matthias EXNER und Ursula SCHÄDLER-SAUB (ICOMOS-Hefte des Deutschen Nationalkomitees XXXVII), München 2002, S. 39–48.

Helmut F. REICHWALD, Denkmalverschleiß durch Massentourismus? Welterbestätte Reichenau, in: Denkmalpflege in Baden-Württemberg. Nachrichtenblatt des Landesdenkmalamtes 3, 2003, S. 252–257.

Frederick P. BOODY, Henning GROSSERSCHMIDT, Wolfgang KIPPES, Michael KOTTERER (Hg.), Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung (Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Bd. 9), Schloss Schönbrunn 2004.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 2, 9, 10, 12, 13, 14 und 15: H. F. Reichwald, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (Archiv Landesamt für Denkmalpflege, Fachbereich Restaurierung, Esslingen); Abb. 3–7, 16–17, Jochen Ansel, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (Archiv Landesamt für Denkmalpflege, Fachbereich Restaurierung, Esslingen); Abb. 8, 11: Dörthe Jakobs, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (Archiv Landesamt für Denkmalpflege, Fachbereich Restaurierung, Esslingen); Abb. 18, 19: Theodor Keller Jun., Reichenau (Archiv Landesamt für Denkmalpflege, Fachbereich Restaurierung, Esslingen).