

BAUSUBSTANZ

Zeitschrift für nachhaltiges Bauen, Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege



THEMA

FLUGDACH – FALTWERK – FERTIGTEILE

Der bauliche Umgang mit Denkmalen
der 1950er- bis 1980er-Jahre

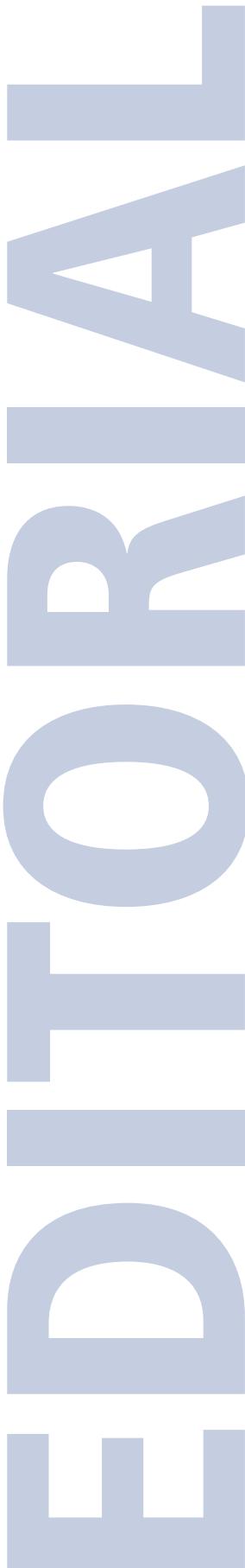


 **Fraunhofer**
IRB

 **VDL** Vereinigung der
Landesdenkmalpfleger


WTA
WTA-Deutschland





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Das architektonische Erbe der drei Jahrzehnte nach dem Zweiten Weltkrieg in Deutschland ist vom Wiederaufbau und vom Wirtschaftswunder geprägt sowie von der Idee eines humanistischen Sozialismus einerseits und kapitalistischer Freiheit des Individuums andererseits. Die Architekten ließen sich vom Fortschritt und einer Technikeuphorie inspirieren. Das Bauen wurde durch neue Materialien, Konstruktionsformen und Gestaltungen geprägt. In der frühen Nachkriegsmoderne entstanden schlanke, materialsparende Konstruktionen, oft mit einem hohen Glasanteil der Fassaden. Später folgten Skelettkonstruktionen mit vielfältigen Formen von Vorhangsfassaden und Betonbauten, die mit der Wirkung ihrer geschaltenen Oberflächen spielten.

Die Ideen waren neu und die Euphorie groß, aber mangelnde Erfahrung mit den Baukonstruktionen und unzureichend erprobte Materialien lassen die Erhaltung dieser Bauten heute zu einer großen Herausforderung werden. Jahrzehntelange Vernachlässigung und eine Bauweise, die nicht auf Energieeinsparung bedacht sein musste, erschwert die langfristige Nutzung dieser erhaltenswerten historischen Gebäude. Die besonderen Konstruktionen und verwendeten Baumaterialien lassen die Erhaltung der bauzeitlichen Substanz bei einer Sanierung häufig nicht zu. Denkmalpfleger und Architekten stellen sich daher die Frage, ob ein Denkmal seinen Wert behält, obwohl ein Großteil seiner Substanz bei der Instandsetzung ausgetauscht werden musste.

Der vorliegenden Band entstand in der Folge eines gemeinsam von der WTA-Deutschland, der Arbeitsgruppe Bautechnik der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger (VDL) sowie dem Fraunhofer IRB veranstalteten eintägigen Kongresses auf der Denkmalmesse 2018 in Leipzig. Er beschäftigt sich mit der Herangehensweise an eine denkmalverträgliche Planung für die stiltypischen Bauformen und Baustoffe und mit der Möglichkeit der Wahrung der Authentizität der Gebäude.

Die Beiträge bieten anhand unterschiedlicher Bauwerke einen guten Überblick über die Wesenszüge dieser Architektur. Dabei wird ein Einblick in Regelwerke, in die technischen Möglichkeiten der Instandsetzung sowie in bauphysikalische und konstruktive Themen gegeben. Auch Fragestellungen der bauphysikalischen/energetischen Sanierung, Möglichkeiten des Brandschutzes für filigrane Bauteile sowie der Umgang mit Schadstoffbelastungen werden behandelt. Der Band schließt mit Beiträgen, die dem Zusammenhang zwischen wissenschaftlichen Voruntersuchungen und denkmalfachlichen Fragestellungen nachgehen, die Grundlage denkmalgerechter Konzepte sind.

Ruth Klawun, Landesdenkmalamt Berlin
Frank Eßmann, tha – Ingenieurbüro Eßmann

Inhalt

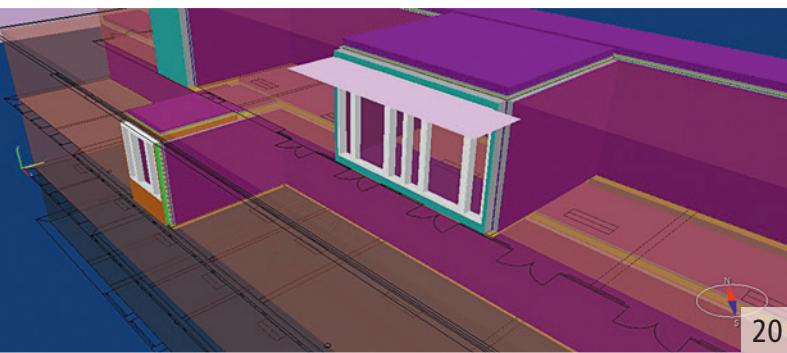


6

Rolf P. Gieler

Denkmalgerechte Instandsetzung
historischer Stahlbetonbauwerke –
Regelwerke und technische
Möglichkeiten

6



20

Felix Wellnitz

Baudenkmale der (Nachkriegs-)Moderne und
ihre bauphysikalischen Herausforderungen

20

Christian Scherer

Böse Überraschungen bei der Sanierung:
problematische Baustoffe aus den
1950er- bis 1980er-Jahren

32



32

Gerd Geburtig

Angemessener Brandschutz ist möglich –
das Scharoun Theater in Wolfsburg
nach der Sanierung

42

Achim Pilz

Scharoun Theater Wolfsburg

Sanierung und Erweiterung eines Kulturdenkmals
von nationaler Bedeutung

50



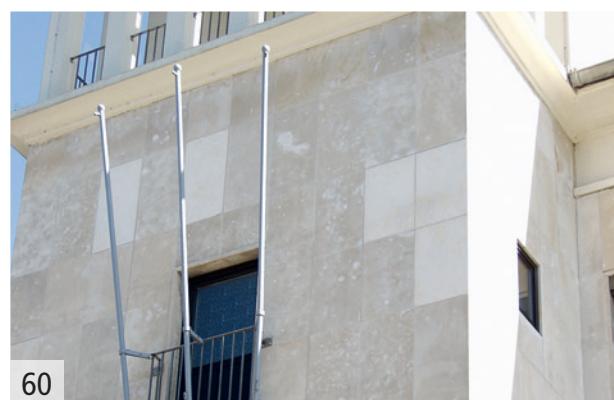
42



50

Titelbild: © Brenne Architekten

Rupert Schreiber	64
Verankerungen von Natursteinvorhangfassaden	60
Roswitha Kaiser	68
Keramikverkleidung – der letzte Chic	64
Dorothee Heinzelmann	76
Instandsetzung mit Textilbeton am Beispiel der Wallfahrtskirche in Neviges	68
Julia Ludwar	76
Weniger ist nicht immer mehr Betoninstandsetzung mit besonderen Anforderungen am Beispiel der Olympiaschwimmhalle München	76
Ulrike Hübner-Grötzsch	80
»Ostmoderne wie aus dem Ei gepellt« Möglichkeiten der Denkmalpflege bei der Sanierung des Kulturpalastes Dresden	80





Rolf P. Gieler

Denkmalgerechte Instandsetzung historischer Stahlbetonbauwerke – Regelwerke und technische Möglichkeiten

1 Einleitung

Bereits mit Beginn des Stahlbetonbaus entstanden beeindruckende Bauwerke. Bald erkannten Architekten und Ingenieure des frühen 20. Jahrhunderts das Potenzial der neuen Bauweise [1]. Der im Vergleich zu traditionellen Methoden noch junge und inzwischen seit mehr als 100 Jahren praktizierte Stahlbetonbau erlebte vor allem während der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts, insbesondere im Zuge der wissenschaftlichen und technischen Fortschritte in den

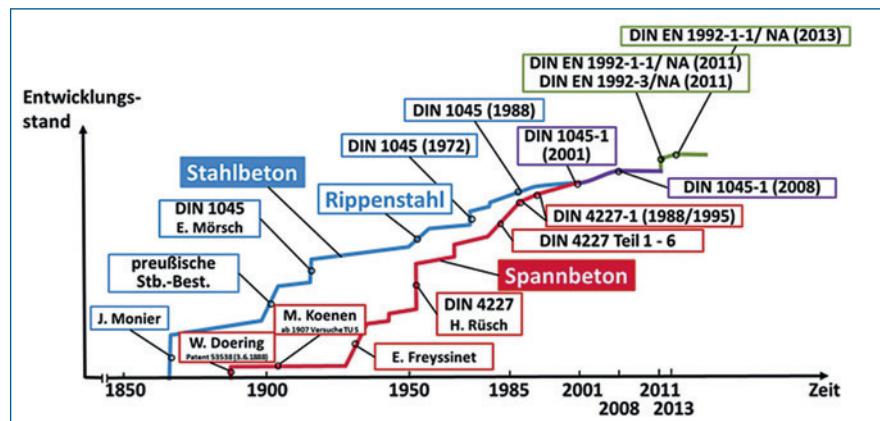


Abb. 1: Entwicklung der deutschen Stahl- und Spannbeton-Normen von 1900 bis heute (Grafik: R. Gieler, modifiziert und ergänzt nach BK 90 I S. 665 (Litzner))



Abb. 2: Markthalle, Stuttgart, Arch. Martin Elsaesser, erbaut 1911 bis 1914

Bereichen Werkstoffe, Bauverfahren sowie Berechnungs- und Bemessungsmethoden der Tragwerke, eine rasante Entwicklung [2]. Abb. 1 veranschaulicht die Fortschreibung von Normen, die den Erkenntnisgewinn repräsentieren.

In letzter Zeit finden oft viel diskutierte und manchmal auch ungeliebte Bauwerke aus Stahl- und Spannbeton aufgrund der besonderen Architektur (z. B. des Brutalismus, siehe Abb. 2 bis 5) eine größere Beachtung als zuvor. So werden vermehrt Bauwerke aus Stahl- oder Spannbeton wegen ihrer Besonderheiten, z. B. des Alters, der Ingenieurleistung, der (bau-)historischen Bedeutung oder einer Kombination dieser Merkmale, zum Denkmal erklärt [3], [4], [5], [6], [7], [27], [28]. Das Erhalten dieser denkmalgeschützten Bauwerke stellt sich meist als für alle Beteiligten anspruchsvolle Aufgabe dar, da grundsätzlich die geltenden Regelwerke anzuwenden sind, die entsprechenden ingenieurtechnischen Lösungen den denkmalpflegerischen Anforderungen jedoch oft nicht genügen [40].

Im Folgenden werden wesentliche Grundsätze bei der Betoninstandsetzung von Bauwerken nach den geltenden Regelwerken genannt und technische Möglichkeiten für Denkmale aufgezeigt. Die dargestellten Beispiele können nicht generell auf jedes Bauwerk übertragen werden. Im Einzelfall zu berücksichtigende individuelle Randbedingungen erfordern entsprechend geplante, an das Objekt angepasste Lösungen.

2 Regelwerke

Mit der Musterbauordnung (MBO) [19] fordert der Gesetzgeber, »dass die öffentliche Sicherheit und Ord-

nung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden«, woraus die Pflicht des Eigentümers folgt, Bauwerke instand zu halten. Zu beachten sind die von der obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln. Nachfolgend wird ein Überblick über die wesentlichen Regelwerke im Bereich Betoninstandhaltung gegeben, wobei diese grundsätzlich auch für denkmalgeschützte Betonbauwerke gelten.

2.1 Instandsetzungs-Richtlinie des DAfStb

Planung, Durchführung und Überwachung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen für Bauwerke und Bauteile aus Beton und Stahlbeton regelt die in allen Bundesländern bauaufsichtlich eingeführte DAfStb-Richtlinie SCHUTZ UND INSTANDSETZUNG VON BETONBAUTEILEN (Instandsetzungs-Richtlinie) [10], im Folgenden RL SIB genannt.

Bauwerke und Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, die nach den Normen DIN EN 1992-1-1 [32], DIN EN 206 [21], DIN EN 13670 [33] und der Normenreihe DIN 1045 [22.1] [22.2] [22.3] sowie deren Vorläufern hergestellt wurden, sind nach der RL SIB [10] instand zu setzen, »unabhängig davon, ob die Standsicherheit betroffen ist oder nicht« [10.1]. Regeln für den Nachweis der Standsicherheit enthält die aktuelle Richtlinie nicht. Bauaufsichtlich ist jedoch ausschließlich gefordert, die RL SIB für Instandsetzungen von Betonbauteilen, bei denen die Standsicherheit gefährdet ist, anzuwenden. Der gemäß [10] definierte Sachkundige Planer muss die Standsicherheit – gegebenenfalls unter Hin-

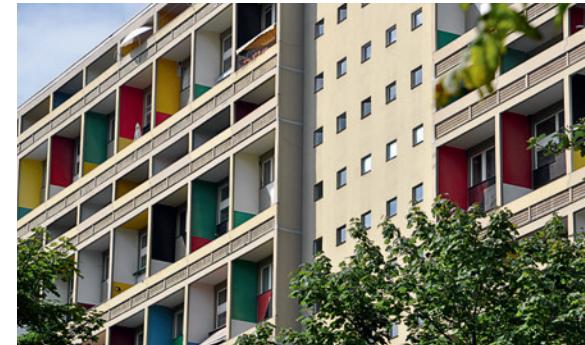


Abb. 3: Unité d'Habitation (Wohneinheit), erbaut 1956 bis 1958 nach Plänen von Le Corbusier



Abb. 4: Kongresshalle, Berlin, erbaut 1956 bis 1957, Arch. Hugh Stubbins, heute Haus der Kulturen der Welt



Abb. 5: Habana del Este – Reparto Camilo Cienfuegos (Kuba), erbaut 1959 bis 1961 als experimentelle Wohnanlage, bedeutendstes Beispiel der frühen revolutionären Periode, ideales Wohnungsbaumodell, seit 1996 nationales Denkmal

zuziehung weiterer Fachplaner – bewerten.

Die noch aktuelle RL SIB [10] gilt für folgende Schutz- und Instandsetzungsarbeiten:

- a) Herstellen des dauerhaften Korrosionsschutzes der Bewehrung bei unzureichender Betondeckung,
- b) Wiederherstellen des dauerhaften Korrosionsschutzes bereits korrodierter Bewehrung,
- c) Erneuern des Betons im oberflächennahen Bereich (Randbereich), wenn der Beton durch äußere Einflüsse oder infolge Korrosion der Bewehrung geschädigt ist,
- d) Füllen von Rissen,
- e) vorbeugendes zusätzliches Schützen der Bauteile gegen das Eindringen von beton- und stahlangreifenden Stoffen, z. B. gemäß DIN 4030-1 [31],
- f) Erhöhen des Widerstands von Bauteiloberflächen gegen Abrieb und Verschleiß.

Das Regelwerk [10] lässt zu, dass, wenn einzelne Bauteile ersetzt oder verstärkt werden, Instandsetzungen an Betonbauwerken auch gemäß DIN EN 206-1 [21]/DIN 1045-2 [22] (Stahlbeton), DIN 18551 [23] (Spritzbeton) und DIN EN 14487-1 [35.1] durchgeführt werden können.

In Teil 4 [10.4] sind zudem Prüfverfahren für die Werkstoffe und Werkstoffsysteme im Rahmen der Grundprüfung definiert, wobei dieser Teil nach bauaufsichtlicher Einführung der Produktnormen DIN EN 1504 Teile 2 bis 7 [16.2] bis [16.7] seine Bedeutung verloren hat.

2.2 Zukünftige Richtlinie des DAfStb für Instandhaltung von Betonbauteilen

In den letzten Jahren wurde die Richtlinie des DAfStb [10] von mehreren themenbezogenen Arbeitskreisen überarbeitet und mit weiteren natio-

nalen und europäischen Regelwerken harmonisiert. Im Juni 2016 stellte der DAfStb den Entwurf unter dem Titel INSTANDHALTUNG VON BETONBAUTEILEN (INSTANDHALTUNGS-RICHTLINIE, kurz IH RL) [34] als sogenannten Gelbdruck einer begrenzten Fachöffentlichkeit zur Bewertung vor.

Die Einspruchsfrist lief Mitte September 2016 ab. Nach erfolgreicher Notifizierung in Brüssel soll der Weißdruck der neuen Instandhaltungs-Richtlinie erscheinen und danach in die VERWALTUNGSVORSCHRIFT TECHNISCHE BAUBESTIMMUNGEN (VVTB) gemäß neuer Musterbauordnung, § 85, aufgenommen werden. Die neue Richtlinie wird gegenüber der Fassung aus dem Jahr 2001 zahlreiche Änderungen enthalten.

Die Richtlinie gilt für Instandhaltungsmaßnahmen an Bauwerken und Bauteilen, die aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton nach den Normen DIN EN 1992-1-1 [32], DIN EN 206 [21], DIN EN 13670 [33] und der Normenreihe DIN 1045 [22.1] [22.2] [22.3] sowie deren Vorläufern hergestellt wurden.

Gegenüber der Instandsetzungs-Richtlinie, Ausgabe 2001, wurden im Gelbdruck (Entwurf) der Instandhaltungs-Richtlinie im Einzelnen folgende wesentliche Änderungen vorgenommen:

- Der Titel wurde umbenannt von Instandsetzungs- auf Instandhaltungs-Richtlinie und der Inhalt entsprechend erweitert, denn
- in Anlehnung an DIN 31051 [37] wurden die Grundmaßnahmen der Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung, vgl. Abb. 11) eingeführt.
- Der bisher verwendete Begriff »Schutzmaßnahmen« wird den Grundmaßnahmen (siehe [37]) In-

standsetzung und Verbesserung zugeordnet.

- Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Instandhaltung wird festgelegt.
 - Die Aufgaben und die erforderlichen Qualifikationen des Sachkundigen Planers werden definiert.
 - Die Planungsgrundlagen werden konkretisiert.
 - Die Restnutzungsdauer wird im Instandhaltungsplan festgelegt und die Instandsetzungssysteme werden an die Restnutzungsdauer angepasst.
 - Maßnahmen werden als relevant für die Standsicherheit angenommen, wenn der Planer diese nicht ausdrücklich ausschließt.
 - Einwirkungen aus Umgebung und Betonuntergrund werden über Klassen systematisch berücksichtigt durch entsprechende Expositionsklassen).
 - Altbetonklassen werden nach ZTV-W [29] definiert.
 - Instandsetzungsprinzipien und Verfahren werden umfassend auf Basis der DIN EN 1504-9 [16.9] dargestellt.
 - Neue Prinzipien und Verfahren für die Instandsetzung von Schäden durch Betonkorrosion werden aufgenommen.
 - Das Prinzip C (von engl. »Coating« für »Beschichten«) für den Schutz der Bewehrung vor Korrosion wird nicht mehr berücksichtigt.
- Die Richtlinie setzt voraus, dass jede Instandhaltung standsicherheitsrelevant ist, wenn der Planer dies nicht ausdrücklich ausschließt, enthält aber keine Regeln für die Nachweise der Standsicherheit. Hinweise, welche technischen Regeln für die Nachweise der Standsicherheit relevant sein können, gibt das DBV-Merkblatt BAUEN IM BESTAND – LEITFADEN [36].

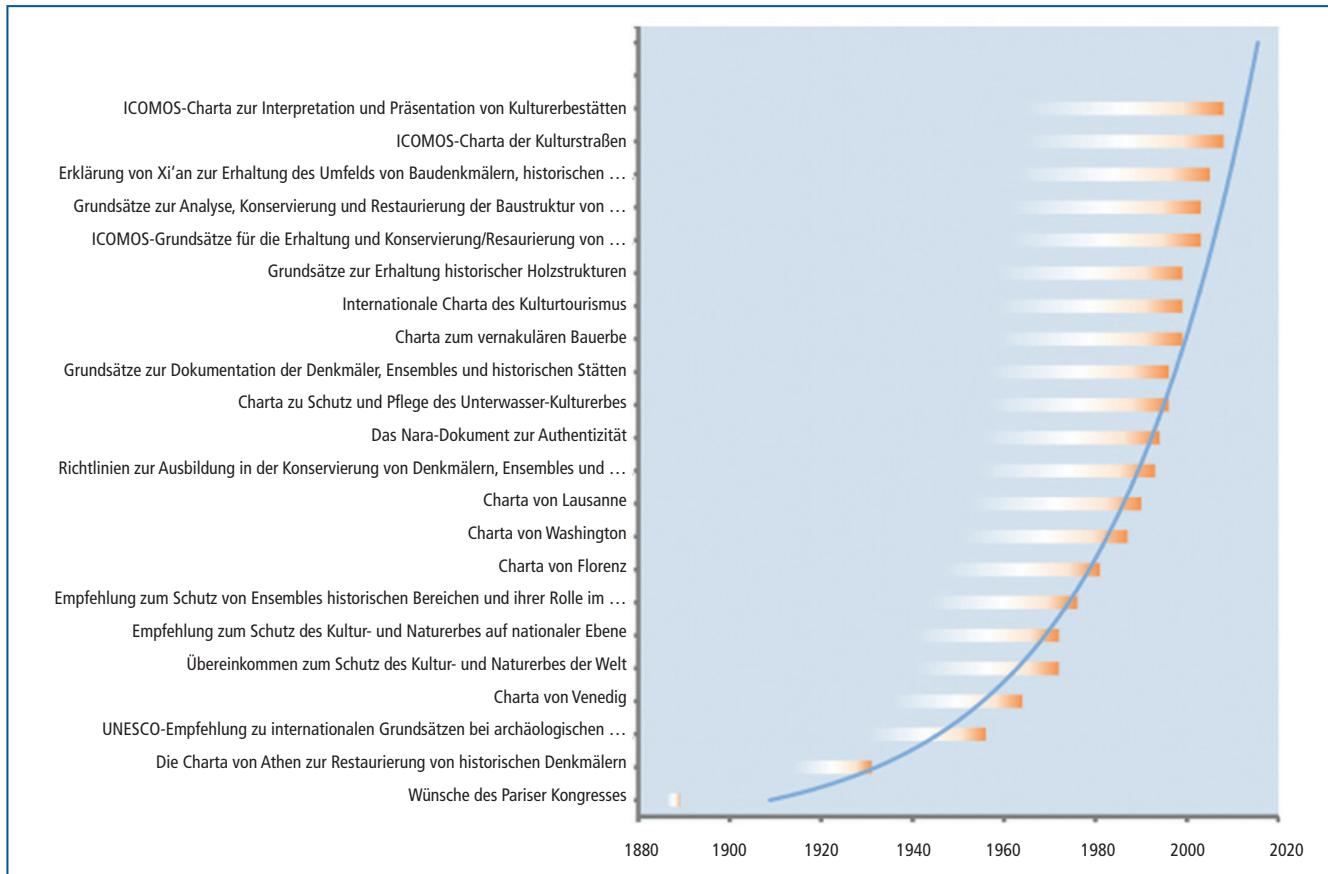


Abb. 6: Internationale Grundsätze und Richtlinien der Denkmalpflege, Entwicklung über 140 Jahre

Die zukünftige Instandhaltungs-Richtlinie definiert Instandsetzungsprinzipien und Verfahren für den Korrosionsschutz der Bewehrung und Schäden am Beton auf Basis von DIN EN 1504-9 [16.9].

2.3 Zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING)

Für Bauwerke im Bereich des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) gelten die in den ZUSÄTZLICHEN VERTRAGSBEDINGUNGEN UND RICHTLINIEN FÜR INGENIEURBAUTEN (ZTV-ING) [20] Teil 3 MASSIVBAU enthaltenen Regeln der Abschnitte 4 »Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen« und 5 »Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen«. Für Wasserbauten gelten weitere Regelwerke [29]. Die Inspektion von Ingenieurbauwerken im Zuge von Straßen und Wegen (z. B. Brücken) ist in DIN 1076 [42] und weiteren Regelwerken festgelegt.

2.4 Produktnormen

Die internationale zehnteilige Normenreihe DIN EN 1504 [16] regelt die Anforderungen an die Eigenschaften von Produkten und Systemen für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken. Zu dieser Normenreihe gehören zahlreiche weitere Prüfnormen.

Die auf europäischer Ebene harmonisierten Normenteile 2 bis 7 sind national unverändert umzusetzende Produktnormen. Die genannten sechs Teile wurden als DIN EN in die bisherige Bauregelliste B Teil 1 aufgenommen. Teil 9 der Normenreihe nennt allgemeine Planungsgrundsätze, Teil 10 regelt die Anwendung von Produkten und Systemen auf der Baustelle im Sinne einer Ausführungsregelung. Die Teile 1, 8, 9 und 10 wurden nicht harmonisiert. Daher bleibt in Deutschland für Planung und Ausführung weiterhin die Instandsetzungs-Richtlinie des DAFStb als Technische Baubestimmung bau-

aufsichtlich eingeführt und ist entsprechend zu beachten.

Im Rahmen der Einführung der europäischen Produktnormen der Normenreihe DIN EN 1504 werden Produkte, die nach diesen Normen produziert werden und deren Konformität nachgewiesen wird, mit einem CE-Zeichen versehen. Diese können im bauaufsichtlichen Bereich, d. h. bei standsicherheitsrelevanter Instandsetzung, nach der Instandsetzungs-Richtlinie angewendet werden. Weitere Forderungen dürfen aufgrund eines Urteils des Europäischen Gerichtshofs an Bauprodukte nicht gestellt werden. Daher ist das Anbringen eines Ü-Zeichens bei nach harmonisierten Normen hergestellten Produkten neben dem CE-Zeichen nicht zulässig [43].

2.5 Regelwerke verschiedener Institutionen

Neben den genannten existieren weitere deutsche Regelwerke verschiedener Institutionen, z. B. der WTA, die



Abb. 7: Korrodierende Bewehrung an der Grafenwerther Brücke in Bad Honnef über den Altarm des Rheins, Arch. Ottomar Stein, 1911 bis 1912 errichtet



Abb. 8: Risse im Glockenturm einer Kirche und Erosion des Zementsteins durch sauren Regen an den Betonoberflächen



Abb. 9: Bewuchs (Moose) an einer häufig befeuchteten Bauteiloberfläche an der Wallfahrtskirche Maria, Königin des Friedens in Neviges (erbaut in den Jahren 1963 bis 1968 von G. Böhm)



Abb. 10: Untersuchung des 1961/1962 erbauten und Anfang der 1990er-Jahre instand gesetzten kreisrunden, freistehenden ca. 40 m hohen Glockenturms aus Stahlbeton der Kath. Kirche Heilig Geist in Hanau

sogenannte Merkblätter herausgibt, z. B. [9] [24] [25]. Diese sind zwar nicht bauaufsichtlich eingeführt, ergänzen die zuvor genannten Regelwerke jedoch oft in bestimmten Details der einzelnen Phasen des Planungs- und Ausführungsablaufs und zählen oft zu den anerkannten Regeln der Technik.

2.6 Regelwerke der Denkmalpflege

Auch die internationalen Grundsätze und Richtlinien der Denkmalpflege unterliegen einer ständigen Überarbeitung und Ergänzung, siehe Abb. 6. Folgende wesentliche Gemeinsamkeiten zwischen den zuvor genannten technischen Regelwerken und den Grundsätzen und Richtlinien der Denkmalpflege können genannt werden:

- ▶ Interdisziplinäre Kooperation bei Erhaltungsmaßnahmen (Denkmalpflege/Wissenschaft/Technik) fordern sowohl die technischen Regelwerke als auch die Normen der Grundsätze und die Richtlinien der Denkmalpflege.
- ▶ Die u. a. von der Charta von Venedig in Artikel 4 geforderte Pflege des Denkmals entspricht in technischen Normen der Instandhaltung (Wartung/Inspektion).
- ▶ Sowohl denkmalpflegerische als auch technische Normen fordern den Erhalt der Substanz.
- ▶ Zusätzlich zu technischen Normen ist im Denkmalschutz der Erhalt der Authentizität ein wesentliches Kriterium bei Maßnahmen.

Wenn »sich die traditionellen Techniken als unzureichend erweisen«, können nach Artikel 10 der Charta von Venedig [46] »zur Sicherung ei-

nes Denkmals alle modernen Konservierungs- und Konstruktionstechniken herangezogen werden, deren Wirksamkeit wissenschaftlich nachgewiesen und durch praktische Erfahrung erprobt ist«.

3 Typische Schäden

Untersuchungen an zahlreichen Bauwerken aus Stahlbeton zeigen, dass trotz individueller Gegebenheiten oft typische Schäden [8] vorliegen, z. B.

- ▶ Korrosion der Bewehrung als Folge des Karbonatisierens des Zementsteins oder infolge des Einwirkens von Chloriden,
- ▶ Abplatzen der Betondeckung über korrodierenden Bewehrungsstäben (Abb. 7),
- ▶ Risse aus unterschiedlichen Gründen (Abb. 8),
- ▶ Gefügestörungen, z. B. durch unzureichendes Verdichten (Hohlstellen, Kiesnester),
- ▶ Erodieren des Zementsteins an der Oberfläche der Bauteile durch sauren Regen (Abb. 8),
- ▶ Bewuchs durch Algen, Flechten und Moose (Abb. 9).

Aufgrund der eventuell langzeitigen Bewitterung der Bauteile können die aufgeführten Schäden weit fortgeschritten sein oder zu erheblichen Folgeschäden geführt haben. Diese sind im Rahmen einer gründlichen und systematischen Objektuntersuchung (Bauzustandsanalyse) zu erfassen.

Die Ursachen für die genannten Schäden, auch deren Vermeidung sowie deren Instandsetzung, wurden in den letzten Jahrzehnten intensiv er-

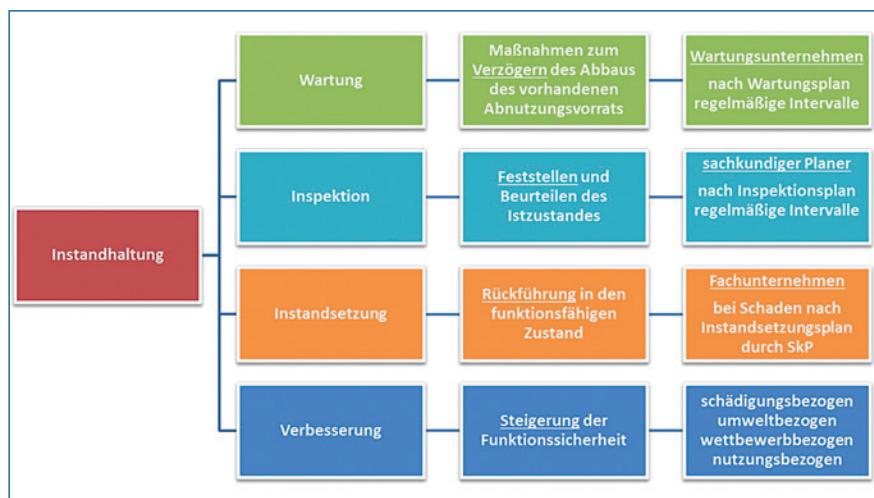


Abb. 11: Grundmaßnahmen der Instandhaltung nach DIN 31051 [37], zugehörige Maßnahmen, Durchführende, Frequenz und Grund für die Maßnahmen

forscht. Die Erkenntnisse sind in der Fachliteratur, z. B. [12] [13] [15] [8], ausführlich beschrieben. Daher wird an dieser Stelle auf eine vertiefende Darstellung verzichtet. Nachfolgend werden jedoch besonders häufig vorkommende und für alte Bauwerke typische Schadensarten und Merkmale erwähnt.

An Bauwerken im Bestand sind zwischenzeitlich vorgenommene Reparaturmaßnahmen nicht ungewöhnlich. Da zur Zeit der vor 1970 vorgenommenen Maßnahmen Instandsetzungssysteme im Sinne von [10] und [16] nicht bekannt waren, wurden z. B. Vorsatzschalen im Verbund zum vorhandenen Beton aus Ortbeton [6], in Spritzbetontechnik [4] [5] [17] oder auch vorgehängte, hinterlüftete Waschbetonplatten [6] als Schutz der geschädigten Bauteile eingesetzt. An diesen instand gesetzten Stellen können sich im Laufe der Zeit ebenfalls unterschiedlich stark ausgeprägte Schäden (s. o.) eingestellt haben [4] [5] [6] [17] [18]. Im Sinne der unter Abschnitt 2 genannten Regelwerke instand gesetzte Bauwerke weisen 20 bis 30 Jahre nach der Instandsetzung in vielen Fällen eine vergleichsweise lange Dauerhaftigkeit der durchgeführten Maßnahmen auf.

4 Planung der Instandhaltung

4.1 Maßnahmen der Instandhaltung

Der Lebenszyklus eines Bauwerks steht bei aktuellen Regelwerken bereits für den Neubau im Fokus der Planung – siehe hierzu z. B. EC 2 [32] für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken. Dabei werden Maßnahmen zum Erhalt der Gebrauchstauglichkeit und der Standsicherheit in der geplanten Nutzungsphase als Voraussetzung für die getroffenen Annahmen der Regelwerke angesehen. Maßnahmen der Instandhaltung werden in DIN 31051 [37] beschrieben. Danach zählen zu den Grundmaßnahmen Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung (Abb. 11). Instandhaltung ist also ein Überbegriff für verschiedene Maßnahmen. Die genannten Definitionen werden gemäß Entwurf in der zukünftigen IH RL des DAFStb [34] übernommen.

Nach der zum Redaktionsschluss noch aktuellen Richtlinie [10] ist zwingend vorgeschrieben, Instandsetzungsmaßnahmen vor Beginn der Ausführung zu planen. Schäden und deren Ursachen sind vom Sachkundigen Planer zu ermitteln und schriftlich anzugeben. Stahlbeton-Bauwerke instand zu setzen, ist bei Maßnahmen zum Erhalt der Gebrauchsfähigkeit und Standsicherheit eine Ingenieuraufgabe. Dabei ist so zu planen und auszuführen, dass die verlangten Gebrauchseigenschaften dauerhaft erreicht werden.

RL SIB [10] fordert nach folgendem Schema vorzugehen:

- Beurteilung und Planung durch einen Sachkundigen Planer,
- Ermittlung von Ist- und Sollzustand,
- Beurteilung der Standsicherheit,
- Angabe der Ursachen von Mängeln und Schäden,

- Erstellung eines Instandsetzungskonzepts und eines Instandsetzungsplans,
- Aufstellung eines Instandhaltungsplans mit Angaben zu Inspektion und Wartung,
- Verwendung von Stoffen, für die die grundsätzliche Eignung in einer Grundprüfung nachgewiesen wurde und deren Herstellung überwacht wird, entsprechend der Richtlinie,
- Ausführung durch Fachpersonal und Überwachen der Ausführung.

Zudem ist durch den Sachkundigen Planer ein Instandhaltungsplan für Maßnahmen zur Inspektion und zur Wartung nach der Instandsetzung zu erstellen. Dieses Vorgehen wird im Entwurf [34] weiter detailliert, siehe auch Abb. 11. Gegenüber der aktuellen Richtlinie präzisiert die zukünftige Richtlinie die Angaben zur erforderlichen Planung.

Das prinzipielle Vorgehen in der Planungsphase wird nachfolgend näher erläutert.

4.2 Objektuntersuchung

Voraussetzung für das Planen nachhaltiger Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen sind die möglichst umfassende Kenntnis des Zustands eines Objekts und der Ursachen für Schäden. Daher müssen in jedem Fall gründliche Untersuchungen am Objekt erfolgen. Beispiele für Untersuchungsmethoden sind in RL SIB, Teil 2,

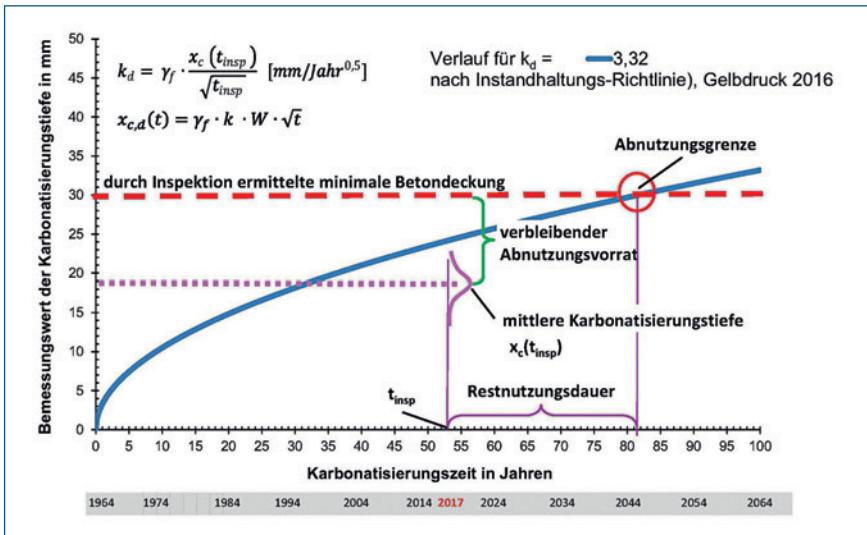


Abb. 12: Prognose der Karbonatisierung und Abschätzung der Restnutzungsdauer am Beispiel eines Glockenturms nach [38] bzw. [34.5] durch Ermitteln der Abnutzungsgrenze

Tabelle 2.1 [10.2] aufgeführt. Ausführliche Hinweise zur Diagnose gibt das WTA-Merkblatt 5-6 [9]. Untersuchungen sind üblicherweise in visuelle und technologische Prüfungen zu unterteilen. Ziel der Untersuchungen ist, Schäden zu erfassen und durch die Analyse der gewonnenen Daten ihre Ursachen zu erkennen.

In zahlreichen Fällen fehlen Unterlagen zum Bauwerk, die Aufschluss über die Art der Werkstoffe und deren Verarbeitung geben. Daher haben diesbezügliche Untersuchungen neben der Analyse des Zustands eine besondere Bedeutung. Außer Erhebungen zur Tiefe der Karbonatisierung, zur Betondeckung der Bewehrung und zur Festigkeit der oberflächennahen Betonzone ist z. B. auch die Art des verwendeten Zements festzustellen. Die heute eingesetzten mineralischen Betoninstandsetzungswerkstoffe werden überwiegend mit Portlandzementen hergestellt. In Einzelfällen können diese mit den am Objekt verwendeten Zementen (z. B. Sulfathüttenzementen [14]) nicht verträglich sein, sodass ungewünschte Reaktionen, wie Salzkristallisation durch Ettringit, eintreten können. In solchen Fällen sind Mörtel mit sulfatbeständigen Bindemitteln einzusetzen [15].

Bei früheren Maßnahmen (Vorsatzschalen, Spritzbetonschichten oder vorgehängte, hinterlüftete Waschbe-

tonplatten, vgl. Ziffer 3) ist zu prüfen, ob der Verbund oder die Befestigung der Vorsatzschalen zum bzw. am Untergrund gegeben ist und ob diese Schalen erhalten werden können. Die Objektuntersuchung sollte auch die bauphysikalischen Gegebenheiten, wie u. a. Wärmedämmung, Wasserbeaufschlagung der Bauteiloberflächen (Beanspruchung durch Schlagregen) oder fehlende Abdichtungen, umfassen. Zu empfehlen ist, die Befunde zu kartieren [11] – wie bei anderen denkmalgeschützten Objekten auch – und somit möglichst detailliert zu dokumentieren.

Bei erheblichen Schäden oder bei geänderter Nutzung kann es notwendig sein, die Standsicherheit der tragenden Konstruktion oder einzelner Bauteile zu überprüfen, vgl. RL SIB [10], Teil 1, Abschnitt 3.2. Eine Gefährdung der Standsicherheit liegt demnach nicht nur bei einem entsprechenden Schaden vor, sondern auch dann, wenn ein Schaden mit großer Wahrscheinlichkeit künftig zu erwarten ist. Die Beurteilung muss durch den Sachkundigen Planer erfolgen. Dies ist entscheidend für die Konzeptionierung und Umsetzung der Maßnahmen. Wenn die Maßnahmen zum Erhalten oder zum Wiederherstellen der Standsicherheit erforderlich sind, muss die bauaufsichtlich eingeführte Richtlinie des DAFStb [10] bzw. zu-

künftig [34] gemäß der Bauordnungen der Länder (vgl. Musterbauordnung [44]) zwingend beachtet werden. Da die Richtlinie [34] den Stand der Technik widerspiegelt, sollte sie allerdings in jedem Fall beachtet werden.

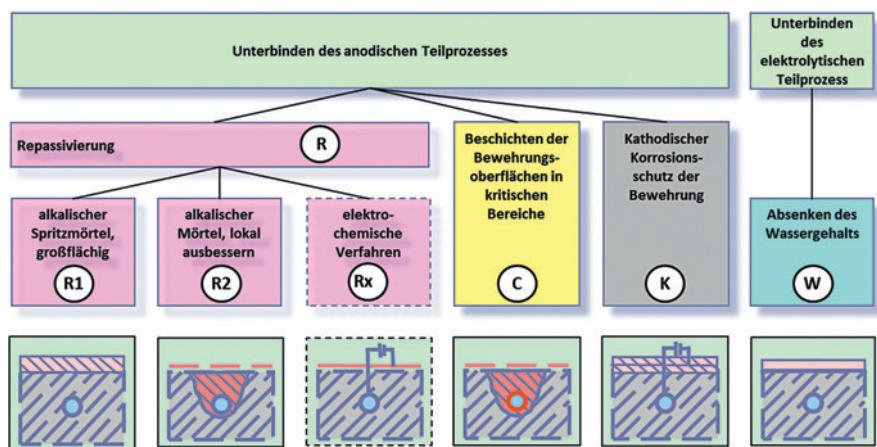
4.3 Konzeption der Instandsetzung

Das Instandsetzungskonzept ist aus der Ermittlung des Istzustands als Ergebnis der Objektuntersuchung und der Festlegung des Sollzustands zu entwickeln. Leistungen, die im Zusammenhang mit der Betoninstandsetzung stehen und die Dauerhaftigkeit einer Betoninstandsetzung wesentlich beeinflussen, z. B. Abdichtungen, sind im Instandsetzungskonzept zu berücksichtigen. Ebenso sind besondere Belastungen (chemisch und/ oder mechanisch) zu beschreiben. Mit dem Konzept legt der Sachkundige Planer fest, ob und ggf. welche Maßnahmen erforderlich sind. Hierbei sind die Grundsätze für

- ▶ den Schutz und die Instandsetzung des Betons (Teil 1, Ziffer 5 in [10]) und
- ▶ den Korrosionsschutz der Bewehrung (Teil 1, Ziffer 6 in [10]) zu beachten.

Zu den Maßnahmen zum Schützen des Betons zählen gemäß [10]:

- ▶ Füllen von Rissen und Hohlräumen mit Reaktionsharz, Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS),
 - ▶ Ausfüllen örtlich begrenzter Fehlstellen mit Mörtel oder Beton,
 - ▶ großflächiges Auftragen von Mörtel oder Beton,
 - ▶ Auftragen von Hydrophobierungen,
 - ▶ Auftragen von Imprägnierungen (Versiegelungen),
 - ▶ Auftragen von Beschichtungen.
- Der im noch aktuellen Regelwerk [10] verwendete Begriff »Schutzmaßnah-



men« wird gemäß Gelbdruck der IH RL [34] zukünftig den Aspekten Instandsetzung und Verbesserung zugeordnet.

Um die Maßnahmen zum Korrosionsschutz der Bewehrung planen zu können, sind Kenntnisse über die elektrochemischen Korrosionsvorgänge an der Oberfläche der Bewehrung und die chemischen und physikalischen Zustände bzw. Vorgänge im umgebenden Beton erforderlich.

Die Restnutzungsdauer für die Fälle Korrosion der Bewehrung durch Karbonatisierung des Betons und chlorid-induzierte Korrosion der Bewehrung kann nach in [38] und [39] veröffentlichten Verfahren prognostiziert werden. Abb. 12 zeigt die Untersuchung eines Glockenturms aus Stahlbeton.

Die Prognose der Restnutzungsdauer sollte immer bei der Auswahl geeigneter Konzepte zum Schutz und zur Instandsetzung herangezogen werden. Diese kann z.B. dazu dienen, die Standsicherheitsrelevanz innerhalb der geplanten bzw. beabsichtigten Restnutzungsdauer zu bewerten.

Um den Schutz der Bewehrung vor Korrosion dauerhaft zu erhalten oder wiederherzustellen, nennt die RL SIB [10] die folgenden Korrosionsschutzprinzipien (siehe auch Abb. 13):

- ▷ Unterbinden des anodischen Teilprozesses:
 - ▷ R – Repassivierung,
 - ▷ C – Beschichtung der Stahloberflächen in kritischen Bereichen,
 - ▷ K – Kathodischer Korrosionsschutz der Bewehrung,
 - ▷ Unterbinden des elektrolytischen Prozesses:
 - ▷ W – Absenken des Wassergehalts.
- Die Prinzipien R, C und K sollen den anodischen Teilprozess des einer elektrischen Batterie vergleichbaren elektrochemischen Vorgangs unterbinden,

Abb. 13: Den Instandsetzungsprinzipien (für Stahl) R, C, K und W zugeordnete Grundsatzlösungen R1, R2, C und W nach [10]. Rx ist nicht geregt.

um die Korrosion der Bewehrung zu stoppen. Mit dem Prinzip W wird der elektrolytische Prozess unterbunden, indem der beschichtete Beton der Umgebung entsprechende Ausgleichsfeuchte annimmt und so der Wassergehalt im Bauteil gesenkt wird. Die Prinzipien werden in der Praxis mit sogenannten Grundsatzlösungen realisiert, die den Prinzipien zugeordnet werden (Abb. 13).

Die Prinzipien finden sich in der zukünftigen Instandhaltungs-Richtlinie [34] wieder, siehe Tab. 1 und Abb. 14, denn die zukünftige Instandhaltungs-Richtlinie [34] wird in Anlehnung an die Produktnorm DIN EN 1504-9 [16.9] die in Tab. 1 aufgeführten Korrosionsschutzprinzipien für Stahl und Beton vorsehen.

Prinzipien zum Schutz oder zur Instandsetzung bei Schäden im Beton und bei Bewehrungskorrosion nach dem Gelbdruck der IH RL [34] sind angelehnt an [16.9] in Tab. 1 aufgeführt. Den Prinzipien werden im Regelwerk näher beschriebene Verfahren, mit denen diese umgesetzt werden, zugeordnet.

net. Dabei wurden Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 ergänzend eingeführt bzw. andere in [16.9] definierte Verfahren nicht übernommen. Außer der Grundsatzlösung C (Beschichten der Bewehrung) wurden die bisherigen Instandsetzungsmethoden im Wesentlichen im Gelbdruck wieder aufgenommen, siehe auch Abb. 14 und Tab. 1 für den Korrosionsschutz der Bewehrung.

Falls erhöhte Chloridgehalte im Beton vorliegen oder erhöhte Chloridbelastungen zu erwarten sind, werden zusätzliche Anforderungen im Rahmen der Instandsetzungsprinzipien gestellt und spezielle Verfahren vorgegeben.

Ein Instandsetzungskonzept sollte mehrere realisierbare Instandsetzungsvarianten enthalten, die der Sachkundige Planer dem Auftraggeber im Detail erläutert. Folgen für die Instandhaltung (Kosten, Aufwand u.a. für Inspektion und Wartung sowie ggf. weitere Instandsetzungen innerhalb der beabsichtigten Restnutzungsdauer des Bauwerks) sollten dabei eingehend benannt werden. Somit ist das

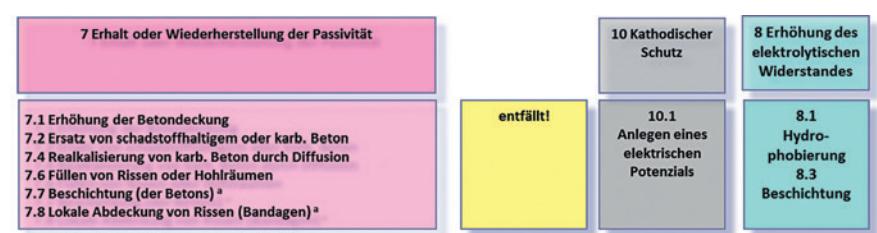


Abb. 14: Den Prinzipien für den Korrosionsschutz des Bewehrung zugeordnete Verfahren nach [34]

	Prinzip		Verfahren
	Schäden im Beton		
1	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen	1.1	Hydrophobierung
		1.3	Beschichtung
		1.4	Örtliche Abdeckung von Rissen (Bandagen)
		1.5	Füllen von Rissen oder Hohlräumen
2	Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons	2.1	Hydrophobierung
		2.3	Beschichtung
		2.6	Füllen von Rissen oder Hohlräumen
3	Reprofilierung oder Querschnittsergänzung	3.1	Kleinflächiger Handauftrag
		3.2	Betonieren oder Vergießen
		3.3	Spritzauftrag
		3.4	Auswechseln von Bauteilen
4	Verstärkung des Betontragwerks	4.3	Verstärkung durch geklebte Bewehrung
		4.4	Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton
		4.5	Füllen von Rissen oder Hohlräumen
5	Erhöhung des physikalischen Widerstandes	5.1	Beschichtung
		5.3	Mörtel- oder Betonauftrag
6	Erhöhung des Chemikalienwiderstandes	6.1	Beschichtung
		6.3	Mörtel- oder Betonauftrag
	Korrosion der Bewehrung		
7	Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	7.1	Erhöhung der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton
		7.2	Ersatz von schadstoffhaltigem oder karbonatisiertem Beton
		7.4	Realkalisierung von karbonisiertem Beton durch Diffusion
		7.6	Füllen von Rissen oder Hohlräumen
		7.7	Beschichtung
		7.8	Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)
8	Erhöhung des elektrischen Widerstandes	8.1	Hydrophobierung
		8.3	Beschichtung
10	Kathodischer Schutz	10.1	Anlegen eines elektrischen Potenzials

Tab. 1: Prinzipien und Verfahren bei Schäden im Beton und zum Schutz oder zur Instandsetzung von Bewehrungskorrosion nach dem Gelbdruk der IH RL [34]

Instandsetzungskonzept die wichtigste Entscheidungsgrundlage für den Auftraggeber (Eigentümer/Betreiber).

Falls keine Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich sind, sind dennoch, falls nicht bereits erfolgt, auf Basis eines Instandhaltungskonzepts die Maßnahmen der vom Auftraggeber präferierten Variante detailliert zu planen.

4.4 Instandsetzungsplan

Auf Basis des Instandsetzungskonzepts ist ein Instandsetzungsplan aufzustellen. Dieser muss die Grundsätze der Instandsetzung des Betons und der Bewehrung, die Anforderungen an die Ausführung und ggf. Aspekte des Brandschutzes berücksichtigen.

Ausschließlich der Sachkundige Planer legt fest, ob die geplante Maßnahme erforderlich ist, um die Standsicherheit zu erhalten, und welche Maßnahmen zu treffen sind, um die Ausführung zu überwachen. Dies ist zwingend in die Ausschreibungunterlagen aufzunehmen.

In jeder Phase, auch während der Ausführung der Betoninstandsetzungsarbeiten, muss festgelegt sein, wer die Fragen der Standsicherheit verantwortlich beurteilt und wer die dazu erforderlichen Maßnahmen plant und ausführt. Nur in Verbindung mit dieser Festlegung dürfen die im Anwendungsbereich der Richtlinie [10] angeführten Arbeiten, auch wenn sie die Standsicherheit nicht direkt betreffen, ausgeführt werden.

Denkmalpflegerische Anforderungen sind in Zusammenarbeit mit der zuständigen Behörde zu berücksichtigen, wobei u. a. folgende Einzelheiten vorab zu klären sind:

- Muss das visuelle Erscheinungsbild der Sichtbetonbauteile (Farbe, Relief, Struktur der Oberfläche) erhalten bleiben?

- ▶ Dürfen/Sollen ausgebesserte Schadstellen erkennbar sein?
- ▶ Sind zwischenzeitlich aufgebrachte Schichten (vgl. Abb. 10)/Vorsatzschalen aus früheren Reparaturen zu erhalten oder zu entfernen?
- ▶ Wie ist der notwendige Ersatz von Bauteilen vorzunehmen (Fertigteil, Ortbeton)?

Zu prüfen ist im Rahmen der Planung, ob eventuell Modifikationen von eingeführten Instandsetzungssystemen technisch möglich bzw. denkmalpflegerisch sinnvoll sind, um den genannten Anforderungen gerecht zu werden. Insbesondere sind die denkmalpflegerischen Grundsätze des Substanzerhalts und der Reversibilität der Maßnahme zu beachten. Hier sei als Beispiel der Einsatz einer lasierenden Deckbeschichtung [6] genannt, die üblicherweise nicht zum Spektrum der marktüblichen Betoninstandsetzungssysteme zählt und für die daher eventuell keine Eignungsnachweise im Sinne von [10] und [16] existieren. Daraus sind bei einer Sonderanfertigung vom Hersteller die wesentlichen vom Sachkundigen Planer geforderten Eigenschaften nachzuweisen.

Flankierende Maßnahmen, wie Einbringen von Fugen, Wärmedämmung, abdichtende Maßnahmen, verbesserte Wasserführung, müssen, falls erforderlich, ebenfalls planerisch berücksichtigt werden.

Der Instandsetzungsplan dient als Grundlage für das Leistungsverzeichnis. Die Ausschreibung sollte deutlich auf die vorliegenden Baustoffe und vorhandenen Schäden eingehen sowie auf die Besonderheiten bei der Instandsetzung eines Denkmals hinweisen. Wichtige Hinweise zur Ausschreibung der Arbeiten und zum Leistungsverzeichnis geben das WTA-Merkblatt 5-15 [24] und DIN 18349 [30].

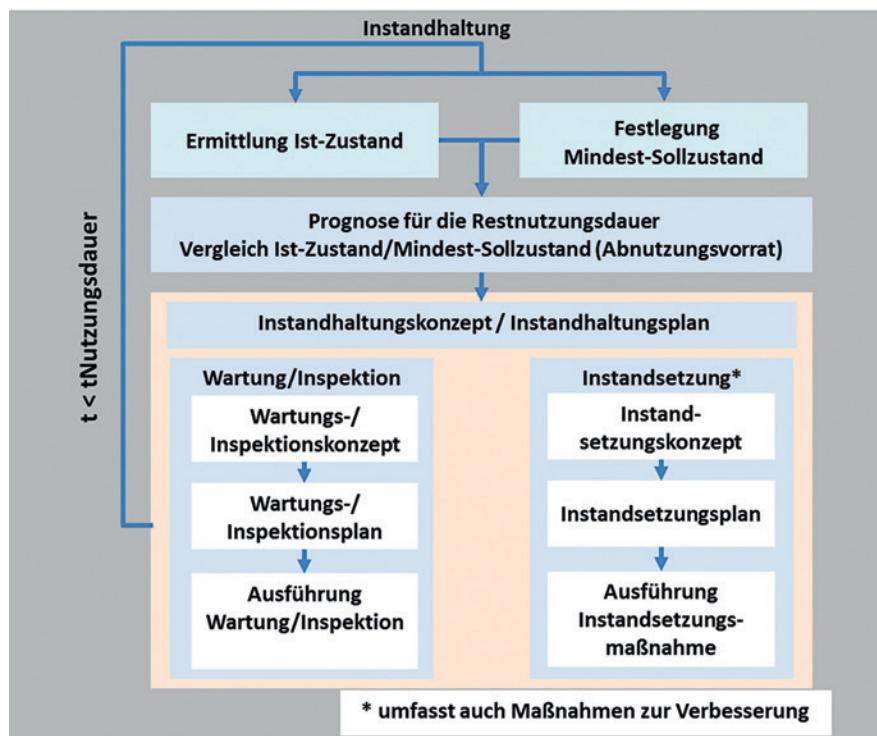


Abb. 15: Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen nach [34]

4.5 Instandhaltungskonzept und Instandhaltungsplan

Der Sachkundige Planer muss für die gewählte Ausführung einen Instandhaltungsplan erstellen, der planmäßige Inspektionen und Angaben zu den Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen enthält. Da hierzu in [10] keine weiteren Einzelheiten aufgeführt werden, sind wertvolle Hinweise [25] zu entnehmen.

Gemäß Gelbdruck [34] der IH RL ist es Aufgabe des Sachkundigen Planers, ein Instandhaltungskonzept mit ggf. mehreren Varianten unter Berücksichtigung der Aspekte Wartung/Inspektion und Instandsetzung (inklusive Verbesserung) zu erstellen. Ziel ist dabei, eine für das jeweilige Objekt technisch und wirtschaftlich begründete Lösung zu finden. Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten sind gegenüberzustellen und dem Auftraggeber (Bauherr/Eigentümer/Betreiber) zu erläutern. Dies ist bei denkmalgeschützten Bauwerken von besonderer Bedeutung, wenn ggf. nicht geregelte Verfahren und Sonderlösungen für die Instandsetzung gefunden werden.

Basierend auf der vom Auftraggeber gewählten Variante des Instandhaltungskonzepts ist ebenfalls durch den Sachkundigen Planer ein Instandhaltungsplan zu erstellen, der die Komponenten Wartung, Inspektion und Instandsetzung umfasst (vgl. Abb. 15). Umfang und Häufigkeit von Inspektionen und Wartungsmaßnahmen sowie Verfahrensweisen und Verantwortlichkeiten sind darin festzulegen. Insbesondere bei denkmalgeschützten Stahlbetonbauteilen können moderne Methoden des Monitorings [41] sinnvoll sein. Gegebenenfalls sind auch zukünftige Instandsetzungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Die Details des Instandhaltungsplans sollten in einem Bauwerksbuch dokumentiert werden.

5 Werkstoffe und Verfahren

Heute steht eine breite Palette von geprüften Betoninstandsetzungssystemen mit aufeinander abgestimmten Einzelkomponenten zur Verfügung, die bei ordnungsgemäßer Verwendung einen langjährigen Schutz vor weiteren Schäden bieten. Wie bei anderen

Stahlbeton-Bauwerken auch, sollten die eingesetzten Werkstoffe aus einem für den Einsatzzweck geprüften System eines Herstellers bestehen. Bei denkmalgeschützten Bauwerken sind modifizierte Aufbauten jedoch denkbar und bereits mit Erfolg praktiziert worden [6], [18]. Wesentlich ist, dass durch das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten der Korrosionsschutz der Bewehrung erzielt und fort schreitendes Karbonatisieren des Betons verhindert wird.

Auf neue Regelungen für die einzusetzenden Werkstoffe, wie z. B. Kennzeichnung mit dem CE-Zeichen, wird an dieser Stelle lediglich verwiesen.

Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen erfolgt heute meist gemäß den nachfolgend genannten Arbeitsschritten, die die Regelungen der RL SIB [10] bzw. zukünftig der IH RL [34] berücksichtigen.

Oftmals sind flankierende Maßnahmen erforderlich, wie z. B.

- ▶ auftretende Risse mit einer Rissbreite über 200 µm mit einem geeigneten Füllstoff zu verfüllen,
- ▶ Dachabdichtungen zu ergänzen,
- ▶ Wasserführungen (Dachrinnen, Fallrohre) einzubauen,
- ▶ Handläufe, Befestigungskonstruktionen vor Korrosion zu schützen.

Neue Entwicklungen von Werkstoffen für die Instandsetzung von historischen Bauwerken werden in [45] vor gestellt. Betrachtet werden

- ▶ polymermodifizierter selbstverdichtender Beton (engl.: Polymermodified Self-Compacting Concrete – PSCC), der als besonders fließfähiger Werkstoff zum Ausfüllen enger Schalungzwischenräume und zum Abbilden filigraner Oberflächenstrukturen durch Verwenden von entsprechenden Schalungen oder Matrizen geeignet ist,

- ▶ polymermodifizierter SHZ-Beton (engl.: Polymermodified SuperSulphated Cement Concrete – PSSCC), der die Instandsetzung von Bauwerken aus Sulfathüttenzementbeton, meist bei Industrie- bzw. Wasserbauwerken in Deutschland, die oft zwischen 1920 und 1970 erbaut wurden, ermöglicht, da Werkstoffe auf Basis von Portlandzement hierfür nicht geeignet sind,
- ▶ Stampfbeton,
- ▶ Textilbeton.

6 Durchführung und Überwachung der Maßnahmen

Alle Bauwerke – auch unter Denkmalschutz stehende aus Stahlbeton – sind behutsam zu behandeln. Daher müssen die am Projekt Beteiligten Maßnahmen zur Qualitätssicherung organisatorisch und im Sinne der geltenden Regelwerke, z. B. [10], planen und umsetzen. Sinnvoll ist, einen entsprechenden Maßnahmenkatalog (Überwachungsplan) aufzustellen, der alle erforderlichen Festlegungen zur Durchführung und zu Prüfungen enthält. Häufig ist aufgrund der aus unterschiedlichen Ursachen resultierenden Schäden und der erforderlichen aufwendigen Vorgehensweise die Durchführung als besonders schwierig einzustufen. Daher sollten ausschließlich nachweislich erfahrene, fachlich qualifizierte Unternehmen mit der Instandsetzung eines Stahlbetondenkmales betraut werden. Oft gehören diese Arbeiten jedoch nicht zum Leistungsumfang von im Bereich der Denkmalpflege tätigen Unternehmen. Ein hoher und über den durch [10] geforderten Umfang hinausgehender Dokumentationsaufwand ist bei denkmalgeschützten Objekten in der

Regel erforderlich. Zudem ist zu empfehlen, dass die instand gesetzten Bauwerke regelmäßig inspiziert und gewartet werden [25].

7 Praktische Umsetzung

Bezüglich der visuellen Erscheinung der instand gesetzten Betonoberfläche sind unterschiedliche Varianten denkbar und bereits ausgeführt worden. In jedem Fall müssen alle Maßnahmen, die das spätere Erscheinungsbild der Oberfläche beeinflussen, vorab mit der Denkmalpflege abgestimmt werden.

Wenn die Sichtbetonstruktur und auch die Spuren langjähriger Bewitterung sichtbar erhalten bleiben sollen, können Mörtel nicht großflächig aufgebracht und keine deckenden Beschichtungen appliziert werden. In einem solchen Fall kann folgender Aufbau die notwendige Schutzwirkung erreichen [6]:

- ▶ Mörtel für Ausbruchstellen werden in Größtkorn und Farbe dem umgebenden Beton angepasst [6], [18] und ggf. nach dem Einbringen in die Ausbruchstelle durch behutsames Strahlen mit Strahlmittel angeraut, um die Oberfläche dem bewitterten angrenzenden Beton anzupassen.
- ▶ Als Karbonatisierungsbremse wirkt eine in mehreren Arbeitsgängen aufgebrachte lasierende, der Farbe des Betons angeglichenen Deckbeschichtung mit eventuell rissüberbrückenden Eigenschaften.

Egalisieren der Oberflächen mit Feinmörteln entfällt hierbei. Diese Variante stellt hohe Ansprüche an den Verarbeiter. Der Aufwand des gezielt dem Untergrund angepassten Applizierens der Lasurbeschichtung erfordert über das Übliche hinausgehendes handwerkliches Können.



Abb. 16: An reprofilierten Ausbruchstellen mit Mörtel wiederhergestellte Grate der Schalbrettstruktur an einem Wohn- und Geschäftshaus

Ist an Reparaturstellen das zerstörte Schalbrettrelief wiederherzustellen (Abb. 16), kann ein Relief mit strukturierten Kunststoffbrettern in den frischen Mörtel eingedrückt werden. Falls eine vollflächige Spachteilung notwendig ist, die die ehemalige Brettschalungsstruktur egalisiert, so kann das frühere Aussehen der Bauteile durch Einbringen von Rillen oder durch Eindrücken von Schablonen in den frischen Mörtel angedeutet werden. Auch dieser Arbeitsschritt erfordert hohes handwerkliches Geschick des ausführenden Personals.

Vor Beginn der eigentlichen Maßnahme sollten anhand von Musterflächen die beabsichtigte Oberflächenwirkung überprüft und gegebenenfalls Werkstoffe und Verarbeitungstechniken zwischen Denkmalbehörde, Sachkundigem Planer, ausführendem Unternehmen und Werkstoffhersteller abgestimmt werden.

8 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurden wesentliche Regelwerke im Bereich der Betoninstandsetzung sowie die Maßnahmen bei regelwerkgerechter Vorgehensweise vorgestellt. Auch auf die Besonderheit bei denkmalgeschützten

Betonbauwerken wurde hingewiesen. Die Ausführungen zeigen, dass aufgrund von naturgegebenen Randbedingungen bestimmte physikalische und chemische Grundsätze bei der Instandsetzung von Betonbauwerken zu beachten sind. Bei der dargestellten Vorgehensweise einer möglichst frühzeitigen Abstimmung aller Beteiligten müssen die Forderungen der Regelwerke und die Belange der Denkmalpflege nicht zwingend im Widerspruch stehen.

Literatur

- [1] Koetz, R.: Max Taut 1884 – 1967. Deutsches Architektenblatt 29 (1997), Nr. 6, S. 860–861
- [2] Bonzel, J.: Hundert Jahre Bauen mit Beton. Zement-Kalk-Gips 30 (1977), Nr. 9, S. 439–450
- [3] Klopfer, H.: Sichtbeton-Fassaden einer Kirche (Baujahr 1930). Sanierung der Sichtbetonflächen mit Abspiegelungen und Rissen nach denkmalpflegerischen Anforderungen. In: Zimmermann, Günter (Hrsg.): Bauschäden-Sammlung. Sachverhalt – Ursachen – Sanierung. Band 6. Stuttgart: Forum-Verlag, 1986
- [4] Weber, H.: Aussichtsturm Ebersberg. Instandsetzung eines Stahlbeton-Denkmales. Sonderdruck aus Bausubstanz 9 (1993), Nr. 1 und 3
- [5] n.n.: Betonsanierung am Kabelsteg in München. Bausubstanz 11 (1995), Nr. 11/12, S. 28–29
- [6] Dellert, A.: Verwaltungs- und Ausbildungszentrum der Deutschen Olivetti, Frankfurt am Main, 1967–1972, Egon Eiermann. URL: <http://www.archinoah.de/studienarbeiten-details-371.html>
- [7] Sichau, P.: Die Weißfrauenkirche Frankfurt am Main. Denkmalgerechte Betonsanierung im historischen Kontext. In: Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Denk-mal an Beton! Berichte zu Forschung und Praxis der Denkmalpflege in Deutschland 16. Petersberg, 2008, S. 171–177
- [8] Gieler, R. P.; Dimmig-Osburg, A.: Kunststoffe für den Bautenschutz und die Betoninstandsetzung. Der Baustoff als Werkstoff. Basel, 2006 (BauPraxis; XVI)
- [9] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA- (Hrsg.): WTA-Merkblatt 5-6-99/D Diagnose an Betonbauwerken
- [10] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.): DAFStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie).
- 2001-10[10.1] Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze
- [10.2] Teil 2: Bauprodukte und Anwendungen
- [10.3] Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung
- [10.4] Teil 4: Prüfverfahren
- [11] Schäfer, H.: Computergestützte Schadenskartierung bei Betonbauwerken. Vortrag bei der WTA-Mitgliederversammlung in Fulda, Referat Beton, 21.06.2007
- [12] Klopfer, H.: Die Carbonatisierung von Sichtbeton und ihre Bekämpfung. Bautenschutz und Bausanierung 1 (1978), Nr. 3, S. 86–97
- [13] Klopfer, H.: Schäden an Sichtbetonflächen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 1993 (Schadenfreies Bauen; 3)
- [14] Stark, J.: Sulfathüttenzement. Wiss. Zeitung d. HAB Weimar 41 (1995), Nr. 6/7, S. 7–15
- [15] Stark, J.; Wicht, B.: Dauerhaftigkeit von Beton. Der Baustoff als Werkstoff. Basel: Birkhäuser, 2000 (BauPraxis; XI)
- [16] DIN EN 1504 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität
- [16.01] Teil 1:2005-10 Definitionen
- [16.02] Teil 2:2005-01 Oberflächenschutzsysteme für Beton (neu: Entwurf 2015 03)
- [16.03] Teil 3:2006-03 Statisch und nicht statisch relevante Instandsetzung
- (neu: Entwurf 2015-08 Instandsetzungsbeton und -mörtel)
- [16.04] Teil 4:2005-02 Kleber für Bauzwecke (neu: Entwurf 2016-05)
- [16.05] Teil 5:2013-06 Injektion von Betonbauteilen
- [16.06] Teil 6:2006-11 Verankerung von Bewehrungsstäben
- [16.07] Teil 7:2006-11 Korrosionsschutz der Bewehrung (neu: Entwurf 2015-09)
- [16.08] Teil 8:2016-08 Qualitätskontrolle und Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)
- [16.09] Teil 9:2008-11 Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen
- [16.10] Teil 10:2004-05 Anwendung von Stoffen und Systemen auf der Baustelle, Qualitätsüberwachung der Ausführung (neu: Entwurf 2015-11)
- [17] Mielke, Th.; Schütz, K.: Instandsetzung des Wasserturms Großenheims. Bausubstanz 11 (1995), Nr. 11/12, S. 22–24
- [18] Engel, J.: Erweiterte Möglichkeiten bei der denkmalgerechten Betoninstandsetzung und Betonkonser-

- vierung. WTA-Journal (2007), Nr. 1, S. 65–80
- [19] Musterbauordnung (MBO). Fassung 2002-11
- [20] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), 2014. URL: <http://www.bast.de>
- [21] DIN EN 206:2017-01 Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [22.1] DIN 1045-2:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
- [22.2] DIN 1045-3:2012-03 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
- [22.3] DIN 1045-4:2012-02 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen
- [23] DIN 18551:2014-08 Spritzbeton – Nationale Anwendungsregeln zur Reihe DIN EN 14487 und Regeln für die Bemessung von Spritzbetonkonstruktionen
- [24] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkerhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA- (Hrsg.): WTA-Merkblatt 5-15-03/D Leistungsbeschreibung
- [25] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkerhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA- (Hrsg.): WTA-Merkblatt 5-7-99/D Prüfen und Warten von Betonbauwerken
- [26] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkerhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA- (Hrsg.): WTA-Merkblatt 5-8-93/D Schutz und Instandsetzung von Beton; Untergrund
- [27] Müller, H. S. (Hrsg.): Instandsetzung bedeutsamer Betonbauten der Moderne in Deutschland. 1. Symposium Baustoffe und Bauwerkerhaltung. 2. unveränd. Aufl. Universität Karlsruhe (TH), 30. März 2004. Karlsruhe: Universitätsverlag, 2007
- [28] Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Denk-mal an Beton! Berichte zu Forschung und Praxis der Denkmalpflege in Deutschland 16. Petersberg, 2008
- [29] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Eisenbahnen, Wasserstraßen (Hrsg.): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Schutz und Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (Leistungsbereich 219). Ausgabe 2004. EU-Notifizierung Nr. 2005/25/D vom 27. Januar 2005 und Änderung 1 zu den ZTV-W Dezember 2008
- [30] DIN 18349:2010-04 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Betonerhaltungsarbeiten DIN 18349

- [31] DIN 4030-1:2008-06 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte
- [32] DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [33] DIN EN 13670:2011-03 Ausführung von Tragwerken aus Beton
- [34] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.): DAFStb-Richtlinie Instandhaltung von Betonbauteilen (Instandhaltungs-Richtlinie). Gelbdruck 2016-06
- [34.1] Teil 1: Planung der Instandhaltung
- [34.2] Teil 2: Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandhaltung und Regelungen für deren Verwendung
- [34.3] Teil 3: Ausführung der Instandsetzung und Überwachung
- [34.4] Teil 4: Prüfverfahren
- [34.5] Teil 5: Nachweisverfahren zur Ermittlung der Restnutzungsdauer und der Bemessung von Schichtdicken für Betonersatz bei Karbonatisierung und Chlorideinwirkung (informativ)
- [35.1] DIN EN 14487-1:2006-03 Spritzbeton – Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität
- [35.2] DIN EN 14487-2:2007-01 Spritzbeton – Teil 2: Ausführung
- [36] Deutscher Beton- und Bautechnikverein e.V. -DBV- (Hrsg.): DBV-Merkblatt Bauen im Bestand – Leitfaden. Fassung 2008-01
- [37] DIN 31051:2012:09 Grundlagen der Instandhaltung
- [38] Greve-Dierfeld, S. von: Bemessungsregeln zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit XC-exponierter Stahlbetonbauteile. Berlin: Beuth, 2015 (Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton; Heft 622)
- [39] Rahimi, A.: Semiprobabilistisches Nachweiskonzept zur Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauteilen unter Chlorideinwirkung. Berlin: Beuth, 2017 (Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton; Heft 626)
- [40] Hamacher, E.: Was die Richtlinien anrichten: die Anwendung geltender Betoninstandsetzungsrichtlinien auf Denkmale. BAUSUBSTANZ 6 (2015), Nr. 3, S. 31–35
- [41] Hill, W.; Eger, R.: Monitoring von Betonbauwerken. Die Verantwortung der Eigentümer und Verwalter für die Erhaltung und Instandsetzung ihrer Stahlbetonbauwerke. BAUSUBSTANZ 8 (2017), Nr. 3, S. 33–38
- [42] DIN 1076:1999-11 Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung. Verbindlich eingeführt durch ARS Nr. 25/1999 vom 22. November 1999

[43] Eggert, H.: Das neue Bauordnungsrecht in Bezug auf Bauprodukte und Bauarten zur Erfüllung baurechtlicher und wasserrechtlicher Anforderungen. DIBt-Newsletter 2/2017. URL: <https://www.dibt.de> [Zugriff: 10.01.2018]

[44] Musterbauordnung (MBO). Fassung November 2002 zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016

[45] Vogt, F. et al.: Moderne Materialien für die Instandsetzung von historischen Betonbauteilen. BAUSUBSTANZ 9 (2018), Nr. 6, S. 24–31

[46] Internationale Charta über die Konservierung und Restaurierung von Denkmälern und Ensembles (1964) – Charta von Venedig, ICOMOS. Hefte des Deutschen Nationalkomitees X. München, 1992, S. 45–49

INFO/KONTAKT



Prof. Dr.-Ing.
Rolf P. Gieler

Honorarprofessur an der Bauhaus-Universität Weimar

Der Autor ist als Sachverständiger seit über 30 Jahren auf dem Gebiet der Betoninstandhaltung und des Korrosionsschutzes von Stahl tätig. Schwerpunkt ist die Untersuchung von Objekten wie Industriebauwerke, Verwaltungsbauwerke, Brücken, Parkhäuser und Tiefgaragen, Kirchengebäude, Staudämme sowie Schwimm- und Solebäder mit der Analyse von Schäden sowie dem Erarbeiten von Instandsetzungskonzepten, auch als Gerichts- und Privatgutachter.

Seit 2000 leitet er das Referat Beton in der WTA e.V. Er ist Sprecher des Beirats und im erweiterten Präsidium der WTA ehrenamtlich tätig und er bringt sein Fachwissen in mehreren Arbeitsgruppen der WTA ein. Zudem ist er Fachbuchautor und Autor zahlreicher Fachbeiträge und als Fachreferent an verschiedenen Fortbildungseinrichtungen wie TAE und EIPOS aktiv.

Ingenieur- und Sachverständigenbüro materials and technology consulting
Prof. Dr.-Ing. Rolf P. Gieler WTA, VDI
Vogelsbergstraße 13
36041 Fulda
E-Mail: info@gieler.net
Internet: www.gieler.net

Jetzt abonnieren – Begrüßungsgeschenk und Prämie sichern!



Begrüßungsgeschenk: Bauaufnahme-Block

Neues Wissen für alte Bauwerke

Die BAUSUBSTANZ bietet mit einer Mischung aus Reportagen über gelungene Sanierungsobjekte, der Vorstellung von Techniken, Baustoffen und Verfahren und wissenschaftlichen Beiträgen sechsmal im Jahr Neues, Bewährtes und Wichtiges aus dem weiten Feld der Bausanierung.

Jahresabonnement »BAUSUBSTANZ Premium«
6 Hefte: EUR 84,60 | Ausland EUR 90,60
Preise inkl. Mwst. und Versandkosten

Inkl. Zugang zum E-Journal und zum PDF-Archiv mit allen Jahrgängen



Prämie Nr. 1: Messograf*



Prämie Nr. 2: Glasdickenmesser*

* Prämie Ihrer Wahl für ein Jahresabo, ohne Zuzahlung

Bestellen Sie noch heute!

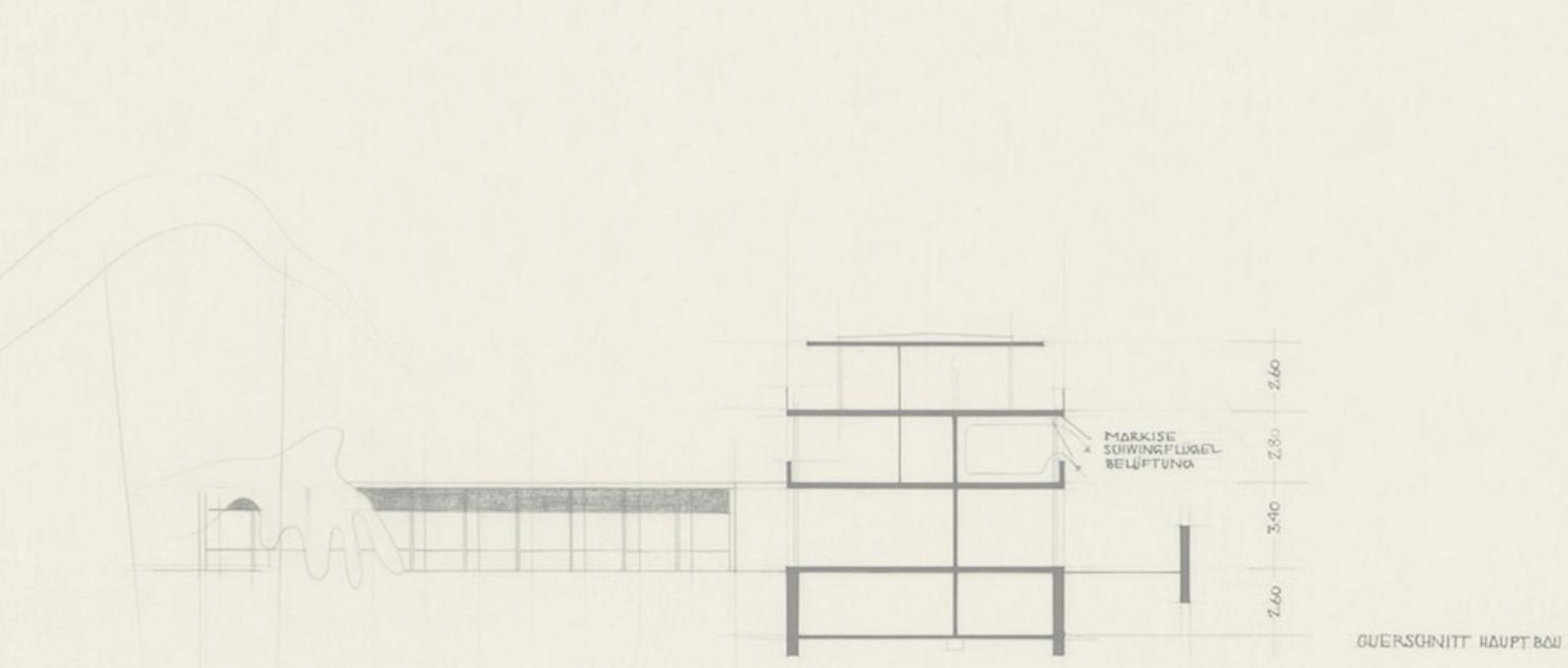
Internet: www.bausubstanz.de/abo

E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de

Telefon: 0711 970-2500

Telefax: 0711 970-2508

Fraunhofer IRB Verlag
Der Fachverlag zum Planen und Bauen



Felix Wellnitz

Baudenkmale der (Nachkriegs-)Moderne und ihre bauphysikalischen Herausforderungen

Im folgenden Beitrag werden nach einer Herleitung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen vom späten 19. Jahrhundert bis heute anhand zweier Fallbeispiele – das 1930 von Hans Scharoun entworfene Haus Schminke und der Sep-Ruf-Bau in Bonn von 1952 – exemplarisch bauphysikalische Herausforderungen vorgestellt.

Aufgrund bautechnisch-konstruktiver Kontinuitäten der 1920er- bis in die späten 1950er-Jahre wird auf die architekturgeschichtlich korrekte Unterscheidung der mit der Vorkriegszeit verbundenen »Moderne« und der späteren »Nachkriegsmoderne« verzichtet und im Folgenden von »der Moderne« gesprochen.

Einleitung

Die Bauphysik moderner Architektur hat einen schlechten Ruf. Typische Mängel sind schlechte Wärmedämmung, undichte Fenster und fehlerhafte Bauausführung bei Beton, Flachdächern und Fassaden [1]. Für das 20. Jahrhundert charakteristische große Verglasungen führen zu hohen Heizkosten und beeinträchtigen einen zeitgemäßen thermischen Komfort. Unsere Ansprüche an die Nutzbarkeit und Bewirtschaftbarkeit entscheiden bisweilen darüber, ob ein Bestandsgebäude überhaupt erhaltenswert erscheint. Auch der Denkmalstatus ist keine Garantie für den Erhalt.

Es ist jedoch völlig falsch – und das gilt für jegliche Auseinandersetzung mit historischen Architekturen –, aus heutiger Sicht und mit entsprechenden Ansprüchen pauschal Urteile über die Baudokumente der Moderne zu fällen, ohne dabei die gesellschaftlichen, politischen, technischen und künstlerischen Bedingungen der Entstehungszeit zu berücksichtigen. Auch über die Jahre durchgeführte bauliche Veränderungen sind ggf. wichtige Zeitschichten und entsprechend zu prüfen. Die architektonische Vielfalt in der Moderne ist genauso groß wie in anderen Epochen, wenn auch manchmal erst auf den zweiten Blick. Das Kategorisieren und Entwickeln von

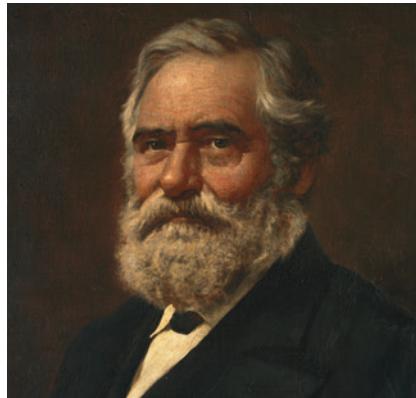


Abb. 1: Max von Pettenkofer (Porträt von Theodor Pixis, 1885)

»Patentrezepte« für bestimmte Gebäudetypen, Entstehungsjahre, Konstruktionsarten usw. widerspricht nicht nur den Grundsätzen der Denkmalpflege, sondern birgt auch hohes Fehlerpotenzial aus Sicht der Bauphysik. Im Umgang mit den Baudenkmälern dieser Zeit sollten vielmehr die individuellen bauphysikalischen Herausforderungen jedes einzelnen Gebäudes analysiert und bei der Instandsetzung oder Erhaltung maßvolle Lösungen gefunden werden, die dem Bestand in seinen Merkmalen und Qualitäten gerecht werden und eine zeitgemäße Nutzung ermöglichen. Mithilfe aktueller, digitaler Rechenmodelle sind angepasste bauphysikalische Lösungen möglich.

Die Disziplin Bauphysik als Teil der Baugeschichte der Moderne

Die Moderne prägt das Bauen bis heute maßgeblich. Neben architektonischen Merkmalen wirken z. B. die Entwicklung der Normung und die Entstehung vieler spezialisierter Fachdisziplinen und -berufe in das Bauwesen im 20. Jahrhundert hinein. Insbesondere bauphysikalische Fragestellungen, Definitionen und Methoden wurden erst in enger Wechselwirkung mit der Architekturmoderne entwickelt. Die Moderne ist die Geburtsstunde der wissenschaftlichen Disziplin Bauphysik, wie wir sie heute kennen und praktizieren.

Mit der Industrialisierung und der damit verbundenen Verdichtung und Erweiterung der Städte traten massive Hygiene- und Gesundheitsprobleme zutage. Eine zeitgemäße Stadt- und Bauhygiene wurde notwendig, z. B. das Abführen von Regen- und Schmutzwasser, Befestigung der Straßen, Zentralisierung der Schlachthö-

fe und warme, trockene Wohnungen. Wissenschaftler wie Max von Pettenkofer etablierten die sogenannte Hygienewissenschaft als eigene Disziplin an der Schnittstelle von Physik, Chemie, Biologie, Ingenieurwesen und Architektur. Der 1858 von Pettenkofer veröffentlichte Grenzwert von 0,1 Vol.-% CO₂-Gehalt in der Raumluft als Indikator der Lufthygiene hat heute noch Gültigkeit [2]. Der Architekt Werner Cords-Parchim begründete mit der »technischen Bauhygiene« in den frühen 1950er-Jahren an der TU Dresden jene Disziplin, die wir heute als Bauphysik oder Bauklimatik kennen.

In den 1920er-Jahren lösen räumliche und raumklimatische Qualitäten Kunsthandwerk und Ornament als Wesensmerkmale der Architektur ab [vgl. 3 GIEDION]. Das Programm



Abb. 2: Buchcover Befreites Wohnen. Autor: Sigfried Giedion, Edited by Reto Geiser, Design: Sigfried Giedion/Integral Lars Müller, Reprint 2019, Lars Müller Publishers Zürich. ISBN 978-3-03778-581-2

der Moderne sucht nicht nur künstlerisch und formal eine Abkehr von der Tradition, sondern schafft hygienische und gesunde Räume. Die klare Formensprache der weißen, frei stehenden Kuben ist dafür Sinnbild.

Le Corbusier entbindet die Außenwand von ihrer Funktion als Primärtragwerk und holt Licht und Luft ins Haus. Frei Otto weist 1955 nach, dass ein gutes Raumklima (»das natürliche

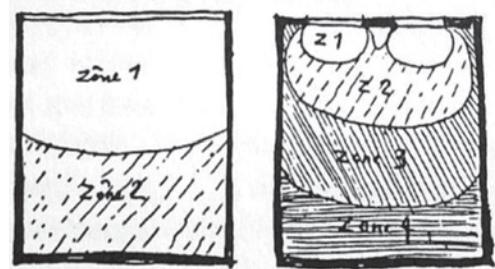


Abb. 3: Le Corbusier, Belichtungsskizzen, 1923
(© F.L.C./VG Bildkunst, Bonn 2019)

Raumklima«) bei minimalem Heizenergiebedarf allein über Entwurf und Hüllkonstruktion definiert werden kann, erreicht durch eine gut gedämmte und luftdichte Hülle mit großer, zur Sonne orientierter Verglasung [4]. Damit nimmt er das Prinzip des 40 Jahre später entwickelten Passivhauses [5] vorweg.

Mit Ausgabe der DIN 4108 WÄRMESCHUTZ IM HOCHBAU 1952 [6] werden erste Vorgaben zum baulichen Wärmeschutz normativ festgelegt. Die schlanke, nichttragende Außenwand muss mit Innen- oder Außenwärmeschutz bekleidet werden, um schimmel- und tauwasserfrei zu bleiben und einen übermäßigen Kohleverbrauch zu vermeiden. Sie ergänzt die traditionelle, bauhandwerklich entwickelte tragende, ungedämmte Mauerwerkswand.



Bild 1 Das Klima des ungeheizten Innenraumes, das „natürliche“ Innenklima, ist abhängig vom Anteil bestrahlter Fensterflächen und der Wärmeisolation. Das Glashausklima (oben) ist wärmer als das Klima der geschlossenen gutisolierten Kiste (Mitte). Am höchsten steigt der durchschnittliche Temperaturunterschied zwischen drinnen und draußen beim isolierten Haus mit zur Sonne gerichteten Fenstern (unten)

Abb. 4: Skizze Frei Otto (Quelle: [4])

Die Erprobung neuer Konzepte und Bauweisen erfolgt oft prototypisch am gebauten Objekt. So z.B. am Haus Schminke in Löbau, 1930 bis 1933 entworfen und erbaut von Hans Scharoun.

In einer Kooperation der OTH Regensburg mit der Stiftung Haus Schminke wurde das Haus in den vergangenen drei Jahren intensiv bauphysikalisch erforscht und mögliche Ertüchtigungsvarianten simuliert [7]. Das zur Südseite geneigt ausgerichtete Blumenfenster ist eine »Falle für Sonnenstrahlen« [vgl. 4 OTTO] und

Hauptelement eines Wintergartens, der dem eigentlichen Wohnzimmer vorgelagert ist. Messergebnisse belegen den Effekt der »Sonnenfalle«: An einem sonnigen Märztag mit einer Außenlufttemperatur von nur 8°C erreichen die Temperaturen an der Innenoberfläche der Verglasung 30°C. Die bauzeitliche Einfachverglasung sorgt aber auch dafür, dass die Wärme bei fehlender Sonneninstrahlung schnell wieder verloren geht, sobald die solare Einstrahlung abnimmt. Die aus der Bauzeit stammenden Kakteen im anliegenden

den Pflanzbecken gedeihen jedenfalls prächtig.

Mit dem Einbau einer sogenannten Spar-Isolierverglasung könnte der hohe Transmissionswärmeverlust deutlich reduziert werden. Mittels Schlauchdichtungen ließe sich die Luftdichtheit der Öffnungsflügel erheblich erhöhen. In diesem Fall wären auch die Kittanschlüsse am Scheibenrand in den filigranen Stahlprofilen sowie die Einbausituationen in Wand, Boden und Decke zu betrachten. Raumluftfeuchte und Oberflächentemperaturen der Bauteile sind dabei kritisch, um mögliche Schimmel- oder Tauwasserschäden ausschließen zu können. Die Ergebnisse der hierzu durchgeführten Simulationsrechnungen sollen 2019 in der Zeitschrift BAUSUBSTANZ veröffentlicht werden.

Angesichts der vollständig erhaltenen bauzeitlichen Verglasung ist diese Maßnahme aus denkmalpflegerischer Sicht hochkritisch zu betrachten, zumal für die aktuelle Nutzung des Wintergartens als temporär beheizte Zone zwischen innen und außen nicht unbedingt notwendig.

Fallstudie: der Sep-Ruf-Bau in Bonn

Ein weiteres Beispiel für die bauphysikalischen Herausforderungen der Moderne ist die ehemalige Landesvertretung Bayerns von Sep Ruf in Bonn.

Sep Ruf wurde 1954 nach gewonnenem Wettbewerb mit dem Bau der Vertretung des bayerischen Bevollmächtigten in Bonn betraut. Ruf erfüllte den Wunsch des Auslobers nach einem Haus in »einfacher, neuzeitlicher und würdiger Form« [8] mit einem eleganten dreigeschossigen Baukörper, einer fein gegliederten, vorgesetzten Fassade mit schwarzen Brüs-

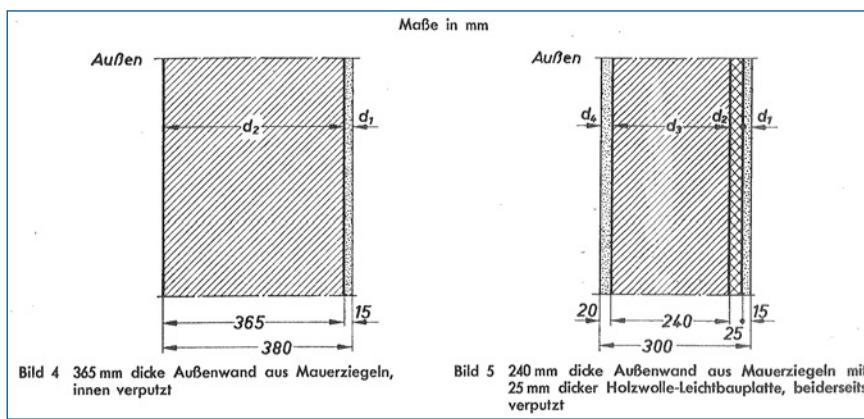


Abb. 5: Außenwandbeispiele in DIN 4108 (1952)

Abb. 6: links: Innenansicht der Südfassade im Wintergarten Haus Schminke, rechts: Messwerte aus dem März 2016

Legende:
 Ta: Außenlufttemperatur,
 Ti: Raumlufttemperatur,
 Tkrit: kritische Oberflächen-temperatur mit 80 % rel.
 Luftfeuchte,
 Ts: Oberflächentemperatur



tungsplatten, Schwingfenstern und orangefarbenen Fallarmmarkisen sowie einem extrem schlanken, flachen Flugdach.

Dieses im umfangreichen Œuvre Rufs eher kleinere Projekt fällt in eine seiner intensivsten Schaffensphasen und stellt gemeinsam mit seinen anderen Werken dieser Jahre einen Meilenstein der deutschen Nachkriegsarchitektur dar, bautechnisch anknüpfend an die experimentierfreudige Zwischenkriegsmoderne und unmittelbar vorbereitend für die technisch innovativen Architekturen der 1960er- und 1970er-Jahre.

1983 wurde die von Sep Ruf und Partner geplante anschlagsichere Erweiterung des bestehenden Gebäudes eingeweiht. Der politisch-gesellschaftliche Hintergrund hatte die Planungsphase für die Erweiterung der bayerischen Landesvertretung maßgeblich beeinflusst und war Anlass für die anschlagsichere Ausführung des Anbaus. Bei allem Bemühen um Anpassung erreicht er nicht die Eleganz des Ursprungsbaus. Die schweren, klobigen und dunkelgrün verglasten Fenster lassen die Schutzfunktion als kugelsichere Fassade bis heute er-

kennen. Sie dokumentieren die spezifische Konfliktsituation der Bundesrepublik in den späten 1970er- und frühen 1980er-Jahren.

Das Gesamtensemble ist seit 2002 denkmalgeschützt, seit 2009 nach fast zwölfjährigem Leerstand im Besitz der Deutschen Stiftung Denkmalschutz und seit 2010 deren Hauptdienststelle. Bereits 2011 bis 2014 wurden die Innenräume und Teile der Fassadenfarbfassung im Sinne des ursprünglichen Entwurfs von Sep Ruf wiederhergestellt. Doch es war von Anfang

an klar, dass das Haus energetische Mängel aufweist, die sich besonders in der teilweise mangelnden thermischen Behaglichkeit zeigten. Die Stiftung entschied sich auf Initiative des Leiters der Abteilung Eigenimmobilien Jürgen Klemisch, vor der Planung von baulichen Ertüchtigungsmaßnahmen zunächst eine wissenschaftlich fundierte Bauwerksdiagnostik durchführen zu lassen.

Nachfolgend zur 2012 bis 2014 an der FH Potsdam durchgeföhrten, ausführlichen Studie (vgl. [9] und [10])



Abb. 7: Die Vertretung des Bevollmächtigten Bayerns beim Bund, Bonn, 1955

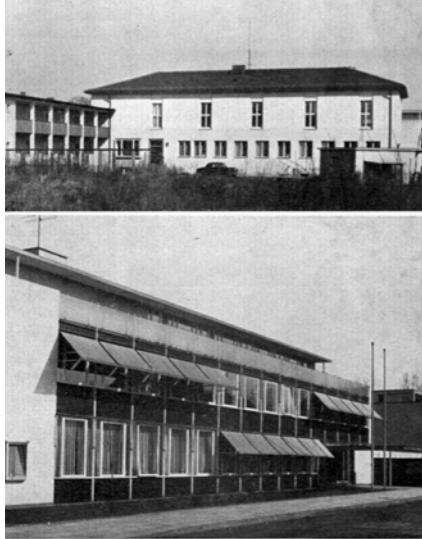


Abb. 8: Vertretung von Baden-Württemberg und die bayerische Vertretung von Sep Ruf (Quelle: Werk und Zeit, 1956)

sind im vergangenen Jahr erste Er tüchtigungsmaßnahmen umgesetzt worden. 2018 wurden unter Leitung von Projektarchitekt Rainer Mertes acker mit dem ortsansässigen Architekturbüro Deisenroth Staffel geschoß und Dachterrasse baukli matisch ertüchtigt und das von Ruf intendierte Erscheinungsbild wieder hergestellt. Das ist eine gute Gelegen heit, die bereits publizierte Studie an dieser Stelle auszugsweise noch einmal vorzustellen.

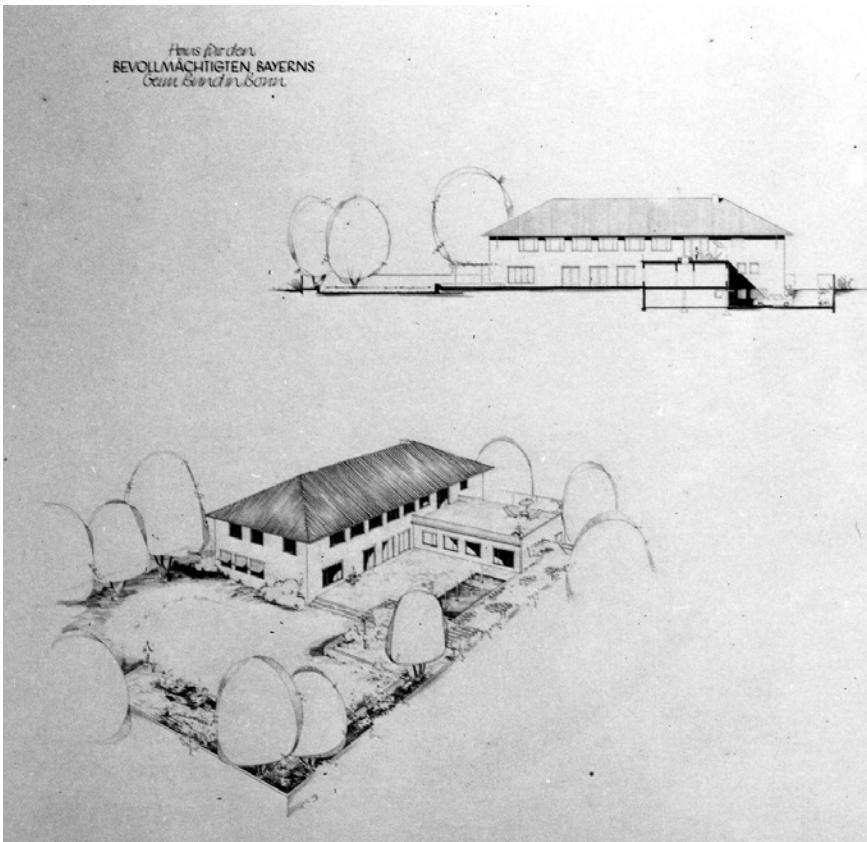
Die für Ruf typische unprätentiös moderne Haltung war seinerzeit nicht selbstverständlich: Der ebenfalls im Wettbewerb eingereichte Entwurf des ehemaligen Nürnberger Stadtbaurats Wilhelm Schlegtentdal oder auch die neue, gegenüberliegende Baden-Würt

tembergische Vertretung führten mit ihren schwer wirkenden Baukörpern mit Lochfenstern und steilen Walmdächern eine typische Architektursprache des dritten Reichs fort. Der gestaltungsaffine Theodor Heuss kommentiert zur Vertretung Baden-Württembergs, man sei doch »hocken geblieben in alten Vorstellungen, die unserer heutigen Zeit nicht mehr entsprächen«. Sep Ruf's Landesvertretung Bayerns dagegen wurde als »vorbildliche bauliche Repräsentation« gewürdigt [11].

Darüber hinaus wird an diesem Haus aber auch Ruf's bisher in der Baugeschichte weniger im Vordergrund stehende technische Kompetenz deutlich: Das Architekturkonzept der bayerischen Landesvertretung ist nachweislich auch ein bauklimatisches; dies zeigen die Anordnung der Baukörper, die Verteilung der Nut zungen und die konstruktive Ausar beitung. Typische »Stilelemente« der 1950er-Jahre wie Flugdach, Schwing fenster und Fallarmmarkise übernehmen die vom Architekten gezielt ge planten Funktionen der möglichst effektiven Lüftung bei gleichzeitiger Vollverschattung. Schon in den Wett bewerbszeichnungen wird das Lüftungskonzept dargestellt. Bauklimatik als gestaltprägendes Merkmal der Architektur wird an diesem Beispiel ganz besonders deutlich.

In den Brüstungsbereichen wurde die in DIN 4108 (1952) [6] vorge schlagene diffusionsoffene Innen dämmung aus Heraklitplatten einge baut. Die ungewöhnliche Fassaden konstruktion war ursprünglich mit vorgehängten Natursteinplatten ge plant, zur Ausführung kamen letzt endlich jedoch von einem italieni schen Stukkateurmeister handwerk lich aufgetragene schwarze Terrazzo putzfelder mit bündig eingelassenen

Abb. 9: Wettbewerbsbeitrag Schlegtentdal (Quelle: Architekturmuseum der TU München)



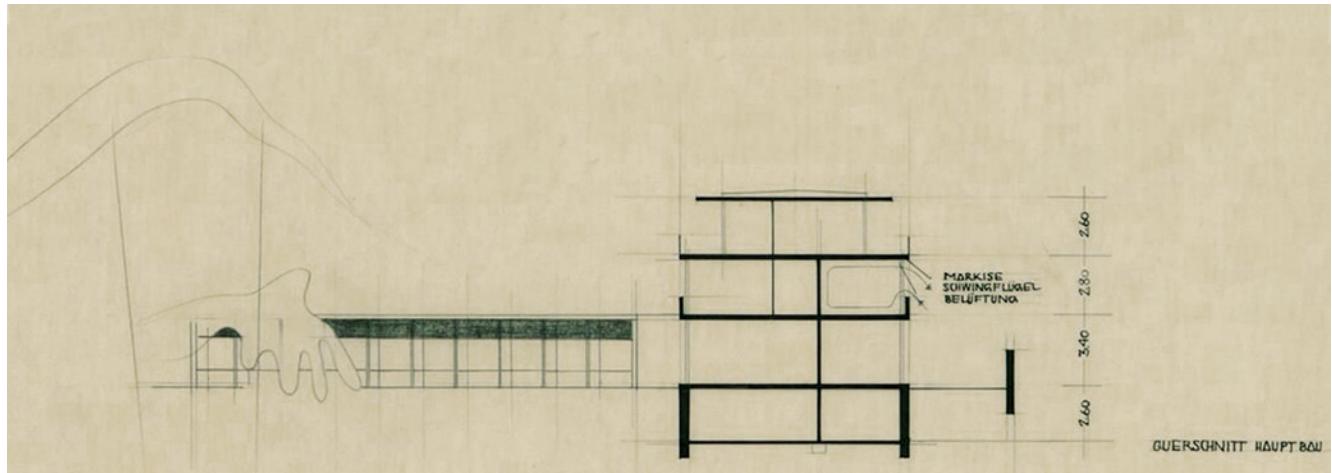


Abb. 10: Schnitt durch den Hauptbaukörper und Pavillon mit Darstellung des Verschattungs- und Lüftungskonzepts (Quelle: Architekturmuseum der TU München)

Kunststoffprofilen als Ersatz für die eigentlich geplanten Plattenfugen. Die mit den in der Putzebene aufgesetzten Stahllisenen wie eine Vorhangsfassade wirkende Konstruktion ist ein seltener Vorläufer der wenig später aus den USA »re-importierten« Vorhangsfassaden und vorgehängten Elementfassaden.

Auch das ursprünglich als Stahlbeton scheibe geplante Flugdach wurde alternativ ausgeführt. Wahrscheinlich aus statischen Gründen hat Ruf ein flach geneigtes Walmdach in leichter Holzbauweise konstruiert. Die horizontale Dachkante aus Sichtbeton wird nun von einer kastenförmigen Dachrinne mit einem Stirnbrett als Verblendung geformt, sodass der Effekt der plastischen, schlanken Dachkante dennoch erreicht wird.

Dieses Detail, und besonders die so prägenden Schwingfenster mit den Fallarmmarkisen, sind im späten 20. Jahrhundert bei Sanierungsmaßnahmen verloren gegangen und durch eine Kastenrinne bzw. Aluminium-Drehfenster mit Lamellenstoren

ersetzt worden. Im Rahmen der Studie sollte auch untersucht werden, ob eine Wiedergewinnung des ursprünglichen Systems nicht nur gestalterische, sondern auch bauklimatische Vorteile bringt.

Bauklimatische Bestandsaufnahme und Simulationsmodell

Über einen Zeitraum von zwei Jahren wurden Messdaten der Raum-

luft gezielt an Innenoberflächen von Hüllbauteilen in ausgewählten Referenzräumen, sogenannten Raumzonen, erhoben. Zur Ergänzung dieser Messdaten beantworteten die Nutzer dieser Räume über den Zeitraum eines Jahres wöchentlich einen Onlinefragebogen zur thermischen Behaglichkeit.

Parallel wurde ein möglichst realitätsnahes dynamisches Simulationsmodell aufgebaut und mittels ausgewählter Messdaten kalibriert. Lage,



Abb. 11: Bautenstand zum Richtfest

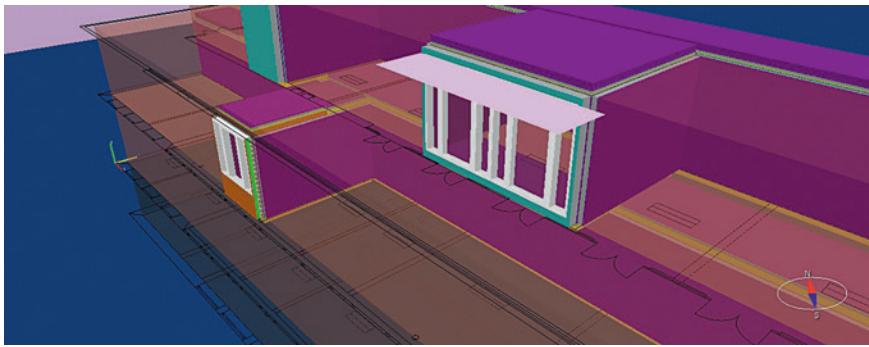


Abb. 12: Ausschnitt Simulationsmodell

Definierte Raumzonen	Programm	Ziele und Kriterien
	Nutzerbefragung	<p>Empfundene Behaglichkeit: Raumtemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, Luftqualität, Belichtungssituation, persönliches Lüftungsverhalten*, Bedienung der Verschattung*</p> <p>*direkt auch relevant für den Energiebedarf</p>
	Messungen der Raumlufttemperatur und -feuchte	<p>Gemessene Behaglichkeit: Vergleich mit Richtwerten und den Ergebnissen der Befragung</p> <p>Schadenspotentiale: Hohe Raumluftfeuchte als Voraussetzung von Schimmelgefahr.</p> <p>Energie: Parallelverlauf der Raumklimawerte im Vergleich zum Außenklima weist auf die Qualität der Gebäudehülle (Transmission und Infiltration) hin.</p>
	Messung der Oberflächentemperatur an ausgewählten Hüllbauteilen	<p>Energie: Kalte Oberfläche = schlechte Dämmqualität</p> <p>Schadenspotentiale: Kalte Oberfläche, erhöhte Oberflächenfeuchte, Schimmelgefahr</p> <p>Behaglichkeit: Erhöhter Wärmeabfluss kann lokale Unbehaglichkeit erzeugen.</p>
	Simulationsmodell	<p>Bewertung aller drei Kriterien: Modellieren des Bestandes, Bestandsimulation und Abgleich mit den Messergebnissen zur späteren Modellierung und Simulation der Sanierungsvarianten.</p>

Abb. 13: Übersicht Monitoring und Simulation

Ausrichtung, Kubatur, Baukonstruktion und das Umgebungsklima bilden die Grundlage. Dieses Modell wird im weiteren Verlauf als Entwurfs- und Nachweiswerkzeug herangezogen, um hinreichend genaue quantitative Aussagen für ein möglichst knappes, denkmalgerechtes Auslegen energetischer Maßnahmen zu erreichen. Diese Herangehensweise unterscheidet sich essenziell vom Ansatz der üblichen, pauschalierten Randbedingungen, wie sie nach den geltenden Regelwerken zur energetischen Bewertung [12] anzusetzen wären.

Doch Randbedingungen wie z.B. Umgebungsklima, Materialkennwerte oder Nutzerverhalten sind auch in einem aufwendigen Simulationsmodell niemals vollständig deckungsgleich mit der Realität darstellbar. Ein plausibler Vereinfachungs- und Abstraktionsgrad ist zur Handhabbarkeit der Datenmengen und für einen flüssigen Planungsprozess notwendig.

Vor dem Einsatz des Simulationsmodells als Entwurfswerkzeug ist die Kalibrierung mit den Messdaten notwendig, um die Belastbarkeit der späteren Ergebnisse gewährleisten zu können.

Für das Simulationsmodell des Bestands und die Sanierungslösungen sind die zuvor definierten Raumzonen ebenfalls Grundlage. Alle Hüllbauteile und Anschlussdetails werden durch die Raumzonen abgebildet und zeigen auch beispielhaft die jeweiligen lokalen konstruktiven und energetischen Probleme auf. Damit können belastbare lokale Aussagen getroffen und auf die übrigen Bereiche des Gebäudes übertragen werden. Es muss zunächst kein aufwendiges Gesamtgebäudemodell erstellt und über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg verwaltet werden.

Konstruktive und anlagentechnische Lösungsvorschläge können so raumlokal entworfen, konstruiert, simuliert und ausgewertet werden, bevor sie auf das Gesamtgebäude mit dem Ziel der Bilanzierung ausgedehnt werden. Das nahtlose Einbinden in den skizzhaften und technisch-zeichnerischen Ideenprozess ist so einfacher möglich und schafft damit eine wirklich praktikable Schnittstelle zwischen Architektur, Denkmalpflege und Bauphysik. Die realitätsnahen Randbedingungen erlauben zudem die Betrachtung des Hauses als Einzelfall, wie es die Denkmalpflege immer fordert und es mit normierten Bedingungen und Werkzeugen nicht möglich wäre.

Bei der Bestandsaufnahme stehen drei Kriterien im Vordergrund: Bauschäden wie Schimmel oder Tauwasser, thermische Behaglichkeit und Energiebedarf. Alle drei Kriterien stehen in unmittelbarem Zusammenhang: Das Kühlen unbehaglich heißer Räume zum Erreichen einer annehmbaren Raumtemperatur ist beispielsweise sehr energieaufwendig und damit nachteilig. Neue dichte und gut dämmende Fenster sparen Energie und steigern die Behaglichkeit, können aber wiederum zu Schimmelschäden an ungedämmten Hüllbauteilen führen, während andererseits eine fachgerecht gedämmte Fensterlaibung zur Verhinderung von Tauwasserbildung in der Regel auch eine merkliche Behaglichkeitssteigerung und einen sichtbaren Energieeinsparfaktor hat.

Für das hier untersuchte Denkmal und seine Nutzung als Bürogebäude ist das Erreichen guter Behaglichkeit essenziell. Künftige Schadenfreiheit versteht sich im Sinne des Denkmalschutzes von selbst, und auch ein moderater Energiebedarf und damit eine

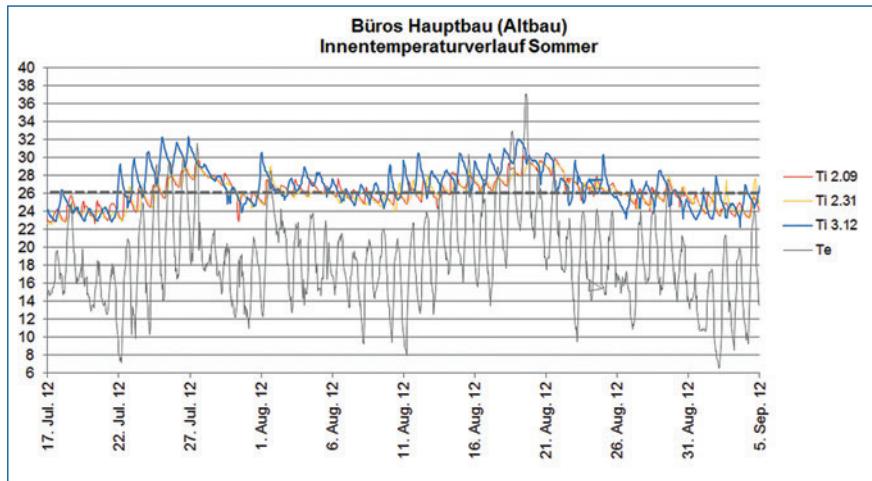


Abb. 14: Messdaten des Temperaturverlaufs im Sommer für die Zonen 2.09/2.31 im 1. OG und 3.12 im Staffelgeschoss; besonders das Staffelgeschoss überhitzt teils extrem.

langfristige Bewirtschaftbarkeit sind denkmalrelevante Ziele.

Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Die bestehende Gebäudehülle weist je nach Raumzone und Bauteil unterschiedliche Eigenschaften und damit auch individuelle energetische Mängel auf. Hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit weisen die Ergebnisse des Monitorings in allen Raumzonen auf ein Defizit des sommerlichen, aber auch des winterlichen Wärmeschutzes hin. Die gemessenen sommerlichen Raumtemperaturen sind in den meisten Räumen zu hoch. Spitzentemperaturen im Staffelgeschoss übertreffen 30°C. Die Beschwerden der Nutzer in der Befragung bestätigen dies. Die Befragung liefert hierzu aber auch mögliche Begründungen im Nutzerverhalten: Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter lüften nach eigener Aussage eher wenig und bedienen den Sonnenschutz selten. Das Problem der starken Erwärmung herrscht nicht nur im Hochsommer, sondern besteht bereits ab Anfang Mai und bis in den September hinein, im Sitzungszimmer des Pavillons sogar im Februar. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Bonn liegt zum einen in der »sommerheißen« Rheinebene, was sich in der Realität in Sommern mit hohen Spitzentemperaturen und

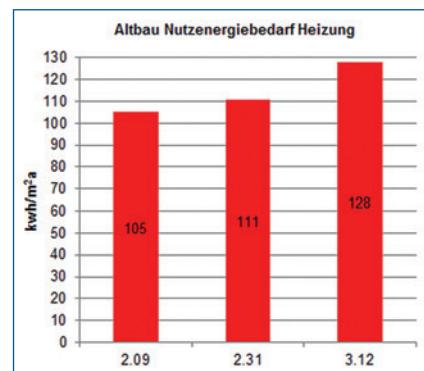


Abb. 15: Altbau Nutzenergiebedarf Heizung im Bestand

hoher solarer Strahlungsintensität widerspiegelt. Zum anderen hat das Gebäude aufgrund der Skelettkonstruktion strukturell einen geringen Anteil an massiven Bauteilen, die als thermische Masse sommerliche Wärme tagsüber aufnehmen, speichern, und nachts wieder abgeben könnten. Die historischen Rabitz-Abhangdecken schirmen zudem eine der wenigen großflächig vorhandenen Massen, die Stahlbetondecken, von den warmen Räumen ab. Ein nächtliches gebäudeweites Durchlüften zum Kühlen der Raumluft und »Entladen« der wenigen Speicher ist aus Sicherheitsgründen auch nur eingeschränkt möglich, sodass morgens bei Arbeitsbeginn schon warme Temperaturen herrschen und sich schnell weiter aufbauen.

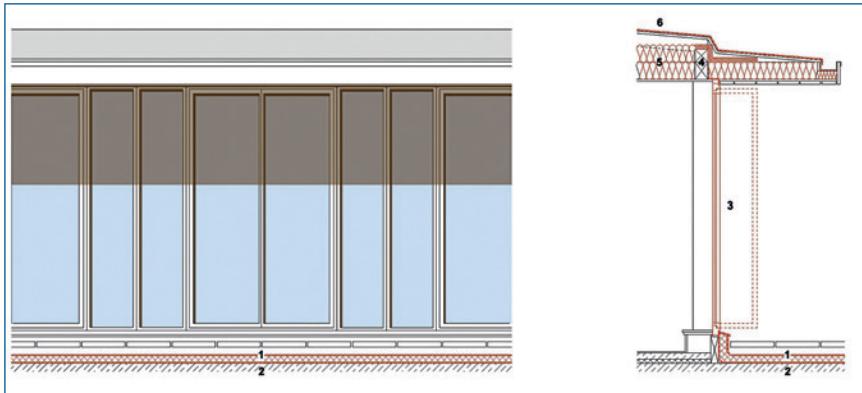


Abb. 16: Entwurf Ertüchtigungsmaßnahmen

- Staffelgeschoss
 1 neue Dachdämmung und Abdichtung
 2 bestehende Rohdecke
 3 neues Fensterelement
 4 bestehende Pfette
 5 Dachraum ausgedämmt, belüftet
 6 neue Dachabdichtung

Die winterliche Behaglichkeit ist in den meisten Zonen weniger kritisch, weil das bewährte System aus Radiatorheizung und Kipplüftung auch hier funktioniert. Die Gebäudedichtigkeit ist mäßig und reguliert den Feuchtegehalt der Luft ausreichend, sodass auch an ungedämmten Fensterstürzen kein Schimmel- oder Tauwasserbefall messbar ist. Allerdings ist der Energiebedarf entsprechend hoch.

Vorgeschlagene Maßnahmen zur Ertüchtigung

Wie auch Maßnahmen zur Verbesserung von Barrierefreiheit oder Brandschutz, bedeutet eine energetische Ertüchtigung das Einbringen neuer

Qualitäten in ein Gebäude. Das Denkmal wird in einen bisher nicht da gewesenen Zustand überführt, es wird eine neue Zeitschicht ergänzt. Auch hauptsächlich bauphysikalisch motivierte Veränderungen – oder ganz besonders diese? – müssen in entwerfender und baukünstlerischer Auseinandersetzung mit dem ursprünglichen Architektenwerk und dessen Qualitäten erfolgen.

Sep Ruf's integriertes Architektur- und Raumklimakonzept ist beim hier gezeigten Bonner Beispiel Grundlage und Leitgedanke.

Die für Messung, Nutzerbefragung und Bestandssimulation definierten Raumzonen sind auch Arbeitsgrundlage für die Entwicklung der energeti-

schen Ertüchtigungsmaßnahmen. Die Simulation von Referenzräumen und deren geforderte Qualität kann im Gegensatz zum derzeit üblichen »Nachweisrechnen« (Gesamtenergiebilanz nach EnEV) hervorragend in den kreativ-experimentellen Entwurfs- und Konstruktionsprozess eingebunden werden. Voraussetzung ist, dass dabei alle wichtigen konstruktiven Situationen im Gebäude abgebildet werden; in diesem Fall sind es die historische Terrazzofassade und deren Bauteilanschlüsse, das Staffelgeschoss und das Flugdach, der Pavillon mit Betonflugdach und die schussichere Fassade des Anbaus.

Im Fokus dieses Beitrags steht der Hauptbau von 1955 mit Staffelgeschoss. Das flach geneigte Walmdach auf dem Hauptbau stellt ob seiner Geometrie viel Raum für das Ausfüllen mit Wärmedämmung zur Verfügung. Vorgeschlagen wird die Erneuerung der Wärmedämmung zwischen den beidseitig auskragenden Deckenbalken mit 16 cm Zelluloseschüttung. Im Hohlraum ist Platz für weitere 18 cm Dämmung. Die Zellulosedämmung empfiehlt sich

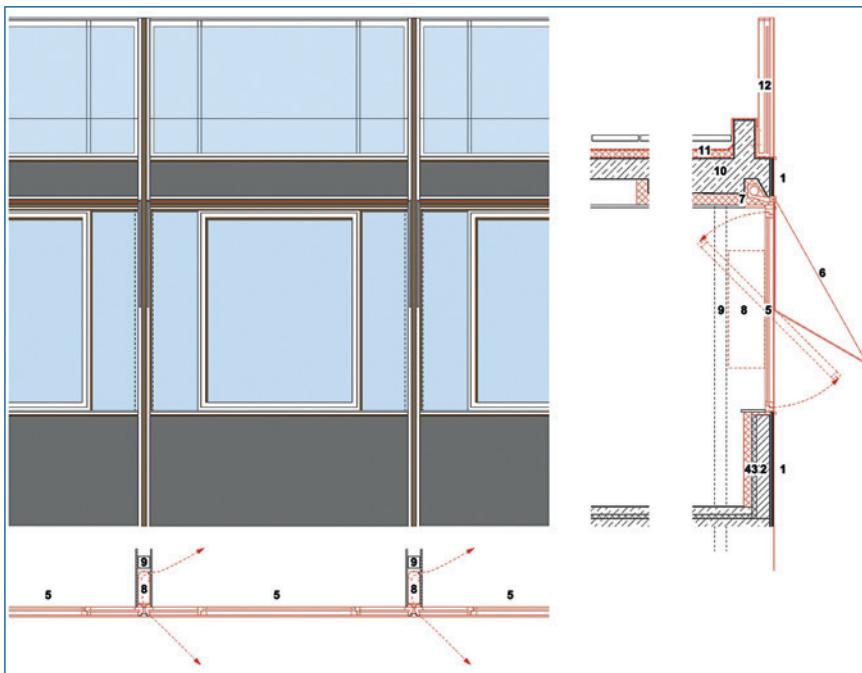
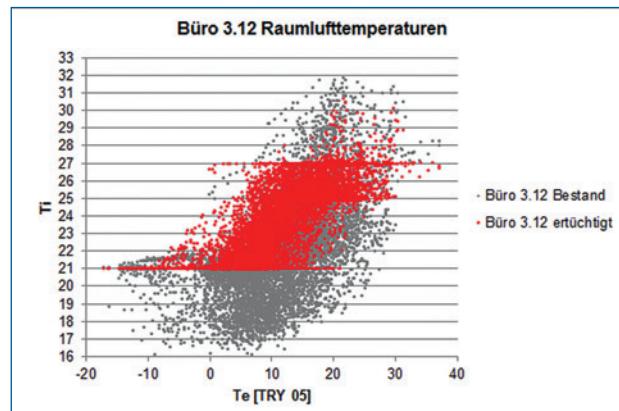


Abb. 17: Entwurf Ertüchtigungsmaßnahmen 1. OG und Dachterrasse

- 1 Terrazzoputz
 2 Brüstungsmauerwerk
 3 Heraklit (1955)
 4 Kalziumsilikat (2010)
 5 Schwingfenster
 6 Fallarmmarkise
 7 Flankendämmung mit integriertem Markisenkasten
 8 Einzellüfter in Trennwand (optional)
 9 Stütze in Trennwand
 10 Geschossdecke
 11 Dachterrasse
 12 Glasbrüstung

Abb. 18: Raumlufttemperaturen im Staffelgeschoss



an dieser Stelle aufgrund ihres nachwachsenden bzw. recycelten Rohstoffs und der gegenüber Mineralwolle höheren Wärmespeicherfähigkeit, die eine Transmission der hohen Sommertemperaturen in den Innenraum verzögert.

Die umlaufende, raumhohe Verglasung aus den frühen 1990er-Jahren soll im Sinne des ursprünglichen Entwurfs durch schlank und scharfkantig profilierten Festverglasungen und nach außen öffnenden Fenstertüren in Holzbauweise ersetzt werden.

In den darunterliegenden Vollgeschossen stellen horizontale Schwingflügel wieder einen Zustand her, der dem ursprünglichen technischen und gestalterischen Konzept entspricht. Allerdings werden anstelle der Einfachverglasung hochtransparente Isoliergläser mit optimiertem Randbereich eingesetzt. Durch die horizontale Lagerung kann die höhere Last der Verglasung durch die neue Konstruktion gut aufgenommen werden. Auch die Dichtungen der Fenster, insbesondere der Schwingflügel, sind thermisch optimiert auszuführen. Das mittig angeschlagene Schwingfenster hat gegenüber Dreh- oder Klappfenstern den Nachteil versetzter Dichtungsebenen, womit das Fenster am Anschlusspunkt dieser Ebenen im Bereich des Drehgelenks immer einen Schwachpunkt haben wird. In Abwägung aller Vor- und Nachteile ist das jedoch innerhalb des Gesamtkonzepts verkraftbar.

Im Erd- und ersten Obergeschoss komplettieren neue, textile Fallarmmarkisen die straßenseitigen Fassaden. Hierzu werden die noch vorhandenen Aussparungen in den Geschossdeckenstirnen wieder aktiviert, womit die Markisenkassetten unsichtbar montiert werden können. In diesem Zuge wird diese Wärmebrücke durch Ausdämmen

der Kassetten und Flankendämmung der Raumdecke ertüchtigt. Die Fallarmmarkisen sind grundsätzlich manuell steuerbar, fahren aber bei Sonneneinstrahlung auch automatisch aus. Nur so können die ausreichende Verschattung gewährleistet und der Kühlbedarf minimiert werden.

Insgesamt wird die neue Fassade eine signifikante thermische und baulimatische Verbesserung erreichen und trotz der Bezüge auf den Ursprungszustand als zeitgenössisches Element erkennbar sein. Die ursprüngliche Funktion der vollen Lüftung bei gleichzeitiger Verschattung ist wieder möglich, wobei das Denkmalbild wiedergewonnen wird.

Die für Alt- und Anbauteil des Hauptbaus beschriebenen »passiven« Ertüchtigungsmaßnahmen der Gebäudehülle legen den Grundstein für eine bessere Behaglichkeit und eine signifikante

Energieeinsparung. Komplettiert wird das Konzept aber nur durch eine darauf abgestimmte »aktive« Anlagentechnik. Das Ziel ist hierbei nicht die energieaufwendige permanente Klimatisierung der Räume, sondern die Sicherstellung eines ganzjährig akzeptablen Raumklimas und ein geringerer Energiebedarf als zurzeit. Der Abbau der sommerlichen Übertemperaturen oder die Sicherung einer winterlichen Mindesttemperatur werden durch kombinierte, individuell regelbare Heiz- und Kühlkörper erreicht, die in allen Räumen anstelle der bestehenden Radiatoren eingebaut werden. Das in den vorhandenen Heizleitungen im Sommer sonst stehende kalte Wasser liefert über diese Objekte im Sommer genügend Kühlleistung, um die ärgsten Hitzespitzen abzubauen. Voraussetzung ist aber die zuvor beschriebene Ertüchtigung der Fassaden und der Verschattung.

Abb. 19: Staffelgeschoss Primärenergiebedarf vorher/nacher

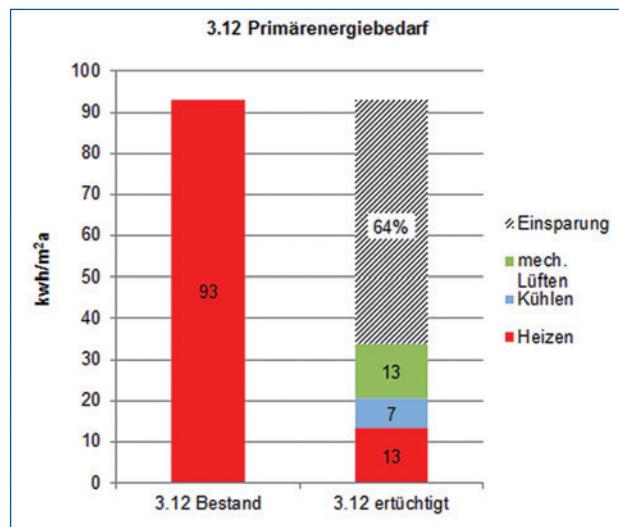




Abb. 20: Der Ruf-Bau 2018 (Quelle: Rainer Mertesacker, Deutsche Stiftung Denkmalschutz)

Umgesetzte Maßnahmen 2018

Im Staffelgeschoss sind die vorgeschlagenen Maßnahmen als Grundlage der Ertüchtigung herangezogen und umgesetzt worden. Fenster und Terrassentüren wurden erneuert, das Dach ertüchtigt und in diesem Zuge die Traufkante geometrisch und farblich wiederhergestellt. Auch die bestehenden Holzlamellenfassaden wurden nach bauzeitlicher Farbfassung wieder grau angelegt. Die umlaufende Dachterrasse wurde neu gedichtet und gedämmt. Das Geländer mit den Profilglasfeldern konnte in diesem Zuge auch nach Vorbild der ursprünglichen Konstruktion wiedergewonnen werden. Die Idee der kombinierten Heiz- und Kühlkörper ist ebenfalls zur Ausführung gekommen. Nach anfänglichen Schwierigkeiten bei der Einregelung läuft die Anlage nun fehlerfrei. Erste Nutzerberichte bestätigen die deutlich verbesserte thermische Behaglichkeit in den Räumen des Staffelgeschosses. Die realen Energieeinsparungen sollen in den kommenden Jahren erfasst und mit den Simulationen abgeglichen werden.

Fazit

Beim Bauen im erhaltenswerten oder denkmalgeschützten Bestand sind bauphysikalische Analysen als Teil eines

guten Nutzungs- und Architekturkonzepts unabdingbar. Jedes Bauwerk hat seine eigenen Herausforderungen. Die Erforschung des bauklimatischen Verhaltens der historischen Konstruktionen ist essenziell, um den für die intendierte Nutzung nötigen Ertüchtigungsbedarf zu definieren. Dynamische Simulationswerkzeuge bieten die Möglichkeit, Fragen der Schadenssicherheit, thermischen Behaglichkeit und der Energieeinsparung im Entwurfsprozess zu klären und Ertüchtigungsmaßnahmen realitätsnah zu prüfen.

Gute moderne Architekturen basieren auf integrierten Architekturkonzepten, in denen funktionale, technische oder raumklimatische Anforderungen ihren Ausdruck in der Bausubstanz finden. Diese Gesamtkonzepte müssen bei der Entwicklung von Sanierungs- oder Ertüchtigungslösungen gewürdigt werden. Sie können im besten Fall Leitfaden für die Erhaltung, Wiedergewinnung und Weiterentwicklung der Substanz sein.

Literatur und Anmerkungen

- [1] Schulze. In: Durth, Werner (Bearbeiter); Gutschow, Niels (Bearbeiter): Architektur und Städtebau der Fünfziger Jahre. Ergebnisse der Fachtagung in Hannover, 2.–4. Februar 1990 »Schutz und Erhaltung von Bauten der fünfziger Jahre«. Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz Nr. 41. Bonn: Selbstverlag, 1990
- [2] Pettenkofer, Max v.: Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. München, 1858
- [3] Giedion, Sigfried: Befreites Wohnen. Schaubücher. Zürich: Orell Füssli, 1929
- [4] Frei Otto: Vom ungeheizt schon warmen Haus und neuen Fenstern. In: Burkhardt, Berthold; Klotz, Heinrich; Deutsches Architekturmuseum -DAM- (Hrsg.); Dezerat Kultur und Freizeit (Auftraggeber): Frei Otto. Schriften und Reden 1951–1983. Schriften des Deutschen Architekturmuseums zur Architekturgeschichte und Architekturtheorie. Braunschweig: Vieweg, 1984
- [5] Passivhaus Institut: 25 Jahre Passivhaus – Interview mit Dr. Wolfgang Feist. URL: https://passiv.de/de/02_informationen/01_wasistpassivhaus/01_wasistpassivhaus.htm

[6] DIN 4108:1952 Wärmeschutz im Hochbau

[7] Wellnitz, Felix; Schmid, Sandra; Muntschick, Claudia: Licht, Luft und Sonne – das Haus Schminke von Hans Scharoun. Die nachhaltige und denkmalgerechte Ertüchtigung einer Ikone der Moderne in Zeiten von Klimawandel und Ressourcenknappheit. BAUSUBSTANZ 8 (2017), Nr. 1, S. 58–66

[8] Vgl. Auslobung Wettbewerb, Archiv bayerische Landesvertretung

[9] Wellnitz, Felix; Lorenz, Rüdiger: Denkmalwerte und energetische Qualitäten: Konflikt ohne Lösung? Strategien zur bauklimatischen Ertüchtigung und nachhaltigen Instandsetzung eines Denkmals der westdeutschen Nachkriegsmoderne. BAUSUBSTANZ 5 (2014), Nr. 3, S. 56–65

[10] Wellnitz, Felix et al.: Baudenkmale der Nachkriegsmoderne. Bauklimatische Ertüchtigung und nachhaltige Instandsetzung. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016

[11] Werk und Zeit (1956), Nr. 5, S. 5

[12] vgl. EnEV 2014, DIN 4108, DIN 18599 u.a.

INFO/KONTAKT



Prof. Dr.-Ing.
Felix Wellnitz

freier Architekt AK Berlin
Energieberater für Baudenkmale, BAFA und Förderprogramme der KfW
freier Sachverständiger für Wärme- und Feuchteschutz
10/2018 Professur Bauphysik und Baustoffkunde, Fachbereich Architektur und Gebäudetechnik, Beuth Hochschule für Technik Berlin; 10/2014 bis 09/2018 Professur Raumklima und Gebäudesanierung Fakultät Architektur, OTH Regensburg; 09/2014 Promotion zum Dr.-Ing. an der Bauhaus Universität Weimar.

Beuth Hochschule für Technik Berlin
Fachbereich IV – Architektur und Gebäudetechnik
Luxemburger Straße 10
13353 Berlin
Tel.: 030 4504-2561
E-Mail: Felix.Wellnitz@beuth-hochschule.de

Baudenkmale der Nachkriegsmoderne

Bauklimatische Ertüchtigung und nachhaltige Instandsetzung

Felix Wellnitz, Anette Liebeskind,
Roswitha Kaiser, Jürgen Klemisch,
Rüdiger Lorenz



Bestellung:
Tel. 0711 970-2500 | Fax 0711 970-2508
irb@irb.fraunhofer.de | www.baufachinformation.de

Fraunhofer IRB Verlag
Der Fachverlag zum Planen und Bauen

Baudenkmale der Nachkriegsmoderne

Felix Wellnitz, Anette Liebeskind, Roswitha Kaiser, Jürgen Klemisch, Rüdiger Lorenz
2016, 164 Seiten, 97 Abb., 14 Tab., Softcover
ISBN 978-3-8167-9570-4

Denkmalschutz und Klimaschutz – in den letzten Jahren ist der Druck, die Verbrauchsenergie von Gebäuden zu senken, stark angewachsen. Insbesondere im Denkmalbereich stellt dies Planer und Nutzer vor große Probleme.

Neben der Energieeinsparung sind die thermische Behaglichkeit für den Nutzer und die Sicherheit vor baulichen Schäden Hauptziele einer bauklimatischen Ertüchtigung. Diese Anforderungen treffen auf die individuellen Werte des Baudenkmals und sind dabei oft nur schwer in ein nachhaltiges denkmalpflegerisches Instandsetzungskonzept zu integrieren. Es besteht die Gefahr, dass einige Denkmale unter Schichten von Wärmedämmverbundsystemen ihren ursprünglichen Charakter einbüßen und ihre historische Aussagekraft verlieren könnten. Das Prinzip der Nachhaltigkeit ist der Denkmalpflege immanent, denn viele einzelne weitergenutzte Denkmale sind grundsätzlich ökologisch nachhaltig, weil sie eine lange Nutzungsdauer aufweisen und reparaturfähig sind.

Dieses Buch beschreibt diese Diskussionen anhand der bauklimatischen Ertüchtigung der ehemaligen bayerischen Landesvertretung von Sep Ruf in Bonn.



Christian Scherer

Böse Überraschungen bei der Sanierung: problematische Baustoffe aus den 1950er- bis 1980er-Jahren

1 Einleitung

Bauwerke aus den 1950er- bis 1980er-Jahren werden inzwischen immer öfter unter Denkmalschutz gestellt. In diesen Gebäuden sind häufig Bauprodukte eingebaut, die aus baupraktischer Sicht sehr gut funktionieren, aufgrund des heutigen Erkenntnisstands aber als gesundheitlich oder ökologisch bedenklich anzusehen sind und deshalb bei Arbeiten fachgerecht ausgebaut und entsorgt oder so abgeschottet werden müssen, dass von ihnen keine Gefahr für Mensch und Umwelt mehr ausgeht. Neben to-

xischen Schwermetallen und Spurenelementen können dies Asbest und künstliche Mineralfasern mit lungenängigen Anteilen (sogenannte WHO-Fasern), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polychlorierte Biphenyle (PCB) oder die Holzschutzmittel Pentachlorphenol (PCP), Lindan und Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) sein. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) können aus der Bausubstanz ebenfalls noch nach Jahren im Betrieb freigesetzt werden. Bei ehemals industriell genutzten Gebäuden ist zudem mit Kontaminationen der Bausubstanz durch die ver-

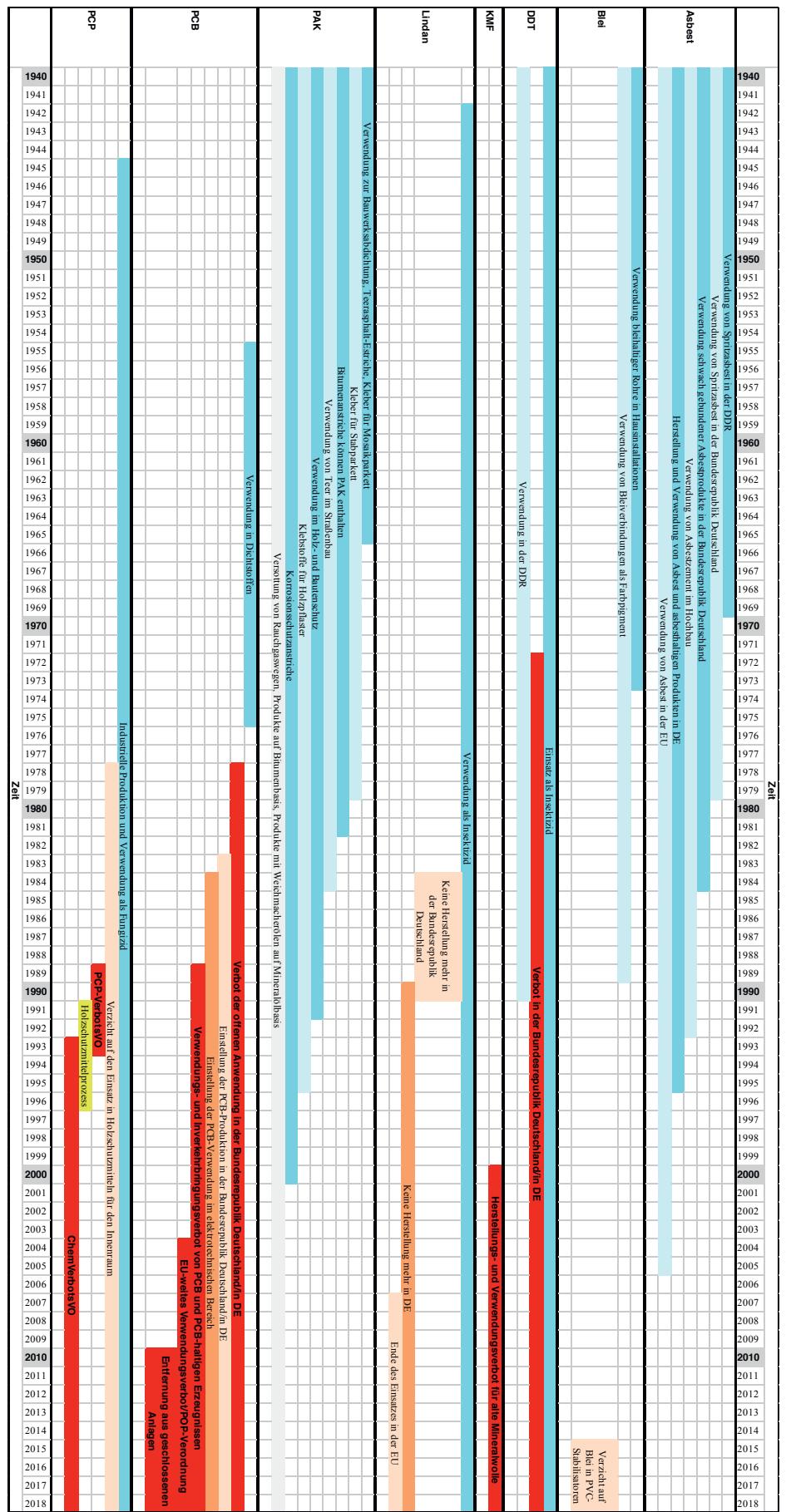
arbeiteten Stoffe und die eingesetzten Betriebsmittel (z.B. galvanische Bäder, chlororganische Entfettungsmittel für Metalle, Mittel zur chemischen Reinigung, Mineralölprodukte zur Schmierung von Maschinen, Kühlschmierstoffe etc.) zu rechnen. Havarien und Brandereignisse können in der Nutzungsphase zu einer zusätzlichen Verunreinigung der Gebäude geführt haben. Bei der Durchführung von Erhaltungs-, Instandsetzungs-, Sanierungs- oder denkmalpflegerischen Arbeiten ist dies zu berücksichtigen. Bereits bei der Planung einer Maßnahme ist eine Untersuchung des

Abb. 1: Nutzungszeiträume von Stoffen in Bauprodukten oder Gebäuden, die heute als Schadstoffe eingestuft werden

Bauwerks auf Schadstoffe nach [1] und die Aufstellung eines Schadstoff-Katasters nach [2] empfehlenswert. Anhand des Schadstoff-Katasters können die Mehraufwendungen für die Arbeiten in den schadstoffbelasteten Bereichen bzw. für die Schadstoffsanierung kalkuliert und in den Arbeitsablauf eingeplant werden. So sind z. B. für den Umgang mit Schadstoffbelastungen qualifizierte Sachverständige, Ingenieurbüros und Fachbetriebe heranzuziehen. Werden diese Sachverhalte, die bei jeder fachgerechten Aufstellung eines Schadstoff-Katasters ermittelt werden, bei der Planung und Kalkulation der Arbeiten nicht berücksichtigt, sind deutliche Verzögerungen im Bauablauf und Kostensteigerungen nahezu unvermeidlich, denn bei Arbeiten an Gebäuden, die einen oder mehrere Schadstoffe enthalten, sind meist zusätzliche regulatorische Vorgaben zum Arbeitsschutz zu beachten. Gleichtes gilt für die Vorschriften hinsichtlich Lagerung, Transport und Entsorgung ausgebauter Anlagen, Bauprodukte oder ganzer Gebäudeteile.

1.1 Schadstoffe in Gebäuden

Schadstoffe in Gebäuden lassen sich ihrer Herkunft nach unterscheiden. Zum einen handelt es sich um Stoffe, die gezielt eingebracht oder Bauprodukten zugesetzt wurden, um gewisse erwünschte technische Eigenschaften zu erhalten. Hierbei handelt es sich meist um Produkte mit einem begrenzten Reinheitsgrad, d.h. diese Produkte können weitere Verunreinigungen enthalten, z. B. aus dem Produktionsprozess, die ebenfalls Anlass zur Besorgnis geben. Zum anderen können die Gebäudenutzung oder Unfälle und Havarien zu einem zusätzlichen Schadstoffeintrag in die Bausubstanz geführt haben.



Stoffgruppe	Bindungsform	Auftreten		
		gasförmig/ dampfförmig	Aerosol oder an Partikel gebunden	Staub/Faser
Schwermetalle/Spuren- elemente	metallisch	–	–	–
Quecksilber*	salzartig	–	–	–
	elementar/ metallisch	x	x	–
	organisch	x	–	–
Arsen**	organisch	x	–	–
Asbest	anorganisch	–	–	x
künstliche Mineral- fasern	anorganisch	–	–	x
VOC	organisch	x	x	–
PAK	organisch	x	x	–
PCB	organisch	–	x	–
PCP	organisch	–	x	–
DDT	organisch	–	x	–

* Quecksilber gehört zu den Schwermetallen, ist aber bei Raumtemperatur flüssig und tritt auch in die Raumluft über. Zudem kann Quecksilber unter mikrobiologischem Einfluss metallorganische Verbindungen (Methyl- und Dimethylquecksilber) bilden, die ebenfalls flüchtig sind.

** Arsen gehört zu den Schwermetallen bzw. Spurenelementen; Arsen kann unter mikrobiologischem Einfluss metallorganische Verbindungen bilden, die bei Raumtemperatur flüchtig sind.

1.2 Bauprodukte und deren Inhaltsstoffe

Schwermetalle, Spurenelemente und deren Salze sowie teerhaltige Produkte werden schon seit langer Zeit eingesetzt, um Baumaterialien vor Fäulnis oder Insektenbefall zu schützen. Metallsalze und -oxide fanden häufig als farbgebende Pigmente oder als Füllstoffe in Farben und Lacken Verwendung. Mit der Erteilung eines Patents für faserarmierte Zementprodukte im Jahr 1900 wurde Asbest in Massenbaustoffen eingesetzt. Der Einsatz von Holzschutzmitteln auf der Basis von Pentachlorphenol begann in den 1940er-Jahren, die Nutzung der polychlorierten Biphenyle in Dichtstoffen in der Mitte der 1950er-Jahre. In Abb. 1 sind die Verwendungszeiträue-

me und die Jahreszahlen angegeben, in denen Verwendungsbeschränkungen für die einzelnen Stoffe oder Stoffgruppen in Kraft traten.

1.3 Freisetzung von Schadstoffen und ausgelöste Gefährdungen

Ausgehend von der Einbausituation der Bauprodukte im Bauwerk und ihren chemischen Eigenschaften sind im Gebäudebetrieb zwei Arten von Gefährdungen zu berücksichtigen: zum einen die Freisetzung von Stoffen in die Innenraumluft und damit einhergehend eine Beeinträchtigung der Gesundheit der Gebäudenutzer durch die Aufnahme dieser Stoffe mit der Atemluft oder über die Haut und zum anderen die Auslaugung von Stoffen beim Kontakt mit Grund- oder Regenwasser und folglich eine mögliche Ge-

Tab. 1: Stoffgruppen und ihr bevorzugtes Auftreten im Gebäudeinneren während der Nutzungsphase

fährdung von Boden und Grundwasser. Im Fall von bleihaltigen Wasserleitungen kann eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Gebäudenutzer durch ins Trinkwasser übergegangenes Blei nicht ausgeschlossen werden. Bei Wartungs-, Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten können verdeckt eingebaute Schadstoffe, die im Gebäudebetrieb Gesundheit und Umwelt nicht beeinträchtigen, freigelegt werden und zu einer gesundheitlichen Gefährdung sowohl der Gebäudenutzer als auch der mit diesen Arbeiten befassten Personen führen.

Grundsätzlich können zwei Freisetzungspfade von Schadstoffen im Gebäudeinneren unterschieden werden. Hinreichend flüchtige Stoffe können aus Bauprodukten ausgasen, also in die Innenraumluft überreten. Schwerer flüchtige Stoffe liegen häufig nur zu einem geringen Anteil gasförmig vor. Sie treten bevorzugt als Aerosole oder an Staubpartikel gebunden auf. Eine orientierende Übersicht über die Flüchtigkeit der Schadstoffe ist in Tab. 1 enthalten. Einzelne Stoffgruppen wie z. B. die polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) oder die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) können sowohl leicht- als auch schwerer flüchtige Vertreter umfassen.

2 Schwermetalle und Spurenelemente

Eine Reihe von Schwermetallen und Spurenelementen kam und kommt in Bauprodukten zum Einsatz. Die Anwendungsbereiche reichen vom Einsatz als Pigmente in Farben, Stabilisatoren und Katalysatoren in Kunststoffen, Biocide, Flammenschutzmittel, Sikkative in Beschichtungen, Legierungen und Schutzüberzüge bis zur Verwendung als Rohr oder Blech. In Tab. 3

Tab. 2: Stoffgruppen und ihre Einstufung hinsichtlich ihres humantoxischen Potenzials nach CLP-VO [3], MAK-Liste der DFG [4] und TRGS 905 [5]. Stoffe oder Stoffgruppen, für die keine Einstufung vorliegt, sind in der Tabelle nicht aufgeführt.

Stoff/Stoffgruppe	harmo-nisierte Einstufung nach CLP-VO [3]	Einstufung nach MAK-Liste 2018 der DFG [4]			Bewertung des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS) [5]			
		krebs-erzeugend Gruppe	Schwanger-schaft Gruppe	keimzell-mutagen Gruppe	K	M	R _F	R _D
Asbest (Faserstaub)	*	1	–	*	*	*	*	*
KMF (WHO-Fasern)	*	*	–	*	*	*	*	*
glasige WHO-Fasern mit $KI \leq 30$	*	*	*	*	1B	*	*	*
glasige WHO-Fasern mit $KI > 30$ und $KI < 40$	*	*	*	*	2	*	*	*
glasige WHO-Fasern mit $KI \geq 40$	*	*	*	*	–	*	*	*
VOC**	*	*	*	*	*	*	*	*
PAK	*	*	*	*	*	*	*	*
PCB	*	*	*	*	2	*	1B	1B
PCP	Carc. 2	2	–	*	1B	2	–	1B
DDT	*	*	*	*	*	*	*	*
Lindan	–	4	C	*	2	–	*	*
PCDD & PCDF***	*	4	C	*	*	*	*	*

* keine Einstufung entsprechend der Regelwerke vorgenommen

** Einzelne Vertreter der VOC (z.B. Benzol) sind krebserzeugend. Für die gesamte Stoffgruppe existiert aber keine Einstufung.

*** Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane sind per se keine Stoffe, die in Bauprodukten eingesetzt wurden und werden. Allerdings ist technisches PCP häufig mit Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen verunreinigt.

sind die wichtigsten Schwermetalle und Spurenelemente sowie ihre häufigsten Anwendungen zusammengefasst [6, S. 195 ff.]. Abb. 2 zeigt ein Metallteil mit einer typischen bleihaltigen Korrosionsschutzbeschichtung.

3 Asbest

Asbest ist ein natürliches Silikat mit Faserstruktur, das in mehreren Modifikationen mit leicht unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung (Chrysotil, Krokydolith, Amosit, Antophyllit und Tremolit) vorkommt. Asbest ist hitze- und säurebeständig, wasserabweisend, elastisch und spinnbar und damit ein vielfältig verwendbarer Baustoff, der kristallin vorliegt. Die Fasern können der Länge nach gespalten werden. Er ist aber biopersistent, kann also im menschlichen Organismus nicht abgebaut werden. Lungengängige



Abb. 2: Metallanker mit bleihaltiger Korrosionsschutzbeschichtung

Tab. 3: Schwermetalle und Spurenelemente und ihre Verwendung in Bauwerken

Element	Abkürzung	Verwendung/Vorkommen
Antimon	Sb	Glas und Keramik, Flammenschutz für Textilien, Kabel, Pigmente, Farben, Stabilisatoren bei Kunststoffen
Arsen	As	Holzschutz, Farbpigmente, Metalllegierungen, Bakterizide in PVC, Halbleiter
Blei	Pb	Farbpigmente, Spiegel, Stabilisatoren und Biozide in Polymeren, Bleirohre, Trockenstoffe in Lacken, Gewichte und Ballaste, Rostschutzfarben, Dachdeckungen, Kabelummantelungen
Cadmium	Cd	Pigmente für Kunststoffe, Farben und Emaille, Weichmacher und Stabilisatoren in Kunststoffen, Rostschutzüberzüge, Legierungen
Chrom	Cr	Farbpigmente, Fixierungen von Holzimprägnierungen, Pigmente in Tapeten, Gerbstoffe, Legierungen, Pigmente in der Bauindustrie
Cobalt	Co	Legierungen, Pigmente für Glas und Glasuren
Nickel	Ni	keramische Farben und Glasuren, Pigmente in Kunststoffen, Lacken, Fassadenanstrichen und in chemischen Nachbeizen für Holz, Legierungen, Edelstahl
Quecksilber	Hg	Quecksilberdampf- und Energiesparlampen, Insektizide, Algizide, Bakterizide und Fungizide in Anstrichen, Lacken und Farben, Rotpigmente, Fungizide in Kunststoffen
Thallium	Tl	Legierungen, Spezialgläser, Mäuse- und Rattengift (Celio-Körner, Celio-Paste)
Zink	Zn	Flammeschutzmittel, Pigmente, Fungizide für Holz und Kunststoffe, Grundierungen und Spachtelmassen, Trockenstoffe in Farben und Lacken, Stabilisatoren in PVC, Bautenschutzanstriche, vulkanisierte Teppichrücken, Dachdeckungen, Lüftungsanäle
Zinn	Sn	Fungizide und Insektizide in Holzschutzmitteln und Textilien, Farbpigmente, Flammenschutz für Textilien, Stabilisatoren in Kunststoffen, verzinkter Stahl, keramische Farbkörper und Vergoldungen von Rahmen



Abb. 3: Werkstattfenster mit Metallrahmen. Häufig sind die Kitte bei solchen Verglasungen asbesthaltig.

Fasern können eingeatmet werden und bei chronischer Belastung Krebs erregen oder Asbestose verursachen. Asbest ist daher laut Anhang VI der CLP-Verordnung [3] als Karzinogen der Kategorie 1A gelistet.

Vorkommen

Aufgrund seiner günstigen bauphysikalischen Eigenschaften fand Asbest in vielen Bereichen Anwendung:

- ▶ Asbestzement-Formteile (Platten, Rohre, Formteile),
- ▶ Bremsbeläge von Aufzügen,
- ▶ Leichtbauplatten,
- ▶ Asbestpappen,
- ▶ Spritzguss,
- ▶ Bodenbeläge (mit Asbest verstärkte PVC- oder Linoleum-Platten),
- ▶ Kleber,
- ▶ (Dünnbett-)Mörtel und Spachtelmassen,
- ▶ Dichtmassen und Kitte (Abb. 3),

- ▶ Flanschdichtungen, Dichtungsschnüre,
- ▶ Kabelummantelungen,
- ▶ Teer-/Bitumenmassen.

Asbest kommt im Bau in zwei wesentlichen Bindungsformen zur Anwendung. Je nach Bindungsform ergeben sich bei der Gefährdungsbeurteilung unterschiedliche Einstufungen, die dann zu unterschiedlichen Schutzmaßnahmen und Entsorgungswegen führen.

Produkte mit fester Faserbindung sind insbesondere Asbestzementprodukte (z.B. »Baufanit«, »Eternit«, Berliner Welle), die als ebene und profilierte Platten oder als Rohre in großem Umfang im Baubereich Verwendung fanden, aber auch andere Produkte wie z.B. Bremsbeläge für Aufzüge. In asbesthaltigen Bodenbelägen liegt Asbest ebenfalls mit einer festen Faserbindung vor.

Zu den Produkten mit schwacher Faserbindung zählen vor allem Spritzasbest und andere Produkte mit schwach gebundenen Asbestfasern, wie z.B. Leichtbauplatten, Asbestpappen und Dichtungsschnüre, die für die Bereiche Brandschutz, Schallschutz sowie Wärme- und Feuchtigkeitsschutz eingesetzt wurden. Asbest darf bis auf wenige Ausnahmen sowohl entsprechend der REACH-Verordnung [7] als auch nach der Chemikalien-Verbotsverordnung [8] in Deutschland nicht mehr in Verkehr gebracht werden. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass auch nach Inkrafttreten des Verwendungsverbots Restbestände asbesthaltiger Produkte weiterhin verwendet wurden und auch noch verwendet werden. Produkte, die z.B. aus China importiert werden, können auch heute wieder Asbest enthalten [9, S. 243, 255].

Bei Produkten mit einer schwachen Faserbindung ist die Gefahr der Faserfreisetzung bei Bau-, Sanierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen im Vergleich zu Produkten mit fester Faserbindung deutlich erhöht. Eine technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS 519 [10]) legt Maßnahmen zum Arbeitsschutz »bei Tätigkeiten mit Asbest und asbesthaltigen Materialien bei Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) und bei der Abfallbeseitigung« [10, 1(1), S. 3] fest.

4 Künstliche Mineralfasern (KMF)

Künstliche Mineralfasern wie z.B. Mineral-, Stein- und Glaswolle sind synthetisch erzeugte anorganische Fasern. Die Fasern werden mit Binde- und Schmälzmitteln ausgerüstet. Sie lassen sich so zu Platten formen und wasserabweisend ausrüsten. Häufig werden sie noch auf dünne, papierverstärkte

Aluminiumfolie kaschiert oder mit Vliesen, die aus Textilglasfasern mit Harnstoff- oder Melaminharz bestehen, als Schutz- und Verstärkungsschicht versehen. Da Mineralwolle aus einer Vielzahl von Ausgangsstoffen (Glasrohstoffe, Altglas, vulkanisches Gestein oder Kalkstein) hergestellt wird, ist die Zusammensetzung nicht exakt definiert.

Vorkommen

Künstliche Mineralfasern kommen in den Bereichen Wärme- und Schalldämmung zum Einsatz. Typische Einsatzgebiete sind Zwischenparrendämmung, Wärmedämmverbundsysteme, Dämmung von Heizungsrohren und Lüftungskanälen, Trittschalldämmung unter Estrichen und der Einsatz in Schalldämpfern in Abluftanlagen. Abb. 4 zeigt eine Trittschalldämmung aus Mineralwolle mit lungenängigen Anteilen.

Entscheidend für die gesundheitsschädigende Wirkung von künstlichen Mineralfasern sind neben Biopersistenz und Verweildauer in der Lunge die Abmessungen der Fasern. Um in die Lunge gelangen zu können, müssen Fasern kürzer als 250 µm und dünner als 3 µm sein. Fasern, die länger als 5 µm und dünner als 3 µm sind und die ein Verhältnis Länge/Durchmesser von mehr als 3:1 aufweisen, sind besonders kritisch. Sie werden gemäß TRGS 521 [11] als kritische Fasern eingestuft. Seit Juni 2000 sind in Deutschland nur noch biolösliche Mineralwollen auf dem Markt. Diese Mineralwollen sind mit dem RAL-Gütezeichen gekennzeichnet.



Abb. 4: Trittschalldämmung aus alter Mineralwolle mit lungenängigen Anteilen

Tab. 4: Klassifizierung der VOC*

Parameter	VVOC Very Volatile Organic Compounds	VOC Volatile Organic Compounds	SVOC Semi Volatile Organic Compounds
Siedebereich	< 0 bis 50 – 100 °C	50 – 100 °C bis 240 – 260 °C	> 260 – 280 °C bis 380 – 400 °C
Elutionsintervall	< n-C6 (n-Hexan)	n-C6 (n-Hexan) bis einschließlich n-C16 (n-Hexadecan)	> n-C16 (n-Hexadecan) bis einschließlich n-C22 (n-Docosan)
Anwendungen	niedrig siedende Lösemittel Schaumbildner	Lösemittel Restmonomere Additive Topfkonservierer	Biozide Weichmacher Flammschutzmittel
Beispielverbindungen	Formaldehyd, Acetaldehyd, Aceton, n- und iso-Pentan	Benzol, Toluol, Xylole, Benzaldehyd, Benzoësäure, Pinen, Limonen	Dibutylphthalat, Tributylphosphat, Triphenylphosphat

* Es existiert keine eindeutige, allgemein verbindliche Definition der einzelnen VOC-Klassen. Deswegen sind für die Grenzen der einzelnen Klassen Siedebereiche und keine Siedepunkte angegeben.



Abb. 5: Bohrkern eines Fußbodenaufbaus: Als Dämmmaterial zwischen Bodenplatte und Estrich wurde Teerkork eingebaut.

Tab. 5: 16 PAK nach EPA

Acenaphthen	Benzo[g,h,i]perlylen	Indeno[1,2,3-cd]pyren
Acenaphthylen	Benzo[k]fluoranthen	Naphthalin
Anthracen	Chrysene*	Phenanthren
Benzo[a]anthracen*	Dibenzo[a,h]anthracen	Pyren
Benzo[a]pyren*	Fluoranthen	
Benzo[b]fluoranthen*	Fluoren	

* Die Konzentration dieser PAK wird nach [13] auch in Lebensmitteln überwacht.

5 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Der Begriff flüchtige organische Verbindungen (VOC) umfasst organische, kohlenstoffhaltige Verbindungen mit Siedepunkten in einem Intervall von < 0 °C bis ca. 400 °C. Das ist insofern inkonsistent, als damit sowohl alle Stoffe in diesem Siedebereich als auch nur ein Ausschnitt daraus als VOC bezeichnet werden.

VOC werden entsprechend ihrem chromatografischen Verhalten auf einer leicht polaren Kapillarsäule (5 % Phenyl-/95 % Dimethylpolysiloxan) bzw. ihres Siedepunkts in drei Klassen unterteilt (Tab. 4). Die leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VVOC) eluieren vor n-Hexan, die VOC im Bereich von n-Hexan bis einschließlich n-Hexadecan und die mittelflüchtigen organischen Verbindungen (SVOC) im Retentionsbereich ab n-Hexadecan bis einschließlich n-Docosan. Verbindungen mit einem Siedepunkt > 380 °C werden als Particulate Organic Matter (POM) bezeichnet. Sie kommen meist staubgebunden vor. Zu den POM gehören z. B. das Holzschutzmittel Pentachlorphenol und auch die größeren PAK.

Die Persistenz von flüchtigen Verbindungen in der Gebäudesubstanz nimmt im Allgemeinen mit steigendem Siedepunkt zu. Formaldehyd jedoch, ein VVOC, kann auch viele Jahre nach Fertigstellung eines Gebäudes noch aus Holzwerkstoffen mit formaldehydhaltigen Harzen und Klebern emittiert werden, da es bei der langsamen Hydrolyse dieser Produkte entsteht.

VOC mikrobiologischen Ursprungs, sogenannte MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds), also Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen, werden ebenfalls den VOC zugeordnet. MVOC treten erst dann auf, wenn im Bauwerk ein mikrobieller Befall (z. B. Schimmel) aufgetreten ist. MVOC sind häufig geruchlich auffällig. VOC weisen eine große Bandbreite an Stoffeigenschaften auf. Diese reichen von unkritisch (z. B. Ethanol) bis krebserregend (z. B. Benzol).

6 Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

PAK sind wesentlicher Bestandteil von fossilen Rohstoffen (Erdöl, Steinkohle) oder entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material. In Gebäude gelangten sie durch die Verwendung von Produkten auf der Basis von Steinkohlenteer (Steinkohlenteer, Steinkohlenteeröle und Steinkohlenpech). Im Gegensatz zu bituminösen Produkten auf Erdölbasis, die nur geringe Mengen an PAK enthalten oder PAK-frei sind, weisen Produkte aus Steinkohlenteer meist sehr hohe PAK-Gehalte auf.

Vorkommen

Der Einsatzbereich bituminöser oder teerhaltiger Produkte ist vielfältig. Ein großer Anteil entfällt auf Materialien zur Abdichtung gegen Feuchte wie z. B. Abdichtungsbahnen gegen aufsteigende Feuchte im Mauerwerk oder als Dachabdichtungsbahn, Teerpappen, Anstriche von erdbehrührten Bauteilen, Vergussmassen, Gussasphalt und Asphalt-Fußbodenbeläge. Korrosionsschutzanstriche bei Metallen, Klebstoffe für Holzfußböden, aber auch Schall- und Wärmedämmung aus Teerkork (mit Teer verklebtes Korkgranulat, Abb. 5) können PAK-haltig sein. Dazu kommen noch Antidröhnmassen wie z. B. bei Lüftungskanälen. Teeröl-haltige Produkte fanden häufig im Holzschutz (Carbolitum, Kreosot) Verwendung.

PAK weisen eine geringe akute Toxizität auf. Sie sind jedoch in unterschiedlichem Maße krebserzeugend, fruchtschädigend und reproduktionstoxisch. Mit steigender Anzahl der anellierten Ringe nehmen die Wasserlöslichkeit ab und die Fettlöslichkeit zu. Deshalb werden viele PAK als PBT-Stoffe (persistenter, bioakkumulierend, toxisch) eingestuft [12].

Im Rahmen der Regelanalytik werden üblicherweise die 16 PAK nach EPA (Tab. 5) bestimmt. Sie stellen nur einen kleinen Ausschnitt der ca. 10.000 Verbindungen dar, die zu den PAK gezählt werden. Bei der Lebensmittelüberwachung werden nach [13] vier PAK (Benzo[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthen und Chrysene) untersucht. Naphthalin ist der flüchtigste PAK und zeichnet sich durch einen mottenkugelartigen Geruch aus. Benzo[a]pyren wird wegen seines kanzerogenen Potenzials häufig als Leitsubstanz bei der Bewertung von PAK-Belastungen herangezogen.

7 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Bei den PCB handelt es sich um Vertreter einer Substanzgruppe, die 209 Kongenere umfasst. Das Grundgerüst besteht aus einer Biphenylstruktur (Abb. 6). Die beiden Sechsringe können jeweils bis zu fünf Chloratome tragen. PCB werden seit Mitte der 1950er-Jahre in Dichtmassen eingesetzt.

Der Schwerpunkt der Anwendung im Baubereich lag in den 1960er- und 1970er-Jahren (Tab. 6). Der Einsatz von PCB in offenen Systemen wurde 1978 verboten. Trotzdem wurden noch bis in die 1990er-Jahre PCB-haltige Fugenmassen verbaut [14].

Abb. 7 zeigt Anhaftungen einer PCB-haltigen Fugenmasse an einem Betonbauteil. Die Fuge zwischen Betonbauteil und Fassadenelement war mit einer PCB-haltigen Fugenmasse abgedichtet. PCB besitzen einen hohen Siedepunkt und einen niedrigen Dampfdruck. Sie können deshalb auch

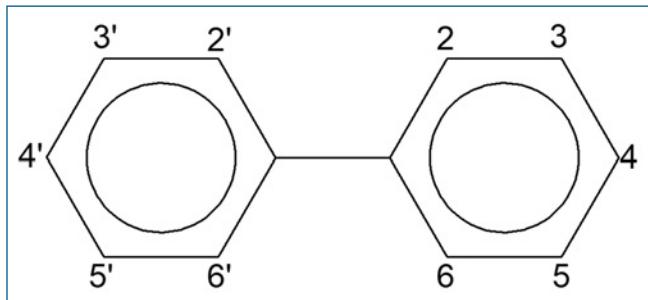


Abb. 6: Molekulare Grundstruktur von PCB

Tab. 6: Anwendungen von PCB

Funktion	Anwendung	
	offen	geschlossen
Dielektrikum		Kondensatoren Transformatoren Leistungsschalter
Weichmacher	Dichtstoffe/Fugen-/Vergussmassen Klebstoffe Farben und Lacke Kunstharze Kabelummantelungen Anstriche von Deckenplatten (»Wilhelmi-Platten«)	



Abb. 7: Anhaftungen von PCB-haltiger Dichtmasse an einem Betonträger nach dem Ausbau eines Fassadenelements

viele Jahre nach dem Einbau noch zu erhöhten PCB-Konzentrationen in der Innenraumluft führen. Oftmals schlagen sich PCB auf PCB-freien Oberflächen nieder, was zur Ausbildung von Sekundärquellen führt. Nach der Sanierung der Primärquelle (z. B. Ausbau der Fugenmassen, Austausch der »Wilhelmi«-Deckenplatten) und einer Reinigung des Raums sinkt die PCB-Konzentration in der Raumluft trotzdem nicht wie erwartet ab, da Flächen aus PCB-freien Baustoffen über die Jahre mit PCB kontaminiert wurden und jetzt nach dem Ausbau der Primärquellen ihrerseits PCB abgeben.

Aufgrund ihrer Stoffeigenschaften (hohe chemische Stabilität, biologisch schwer abbaubar, flammhemmend, thermisch hoch belastbar, gut fettlöslich) gehören PCB zu den persistenten organischen Schadstoffen (POP von engl. Persistent Organic Pollutants). Das hat zur Folge, dass sich PCB in den Fettgeweben von Organismen anreichern und inzwischen ubiquitär vorkommen. Die zwölf coplanaren, dioxinähnlichen PCB werden als gesundheitlich besonders bedenklich angesehen, da bei ihnen eine dioxinähnliche Wirkungsweise im Organismus angenommen werden muss [15, S. 325]. Laut TRGS 905 [5, S. 12] sind PCB in die EU-Kategorien K2, R_F1B und R_D1B eingestuft, d. h. sie besitzen möglicher Weise eine krebserzeugende Wirkung, sollten als fruchtschädigend und die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen beeinträchtigend angesehen werden.

Bei der Bestimmung des PCB-Gehalts im Material werden üblicherweise die sechs Kongenere (28, 52, 101, 138, 153, 180) nach Ballschmiter [6, S. 115] bestimmt. Bei Luftmessungen wird zusätzlich ein Leitkongener (118) für die dioxinähnlichen PCB analysiert.

Sanierungsarbeiten sind aufwendig und erfordern den Einsatz von Unternehmen, die nachweisen können, dass sie über die personelle und sicherheitstechnische Ausstattung für den Umgang mit PCB-haltigen Materialien verfügen. Die einschlägigen gesetzlichen Regelungen, insbesondere die Vorgaben der Gefahrstoffverordnung [16], der PCB-Richtlinie [17] und der TRGS 524 [18] sind einzuhalten, um eine Gesundheitsgefährdung der Gebäudenutzer und der mit den Arbeiten auf der Baustelle beauftragten Personen sicher auszuschließen.

8 Holzschutzmittel

Wenn von einer Kontamination mit Holzschutzmitteln ausgängen wird, stehen meist drei Wirkstoffe im Fokus: Pentachlorphenol (PCP), Lindan (γ -Hexachlorcyclohexan) und Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT). Bis in die Mitte der 1980er-Jahre wurde Pentachlorphenol, ein potentes Fungizid, meist in Kombination mit einem Insektizid wie DDT oder Lindan zum Holzschutz auch in Innenräumen eingesetzt [15, S. 359]. Technisch hergestelltes PCP ist stets mit anderen toxischen chlororganischen Verbindungen (z. B. Tetrachlorphenol und chlorierten Dibenzodioxinen und -furanen) verunreinigt. PCP wurde ab Ende der 1970er-Jahre zunehmend durch andere Fungizide ersetzt, Lindan ab Mitte der 1980er-Jahre durch das Insektizid Permethrin. Seit dem 01.10.1986 ist in der Bundesrepublik Deutschland die Anwendung PCP-haltiger Holzschutzmittel in Aufenthaltsräumen verboten. Es muss allerdings im nicht-gewerblichen Bereich davon ausgegangen werden, dass Restbestände auch nach 1986 noch aufgebraucht wurden.

PCP ist laut TRGS 905 [5, S. 12] als krebserzeugend (K1B), erbgutverändernd (M2) und reproduktionstoxisch (R_D1B) anzusehen.

9 Zusammenfassung

Die Bausubstanz von Gebäuden, die seit der Gründung der Bundesrepublik Deutschland bis in die 1990er-Jahre errichtet wurden, kann eine Vielzahl an Bauprodukten mit gesundheitlich oder ökologisch bedenklichen Bestandteilen enthalten. Vor dem Beginn von Sanierungs-, Instandset-

zungs- und denkmalpflegerischen Arbeiten oder dem Rückbau empfiehlt sich die Aufstellung eines Gefahrstoff-Katasters. Anhand dessen können der zeitliche und der monetäre Aufwand für den Ausbau und die Entsorgung der kontaminierten Bauteile ebenso abgeschätzt werden wie die nötigen Schutzmaßnahmen, um eine Schadstoffbelastung der während der Baumaßnahmen im Gebäude verbliebenen Personen zu verhindern.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 16000-32:2014-10 Innenraumluftverunreinigungen – Teil 32: Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe
- [2] VDI/GVSS 6202 Blatt 1:2013-10 Schadstoffbelastete bauliche und technische Anlagen – Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten
- [3] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006; Amtsblatt der Europäischen Union L 353 vom 31.12.2008, S. 1–1389
- [4] Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrsg.): MAK- und BAT-Werte-Liste 2018. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Mitteilung 54. Weinheim: Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, 2018. PDF-Download: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9783527818396> [Zugriff am 04.01.2019]
- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe (TRGS 905). Ausgabe März 2016, GMBI 2016, S. 378–390 [Nr. 19] (v. 3.5.2016), zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2018 S. 259 [Nr. 15] (v. 02.05.2018)
- [6] Gesamtverband Schadstoffsanierung e.V. (Hrsg.): Schadstoffe in Innenräumen und an Gebäuden – Erfassen, bewerten, beseitigen. 2., aktual. u. erw. Aufl. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2014
- [7] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission; Amtsblatt der Europäischen Union L 396 vom 30.12.2006, S. 1–518
- [8] Chemikalien-Verbotsverordnung vom 20. Januar 2017 (BGBl. I S. 94; 2018 I S. 1389), die zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2774) geändert worden ist
- [9] Bossemeyer, H.-D. et al.: Schadstoffe im Baubestand. Erkennen und richtig reagieren – mit Katalog nach Bauteilen und Gewerken. Köln: Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2016
- [10] Technische Regel für Gefahrstoffe: Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten (TRGS 519). Version Januar 2014; GMBI 2014, S. 164–201 v. 20.3.2014 [Nr. 8/9], geändert und ergänzt: GMBI 2015 S. 136–137 v. 2.3.2015 [Nr. 7]
- [11] Technische Regel für Gefahrstoffe: Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle (TRGS 521). Version Februar 2008; GMBI 2008, S. 278–291 v. 25.03.2008 [Nr. 14]
- [12] Umweltbundesamt: Stoffe mit PBT-/vPvB-Eigenschaften und PBT-Verdachtsstoffe. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/stoffe-pbt-vpvb-eigenschaften-pbt-verdachtsstoffe> [Zugriff am 03.12.2018]
- [13] Verordnung (EU) Nr. 835/2011 der Kommission vom 19. August 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 im Hinblick auf Höchstgehalte an polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln; Amtsblatt der Europäischen Union L215 vom 20.8.2011; S. 4–8
- [14] Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Fugenmassen. 2004. PDF-Download: https://www.lfu.bayern.de/abfall/schadstoffratgeber_gebaeuderueckbau/suchregister/doc/419.pdf [Zugriff am 18.12.2018]
- [15] Zwiener G.; Lange F.-M. (Hrsg.): Handbuch Gebäude-Schadstoffe und Gesunde Innenraumluft. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, 2012
- [16] Gefahrstoffverordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), die zuletzt durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist
- [17] Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder (Hrsg.): Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden. Fassung September 1994. PDF-Download: http://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/iib8_pcb_richtlinie_199409.pdf [18.12.2018]
- [18] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen (TRGS 524). Ausgabe: Februar 2010, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2011 S. 1018–1019 [Nr. 49–51]

INFO/KONTAKT



Dr.-Ing. Christian Scherer

Chemiestudium an der Universität Ulm und der Ludwig-Maximilians-Universität München; Postgradualstudium »Analytik und Spektroskopie« an der Universität Leipzig; Promotion an der Universität Stuttgart; Mitarbeit in einem privaten Umweltlabor und einem rechtsmedizinischen Institut; seit 2003 am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Valley; seit 2017 Leiter der Abteilung »Umwelt, Hygiene und Sensorik« mit den Schwerpunkten VOC- und Geruchsemisionen aus Gebäuden und Materialien, Luftqualität in Innenräumen von Gebäuden und Verkehrsmitteln, Umwelteigenschaften von Baumaterialien und Gebäuden, Schadstoffe in Bauprodukten und Gebäuden, Mikrobiologie, Ökotoxikologie und Ökologische Chemie sowie Umweltschutz- und Verbrennungstechnologien; Mitglied in nationalen und europäischen Normungsausschüssen und in diversen Fachgesellschaften.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Standort Holzkirchen

Fraunhoferstraße 10

83626 Valley

Tel.: 08024 643-246

Fax: 08024 643-366

E-Mail: christian.scherer@ibp.fraunhofer.de

Internet: www.ibp.fraunhofer.de



Gerd Geburtig

Angemessener Brandschutz ist möglich – das Scharoun Theater in Wolfsburg nach der Sanierung

Einleitung

Für den äußerlich kontrastreichen gegliederten Theaterbau am Klieversberg in Wolfsburg stand nach etwa 40-jähriger Nutzung eine umfangreiche denkmalpflegerische Behandlung mit einhergehender Erweiterung an, die auch eine vollständige brandschutztechnische Sanierung umfasste. Im folgenden Beitrag werden die spannungsreichen Momente der unter Beachtung beider Schutzinteressen erfolgreich durchgeführten Maßnahmen vorgestellt.

Brand- und Denkmalschutz

Bei dem betrachteten Baudenkmal handelt es sich um den in den Jahren 1965 bis 1968 von Hans Scharoun entworfenen und in den Jahren 1971 bis 1973 errichteten Theater-

bau der Stadt Wolfsburg. Dieser stellt zugleich das einzige realisierte Theaterprojekt dieses bedeutenden Architekten des 20. Jahrhunderts dar. Der sich vor einer Waldkulisse erhebende kantige Kubus des Saal- und Bühnenhauses, welcher von länger gestreckten Foyer- und Nebenbauten umschlossen wird, bildet den Mittelpunkt der Gesamtanlage. Während das bemerkenswert weiträumige Foyer niedrig, axial und mit differenziertem Bodenniveau sowie Winkelbildungen gestaltet wurde (Abb. 2), birgt der Hauptbau einen zentralen, durch seine Höhenentwicklung überraschenden Zuschauersaal (Abb. 3), der trotzdem zugleich intim erscheint. [1] Das Theater bietet Sitzplätze für 805 Zuschauer, sechs Rollstuhlplätze und bis zu 120 Stehplätze. Dem besonderen Entwurf und dessen Singularität geschuldet, waren neben den für eine Versammlungsstätte dieses Ausmaßes selbstverständ-



Abb. 2: Ein Blick in das Foyer ...



Abb. 3: ... und in den Theaterraum vor der Sanierung

lichen brandschutztechnischen Anforderungen zugleich die denkmalpflegerischen Erwartungen an eine angemessene Behandlung des Gebäudekomplexes hoch.

Ausgangspunkt der neuen brandschutztechnischen Beurteilung war neben dem festzustellenden üblichen Verschleiß von Bauteilen wie Öffnungsabschlüssen oder anlagentechnischen Bestandteilen der Verdacht realer Gefährdungen, bevor die Gesamtsanierung der baulichen Anlage anstand. Demzufolge galt es zunächst, diese möglichen Gefahren im Rahmen einer Gefährdungsanalyse unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer Aspekte ([2]) präzise zu untersuchen und einen sich herausstellenden Handlungsbedarf konkret zu benennen. Hinsichtlich der Untersuchung der vermuteten realen Gefahren wurden ergänzend ingenieurmäßige Nachweise geführt, die in einem folgenden Abschnitt detaillierter vorgestellt werden.

Weil zugleich Entwurfsvarianten für eine mögliche Erweiterung dringend benötigter Nebenräumlichkeiten erstellt wurden und nach einer hinreichend langen Nutzungssperiode von mehr als 40 Jahren eine vollständige Sanierung wünschenswert war, stellte sich der Bauherr dieser äußerst anspruchsvollen Aufgabe und beschloss neben der Generalbehandlung und Modernisierung auch die mittlerweile aus denkmalrechtlicher Sicht abgestimmten Erweiterungen unter planerischer Gesamtleitung des Büros Brenne Architekten (Berlin).

Anwendung von Brandschutz-Ingenieurmethoden

Rauchversuch

Zur Entrauchung des Zuschauerraums stand im Dachbereich eine bauzeitliche Entrauchungsöffnung von etwa 2 m x 3 m zur Verfügung, was den Anforderungen zur Er-



Abb. 4: Möglichst viele bauzeitliche Details sollten erhalten bleiben.

richtungszeit genügte. Um herausfinden zu können, ob durch diese gegebenen Verhältnisse keine realen Gefährdungen des Zuschauerraums entstehen – was durch eine anderweitige Untersuchung zuvor unterstellt wurde – und wirksame Löscharbeiten möglich sind, wurde im Rahmen der o. g. Gefährdungsanalyse ein Rauchversuch vor Ort durchgeführt. Dabei wurde als realistisches Szenario während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs ein Brand auf der Vorbühne simuliert. Die Ergebnisse des Versuchs wurden gemeinsam mit der zuständigen Brandschutzdienststelle besprochen; es konnte ein grundsätzlich zufriedenstellendes Ergebnis eruiert werden, wenngleich die Zeit der Entrauchung durch technische Maßnahmen verbessert werden sollte, da sich die vorhandene Rauchklappe



Abb. 5: Rauchversuch im Zuschauerraum

nur einseitig öffnen ließ und somit bei ungünstigen Windverhältnissen eine Entrauchung ggf. behindert werden könnte. Reale Gefährdungen für Besucher im Zuschauerraum waren jedoch nicht attestiert und die wirksame Brandbekämpfung stand hinsichtlich einer möglichen Rauchableitung nicht in Frage. [3]

Personenstromanalyse

Zur Ermittlung, ob die vorhandenen Rettungswege trotz einer möglichen Rauchausbreitung im Brandfall in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen und reale Gefahren für bestimmte Zuschauerbereiche nicht bestehen, wurde eine Personenstrom-

Tab. 1: Berechnete Evakuierungszeiten nach 500 Simulationsdurchläufen (nach [4])

Mittelwert [min:s]	4:48
Standardabweichung [min:s]	0:15
Minimum [min:s]	4:14
Maximum [min:s]	6:25
95% Fraktilwert [min:s]	5:12

analyse vorgenommen. Mithilfe der selben wurde nachgewiesen, dass vor allem die Räumung des Zuschauerraums in einer angemessenen Zeitspanne vor einer gefährdenden Rauchausbreitung auf die Rettungswege möglich ist. Zugleich wurde die günstige Anordnung von Besucherplätzen für mobilitätseingeschränkte Personen bestimmt. [4]

Für die Evakuierungsuntersuchung wurde als Szenario davon ausgegangen, dass ein Brandereignis während einer Veranstaltung im Bereich der Bühne auftritt, der »Eiserne Vorhang« nicht funktioniert und somit die bauliche Anlage vollständig zu räumen ist.

Das Ergebnis der mit der Software PedGo durchgeföhrten Simulation [4] zeigte, dass 1.066 Personen (einschließlich der Mitwirkenden auf der Bühne) bei einer ausverkauften Veranstaltung über die Rettungswege das Theater in 5:12 Minuten verlassen und die festgelegten Sammelpunkte erreicht haben (Tab. 1). Bereits nach zwei Minuten sind die Personen aus dem Gefahrenbereich heraus (Abb. 6) und nach knapp drei Minuten haben alle Personen den Veranstaltungssaal verlassen. Die ermittelte Evakuierungszeit (Reaktionszeit + Gehzeit der Personen) ist dabei die Zeit von der Alarmierung der Personen bis zum Erreichen eines sicheren Bereichs. Die Alarmierungszeit (Brandentstehung bis Alarmie-



Abb. 6: Entfluchtung nach zwei Minuten (95 % Wert): Personen sind aus dem Gefahrenbereich heraus. [4]

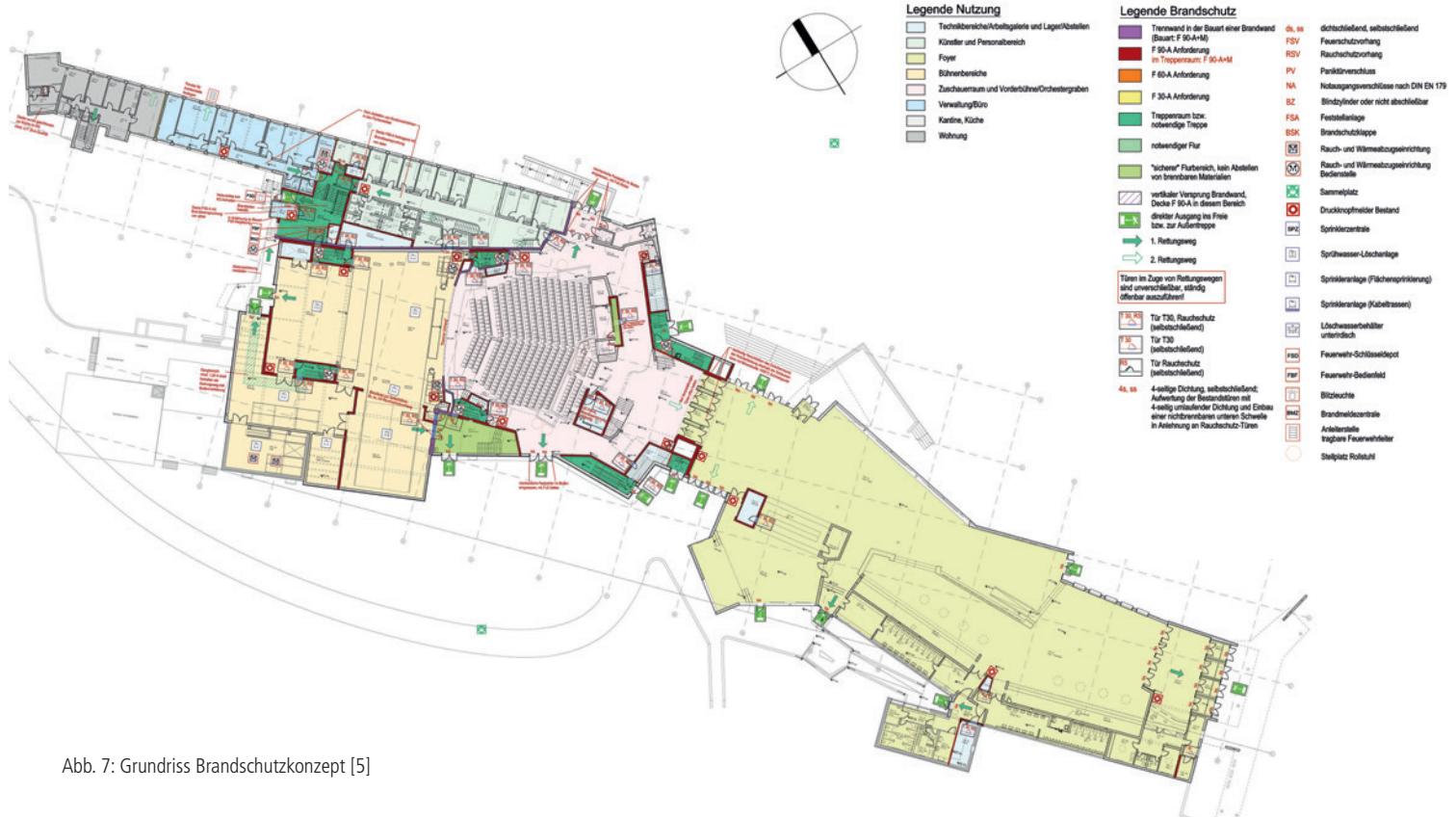


Abb. 7: Grundriss Brandschutzkonzept [5]

rung), die bei einer automatischen Brandmeldeanlage mit einer Minute angesetzt werden kann, muss noch hinzugaddiert werden. [4]

Im Zusammenhang mit der Erweiterung des Überwachungsumfangs der vorhandenen Brandmelde- und Alarmierungsanlage auf bislang nicht überwachte Räume und der dadurch gegebenen Verkürzung der Alarmierungszeit der Personen können nun aufgrund der Personenstromanalyse hinsichtlich einer Evakuierung innerhalb des errechneten Zeitraums Abweichungen anderer Anforderungen akzeptiert werden. Dadurch konnte bauzeitliche Substanz, wie die hinterlüfteten Holzverkleidungen in der Baustoffklasse »normal entflammbar«, erhalten werden und musste nicht entsprechend den heute geltenden Vorschriften erneuert werden.

Das neue Brandschutzkonzept und die Umsetzung der Maßnahmen

Voraussetzung

In enger Abstimmung mit dem Architekten war das wesentliche Anlie-

gen der Brandschutzplanung für die Sanierung und Erweiterung des Theaterbaus zum einen die ideelle Erhaltung der Haptik des denkmalgeschützten Gebäudes hinsichtlich der Formensprache und des Stils der Innenausstattung zur Errichtungszeit. Zum anderen ging es um die materielle Erhaltung bauzeitlicher Bauteile sowie wertvoller Ausstattungen, insbesondere die erlebbaren Oberflächen des Theaterraums, aber auch kleinere, nicht unwesentlichere Details, die das Gesamtraumerlebnis durchaus maßgeblich beeinflussen. Brand- und Denkmalschutz wurden deshalb gleichrangig betrachtet.

Gebäudeuntersuchung und Nutzungen

Zunächst erfolgten für die Festlegung der erforderlichen Brandschutzmaßnahmen eine umfassende Begehung des gesamten Gebäudekomplexes und die eingehende Analyse der vielfältigen Nutzungsszenarien der baulichen Anlage sowie mehrere eingehende Ortsbesichtigungen. Neben einem üblichen Theaterbetrieb, der in dem vorliegenden Fall davon geprägt ist, dass neben jährlich zwei eigenen Produktionen die Spielstätte anson-

ten fast ausschließlich von Tourneetheatern und für Gastspiele genutzt wird – was eingehende Diskussionen hinsichtlich des organisatorischen Brandschutzes nach sich zog – waren darüber hinaus mehr als 30 Nutzungsvarianten für das Foyer zu untersuchen. Aufgrund seiner Ausdehnung zählt das Theater zu den größten Bespieltheatern Deutschlands. Auch der legendäre »Drehbühnenball«, bei dem zugleich die Unterbühne und die technischen Bereiche des gesamten Untergeschosses mit genutzt werden, umfasste die brandschutztechnische Planungstätigkeit des eingebundenen Sachverständigen. Das daraufhin erstellte Dokument einer brandschutztechnischen Gefahrenanalyse bildete dann die Grundlage für das neu zu erstellende Brandschutzkonzept mit den verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten.

Grundzüge des Brandschutzkonzepts

Auf der Grundlage der zur Errichtungszeit erteilten Baugenehmigung wurde die bisherige »Brandabschnittsbildung« akzeptiert, wenngleich diese auch wegen der besonderen Art der Nutzung nicht in Gänze den heutigen

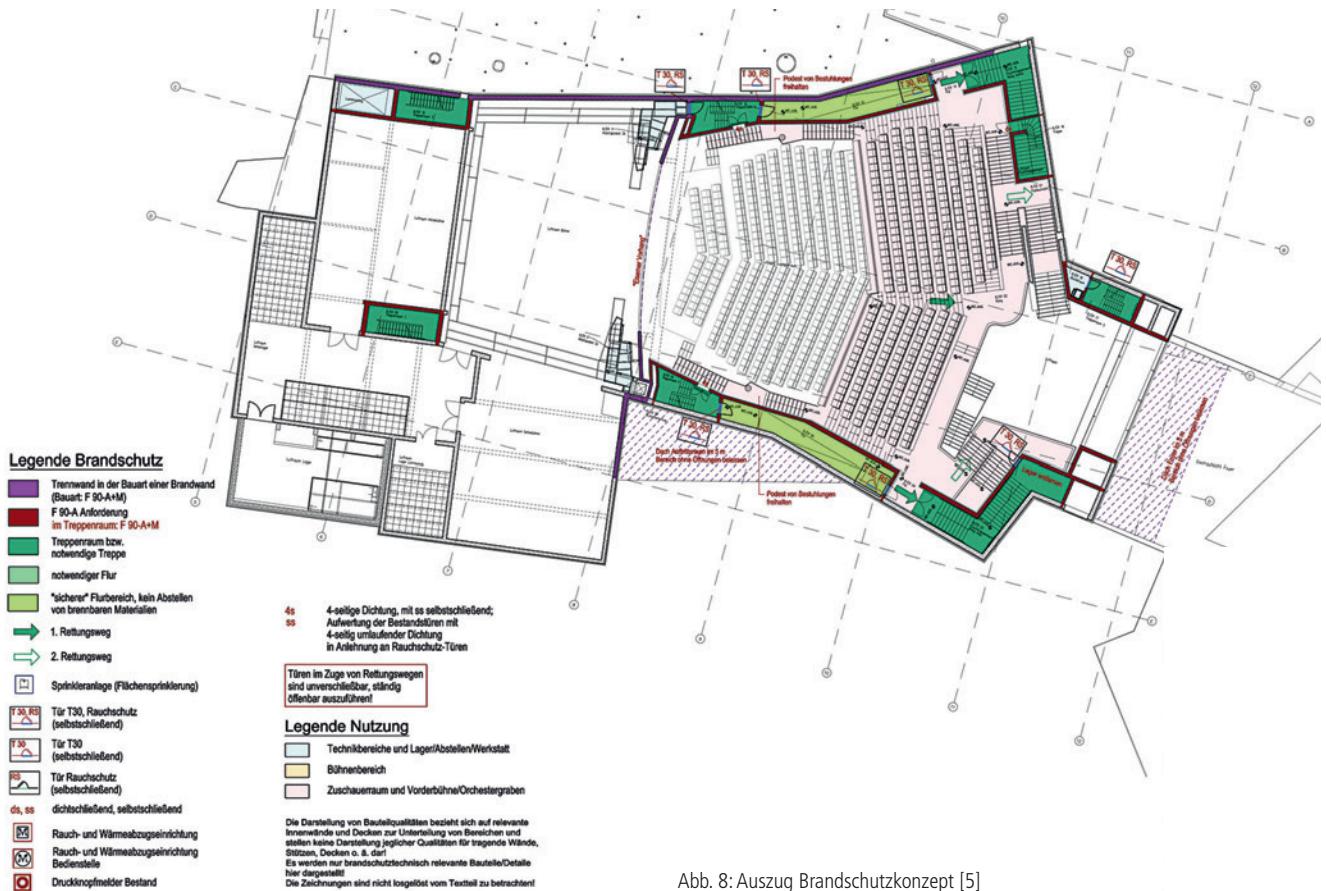


Abb. 8: Auszug Brandschutzkonzept [5]

Anforderungen genügt. In den Abb. 7 und 8 sind die zwei Ebenen der Zuschauerbereiche zu sehen, welche die grundlegende brandschutztechnische Struktur erkennen lassen.

Neben der Nachrüstung bzw. dem Ersatz fehlender oder verschlissener Abschottungen, Öffnungsabschlüsse und Installationskanäle sowie der Ergänzung teilweise fehlender Abtrennungen notwendiger Treppenräume bestand ein Schwerpunkt der Brandschutzplanung in der exakten Beschreibung erforderlicher Nachrüstungen der anlagentechnischen Komponenten. In dieser Hinsicht sind vor allem die Rettungswegbeschilderung und die Sicherheitsbeleuchtung, die im Bestand vorhandene mangelhafte Brandmeldeanlage, die nur sehr eingeschränkte Möglichkeit einer Funkkommunikation der Rettungskräfte der Feuerwehr sowie die nicht vollständig intakte automatische Feuerlöschanlage für die Großbühne zu nennen.

Für die nach der NVStättVO [6] geforderte und im Bestand vorhandene automatische Sprühwasserlöschanlage für die Hauptbühne und den Schutzvorhang wurde ein neuer Sprinklervorratsbehälter mit nebenstehender Sprinklerpumpenzentrale als Neubau vorgesehen, da der Anschluss an die Trinkwasserversorgung und die vorhandene Löschwasserbevorratung die erforderliche Löschwassermenge nicht zur Verfügung stellen konnte. Auch wenn der Entrauchungsversuch des Zuschauerraums vor Ort ein grundsätzlich zufriedenstellendes Ergebnis ergab, sollte die Entrauchung durch technische Maßnahmen verbessert werden. Die Personenstromanalyse ergab, dass der Raum

im Gefahrenfall zügig geräumt wird, wodurch es in Abstimmung mit der zuständigen Brandschutzdienststelle als ausreichend angesehen wurde, lediglich innerhalb der bestehenden Abluftkanäle geeignete Entrauchungsventilatoren zu integrieren, um die Möglichkeit der Kaltrauchabführung für die Feuerwehr zu verbessern. Die bestehende Brandmeldeanlage war im Bestand nur als Teilbrandmeldeanlage vorhanden. Vor allem wegen der vielfältigen Erleichterungen wurde die Brandmeldeanlage, die ohnehin zu erneuern war, prinzipiell als Anlage der Kategorie 1 nach DIN 14675 vorgesehen, jedoch ohne vollständige Überwachung des großen Saals. Für das Foyer wurde wegen der überlieferten geradlinigen Deckengestaltung, die durch einzelne Brandmelder nicht gestört werden konnte, ein Rauch-Ansaug-System gewählt (Abb. 9). Sozusagen hinter den Kulissen war die Technik umfangreich zu erneuern, was in diesem Fall aus denkmalpflegerischer Sicht als unkritisch bewertet wurde (Abb. 10). Bauzeitlich nicht vorhanden, aber aus Sachverständigen-sicht unverzichtbar, war die Einrichtung einer Stufenbeleuchtung im großen Saal. Diese Maßnahme wurde im Rahmen einer überfälligen Erneuerung der Sitzauflagen möglich (Abb. 11).

Ein weiterer Kernpunkt des Brandschutzkonzepts bestand in der eingehenden Bewertung der bauzeitlichen bzw. aktuellen Regelungen der Niedersächsischen Versammlungsstättenverordnung (NVStättVO, [6]), die im folgenden Abschnitt erörtert wird.



Abb. 9: Kaum wahrzunehmen: Rauch-Ansaug-System der BMA im Foyer

Notwendige Erleichterungen

Während der Brandschutzplanung stellten sich insgesamt 14 Erleichterungstatbestände nach § 51 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO, [7]) in Verbindung mit der Allgemeinen Durchführungsverordnung zur NBauO (DVO-N BauO, [8]) und der NVStättVO [6] heraus, die wegen der jeweils schlüssigen Begründung gestattet werden konnten. Die wesentlichen Erleichterungen betrafen u. a. im Bestand vorhandene Öffnungsabschlüsse, die Feuerwiderstände vorhandener Bauteile bzw. Tragwerke, die konkrete Ausführung der Brandabschnitte und Trennwände, das Baustoffverhalten bauzeitlicher Bekleidungen und die Größen bzw. die Ausführung der vorhandenen Öffnungen zur Rauchableitung.

Neben dem Hauptargument des umfassend gegebenen Bestands- und Denkmalschutzes konnten die jeweils einzeln betrachteten Situationen und die konkreten brandschutztechnischen Nachrüstungsmaßnahmen, aber auch die im Vorfeld und oben bereits näher erläuterten ingenieurgemäßen Nachweise zur Begründung der von den geltenden Vorschriften abweichenden Tatbestände herangezogen werden. Im Ergebnis ist festzustellen, dass durch diese Herangehensweise das Hauptziel der Erhaltung bauzeitlicher Oberflächen und Details erreicht wurde (Abb. 12 bis 15). Auch der besondere Durchblick aus dem Restaurant über den Thekenbereich in das Foyer ist ohne brandschutztechnische Abtrennung weiterhin zu erleben (Abb. 12).



Abb. 10: Neue Technik im Bereich der Großbühne



Abb. 11: Neue Stufenbeleuchtung

Besondere Herausforderungen während der Umsetzung

Der Bauherr entschied sich für eine vollständige Schließung des Theaters und beschloss die Generalsanierung unter Voraussetzung eines ambitionierten Zeitplans, welcher eingehalten werden konnte.

Im Verlauf der Bauarbeiten ergaben sich, z. B. durch Abbrucharbeiten und Freilegungen, wie bei bestehenden Gebäuden durchaus üblich, trotz der zuvor vorgenommenen Gefahrenanalyse, einige abweichende bauliche Gegeben-

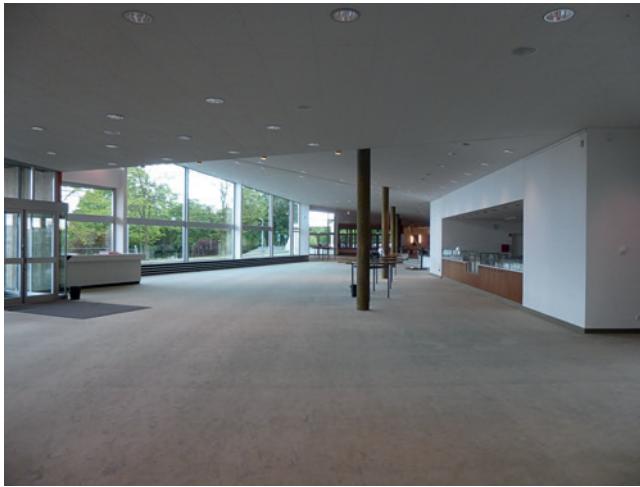


Abb. 12: Das »aufgefrischte« Foyer mit barrierefreiem Zugang im Hintergrund



Abb. 13: Stilsicher wurde die Aufarbeitung der Möblierung durch den Architekten geplant.

heiten, als im bisherigen Brandschutznachweis angenommen. Weiterhin wurden im Verlauf der Arbeiten planerische Änderungen an den Grundrissen im Zuge der Fortschreibung der Ausführungsplanung vorgenommen sowie Räume und deren Nutzungen geändert, was immer wieder eine Fortschreibung des Brandschutzkonzepts erforderlich machte. [5]

Zur Abtrennung gefährdeter Bereiche von Rettungswege, wie z. B. des nicht ständig besetzten Pförtnerbereiches vom Bühneneingang, wurden u. a. Feuerschutzvorhänge verwendet. Diese führte aufgrund bisheriger teilweiser Unkenntnis der Beteiligten zu zwischenzeitlichem Diskussionsbedarf (Abb. 16), wie das immer wieder bei brandschutztechnisch modernen Bauweisen auftritt.

Fazit

Mit der Durchsetzung des neuen Brandschutzkonzepts bei der Sanierung dieses außergewöhnlichen Baudenkmals der Moderne konnten die bisher bestehenden Gefährdungen, insbesondere auch für die wertvolle Bausubstanz, beseitigt werden. Des Weiteren konnte unter größtmöglicher Würdigung der denkmalpflegerischen Belange ganz im Sinne des aktuellen Arbeitsblatts BRANDSCHUTZ IM BAUDENKMAL der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland [2] eine angemessene Nachrüstung erreicht werden. Ungeachtet der notwendigen Maßnahmen konnte eine Vielzahl bauzeitlicher Details erhalten und damit in einem großen Um-

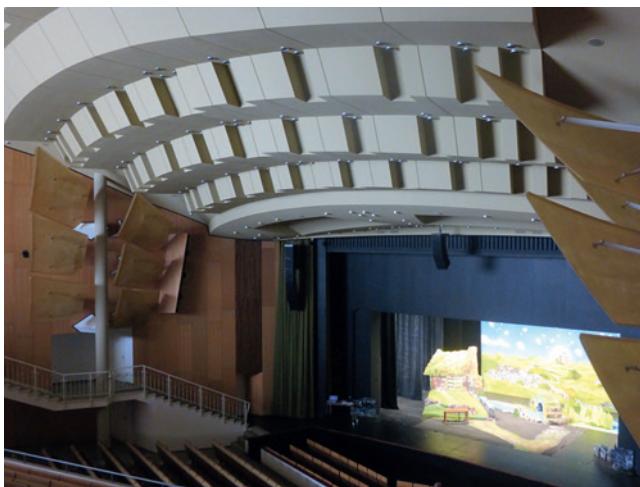


Abb. 14: Verbliebene bauzeitliche Decke und Holzbekleidungen im großen Saal

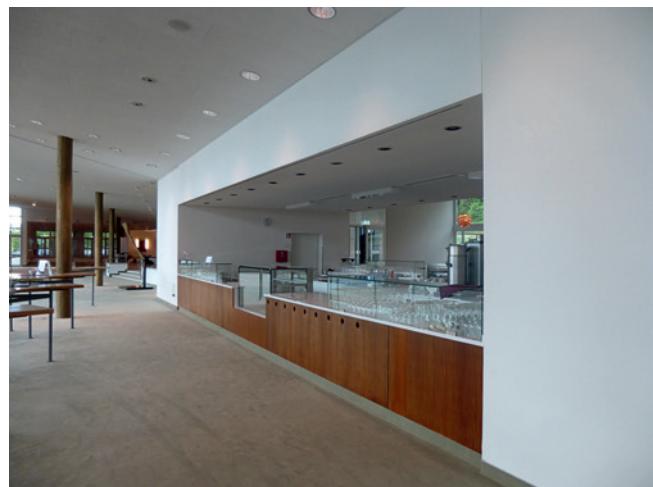


Abb. 15: Blick aus dem Foyer ins Restaurant



Abb. 16: Feuerschutzvorhang zur Abtrennung des Pförtnerbereichs



Abb. 17: Technisch neuer Inhalt unter dem bauzeitlichen »Gewand«



Abb. 18: Erhaltene Feuerschutztür

fang die vorhandene Substanz wiederverwendet werden. Durch eine intensive Zusammenarbeit aller Planungsbe teiligten, die auch kontroverse Diskussionen untereinander mit sich brachte, wurden vom heutigen Standard abweichende Situationen erarbeitet (Abb. 17 bis 19), die u. a. die umfassende Erhaltung der einmaligen räumlichen Situationen ermöglichte. Im Gegenzug wurden seitens der zuständigen Denkmalschutzbehörden mit Augenmaß – durchaus auch unter Zulassung von Beeinträchtigungen im denkmalpflegerischen Sinne – Veränderungen des Bau denkmals wegen sicherheitstechnisch notwendiger Überlegungen als akzeptabel beurteilt (Abb. 19).



Abb. 19: Bauzeitliche Türen und Verschlüsse wurden erhalten, die Rettungsweg kennzeichnung jedoch erneuert.

Literatur

- [1] Dehio, G.: Handbuch der Deutschen Kunstdenkmäler. Bd. Bremen/Niedersachsen. München, 1992
- [2] VdL (Hrsg.): Arbeitsblatt 13: Brandschutz im Baudenkmal. Münster, 2014
- [3] Planungsgruppe Geburtig: Theater der Stadt Wolfsburg, Brandschutztechnische Gefahrenanalyse und Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz, Stand 04.10.2010, Weimar 2010, unveröffentlicht
- [4] Planungsgruppe Geburtig: Theater der Stadt Wolfsburg Evakuierungssimulation, Stand 10.03.2013, Weimar 2013, unveröffentlicht
- [5] Planungsgruppe Geburtig: Theater der Stadt Wolfsburg- Sanierung, 1. Anpassung – Gebäudeorientierter Brandschutznachweis zum Bautenstand 25.09.2015, Weimar 2015, unveröffentlicht
- [6] NVStättVO: Niedersächsische Versammlungsstättenverordnung vom 08.11.2004, zuletzt geändert am 13.11.2012
- [7] NBauO: Niedersächsische Bauordnung vom 3. April 2012
- [8] DVO-NBauO: Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung vom 26.09.2012, zuletzt geändert am 13.11.2012

INFO/KONTAKT



Prof. Dr.-Ing. Architekt Gerd Geburtig

Inhaber der Planungsgruppe Geburtig; Fachautor und Dozent; Referatsleiter Brandschutz in der WTA e.V.; Mitglied im Normungsausschuss Brandschutzingenieurverfahren beim DIN; Prüfingenieur für Brandschutz; Honorarprofessor für das Fachgebiet Brandschutz an der Bauhaus-Universität Weimar.

Planungsgruppe Geburtig
Humboldtstraße 21
99423 Weimar
Tel.: 03643 8667-0
E-Mail: zentral@pg-geburtig.de



Achim Pilz

Scharoun Theater Wolfsburg

Sanierung und Erweiterung eines Kulturdenkmals von nationaler Bedeutung

Das Scharoun Theater Wolfsburg, ein »Kulturdenkmal von nationaler Bedeutung«, blieb 40 Jahre lang fast unverändert. Von 2014 bis 2016 sanierten es Brenne Architekten behutsam und erweiterten es denkmalverträglich. Unter anderem verbesserten sie Bühnentechnik, Brandschutz, Wärmedämmung und das Belüftungssystem im Zuschauerraum.

Das Theater von Hans Scharoun in Wolfsburg ist das Ergebnis eines Architekturwettbewerbs im Jahr 1965. Am 5. Oktober 1973 wurde das schöne Bauwerk eröffnet und schon 1989 als wichtiges Beispiel des organischen Bauens in Deutschland unter Denkmalschutz gestellt. Scharoun hatte bereits vor dem letzten Weltkrieg organisch gebaut – für ihn war das gleichbedeutend mit Bauen für den Menschen und seine Bewegungen. Schon in der Architektenvereinigung »Gläserne Kette« hatte er postuliert: »Erzwingen wir reinstes Schaffen durch Überlegung, durch Erkenntnis? Nein – der Mensch sei Mittelpunkt.« [1, S. 19] Der Architekturhistoriker Julius Posener betont, »[...] dass es Scharoun auf das Verhalten des Menschen im



Abb. 1: Hans Scharouns Theater in Wolfsburg wurde ein Jahr nach seinem Tod eröffnet. Heute ist es ein national wertvolles Kulturdenkmal. Die Ansicht von Norden zeigt die Entwicklung vom niedrigen Eingang und dem langen Foyer über das große Fenster zur Stadt bis zum polygonalen Bühnenblock. (© Brenne Architekten)

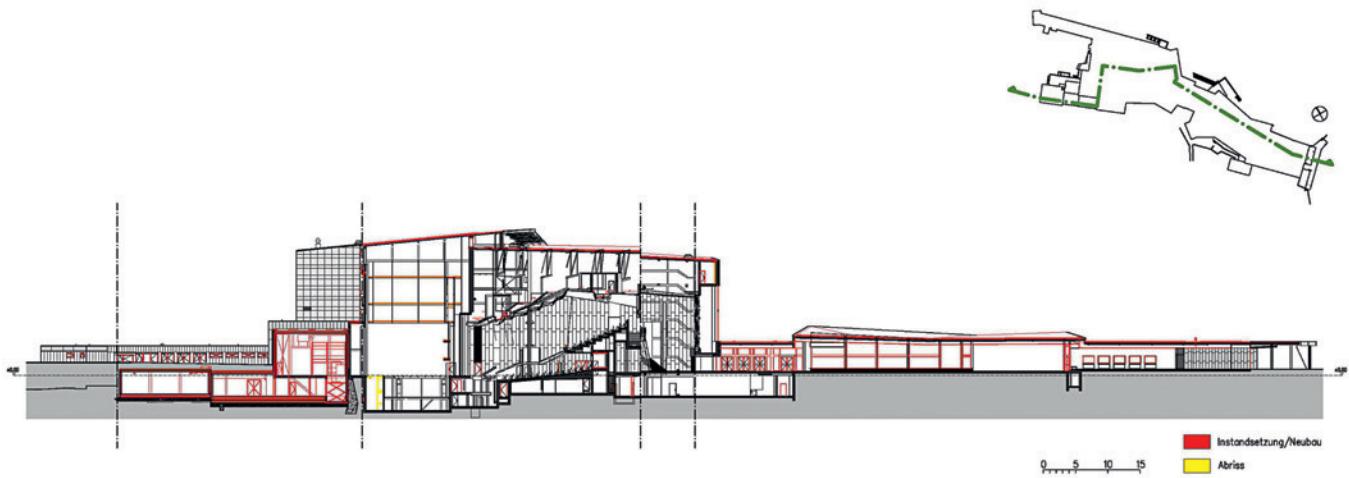


Abb. 2: Im Querschnitt sind die hinteren Neubauten gut zu erkennen. Auch Dächer und Fenster wurden energetisch verbessert. (© Brenne Architekten)

Raum ankommt, und zum Raum.« [2, S. 8] Er drückt die daraus resultierende Gestaltungsauffassung so aus: »Der Architekt sei nicht Gestaltgeber, sondern Gestaltfinder.« [2, S. 8]

Gestaltfinder

Die Gestalt für das Theater findet Scharoun in der Landschaft und in seinen Erfahrungen. Das Theater schmiegt sich in die hügelige Landschaft ein. Es entwickelt sich aus dem Nordosthang des Klieversbergs heraus. Rasenflächen umgeben es, oberhalb beginnt der Wald (Abb. 1). Sein freier Grundriss ist lang, schmal und un-

regelmäßig. Er beginnt mit einem eingeschossigen Flügel, der die Waldkante aufnimmt. Bald steigt er in der Höhe etwas an und öffnet sich zur Stadt, bevor er sich in »herrlicher Großzügigkeit« [3, S. 19] zum Ort der Gemeinschaft öffnet, dem eigentlichen Bühnenraum (Abb. 2). An den polygonalen Bühnenblock schließt wieder ein eingeschossiger Flügel an. Außen tragen die Wände der beiden Flügel und der untere Bereich des Blocks hellbeigten Travertin, einen von Nahem abwechslungsreichen Naturstein. Oben schließen die Flügel mit einem Aluminiumband als Gesims ab. Der obere Teil des Bühnenblocks ist mit dunkleren, kräftiger gezeichneten Brekzie-Platten verkleidet. Diese landschaftliche Skulptur ist ebenso von innen heraus für die Besucherströme als Bewegungsraum entwickelt. Natürliche Belichtung, künstliche Belichtung und Klimatechnik sind integraler Bestandteil der Gestaltung. Geschickt nutzt Scharoun Licht, um die Bewegung organisch zu leiten.

Bewegungsraum

Ein expressives Dach über den Zuschauereingängen vermittelt zwischen dem Straßenraum und dem relativ kleinen Kassenraum. Von dort gelangt man in das 80 m lange Foyer. Mit natürlichem und künstlichem Licht lenkt es geschickt die Bewegungen an den dienenden Funktionen vorbei. Ein paar Stufen trennen den intimeren Bereich



Abb. 3: Erneuerte Küche der beidseitig zugänglichen Bar (© Brenne Architekten)

mit der großen Garderobe und den Zügängen zu den Toiletten von der Bar (Abb. 3). Hier steigt die Decke von der Bergseite Richtung Innenstadt an, wo sich die Fassade zu einem 25 m breiten Panoramafenster öffnet (Abb. 4 und 5). Von hier geht der Blick über Rasenflächen und das Planetarium zur etwas tiefer liegenden Stadt und der VW-Autostadt. Bevor man in den Bühnenraum kommt, öffnet sich noch einmal die Fassade auf beiden Seiten zur bewaldeten Bergseite und zum Park.

Zuschauerraum

Durch eine akustische Schleuse betritt man das Zwischenfoyer (Abb. 6), das die gleiche statliche Höhe aufweist wie der Zuschauerraum. Über ein großes Fenster nach Südosten (Abb. 7) kann es mit Tageslicht aus-

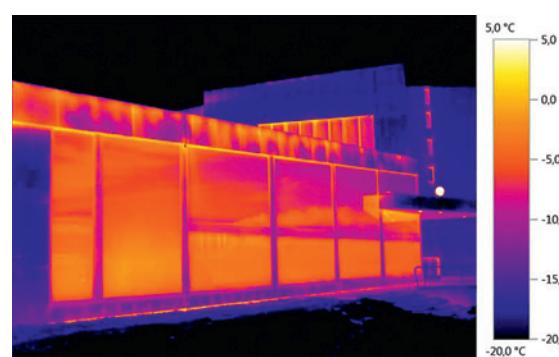


Abb. 4: Die Thermografie des Panoramafensters im Foyer zeigt starke Wärmeverluste im Dachrandbereich. Dieser bauzeitliche Ausführungsfehler wurde verbessert. (© eneryst braunschweig)



Abb. 5: Vor der Bar öffnet sich der Raum zum Panoramafenster. Markant sind die restaurierten Sterntische von Scharoun und die Sichtbetonwand. Ihr ursprünglicher Terracottaton wurde nach Befunduntersuchungen wiederhergestellt. (© Lars Landmann)

geleuchtet werden. Durch unterschiedliche Strukturläser wird das Licht gestreut, sodass die verschiedenen Tageslichtstimmungen bis in den Zuschauerraum spürbar bleiben. Bei Bedarf verdunkelt es ein Vorhang. Außen ist der skulpturale Bühnenblock 24 m hoch und bis auf ein weiteres großes Fenster gänzlich ge-

schlossen. Neben der Hauptbühne mit 825 Sitzplätzen (Abb. 8) nimmt er eine Seitenbühne und die Probenbühne mit 200 Plätzen auf. Letztere befindet sich 11 m über der Hauptbühne und wird nach Nordwesten über das weitere Fenster belichtet. So sind Nutzungen wie Proben oder Aufführungen für Schulen auch bei Tageslicht möglich. Der Saal der Hauptbühne hat einen trapezförmigen Grundriss und dadurch schon eine recht gute Akustik. Wände und Decke sind mit honigfarbenem Eschenholz getäfelt, der Boden mit hellem Teppichboden belegt. Die Seitenwände dominieren je sechs Akustiksegel im Holzton. Sie waren bauzeitlich nachgerüstet worden, um die Akustik zu optimieren. An den Bühnenraum schließen weitere flache Anbauten mit Räumen für Verwaltung und Künstler an.



Abb. 6: Die Anordnung der Downlights im Zwischenfoyer konnte durch eine Ausnahmeregelung erhalten werden. Sie erhielten eigens entwickelte LED-Leuchtmittel. (© Brenne Architekten)

Wertvolles Kulturdenkmal

Scharoun starb 1972, ein Jahr vor Fertigstellung des Gebäudes. Schon 1988 wurde das Theater in der Denkmalkartei wegen seiner »besonderen Wertschätzung der Plastischen Gestaltung, der Bauform, der Funktionsabfolge und der Grundrisslösung« als »eines der wertvollsten Bauwerke der Stadt« bezeichnet [4, S. 31]. 1989 wurde es in das Verzeichnis der Kulturdenkmale aufgenommen und 2014 als national wertvolles Kulturdenkmal anerkannt, »[...] eine überragende Entwurfsidee, die [...] einen einmaligen Raumeindruck schafft.« [4, S. 32] Ein Grund war auch, dass es über 40 Jahre nahezu unverändert erhalten geblieben war.

Durch die Einstufung konnten auch Förderungen durch den Bund, das Land und die Deutsche Stiftung Denkmalschutz (DSD) beantragt werden. Die Beauftragte der Bundesregierung für Kultur und Medien (BKM), das Land Niedersachsen und die DSD stellten Mittel zur Verfügung. Die DSD unterstützte die Restaurierung der Wandvertäfelung und der Bestuhlung im Zuschauerraum. Das BKM fördert ausschließlich Kulturdenkmale von nationaler Bedeutung, das Land den speziell



Abb. 7 (oben): Großes Südfenster des Bühnenblocks; rechts am Rand zu sehen sind auch das Dach des neuen Raucherpavillons und der Anbau für die Toiletten. (© Brenne Architekten)



Abb. 8 (rechts): Zuschauerraum mit aufbereiteten Stühlen. Auch die Klimatechnik in ihrem Inneren wurde überholt. Luftverteilung und Geräuschentwicklung konnten deutlich verbessert werden. (© Brenne Architekten)

zu ermittelnden Mehraufwand innerhalb der Gesamtsanierung.

Hoher Zeugniswert

Bis auf Schönheitsreparaturen befand sich das Theater noch 2014 auch im Inneren weitgehend im Originalzu-

stand. Allerdings entsprach es energetisch, sicherheitstechnisch und bühnentechnisch lange nicht mehr dem aktuellen Standard. Neben der stark veralteten Technik waren die knapp bemessenen Sanitärräume ein Problem. Vor den Damentoiletten bildeten sich in den Pausen lange Schlan-

gen. Das Gebäude wurde durch Brenne Architekten als Generalplaner 2014/2015 in Abstimmung mit der Denkmalpflege saniert. Ziel war die größtmögliche Erhaltung der Originalsubstanz.

Gebrauchsspuren sollten nicht gänzlich beseitigt, Ausstattungsge-

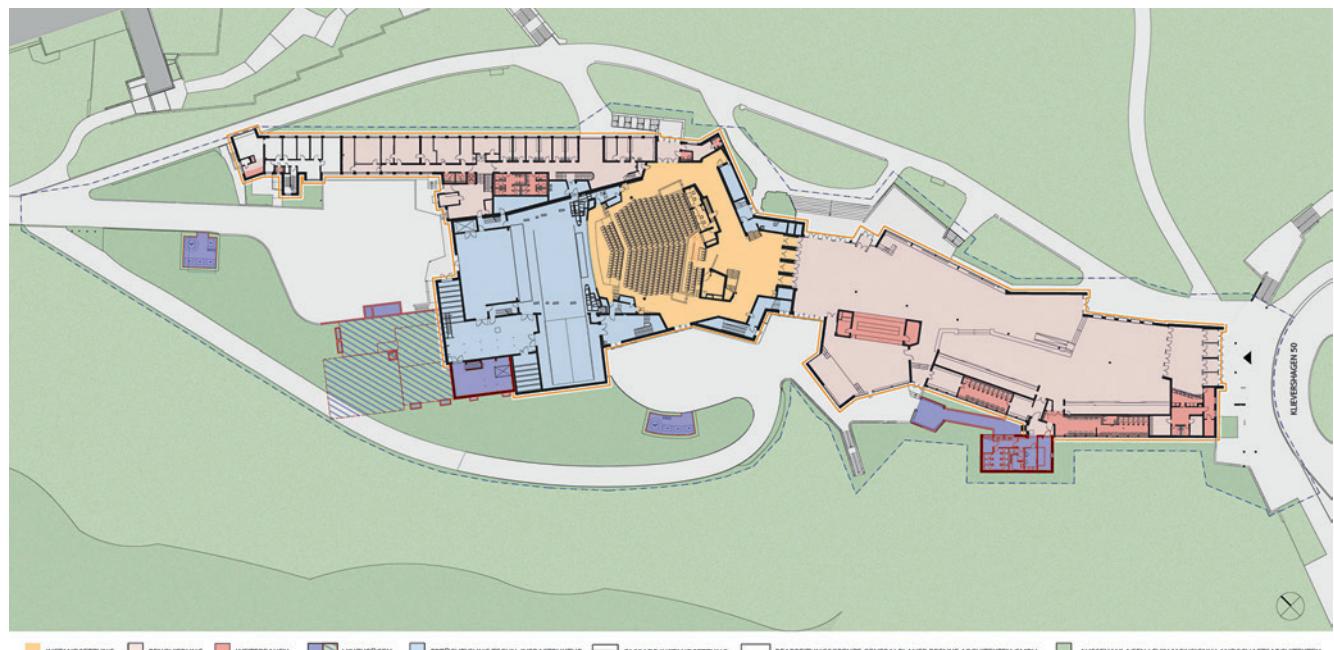


Abb. 9: Im Grundriss des Erdgeschosses sind die verschiedenen Baumaßnahmen farbig eingetragen – vom Instandsetzen, Renovieren und Ertüchtigen bis zum Weiterbauen und Hinzufügen. (© Brenne Architekten)



Abb. 10: Schminkraum auf dem Weg zu den Damentoiletten vor der Sanierung
© Lars Landmann



Abb. 11: Schminkraum mit bauzeitlicher Farbigkeit nach der Wiederherstellung
© Lars Landmann

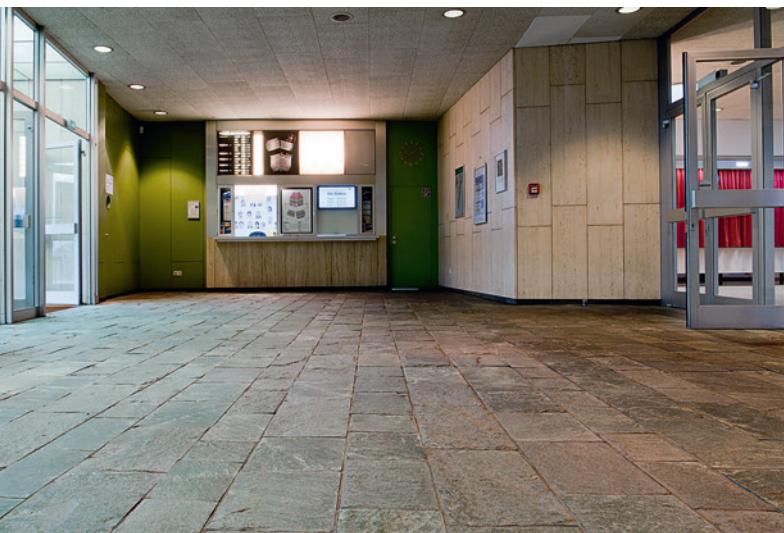


Abb. 12: Vor Beginn der Sanierung 2013 war der Kassenbereich kleinteilig und wenig kommunikativ. © Lars Landmann



Abb. 13: Der neu gestaltete Kassenbereich ist großzügiger, heller und macht eine zeitgemäße Digitalisierung möglich. © Lars Landmann

genstände trotz eines veränderten Zeitgeistes nicht ausgetauscht werden.

Instandsetzen, Renovieren, Ertüchtigen und Ergänzen greifen ineinander, um den hohen Zeugniswert des Denkmals zu erhalten (Abb. 9).

- ▶ Instand gesetzt wurden beispielsweise der Theatersaal und die Fassade.
- ▶ Renoviert wurden vor allem der Eingangsbereich, das Foyer und die Verwaltung.
- ▶ Ertüchtigt wurde die technische Infrastruktur mit der Bühnenanlage und den Technikräumen.
- ▶ Ergänzt wurde auf zwei Arten: weitergebaut, wie im Bereich der Kassen und der Bar, hinzugefügt im Sanitärbereich, bei der Bühne und den Depot- und Magazinräumen.

Geschickte Ergänzungen

Weitere Toiletten

Im fliederfarben gestrichenen Vorraum der Damentoiletten befinden sich 20 Schminkplätze. Hier stehen runde Hocker mit einem Stoffbezug in leuchtendem Orange (Abb. 10 und 11). Der grünstichige graue Teppichboden ergänzt diesen Farbklang, der fast so kräftig geraten ist wie die Farbigkeit von Scharouns Geschwister-Scholl-Gesamtschule in Lünen. Da diese Räume erhalten bleiben sollten und es sonst keine geeigneten Raumreserven gab, entschloss man sich zu einem Anbau, »der sich ganz im Sinne von Hans Scharoun in den Hang hineinschiebt und von außen kaum in Erscheinung tritt«, beschreibt es Winfried Brenne [4, S. 56]. Die dezente Ergänzung bietet nun erstmals auch Platz für eine behindertengerechte Toilette (Abb. 9). Zwischen Geländestützmauern aus Sichtbeton fand auch ein halboffener Raucherpavillon Platz, der das dortige Provisorium ersetzt (Abb. 7). Mit seinem fünfeckigen Grundriss führt der Pavillon die polygonale Formensprache des Theaterbaus weiter. Um ihn subtil als neues Element kenntlich zu machen, zeigt die Oberfläche der integrierten Geländestützmauer hier keine senkrechten Bretterschalung, sondern ist

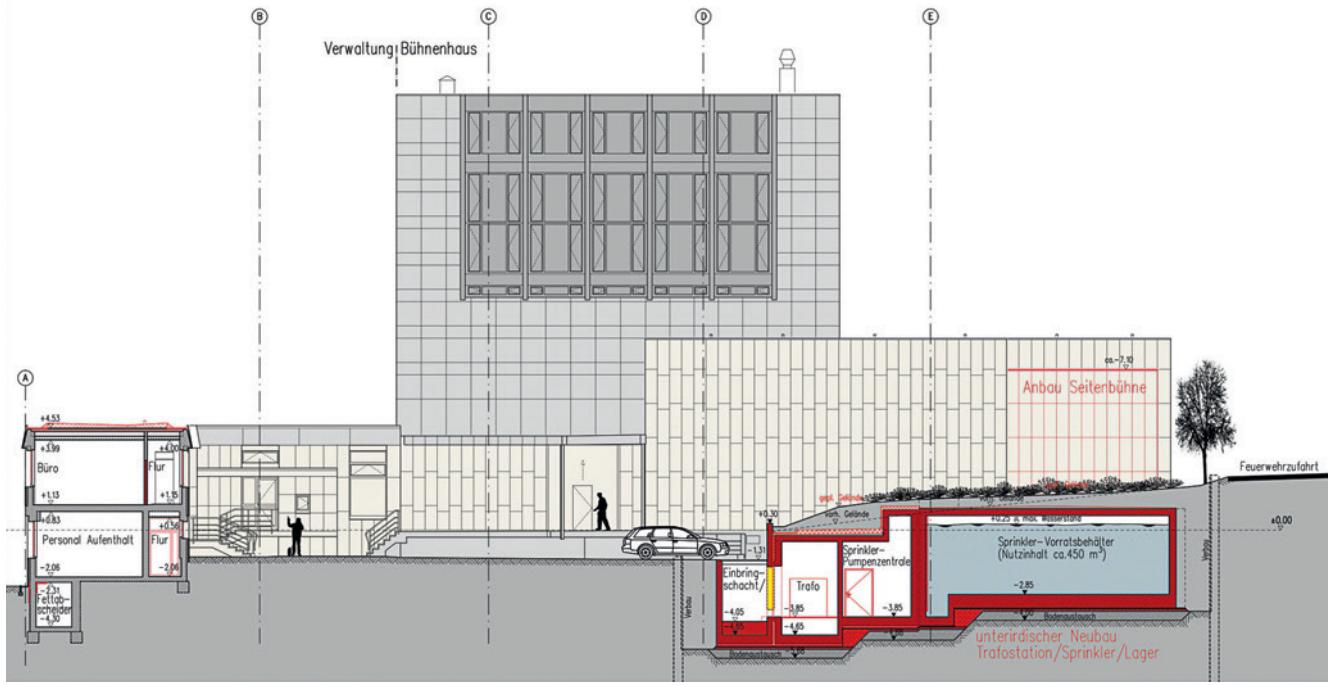


Abb. 14: Schnitt durch die Neubauten mit dem jetzt 15-mal größeren Wasserspeicher. Zusammen mit der Trafostation, der Pumpenzentrale und einem Lager liegt er unterirdisch. (© Brenne Architekten)

glatt ausgebildet. Die organische Gestaltung Scharouns und seine additive Fügung einzelner Volumina machen diese Art des Weiterbauens stimmig.

Helle Kassenhalle

Ein häufiger Kritikpunkt bei Befragungen der Besucher war die Gestaltung der Kartenausgabe in der Kassenhalle. Diese war seinerzeit deutlich kleiner realisiert worden, als im ursprünglichen Wettbewerbsentwurf vorgesehen und zudem reduziert gestaltet (Abb. 12). Farbige Oberflächen, Travertinverkleidung und gerahmte Verglasungen wirkten insgesamt kleinteilig. Schon 2013, beim Auswahlverfahren für den Generalplaner, wurde ein Entwurf zur Verbesserung dieses ersten Innenraums verlangt. Die gewünschte kommunikative und zeitgemäße Gestaltung wurde von Brenne Architekten umgesetzt. Heute ist die komplette Wand einheitlich verglast und hat offene Fenster. So wirkt der Empfangsraum weitaus heller, freundlicher und großzügiger als das Original und macht auch eine zeitgemäße Digitalisierung möglich (Abb. 13).

Zisterne, Technik und Seitenbühne

Auch hinter dem Bühnenblock wurde behutsam ergänzt. Bis zur Sanierung waren nur 30 m³ Löschwasser vorgehalten worden. Der Rest wurde über das Trinkwasser bereitgestellt, was heute nicht mehr zulässig ist. Die neue unterirdische Zisterne bietet ein Volumen von 450 m³ (Abb. 14). Angrenzend wurden ebenfalls unterirdisch eine Trafostation, Magazine und Abfallbehälter untergebracht. Der Abbau der bauzeitlichen Trafoanlage schafft Platz für neue Komponenten der modernisierten Gebäude- und Bühnentechnik. Oberirdisch planten die Architekten einen neuen Raum für die Seitenbühne und ihre Kulissen sowie für Umbauten. Er ist wie die Originale mit gleichformatigen Travertinplatten verkleidet. Allerdings zeigen sie ein anderes Fugenbild. Zu-

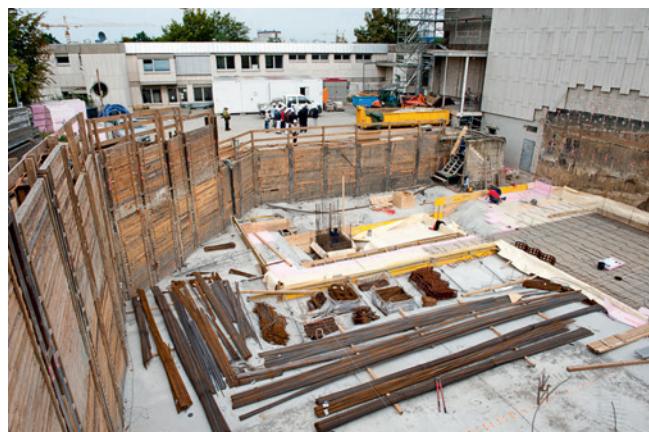


Abb. 15: Der größte Teil der neu hinzugefügten Räume liegt unterirdisch. (© Lars Landmann)



Abb. 16: Der neue Bühnenanbau ist deutlich vom Bestand abgesetzt. Das Format der Fassadenplatten aus Travertin wurde beibehalten. (© Brenne Architekten)



Abb. 17: Nachdem die Vorhänge der Garderoben gereinigt wurde, sind sie wieder ein kräftiger Farbtupfer, von Tageslicht beleuchtet. (© Lars Landmann)



Abb. 18: Die sanierten Oberlichter im Foyer erhielten neue Halogenlampen. Hier konnte kein effizienteres Leuchtmittel gefunden werden. (© Lars Landmann)

dem ist der Anbau eindeutig von der bauzeitlichen Fassade und dem Dach zurückgesetzt (Abb. 16).

Energetische Sanierung

Die Gebäudehülle wurde energetisch dort verbessert, wo dies ohne sichtbare Veränderungen möglich war. Die großen Beton-Dachflächen erhielten eine neue Wärmedämmung, die Fenster bessere Gläser (Abb. 2 und 9). Die leichte Dämmung der mit Natursteinplatten verkleideten Fassaden wurde nicht verbessert. Einzelne Platten waren nicht mehr sicher befestigt. Für sie entwickelte der Hersteller eine neue Befestigung, die eine Zulassung im Einzelfall erhielt.

Original erscheinende Fenster

Die Fenster wurden mit einer verbesserten Wärme- und Sonnenschutzverglasung und neuen Dichtungen ausgestattet. Damit sie möglichst original

erscheinen, wurden die Rahmen- und Flügelprofile dabei ebenso weiterverwendet wie die Glashalteleisten. Nur die raumhohen Fenster im Foyer mussten komplett ausgewechselt werden (Abb. 4). Da das heutige Isolierglas fast doppelt so viel wiegt wie die ursprüngliche Einfachverglasung, mussten Unterkonstruktion und Rahmen den neuen Lasten angepasst werden. Auch veränderten das Gas im Zwischenraum der neuen Gläser sowie eine Beschichtung den Farbton des durchscheinenden Lichts. Obwohl einige Glasbemusterungen stattfanden, um ein möglichst neutrales Glas auszuwählen, ist die Lichtfarbe heute minimal, aber wahrnehmbar grünlicher.

Besser gedämmtes Dach

In der Thermografie-Aufnahme der beauftragten Bauphysiker zeigte sich der Dachrand als gravierende energetische Schwachstelle. Dieser bauzeitliche Ausführungsfehler ließ sich

leicht beheben. Schäden an den Flachdächern machten zudem eine Erneuerung der Dachhaut und der Dämmung nötig. Dabei wurde die Stärke der Dachdämmung von bislang 6 cm auf im Mittel 20 cm erhöht (mit Gefälle). Durch ein speziell entwickeltes Dachranddetail mit einer Reduktion der Dämmung auf 10 cm konnte das bauzeitliche Attikaprofil in Höhe und Material erhalten werden.

Gut regelbare Beleuchtung

Eine gut regelbare Beleuchtung war für die weitere umfangreiche Nutzung des Foyers notwendig. Die Decke musste multifunktional ausgerüstet werden, um den verschiedenen Bedürfnissen so unterschiedlicher Nutzungen wie dem Verweilen vor der Aufführung oder einer intimen Lesung gerecht zu werden. Die bauzeitlichen Downlights sind nun mit LED-Leuchtmitteln ausgestattet, die im Normalbetrieb wie ursprünglich beleuchten, einschließlich

der atmosphärischen bauzeitlichen Lichttemperatur. Neu ist, dass sie zudem farbiges Licht je nach Bedarf erzeugen können.

Weder im Foyer noch im Zwischenfoyer waren die Downlights gleichmäßig verteilt gewesen, sondern mal verdichtet, mal aufgelockert mit einer entsprechend unterschiedlichen Beleuchtungsstärke (Abb. 6). »Es entstehen ähnliche Effekte, wie sie auch bei Tage durch die mal offenen, mal geschlossenen Wandflächen erzeugt werden«, beschreibt der Sanierungsarchitekt die Wirkung [4, S. 54]. Da für diese Verkehrsflächen aus Sicherheitsgründen eine gleichmäßige Ausleuchtung gefordert ist, war hier eine Ausnahmeregelung der Bauaufsicht erforderlich.

Auch für den Zuschauerraum sollten energiesparende LEDs zum Einsatz kommen. Dabei sollten die in die Rabitzdecke eingebundenen Lampenrahmen und die Reflektoren erhalten bleiben. Da LEDs nur nach unten und nicht zur Seite abstrahlen, wurde eine spezielle Lampentechnik entwickelt. Ein Phosphorkolben vor den LEDs streut ihr Licht und bewirkt die komplette Ausleuchtung des bauzeitlichen Reflektors.

Eine weitere Herausforderung waren die Oberlichter im Foyer (Abb. 17). Nachts strahlt in ihnen ein Kranz aus 13 Glühlampen. Da hier kein LED-Leuchtmittel zur Verfügung stand und durch die schlanke Form der Leuchtmittel auch nicht entwickelt werden konnte, ersetzen heute Halogen- die Glühlampen (Abb. 18).

Die Einbauleuchten des Vordachs schließlich wurden alle erneuert, weil baugleiche Originalleuchten nicht erhältlich und die neuen Leuchten leicht anders proportioniert waren. Die Treppen erhielten in die Stufen eingesetzte LED-Beleuchtungen, um die



Abb. 19: Lebendiges Eschenfurnier im Zuschauerraum: Die zwischenzeitlich aufgetragene egalisierende Weißlasur wurde restauratorisch entfernt und das unterschiedlich getönte Holz gewachst. (© Lars Landmann)

baurechtlich geforderte Sicherheit der Rettungswege zu erhöhen.

Materialien und Oberflächen

Bei der Sanierung sollten Patina und Gebrauchsspuren sichtbar bleiben. Ziel war ein möglichst authentisches Gesamtbild mit Überarbeitung und Pflege der Oberflächen. So wurde der bauzeitlich erhaltene, aber in die Jahre gekommene Bestand im Foyer originalgetreu erneuert, ebenso der die Akustik verbessende Teppichboden (Abb. 5). Der bauzeitliche Hersteller produzierte die nicht mehr erhältliche Farbe eigens neu.

Die aus unterschiedlich geneigten Flächen gebildete abgehängte Akustikdecke im Foyer wurde ausgebaut, um Brandschutz- und Sicherheitsinstallationen sowie Veranstaltungstechnik unterzubringen. Die bauzeitlichen Akustikplatten enthielten kanzerogene Fasern. Sie wurden entsorgt

und durch baugleiche, neu hergestellte Platten ersetzt. Dabei war es wichtig, dass die Oberfläche der neuen Platten ebenso fein strukturiert ist wie im Original (Abb. 17). Um dies zu erreichen, wurden die Produktionslinie eigens wieder aufgenommen und die Werkzeuge neu gefertigt. Die unterschiedlich geneigten Flächen erzeugen im Streiflicht der Fenster ein lebendiges Licht- und Schattenspiel mit changierenden Helligkeitswerten in Weiß und Grau, »nicht spektakulär, aber effektiv«, beschreibt es der Architekt [4, S. 55].

Auch im Zuschauerraum wurden alle Bauteile und Oberflächen sorgfältig restauriert. Zwischenzeitlich waren die unterschiedlich hellen Eschenfurniere der den Raumeindruck prägenden bauzeitlichen Holzbekleidung der Wände mit einer Weißlasur egalisiert worden. Nach dem restauratorischen Abnehmen der Lasur, dem Ausbessern von Fehlstellen und einem farblosen Wach-

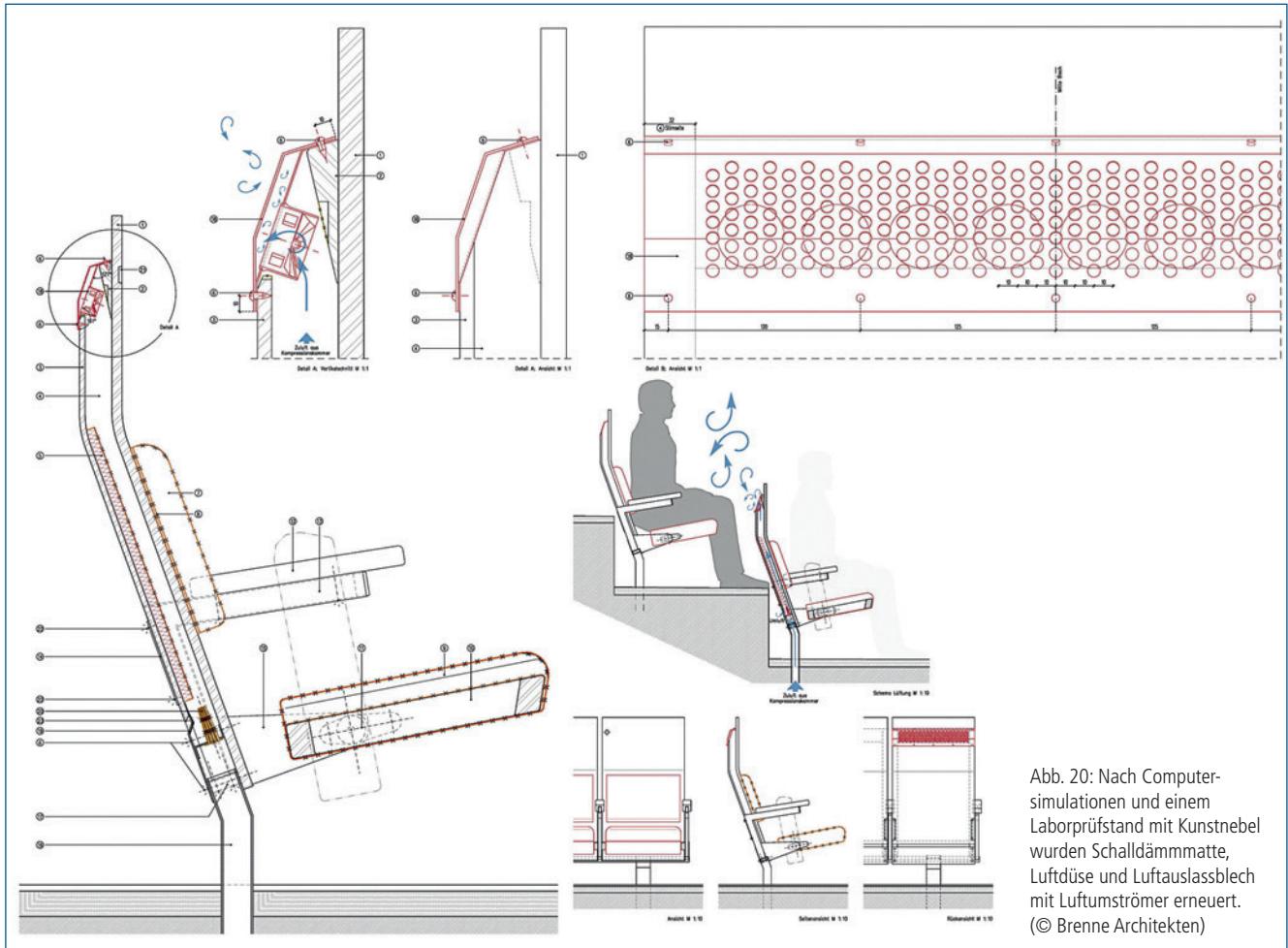


Abb. 20: Nach Computersimulationen und einem Laborprüfstand mit Kunstnebel wurden Schalldämmmatte, Luftpistole und Luftauslassblech mit Luftumströmer erneuert.
(© Brenne Architekten)

sen kommen ihre honigfarbenen Nuancen wieder voll zur Geltung (Abb. 19).

Akzentuierte Farbigkeit

Die frisch-roten Polster der Bestuhlung, das honigfarbene Eschenholz und der grünstichige Teppichboden sowie die leicht grüne Decke verleihen dem Zuschauerraum einen angenehmen, festlichen Charakter (Abb. 8). Die unterschiedliche Farbwirkung der Eschenfurniere »wirkt [...] sehr lebendig und in ihrer Einfachheit angenehm«, wie es der Sanierer ausdrückt [4, S. 53].

Vereinzelte Flächen wie der Sichtbeton im Foyer vor der Bar sowie die Räume der Verwaltung, der Künstler und der WCs hatten einen anderen Farbton erhalten. Die originale Farbigkeit wurde wiederhergestellt:

- der Schminkraum erhielt seinen Fliederton zurück (Abb. 10 und 11),
- die zwischenzeitlich rosafarbene Sichtbetonoberfläche ist wieder Terracottafarben (Abb. 5),
- die Säulen unter dem Vordach des Haupteingangs stehen wieder in ihrem ursprünglichen satten Dunkelrot,
- der Goldton der sägerau geschalteten Betonstützen im Foyer wurde vorsichtig aufgearbeitet (Abb. 5).

Integrierte Lüftung

Nicht nur die roten Polster und das Eschenholz der Bestuhlung wurden sorgsam aufgearbeitet, sondern auch die Lüftungstechnik in ihrem Inneren. »Das bauzeitliche Konzept der integrierten Lüftung war im Grunde gut durchdacht«, lobt Winfried Brenne [4, S. 53]. Frische und temperierte Luft gelangt über die Stühle in den Saal. In ihre Lehnen sind Elemente der Lüftungstechnik integriert, die durch eine Druckkammer unter dem Zuschauerraum versorgt werden. Durch ungünstige Details gab es jedoch unangenehme Zugerscheinungen sowie störende Geräusche für die Besucher. Durch Computersimulationen und einen Laborprüfstand mit Kunstnebel konnten die störenden Details ausgemacht werden. Nach dem Austauschen der Schalldämmmatte und der Luftpistole im Inneren der Stühle und neuen Luftauslassblechen mit integriertem Luftumströmer konnten Luftverteilung und Geräuschentwicklung deutlich verbessert werden (Abb. 8 und 20).

Auch in der Decke des Foyers wurde die Lüftungstechnik komplett erneuert und eröffnet heute vielseitige Spielräume. Die optimierte Klimatechnik erhöht nicht nur den Komfort für die Besucher, sondern verbessert auch den Spielbetrieb.



Abb. 21: Die Schubkettenantriebe schieben das Bühnenpodium in Position. Ein erheblicher Teil der Baukosten wurde in solche technische Ausstattung investiert. (© Brenne Architekten)



Abb. 22: Blick in die komplexe Seiten- und Hinterbühne von oben (© Brenne Architekten)

Verbesserte Bühnentechnik

Vieles der bauzeitlichen Mechanik konnte erhalten werden. Vor allem im Bühnenraum im Bereich der Bühnentechnik wurden Maschinen, Antriebe und Steuerung erneuert und die Technikzentralen ertüchtigt (Abb. 21 und 22). Die Sicherheit der Versammlungsstätte wird nun durch frühe Branderkennung mit umgehender Alarmierung sowie der Möglichkeit schneller Evakuierung und zügiger Brandlöschung gewährleistet. Dadurch wurden diese Elemente des Gebäudes zwar tief greifend verändert, aber auch wieder voll ertüchtigt.

Zeitgemäß wird auch Inklusion wichtiger genommen. Für Menschen mit Handicap gibt es im Eingangsbereich nun Hilfen wie Rampen und automatische Türöffner. Durch die temporäre Entfernung einiger Stühle im großen Saal ist dort nun Platz für Rollstühle. Insgesamt wurden die fließenden Räume der herausragenden Architektur Scharouns kaum sichtbar modifiziert. Dadurch erfüllen sie die heutigen Anforderungen bestens und vermitteln gleichzeitig ein wertvolles Kapitel einmaliger Architekturgeschichte.

Literatur

- [1] Pfankuch, Peter (Hrsg.): Hans Scharoun – Bauten, Entwürfe, Texte. Berlin, 1974 (Schriftenreihe der Akademie der Künste; 10)
- [2] Janofske, Eckhard: Architektur-Räume – Idee und Gestalt bei Hans Scharoun. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg & Sohn, 1984
- [3] Blundell Jones, Peter: Scharoun und Häring – aus englischer Sicht. In: Stadt Biberach in der Riss (Hrsg.): Hugo Häring in seiner Zeit – Bauen in unserer Zeit. Symposium und Ausstellung. Biberach an der Riss, 1982
- [4] Forum Architektur der Stadt Wolfsburg (Hrsg.): Erhalten – Ertüchtigen – Erneuern. Generalsanierung Theater Wolfsburg 2014–2015. Berlin: Jovis, 2016

PROJEKTDATEN

Denkmalgerechte Sanierung Scharoun Theater Wolfsburg

Chronologie: 1965 Wettbewerb, 1973 Fertigstellung, 1989 Kulturdenkmal, 2014 Sanierungsbeginn, 2016 Wiedereröffnung

Bauherr: Stadt Wolfsburg

Bruttogeschossfläche: 14.700 m²

Bauvolumen: 245.000 m³

Plätze: Hauptbühne 825 (+ 120 stehend), Probenbühne 200

Generalplaner: Brenne Architekten, Berlin

Tragwerkplanung: Ingenieurbüro Rüdiger Jockwer, Berlin

Bühnentechnik: Theater Engineering Ingenieurgesellschaft, Berlin

Technische Gebäudeausrüstung: Ingenieurgesellschaft Meinhardt Fulst, Braunschweig

Energiekonzept: Energydesign, Braunschweig

Baukosten: Sanierung KGR 300–700: 32 Mio. Euro brutto

INFO/KONTAKT



Dipl.-Ing. Architekt Achim Pilz

Ausbildung zum Physiklaborant; Architekturstudium an den Universitäten Wien, Aachen, Stuttgart; Mitarbeit in deutschen (u. a. Johannes Manderscheid) und indischen Architekturbüros (u. a. Laurie Baker); seit 2000 Redakteur; seit 2002 freier Journalist, Buchautor (z.B. von »Lehm im Innenraum«, Fraunhofer IRB Verlag) und Referent; Schwerpunkte: nachhaltiges Bauen, Sanieren und Gestalten sowie Bauen mit Lehm und Baubiologie; Chefredakteur von »Wohnung + Gesundheit«.

Bau|Satz Architektur|Journalismus

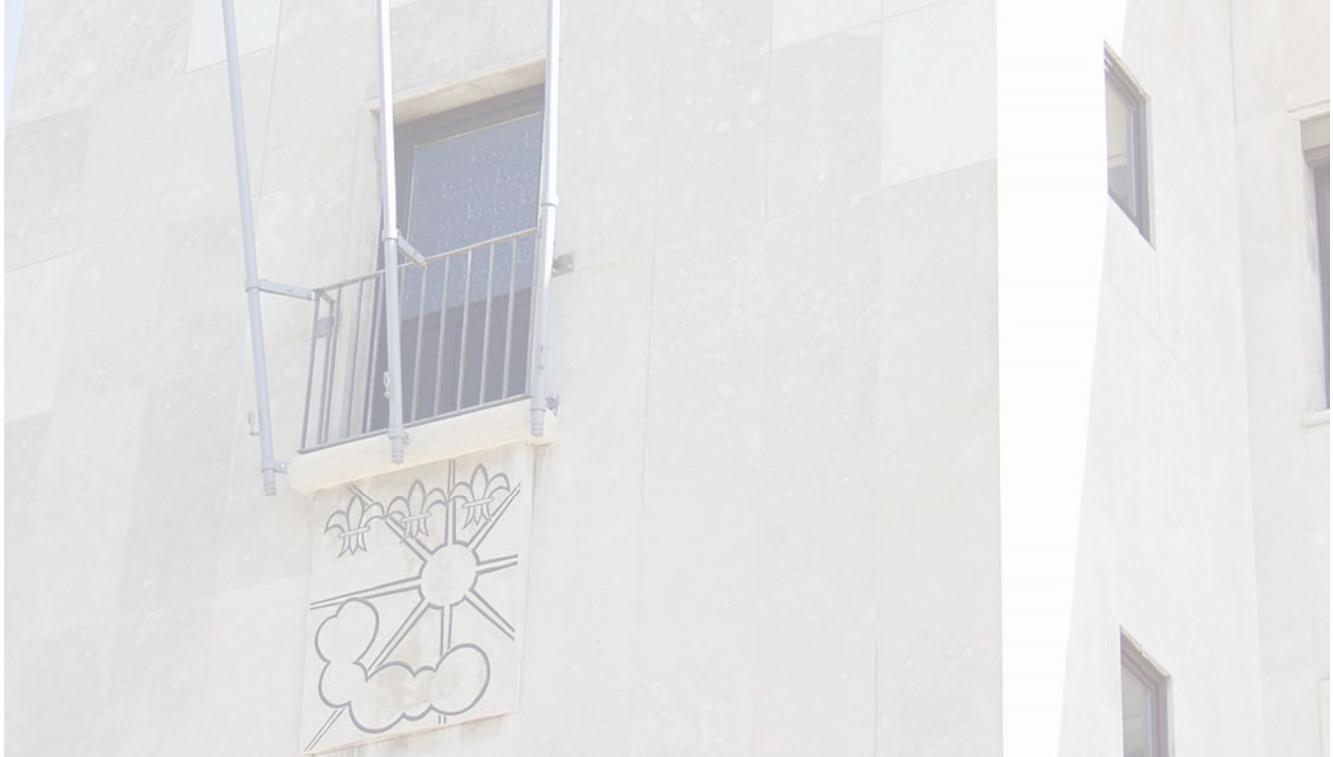
Mahatma-Gandhi-Straße 29

70376 Stuttgart

Tel.: 0711 25399964

E-Mail: lehm@bau-satz.net

Internet: www.bau-satz.net



Rupert Schreiber

Verankerungen von Natursteinvorhangfassaden

Spätestens seitdem das Bauen zur Architektur wurde, sind vorgeblendete Elemente ein erfolgreiches Mittel der Fassadengestaltung. Von der Konstruktionsstatik im eigentlichen Sinne unabhängig, konnten mit besonderen Materialien Aufwand und Illusion erzeugt werden, die wie ein Vorhang vor dem Bau dessen Bauweise verschleierten. Eine erste Blüte dieser Art des Bauens findet sich in der römischen Antike, wo verschiedene Systeme der Inkrustation bis hin zur Scheinfassade grundlegend wurden und die Architektursysteme etablierten, die wiederholt und markant in der Geschichte des Bauens aufgegriffen wurden, etwa in der italienischen Protorenaissance oder im Historismus. Vor allem beim Bauen mit Naturstein konnten so kostbarere Materialien sparsam eingesetzt werden, denn anstelle ganzer, konstruktiv bedeutsamer Quader traten nach außen lediglich dünnere Verblender, Platten oder Tafeln in Erscheinung, die vorgaben, Teil einer massiven, wertigen Bauweise zu sein.

All diesen Konstruktionen gemeinsam ist ein lediglich weitgehend auf Eigenlast angelegtes Verkleidungssystem,

das mit Mörtel auf den Kernbau appliziert wurde oder mithilfe verschiedener Verbindungsmitte wie Haken oder Bolzen rückverankert bzw. vorgehängt wurde. Späte Ausläufer dieser traditionellen Bauweise finden sich genau zu dem Zeitpunkt, als sich die Fassade insgesamt vom tragenden Baukörper löste und zur heute weitverbreiteten Vorhangsfassade nach dem Curtain-Wall-Prinzip entwickelt wurde – in den 1920er- und 1930er- und vor allem in den 1950er- und 1960er-Jahren. Die Begrifflichkeit, wie wir sie heute kennen, war dementsprechend lange unscharf und bezeichnete beide Baukonstruktionsweisen, vielleicht auch, weil eine entsprechende Normung erst relativ spät, 1986, vorgenommen wurde.

In diesem Kurzbeitrag soll es lediglich um den »traditionellen« Fall von Natursteinvorhangfassaden und seine Problematik für die Denkmalpflege gehen, hier konzentriert auf Beispiele der mehr oder weniger konservativen Nachkriegsmoderne. Innerhalb der Vielfalt des Bauens der 1950er- und 1960er-Jahre nimmt deren Konstruktionsweise einen nicht geringen Raum ein. Besonders bei öffentli-

chen und privaten Verwaltungsbauten mit einem repräsentativen Anspruch scheint dieses pathetische Mittel einer in gewisser Weise traditionellen, weil gewohnten, Materialwertigkeit bewusst eingesetzt worden zu sein, auch wenn ihrem Erscheinungsbild kein konkreter politischer Zweck zugeordnet wurde. Bauten mit Natursteinverkleidungen standen für Dauerhaftigkeit, Stabilität, Würde und Werte.

Wie die jeweiligen Elemente mit dem Baukörper verbunden oder an ihm rückverankert wurden, war lange vollkommen ungeregelt und wurde im Einzelfall gelöst. Wenn kleinformatigere Platten aus Naturstein oder Keramik nicht nur angemörtelt oder verklebt werden sollten, wurden vorzugsweise Drahtschlaufen oder Bolzen aus Metall verwendet, um die jeweiligen Platten an der Baukonstruktion zu fixieren. Bevorzugt wurden dabei rückwärtige Lösungen, also solche, die die Natursteinplatte nicht perforierten und damit den gewollten Eindruck der Fassade verletzt hätten. Angenommene bzw. tatsächliche Lasten wurden damit punktuell auf die Baukonstruktion übertragen, wobei die Bandbreite der hierfür grundlegenden Überlegungen je nach Bauverantwortlichem von einer einfachen Kippsicherung bis hin zu einem auf verschiedene Lastfälle angelegten Verbund zwischen Verkleidung und Baukonstruktion reichte.

Gleichwohl hat die Baustoffindustrie bereits früh verschiedene spezielle serielle Verbindungsmitte entwickelt und angeboten, die bei der Errichtung der Fassaden bzw. Verkleidungen Vereinfachungen bringen sollten. Da allerdings eigene Trägersysteme für Natursteinverkleidungen zumindest im hier angesprochenen Zeitraum der 1950er- und 1960er-Jahre die Ausnahme blieben und auch die Montage selbst verdeckt erfolgen musste, konnten sich industrielle Klammer- und Haltersysteme nicht wirklich durchsetzen. Der Regelfall, so scheint es, waren rückwärtig an der jeweiligen Platte verklebte, eingehoberte, angeschraubte oder vermörtelte Stifte oder Drahtschlaufen, die passgenau in ein mit Mörtel gefülltes Loch gedrückt wurden. War der Mörtel ausgehärtet, war die Platte am Baukörper fixiert.

Natürgemäß sind im montierten Zustand Einblicke in derartige verdeckte Befestigungssysteme selten – erst der Schadensfall oder Restaurierungsarbeiten ermöglichen den Zugang. Zur Verdeutlichung sei hier auf ein Beispiel aus der zeitgenössischen Bauweise mit Fassadenverkleidungen durch Betonformsteine verwiesen (Stadthalle Dillingen/Saar, 1959 bis 1962). Die als Kippsicherung dienenden seriell einbetonierten Haltedrähte sind hier allein deshalb sichtbar, weil sie vor einem dahinterliegenden Fenster zwar ei-



Abb. 1: Dillingen/Saar, Stadthalle (1959 bis 1962), Betonformsteine mit Drahtantern (Foto: Georg Lehman, IBS Saarbrücken, 2017)

gentlich überflüssig sind, aber bei der Bauausführung nicht entfernt worden waren (Abb. 1).

Ausgehend von Einzelfällen, die in Ansätzen untersucht sind, kann diesen individuellen Systemen der Natursteinverkleidung eine insgesamt hohe Standsicherheit und Langlebigkeit attestiert werden. Mussten in der Vergangenheit einzelne Elemente nachgesichert oder ausgetauscht werden, wurden in der Regel vergleichbare Systeme eingesetzt. Erst spektakulärere Schadensfälle, etwa 1999 der Absturz einer Kalksteinplatte aus 20 m Höhe in Saarlouis, verdeutlichen die grundlegende Problemlage. Aspekte der Gewährleistung, denen heute ein ungleich höheres Gewicht zu kommt, führen zum grundsätzlichen Hinterfragen derartiger individueller Fassadenlösungen – und oft genug auch zu einer grundsätzlichen Infragestellung ihrer technischen Leistungsfähigkeit überhaupt. Da vergleichbare Schäden an

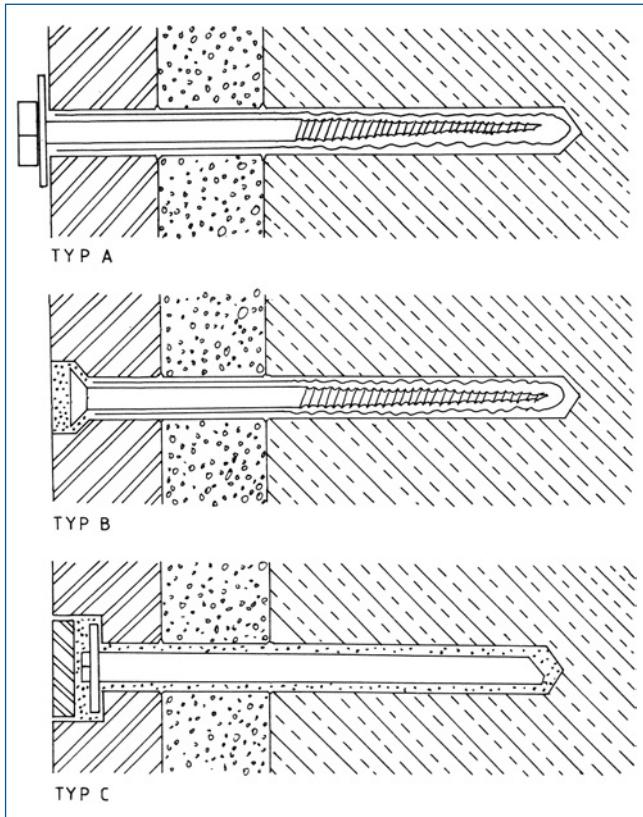


Abb. 2: Ankersysteme zur Rückverankerung (Abbildung: Eckart Rüsch, LDA Niedersachsen, 2000)

Bauten aus der jüngeren und jüngsten Zeit, die ebenfalls immer wieder Schlagzeilen machen, nahezu regelmäßig mit Montagefehlern in Verbindung gebracht werden, gilt das begründete Misstrauen dem gesamten schadhaft gewordenen System.

Sieht man von Sonderschäden durch Unwetter o. Ä. ab, lassen sich die Schwach- bzw. Schadstellen in zwei Bereiche gliedern. Zum einen sind die Verbindungsmitte der 1950er- und 1960er-Jahre i. d. R korrosionsanfällig, was je nach Konstruktion oder mangelhafte bzw. fehlende Verfugung durch hinterlaufendes Wasser beschleunigt wird, sodass die fixierenden Drähte oder Bolzen durchrostet können oder durch Quellrost die mit ihnen verbundene Natursteinplatte schädigen, bis hin zu Rissen und Brüchen der Platte im Bereich der Fixierung selbst. Zum anderen zeigen sich an einigen Natursteinvarietäten, häufig etwa bei Kon-

glomeratgesteinen wie Nagelfluh, Verwitterungerscheinungen wie Schüsseln oder Beulen der Platte, die zu erheblichen Spannungen zwischen Platte und Verbindungsmitte führen, was auch hier entweder einen Bruch der Platte oder das Lösen der Verbindungsmitte zur Folge haben kann. Fehlende oder mangelhafte Dehnungsfugen im Verkleidungssystem sind ergänzend zu nennen, da die punktuellen Rückverankerungen zumeist lediglich auf die Lastaufnahme der einzelnen Platte selbst angelegt waren. Bauzeitlich mangelhafte oder durch Wassereintrag mürbe gewordene Mörtel sind weitere Schwachstellen.

Gleichwohl: Mehr und mehr dieser Bauten mit Naturwerksteinverkleidungen schätzen und schützen wir heute als Denkmale. Drohen sie, ihre unmittelbare äußere Hülle als Träger ihres Erscheinungsbilds zu verlieren, ist aus denkmalpflegerischer Sicht die Frage nach dem dann verbleibenden Denkmalwert primär, der Verlust des originalen Verkleidungsmaterials daher substanzell. Der Austausch der originalen Fassade durch ein neues, gewährleistbares System ist, auch wenn Materialität und Erscheinungsbild gewahrt werden könnten, aus Sicht der Denkmalpflege ein Worst-Case-Szenario.

Unter der denkmalpflegerischen Zielstellung, dass eine originale Naturwerksteinverkleidung erhalten bleibt, bemüht sich die Denkmalpflege seit den 1990er-Jahren um alternative Lösungsansätze, die zum ersten Mal von Eckart Rüsch 2001 [1] publiziert worden sind, gefolgt von einem Kurzbericht des Verfassers 2003 [2]. Die in beiden publizierten Fällen (Hannover, altes Verwaltungsgebäude der Nord/LB, 2000, und Saarlouis, Rathaus, 2000/2001) gefundenen Lösungen gleichen sich. Gewählt wurden Rückverankerungssysteme mittels Verschraubungen der Platten mit versenkten Ankern (Abb. 2), sodass die Ankerköpfe mit geeignet eingestellten Mörteln überspachtelt werden konnten und optisch kaum auffallen (Abb. 3).

Neben dem unbestreitbaren denkmalpflegerischen Gewinn liegen die Vorteile dieser nachträglichen Rückverankerung der Fassadenverkleidung »in situ« in ihrer Überprüfbarkeit. Unabdingbar sind dabei individuelle Auszugsprüfungen für die neuen Anker, denn sie bilden die Grundlage der Sicherung. Anhand der hierbei ermittelten Werte sowie der Kenndaten der rückverankerten Platten können so die Anzahl der Anker sowie das jeweilige Befestigungssystem definiert werden. Hinsichtlich der Gewährleistung tritt ein definiertes System an die Stelle der alten Fixierung. Art und Anzahl der Anker sowie gegebenenfalls notwendige Kontrollprüfungen können vom Fachplaner festgelegt werden.



Abb. 3: Saarlouis, Rathaus (1951 bis 1954), Natursteinvorhangfassade nach der Sanierung 2003 (Foto: Rupert Schreiber, LDA Saarland, 2003)

Abb. 4: Saarlouis, Rathaus, 2019 (Foto: Rupert Schreiber, LDA Saarland, 2019)



Dass derartige denkmaltaugliche Verfahren keine genuine Leistung der Denkmalpflege sind, belegt ihre Genese. Sie haben ihre Wurzeln in der Montagepraxis bei Neubauten, wo sich die »nachträgliche« Verankerung von Fassaden als wirtschaftlich und planungsminimierend etabliert hat. Dies sichert ihnen allerdings auch eine größere Akzeptanz aufseiten der sanierungsbegleitenden Fachplaner, die unschwer ihre am Neubau geschulte Fachkompetenz auf die besonderen Anforderungen einer denkmalgerechten Sanierung übertragen können. Für die Umsetzung solcher Sicherungsverfahren für Natursteinverkleidungen stehen zahlreiche unterschiedliche Ankersysteme zur Verfügung.

Literatur

- [1] Rüsch, Eckart: Das Verwaltungsgebäude Georgsplatz 1 der Nord/LB in Hannover: Fassadensicherung und Baugeschichte. In: Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 2000, Heft 2, S. 54–57
- [2] Schreiber, Rupert: Saarland: Saarlouis. Die Denkmalpflege 61 (2003), Nr. 2, S. 158–159
- [3] Elgehausen, Rolf: Verankerungen von Fassaden. In: Arbeitstagungen: Berichte der Bundesvereinigung der Prüfingenieure für Baustatik 11 (1986), S. 89–145
- [4] Dorsemagen, Dirk: Büro- und Geschäftshausfassaden der 50er Jahre: Konservatorische Probleme am Beispiel West-Berlin. Berlin, TU-Diss., 2004
-urn:nbn:de:kobv:83-opus-8450

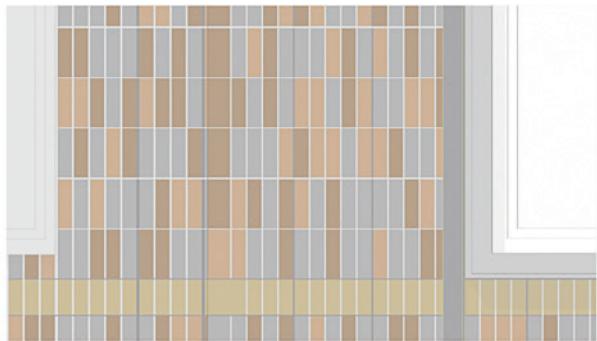
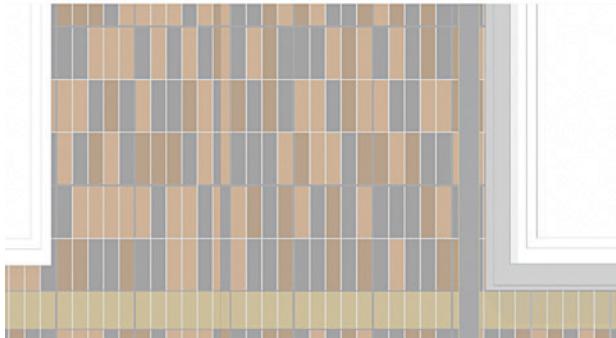
INFO/KONTAKT



Dr. Rupert Schreiber

Studium der Kunstgeschichte, Geschichte, Christlichen Archäologie und Philosophie in Freiburg/Brsg.; tätig in der Denkmalpflege in Westfalen und in Köln, seit 2000 im Saarland; stellv. Amtsleiter und wissenschaftlicher Referent am Landesdenkmalamt.

Landesdenkmalamt
Am Bergwerk Reden 11
66578 Schiffweiler
Tel.: 0681 501-2445
Fax: 0681 501-2478
E-Mail: r.schreiber@denkmal.saarland.de
Internet: www.denkmal.saarland.de



Roswitha Kaiser

Keramikverkleidung – der letzte Chic

Das achtgeschossige Wohn- und Geschäftshaus Fackelstraße in Kaiserslautern wurde 1956/57 im Auftrag der Firma Ottmann und Thomas u. a. für die Bayerische Hypotheken- und Wechselbank nach Plänen von Fritz Seeberger und Walter Bremer errichtet. Das in Stahlbeton-Skelettbauweise konstruierte Gebäude weist klare kubische Formen auf. Sein Erdgeschoss ist aus der Fassadenflucht zurückgesetzt und es besitzt ein eingerücktes Attikageschoss mit weit überstehendem Flugdach. Bis auf die teilweise erneuerten Fenster mit Kunststoffrahmen hat das Gebäude weitgehend den bauzeitlichen Zustand bewahrt. Die Denkmaltopografie aus dem Jahr 1996 beschreibt das Kulturdenkmal als städtebaulich bestimmenden Großbau, der einschließlich seiner dekorativen Einzelformen mit Mosaik- bzw. Kachelverkleidung den Eindruck einer moder-

nen Stadt vermittele. Das Haus wurde 2000 förmlich unter Schutz gestellt.

Die Keramikverkleidung der Nordfassade ist als architektonisch und farblich gut ausgewogenes Architekturelement für den Denkmalwert von Bedeutung. Die vertikal mit durchgehendem Kreuzfugenmuster verlegten Keramikplatten sind in Feldern aus jeweils horizontal fünf und vertikal drei hellblauen und hellgelben Spaltplatten mit hellen Fugen angeordnet. Horizontal durchlaufende Plattenstreifen in einem Branton gliedern die Fassade geschossweise jeweils auf Höhe der Decken- und der Brüstungsebene. Dunklere Dehnungsfugen zwischen den Feldern bilden das großformatige Rasterelement im Erscheinungsbild der nördlichen Fassade. Ihr prägendes Element ist eine Reihe von axial übereinander angeordneten



Abb. 1: Bild aus der Denkmalwertbeschreibung aus dem Jahr 1963 (Quelle: Denkmaltopografie RLP, Stadt Kaiserslautern, 1996)

querrechteckigen Fensteröffnungen in vorkragender und verdachter Sichtbetonrahmung.

Im Jahr 2016 kam es zu Brüchen und Ablösungen von einzelnen Fassadenplatten. Die Gefährdung durch herabfallende Keramikbrocken im Fußgängerbereich der belebten Geschäfts- und Einkaufszone der Stadt musste umgehend unterbunden werden. Der Eigentümer des unter Denkmalschutz stehenden Gebäudes sah sich daher zu Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen verpflichtet und informierte die zuständige Untere Denkmalschutzbehörde der Stadt über die Gefahrenlage des in Nutzung befindlichen Hauses. Im gemeinsamen Ortstermin auf dem Gerüst wurden gravierende Schäden durch Hohllagen der vermortelten Plattenverkleidung und durchgehende horizontale Rissbildungen der Keramikplatten im Bereich der Beton-

deckenebenen festgestellt. Aufgrund dieser durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten der Untergrundmaterialien verursachten Risse wurde klar, dass die Fassadenplatten nicht *in situ* erhalten werden konnten. Aus Gründen des Schadensbilds und der Verkehrssicherheit war der Rückbau der nach dem Stand der Technik der 1950er-Jahre im Dickbett verlegten Keramikplatten unvermeidbar und musste daher Ende 2016 denkmalrechtlich genehmigt werden. Nach der Abnahme der Platten wurde der heterogene Untergrund der Stahlbetonstruktur von Decken und Stützen und der Ausmauerungen sichtbar. Durch die an den Keramikplatten haftende harte Zementmörtelschicht waren bei der mechanischen Abnahme partiell große Oberflächenverluste der weichen Hohlblocksteine des Mauerwerks entstanden.

Die Denkmalbehörden hatten von vornherein die Wiederherstellung des Erscheinungsbilds der Fassade als Zielstellung der Sanierung formuliert. Aufgabe der beteiligten Architekten und Fachplaner war es, unter Berücksichtigung der bauphysikalisch notwendigen thermischen Trennung von Untergrund und Fassadenbekleidung ein geeignetes System für die Verarbeitung der Keramikplatten zu finden. Denkmalpflegerisch optimal für die Einbettung der Keramikfliesen erschien die Verwendung eines neuen, rein mineralischen Wärmedämmputzes in einer größeren Schichtdicke. Der Fassadenputzgutachter äußerte jedoch wegen der sehr geringen Druck- und Haftzugfestigkeit des Putzsystems große Bedenken. Er glaubte zudem nicht, dass es möglich sein werde, einen Handwerker zu finden, der die neue keramische Schale auf einen derartigen Putz aufbringen könne. Außerdem müsste ei-



Abb. 2: Vorzustand des Denkmals, 2016 (Foto: Roswitha Kaiser)

ne zusätzliche Rissüberspannung angebracht werden. Vom Bauherrn und seinem Architekten wurde daher alternativ ein allgemein bauaufsichtlich zugelassenes System vorgeschlagen, das aus einem Wärmedämmverbund-



Abb. 3: Bauteilöffnung nach Feststellung der Schäden, 2016 (Foto: Sabine Aumann)

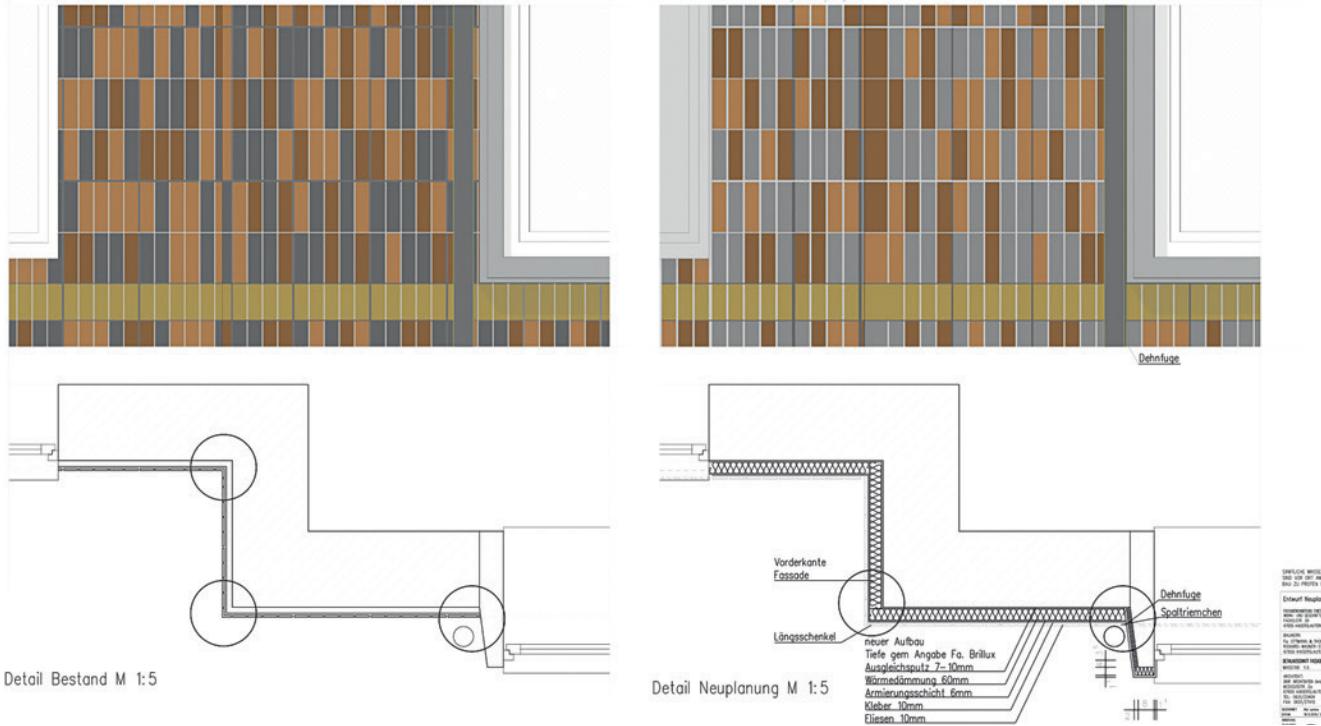


Abb. 4: CAD-Planung der neuen Keramikplattenverkleidung, 2017 (Grafik: Holger Gräf Architekten)

system mit verdichteten Mineralwolle-Dämmplatten besteht und für den Einsatz angeklebter keramischer Beläge verwendet werden darf. Die Dämmplatten selbst werden auf den Untergrund geklebt und zusätzlich mit Dübeln befestigt. Eine mineralische Armierung ist zusätzlich auf deren Außenseite angebracht.

Als Schwierigkeit im weiteren Planungsprozess erwies sich die Suche nach neuen Keramikplatten, die die gleichen

Eigenschaften wie die originalen Fliesen haben und identisch aussehen sollten. Die Ansicht der Fassadenfläche und der Anschlüsse lagen als CAD-Pläne des Architekturbüros vor. Verschiedene Hersteller wurden seitens des verantwortlichen Architekturbüros kontaktiert, mehrere Musterplatten wurden verglichen. Schließlich wurde ein Erscheinungsbild erzielt, das das bauzeitliche Spektrum der 1950er-Jahre aus hellgelben, hellblauen und braunen Farbtönen rekonstruiert.



Abb. 5: Bemusterung der neuen Keramikplatten, 2017 (Foto: Holger Gräf Architekten)



Abb. 6: Anlage einer Musterfassade am Objekt, 2017 (Foto: Sabine Aumann)



Abb. 7: Zustand nach der Sanierung, 2018 (Foto: Roswitha Kaiser)



Abb. 8: Detailaufnahme der neuen Fassadenbekleidung, 2018
(Foto: Sabine Aumann)

Vom Systemhersteller des Dämmsystems wurde seitens der Denkmalbehörden der diffusionstechnische Nachweis im Glaser-Verfahren für den Regelquerschnitt des neuen Wandaufbaus und aller Anschlusspunkte gefordert. Die Schichtdicke der Mineralwolle beträgt 6 cm, bei den Anschlusspunkten an Betonrahmen ist diese Dämmdicke aus ästhetischen Gründen auf das bauphysikalisch notwendige Mindestmaß reduziert.

Nach der Vorbereitung des Bestandsuntergrunds und der Aufbringung der neuen Außendämmung stellte der ausführende Betrieb eine Musterfläche aus den speziell gefertigten Spaltklinkerplatten her. Die Denkmalbehörden waren damit sehr zufrieden, sodass im Anschluss an die Belebung die Fassadenverkleidung nach bauzeitlichem Befund der verschiedenenfarbigen Platten mit dem Fugen- und Dehnungsfugenraster komplettiert und fertiggestellt werden konnte.

Trotz der aufgrund der dickeren Dämmschicht leicht größeren Dimensionierung der äußeren neuen Fassadenschichten kann sich das Ergebnis in seinem Erscheinungsbild sehen lassen. Die von der Wärme- und Kapillarleitung des historischen Untergrunds durch eine Dämmschicht isolierte verklebte Keramikplattenverkleidung muss allerdings die thermischen Spannungen und Feuchtelasten in Zukunft alleine bewältigen.

INFO/KONTAKT



Dr.-Ing. Roswitha Kaiser

Landeskonservatorin, Direktion Landesdenkmalpflege

Architekturstudium RWTH Aachen, 1983 Diplom bei Gottfried Böhm; freie Architektin bis 1996; Promotion Gh Kassel 1988; 1993 bis 1995 Moderatorin ExWoSt des Bundesministeriums in Sachsen-Anhalt; ab 1996 LWL – Amt für Denkmalpflege in Westfalen; ab 1998 Dozentin bei der Akademie des Handwerks in Raesfeld für Grundlagen Bauphysik; zahlreiche Vorträge und Veröffentlichungen; Sprecherin der AG Bautechnik der VdL von 2009 bis 2012; von 2010 bis 2012 Expertin Innovationspool Stadt Zürich; ab 2011 Landeskonservatorin des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen; ab Juli 2015 Landeskonservatorin der Landesdenkmalpflege Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz; seit 2011 Aufbau und Arbeit für Koordinierungsstelle Energieberater Baudenkmal WTA/VDL.

Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz
Schillerstraße 44 – Erthaler Hof
55116 Mainz
Tel.: 06131 2016-203
Fax: 06131 2016-222
Internet: www.gdke.rlp.de

Beteiligtes Architekturbüro: Gräf Architekten, Kaiserslautern



Abb. 1: Neviges, Wallfahrtskirche Maria, Königin des Friedens (Foto: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, Jürgen Gregori)

Dorothee Heinzelmann

Instandsetzung mit Textilbeton am Beispiel der Wallfahrtskirche in Neviges

Die wasserdichte Abdichtung von Oberflächen aus Sichtbeton stellt eine besondere Herausforderung für die Betoninstandsetzung dar. Infolge von Witterungseinflüssen, Temperaturunterschieden und Bewegungen entstehen Schäden am Stahlbeton wie Risse und Abplatzungen, durch die Feuchtigkeit eindringen und zu Korrosion der Bewehrung führen kann. Bei Dach- oder Gewölbekonstruktionen aus Stahlbeton, die nicht durch eine wasserdichte Dacheindeckung geschützt sind, stellt sich daher die Frage nach einer adäquaten Methode einer dauerhaften Instandhaltung.

Zur Abdichtung von Betonoberflächen werden meist Epoxidharze oder Zementleim injektionen eingesetzt,

die eine feste Verbindung mit dem Untergrund bewirken und keine Rissbewegungen zulassen. Weitere Bewegungen führen somit zwangsläufig zu neuen Rissbildern. Um eine dauerhafte Dichtigkeit herstellen zu können, ist daher eine dehnfähige Beschichtung erforderlich, die unter Erhalt der Elastizität und ohne Einbringung neuer Spannungen dauerhaft wasserundurchlässig ist.

An der Wallfahrtskirche in Velbert-Neviges (Abb. 1) wird derzeit im Rahmen der aktuellen Instandsetzungsmaßnahmen das Problem einer dauerhaften Abdichtung durch das Aufbringen einer Textilbetonbeschichtung zu lösen versucht. Als Textilbeton bezeichnet man einen durch Textilfa-

sern bewehrten Beton, der den Vorteil hat, nicht korrosionsanfällig, aber aufgrund seiner hohen Zugfestigkeit bewegungstolerant zu sein.

Die Wallfahrtskirche Maria, Königin des Friedens, in Velbert-Neviges

Für die seit dem 17. Jahrhundert bestehende Marienwallfahrt am Franziskanerkloster in Velbert-Neviges (NRW, Kr. Mettmann) wurde 1963 ein Wettbewerb für den Neubau einer großen Wallfahrtskirche ausgeschrieben. Ausgeführt wurde der Entwurf von Gottfried Böhm, der damals bereits zu den wichtigsten Sakralbauarchitekten der Nachkriegszeit gehörte. Zwischen 1965



Abb. 2: Neviges, Wallfahrtskirche mit Pilgerhäusern (Foto: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, Jürgen Gregori)

und 1968 entstand ein umfangreiches Gebäudeensemble, das neben dem Mariendom selbst auch Unterkünfte für Pilger (sogenannte Pilgerhäuser), einen Kindergarten sowie zugehörige Außenflächen umfasst (Abb. 2).¹

Der Kirchenbau besteht aus einem unregelmäßigen Baukörper aus Stahlbeton über frei-polygonalem Grundriss, der von einem vielgestaltigen, freitragenden Faltdach überdeckt wird (Abb. 3 und 4). Sämtliche Oberflächen, sowohl außen als auch innen, bestehen aus geschaltem Sichtbeton mit

Grobkieszuschlägen, hergestellt mit horizontal verlaufender Brettschalung. Durch das Material, das den gesamten Bau einheitlich prägt, und die expressionistisch gebrochene Struktur wirkt der Bau wie eine kristallartige Monumentalskulptur. Diese Einheitlichkeit im Material und die monolithische skulpturale Form sind wesentliche, prägende Eigenschaften des Erscheinungsbildes des Kirchenbaus.

Das Betonfaltdach mit einer Oberfläche von 2.760 m² besteht aus einem 25 cm dicken wasserundurchlässigen Beton ohne Wärmedämmung oder Witterungsschutz (Abb. 5). Temperaturspannungen hatten im Laufe der Jahre zu Rissbildungen insbesondere im Bereich von Anschlüssen und Kehlen zwischen den einzelnen Dachflächen, am Übergang zu den Wänden und an Arbeitsfugen geführt, was Durchfeuchtungsprobleme und eine damit einhergehende Korrosion der Armierung zur Folge hatte. Während die Fassaden der benachbarten Pilgerhäuser in der Mitte der 1990er-Jahre durch eine klassische Betonsanierung instand gesetzt werden konnten, wäre dies für die Situation am Faltdach nicht ausreichend gewesen.² 1989 versuchte man dem Problem mittels einer Abdichtung der gesamten Dachkonstruktion durch Epoxidharz zu begegnen. Bald zeigte sich jedoch, dass dies keine dauerhafte Lösung darstellte und sich erneut Risse bildeten.

1 Informationen zur Baugeschichte und zu den bisherigen Instandsetzungsmaßnahmen mit Bild- und Planunterlagen befinden sich in den Archiven des LVR-Amts für Denkmalpflege im Rheinland (LVR-ADR). Für Auskünfte sowie Zurverfügungstellung von Bild- und Planmaterial danke ich Maria Kampshoff und Thorsten Schrolle (LVR-ADR), Erzdiözesanbaumeister Martin Struck (Erzbistum Köln, Generalvikariat), Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach und Cynthia Morales Cruz (Institut für Bauforschung, RWTH Aachen) sowie Peter Böhm Architekten, Köln. Elke Hamacher (LVR-ADR) danke ich für die vertretungsweise Übernahme meines Referats auf der Tagung »Flugdach – Faltdach – Fertigteile. Der bauliche Umgang mit Denkmalen der 1950er- bis 1980er-Jahre« anlässlich der Denkmalmesse in Leipzig.

2 Zur Betoninstandsetzung der Pilgerhäuser vgl. Marynika-Piaszczynski, Ewa: Erhaltung von Bauwerken aus Beton. Sichtbetonrestaurierung: Kunst und Technik. In: Technische Akademie Esslingen (Hrsg.): Erhaltung von Bauwerken. 1. Kolloquium 27. und 28. Januar 2009, Ostfildern. PDF-Download: <http://www.strotmann-partner.com/cms/images/stories/pdf/Erhaltung%20von%20Bauwerken.pdf> [Zugriff am 23.09.2018]

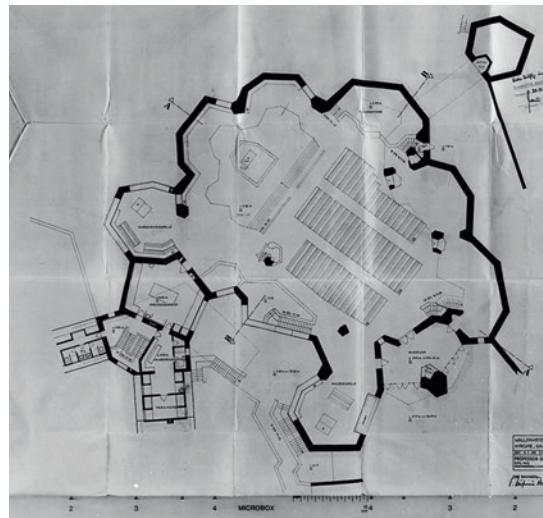


Abb. 3: Grundriss der Wallfahrtskirche, Gottfried Böhm, 1965 (Plan: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, Gottfried Böhm)

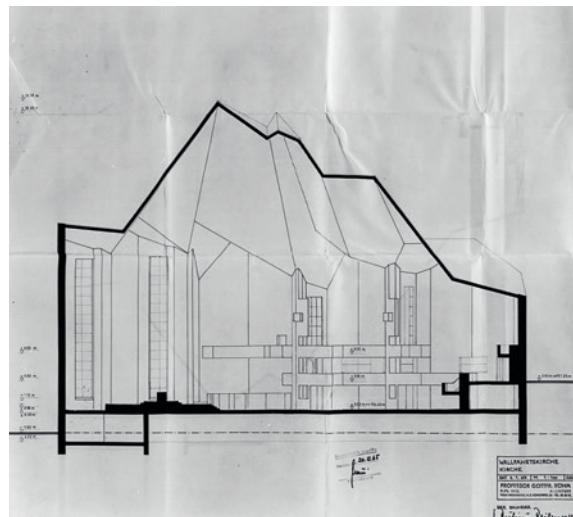


Abb. 4: Schnitt der Wallfahrtskirche, Gottfried Böhm, 1965 (Plan: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, Gottfried Böhm)

Seit 2010 war man daher auf der Suche nach einer dauerhaften Lösung der Dachabdichtung ohne Verlust der architektonischen Kernaussagen.

Seitens des Baureferats des Erzbistums Köln und des Architekturbüros Peter Böhm Architekten (Peter Böhm, der Sohn des Urhebers, wurde mit der Planung betraut), wurden nach Abwägung verschiedener Alternativen insbesondere zwei Varianten durch die Anlage von Musterflächen erprobt und auf ihre Eignung hin überprüft. Als erste Alternative wurde in einer Teildachfläche eine Ab-



Abb. 5: Innenraum, Betonfaltdach (Foto: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, Jürgen Gregori)



Abb. 6: Musterfläche für eine Dachbeschichtung mit Bleiblech (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2015)



Abb. 7: Carbonfasermatte als textile Bewehrung (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2016)

dichtung durch Bleideckung ausgeführt, die auf das Betonfaltdach aufgebracht wurde (Abb. 6). Die Bleitafeln benötigen jedoch einen Unterbau mit hinterlüfteter Schalung und Wärmedämmung, sodass sich insgesamt ein Aufbau der Eindeckung von mindestens 13 cm Dicke ergibt. Dies würde einerseits zu einer veränderten Geometrie an den Dachkanten zwischen Dachflächen und den vertikalen Außenwänden führen. Andererseits bewirken das neben dem Beton deutlich andersartige Material und die damit verbundene optische Trennung zwischen Unterbau und Dach eine erhebliche Veränderung des Erscheinungsbildes. Das charakteristische Aussehen als einheitlich monolithischer Baukörper würde durch die Bleiabdeckung an Aussagekraft verlieren.

Als Alternative wurde die Aufbringung eines mit Carbonfaser bewehrten Spritzbetons erprobt, mit dem Ziel, eine Beschichtung durch annähernd artgleiches Material herzustellen, das in der Lage wäre, durch eine gewisse Elastizität Rissspannungen aufzunehmen und somit auch dauerhaft Dichtigkeit gewährleisten zu können. In Verbindung mit dem Institut für Bauforschung (ibac) der RWTH Aachen, das seit einiger Zeit Forschungen zu Textilbeton durchführt, wurde

ein entsprechendes Instandsetzungskonzept entwickelt. Die Dachfläche über der Sakramentskapelle mit einer Ausdehnung von 290 m² sollte hierfür als Musterfläche dienen. Das Ergebnis war optisch weitaus befriedigender und hält nach bisherigen Untersuchungsergebnissen den Spannungen stand, weshalb die Entscheidung für diese Vorgehensweise für die weitere Instandsetzung getroffen wurde.

Textilbeton-Beschichtung mit carbonfaserverstärktem Spritzbeton

Als Weiterentwicklung von Stahlbeton wurden seit den 1990er-Jahren erste Grundlagenforschungen zu textilen Bewehrungen in Beton angestellt.³ Zwischen 1999 und 2011 wurden zwei von der DFG geförderte Sonderforschungsbereiche an der TU Dresden (SFB 528: »Textile Bewehrungen zur bautechnischen Verstärkung und Instandsetzung«) und der RWTH Aachen (SFB 532: »Textilbewehrter Beton – Grundlagen für die Entwicklung einer neuartigen Technologie«) eingerichtet, die sich der Erforschung von Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten von Textilbeton widmeten.

Bei Textilbeton handelt es sich um einen Verbundwerkstoff aus Beton und einer textilen Bewehrung aus Hochleistungsfasern wie Carbon, alkaliresistentem Glas (AR-Glas) oder

3 Seit Mitte der 1990er-Jahre bestand auf Initiative des Deutschen Beton-Vereins Wiesbaden (DBV, heute Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin) ein Gemeinschaftsforschungskreis »Textilbewehrter Beton«, aus dem erste, vom DBV geförderte Forschungsvorhaben hervorgingen; vgl. Jahresbericht des Deutschen Beton-Vereins E.V. Wiesbaden, 1997, S. 44–45, und Manfred Curbach: Sachstandsbericht »Textilbewehrter Beton« 1997

Basalt. Hierbei werden Tausende extrem feiner Fasern zu sogenannten Rovingen von 1 bis 2 mm Durchmesser gebündelt, die wiederum zu einem Netz mit Maschenweiten von 5 bis 20 mm verbunden werden (Abb. 7). In mineralische Baustoffe eingebettet, nehmen diese Textilgelege die Zugkräfte des Bauteils auf. Die Fasergewebe können als zweidimensionale, durch Verknüpfung in geringem Abstand zueinander auch als dreidimensionale Matten hergestellt werden. Carbonfasern weisen im Vergleich zu den anderen Werkstoffen die besten mechanischen Eigenschaften auf. Zudem haben Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit textiler Bewehrungen in alkalischen Medien wie Beton gezeigt, dass Carbon nicht vom alkalischen Milieu der Betonmatrix angegriffen wird, bei Alterung nicht an Festigkeit verliert und temperaturbeständig ist.⁴

Die Vorteile solcher textiler Bewehrungen bestehen in ihrer extrem hohen Zugfestigkeit, die etwa das Zweibis Dreifache von Stahl beträgt, dem geringen Durchmesser der Bewehrungen und der Tatsache, dass sie nicht korrosionsanfällig sind. Sie ermöglichen daher die Herstellung dünnwandiger und hochbelastbarer Bauteile, weshalb sie bislang besonders bei Schalen- oder Brückenbauwerken Anwendung finden. Aktuelle Forschungsprojekte der RWTH Aachen und der TU Dresden verfolgen auch die Ein-

satzmöglichkeit von Textilbeton zur Instandsetzung von Beton- und Natursteinoberflächen.⁵ Inzwischen widmen sich zahlreiche Tagungen unterschiedlichen Aspekten von Textilbeton, der als ressourcenschonend und aufgrund seiner Filigranität, Leichtigkeit und Ästhetik schon als »Betonbau der Zukunft« bezeichnet wurde.⁶

Im Rahmen der Forschungen am Institut für Bauforschung (ibac) der RWTH Aachen wurden als Pilotprojekte langfristige Versuche zu Beschichtungen mit Carbonfaser-Bewehrungen im Bereich von Naturstein an Rissbildern im Kuppelgewölbe des Aachener Doms und von Beton an einem Pfeiler eines Wehrbauwerks in Horkheim am Neckar vorgenommen.⁷ In Aachen war das Ziel, eine Vergrößerung bestehender Risse in der Kuppel zu vermeiden,

weshalb eine flexible und kraftübertragende Verbindung der Rissufer erzeugt werden sollte. Während das Gewölbe des Aachener Doms unter der Dachfläche liegt und somit vor Witterung geschützt ist, sind die Pfeiler des Horkheimer Wehres ständigem Wasserwechsel und direkten Witterungseinflüssen ausgesetzt. Dort war daher das Ziel, mittels der Schutzschicht aus Textilbeton einen vollflächigen Schutz mit rissüberbrückender und wasserundurchlässiger Funktion zu erreichen.

Die Beschichtung erfolgte bei beiden Untersuchungsobjekten als mehrschichtiger Mörtelauftrag, in den zwei Lagen einer Bewehrung aus Carbonfasergeweben eingebettet wurden. Während in Horkheim ein kommerziell verfügbarer kunststoffmodifizierter Zementmörtel (SPCC, Sprayable Polymer Cement Concrete) verwendet wurde, der im Trockenspritzverfahren aufgebracht wurde, kam in Aachen ein Mörtel zum Einsatz, der bereits zuvor als Fugenmörtel für Steinersatz für den Aachener Dom entwickelt worden war und für diese Anwendung lediglich modifiziert worden ist. Die einzelnen Mörtellagen wurden hierbei mit der Kelle aufgebracht. Die Gesamtdicke der Beschichtung betrug am Aachener Dom ca. 30 mm, am Horkheimer Wehr ca. 35 mm.

Um die Eigenschaft der Elastizität optimal nutzen und eine Überbrückung der im Untergrund vorhandenen Risse herstellen zu können, sollte jeweils im Bereich der Risse eine Enthaftung zwischen der Mörtelschicht und dem Untergrund erfolgen (Abb. 8). Durch die Unterbrechung der Verbindung zwischen der Schutzschicht und dem Untergrund sollen künftige Bewegungen nicht zur Entstehung neuerlicher größerer Rissbilder führen. Vielmehr sollen sie sich im Bereich bishe-

5 Textilbeton in Theorie und Praxis. Tagungsband zum 6. Kolloquium zu textilbewehrten Tragwerken (CTRS6). Gemeinsames Abschlusskolloquium der Sonderforschungsbereiche 528 (Dresden) und 532 (Aachen). Berlin, 19.09.2011–20.09.2011. Herausgegeben von Manfred Curbach und Regine Ortlepp, Dresden, 2011. – Beton und Stahlbetonbau Spezial: Verstärken mit Textilbeton, Bd. 110, Januar 2015

6 Vgl. www.tudalit.de, Magazin Nr. 9, Sept. 2013 [Zugriff am 23.09.2018]. – Anfang des Jahres wurde eine Tagung zum Thema Spritzbeton abgehalten: Spritzbeton-Tagung 2018: Betontechnik, Instandsetzung, Tunnelbau. Alpbach, Tirol, 11.–12.01.2018. – Am 25./26.09.2018 fanden die 10. Carbon- und Textilbetontage 2018 in Dresden statt (<https://www.carbon-textilbetontage.de/>). – Am 26.03.2019 wird der 55. Aachener Baustofftag Textilbeton zum Thema haben.

7 Vgl. Büttner/Raupach 2012 (wie Anm. 4). Büttner, T.; Raupach, M.; Maintz, H.: Innovative und denkmalgerechte Verstärkung des Aachener Doms mit einer flexiblen, textilbewehrten Rissbandage. Restoration of Buildings and Monuments/Bauinstandsetzen und Baudenkmalpflege 17 (2011), Nr. 3/4, S. 191–202

4 Vgl. Büttner, Till; Raupach, Michael: Des Bauwerks neue Kleider. Bauen im Bestand B + B 35 (2012), Nr. 6, S. 70–75, bes. S. 71. <https://www.bauenimbestand24.de/desbauwerks-neue-kleider/150/28830/> [Zugriff am 23.09.2018]; vgl. <http://www.textilbeton-aachen.de/information/textilien/fasermaterial/> [Zugriff am 08.11.2018], <https://www.beton.org/wissen/betonbautechnik/textilbeton/> [Zugriff am 08.11.2018].

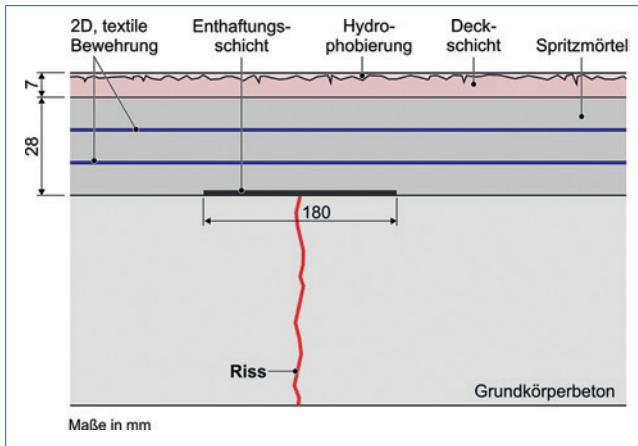


Abb. 8: Schematische Darstellung der Textilbetonbeschichtung und der Enthaftung im Bereich eines Risses (Grafik: RWTH Aachen, Institut für Bauforschung, Michael Raupach/Cynthia Morales Cruz)

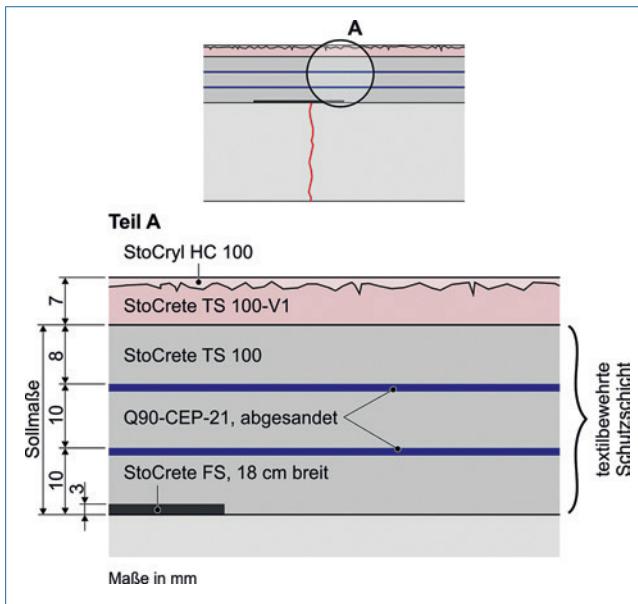


Abb. 9: Schematischer Detailschnitt und Materialien der Textilbetonbeschichtung (Grafik: RWTH Aachen, Institut für Bauforschung, Michael Raupach/ Cynthia Morales Cruz)



Abb. 10: Sakramentskapelle, Rissbild in der Betonoberfläche im Vorzustand (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2016)



Abb. 11: Sakramentskapelle, Beispiel eines Enthaftungstreifens (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2016)

riger Risse von einer Breite bis zu ca. 1,0 mm dank der Elastizität der textilbewehrten Deckschicht auf eine Vielzahl kleinerer Risse verteilen, die jeweils von so geringer Breite sind (< 0,1 mm), dass sie nicht wasserführend und für Feuchteintrag zu vernachlässigen sind. In Aachen wurde diese Enthaftung mittels eines Mörtelstreifens, in Horkheim durch eine selbstklebende Kunststofffolie erreicht.

Messungen zeigten sowohl in Aachen als auch in Horkheim, dass Bewegungen jeweils von der Schutzschicht aufgenommen wurden und sich in extrem feine Risse an deren Oberfläche verteilten, wobei sich die Abdichtung am Wehr offenbar auch nach längerfristigen Frost- und Bewitterungsversuchen als wasserundurchlässig erwies.⁸

Bislang werden Textilbetonbeschichtungen nur an wenigen Objekten zur Instandsetzung von Betonbauwerken ausgeführt.⁹

8 Vgl. Orlowsky, J. et al.: Textilbewehrte Spritzmörtel zur Instandsetzung von Wasserbauwerken. *Beton* 61 (2011), Nr. 12, S. 486–490

9 Beispielsweise erfolgte in Koblenz die Verstärkung einer Geschossdecke über dem Erdgeschoss eines Produktionsgebäudes durch Textilbeton (dreilagiger Spritzbeton mit textiler Bewehrung); vgl. <https://www.beton.org/wissen/beton-bautechnik/textilbeton/> [Zugriff am 21.09.2018].

– Bei der Sanierung eines Silos der Nordzucker AG in Uelzen wurde an den Innenwänden des Stahlbetongebäudes großflächig ein vierlagiger, mit Carbon bewehrter Spritzbeton in einer Gesamtdicke von ca. 2 cm aufgebracht; vgl. Weiland, Silvio et al.: Rissinstandsetzung eines Zuckersilos. *Bautechnik* 90 (2013), Nr. 8, S. 498–504

Instandsetzungskonzept für das Betonfaldtdach des Mariendoms in Neviges

Als Ziele der Instandsetzungsmaßnahmen des Betonfaldtdachs in Neviges wurden definiert:¹⁰

- ▶ Beseitigung der Undichtigkeiten im Bereich von Trennrissen des Dachs,
- ▶ Beibehaltung der Sichtbetonoptik der Kirche,
- ▶ möglichst geringe Beeinträchtigung der Geometrie des Dachs,
- ▶ möglichst hohe Lebensdauer der Instandsetzungsmaßnahme.

Vom Institut für Bauforschung (ibac) der RWTH Aachen wurde auf Grundlage der bisherigen Forschungen ein Instandsetzungskonzept für die Sanierung des Betonfaldtdachs der Marienkirche in Neviges entwickelt, das im Rahmen eines ersten Bauabschnitts im Sinne einer Musterfläche 2016/17 am Dach über der Sakramentskapelle erprobt worden ist (Abb. 8 bis 9).¹¹ Folgende Vorgehensweise ist vorgesehen: Zunächst werden die bestehende Epoxidharzbeschichtung entfernt und der Altbetonuntergrund durch Sandstrahlung vorbereitet und aufgeraut. Schadhafte Stellen im Stahlbeton sind durch eine klassische Betoninstandsetzung

10Vgl. Gutachtliche Stellungnahme zum Instandsetzungskonzept des Dachs des Mariendoms in Velbert-Neviges B 5669, Ingenieurbüro Raupach – Bruns – Wolff GmbH & Co. KG vom 27.06.2012, S. 5

11Vgl. Gutachtliche Stellungnahme (wie Anm. 10). – Martin Struck, Projektbeschreibung mit Schadensgutachten, 2017 (Ortsakte im Archiv des LVR-Amts für Denkmalpflege im Rheinland). – Zur Durchführung, den verwendeten Materialien und ihren Eigenschaften vgl. Rempel, Sergej et al.: Die Sanierung des Mariendomdaches in Neviges mit carbonbewehrtem Spritzmörtel. Beton- und Stahlbetonbau 113 (2018), Nr. 7, S. 543–550



Abb. 12: Vorbereitung der Verlegung des Carbonfasergewebes über den Kanten der Dachpyramide (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2016)

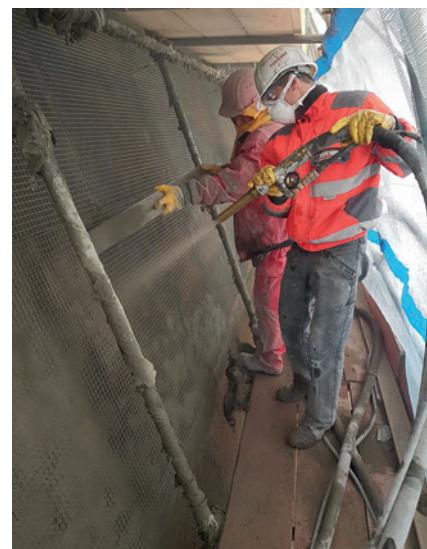


Abb. 13: Auftrag einer Schicht Spritzbeton über der Carbonfasergewebebewehrung (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2016)

zu reparieren und mit alkalischem Mörtel zu reprofiliieren. Von allen relevanten Rissen in der Betonoberfläche ist eine Schadenskartierung anzu fertigen (Abb. 10). Die Risse werden mit einem elastifizierten mineralischen Spachtel geschlossen und mit einem 3 mm dicken und 18 cm breiten Streifen überdeckt, der der Enthaftung zwischen dem Untergrund im Bereich der Risse und der Textilbetonschicht dienen soll (Abb. 11).

Anschließend erfolgt der Auftrag der mehrschichtigen textilbewehrten Mörtelschutzschicht, die in einzelnen Arbeitsabschnitten den Gerüstlagen entsprechend von oben nach unten ausgeführt wird. Wechselweise wird zunächst eine ca. 10 mm dicke Mörtelschicht im Trockenspritzverfahren aufgebracht, hierauf die erste Lage der Carbonfasergewebebewehrung aufgelegt, dann die zweite, ebenfalls ca. 10 mm dicke Mörtelschicht, eine zweite Lage der textilen Bewehrung sowie darüber eine dritte, nur ca. 8 mm dicke Mörtelschicht ausgeführt (Abb. 12 bis 13). Als Mörtel dient ein kunststoffmodifizierter, zementgebundener Trocken spritzmörtel. Der Mörtelauftrag sollte frisch in frisch erfolgen, um einen bestmöglichen Verbund zu erreichen.

Bei der Bewehrung handelt es sich um ein zweidimensionales, epoxidharzgetränktes und abgesandtes

Carbonfasergewebe mit einem Maschenabstand von 21 mm in Form von Mattenware. Die Carbonfasermatten werden in der Regel ohne Überlappung verlegt. Da sie sich nur geringfügig verformen lassen, sind sie für die Verlegung an Ecken und Kehlen gesondert vorzufertigen. Um Schwindspannungen am Übergang zwischen Dach- und Wandflächen vorzubeugen, wird die Carbonarmierung mit einer Abfolge von Edelstahlankern in dichtem Abstand auf den Mauerkronen gesichert.

Anschließend wird aus gestalterischen Gründen eine max. 7 mm dicke pigmentierte Deckmörtelschicht aus kunststoffmodifiziertem Zementmörtel aufgebracht, um die Oberfläche in Farbigkeit und Oberflächentextur besser an den Originalbestand anzupassen. Hierfür wurde im Rahmen der bisherigen Arbeiten der noch frische Deckmörtel durch Abziehen mit Kelle über einer Latte bearbeitet, wodurch ein Erscheinungsbild entsteht, das der Optik der charakteristischen horizontalen Schalbrettstruktur zumindest nahekommt.

Zuletzt wird nach ausreichender Trocknung über der gesamten Oberfläche eine hydrophobierende Imprägnierung aufgebracht. Der Aufbau der textilbewehrten Schutzschicht beträgt somit insgesamt ca. 35 mm (Abb. 14).



Abb. 14: Sakramentskapelle, Zustand nach Abschluss der Arbeiten (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2017)



Abb. 15: Oberfläche der Textilbetonbeschichtung mit Risscraquelée nach einem Jahr Standzeit (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2018)



Abb. 16: Sakramentskapelle mit Textilbetonbeschichtung nach einem Jahr Standzeit (Foto: Martin Struck, Erzbischöfliches Generalvikariat Köln, 2018)

Ergebnis

Zur Überprüfung des Ausführungsergebnisses wurden mehrere Bohrkerne an verschiedenen Stellen der Textilbetonbeschichtung gezogen.¹² Hierbei zeigte sich, dass die Abreißfestigkeit zwischen den Schichten und dem Altbeton jeweils deutlich über dem gemäß DAFStb-Richtlinie geforderten Wert lag. Ebenfalls ließ sich feststellen, dass die tatsächliche Lage der textilen Bewehrungen dem beabsichtigten Aufbau entsprach. Nach einem Jahr Standzeit der Beschichtung bestätigt sich auch die Erwartung, dass anstelle der bisherigen breiteren Risse ein sogenanntes Risscraquelée in Form neuer Mikrorisse entstehen würde (Abb. 15). Schließlich ist auch die Oberflächentextur dem geschalteten Sichtbeton des übrigen Baukörpers weitgehend angenähert, und die geringe Dicke des Aufbaus ermöglicht einen nahezu unauffälligen Anschluss an die senkrechten Wandflächen. Neben den bislang nicht gereinigten Außenfassaden des Kirchenbaus fällt allerdings noch die helle Farbigkeit der Beschichtung auf, die auch nach einem Jahr noch kaum an Frische verloren hat (Abb. 16). Es ist aber wohl davon auszugehen, dass sich mit Entstehen einer gewissen Patina das Erscheinungsbild der beschichteten Dachflächen den (später einmal gereinigten) Wandflächen zunehmend angleichen wird. Dennoch soll bei den folgenden Abschnitten der Deckmörtel etwas dunkler pigmentiert werden, um sie etwas besser dem übrigen Bauwerk anzupassen.

Im Ergebnis stellt sich die Beschichtung der Dachfläche mit carbonbewehrtem Spritzbeton daher bislang so-

wohl bautechnisch als auch optisch als vertretbare Form einer Beschichtung dar. Das Verfahren der Textilbetonbeschichtung scheint nach den bisherigen Erkenntnissen für diesen Zweck geeignet und erfolgversprechend zu sein. Im Verlauf des Jahres 2018 wurden die Arbeiten an der obersten Pyramide über dem Altar mit einer Fläche von ca. 300 m² in gleicher Weise weitergeführt. Sofern die Finanzierung gesichert ist, soll die Instandsetzung mittels Textilbetonbeschichtung auch auf den übrigen Dachflächen des Mariendoms fortgesetzt werden.

INFO/KONTAKT



Dr. Dorothee Heinzelmann

Studium der Kunstgeschichte, Archäologie und Geschichte; Promotion 1998 an der LMU München (Kathedrale von Rouen); 1998 bis 2000 Postdoc-Stipendium in Rom; 2000 bis 2006 Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Volontärin und anschließend Referentin in der Baudenmalpflege; 2006 bis 2011 Amt für Archäologie des Kantons Freiburg/Schweiz, Bauforschung und archäologische Betreuung (Mittelalter); 2007 bis 2011 ETH Zürich, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Denkmalpflege und Bauforschung; seit 2011 LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, Referentin in der Bau- und Kunstdenmalpflege; seit 2012 Lehrauftrag an der Universität zu Köln, Kunsthistorisches Institut, Abteilung Architekturgeschichte. Mitglied u.a. bei ICOMOS, Koldewey-Gesellschaft, Redaktion der Zeitschrift Die Denkmalpflege, AG-Bautechnik der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger; Zahlreiche Veröffentlichungen zu Denkmalpflege und Bauforschung.

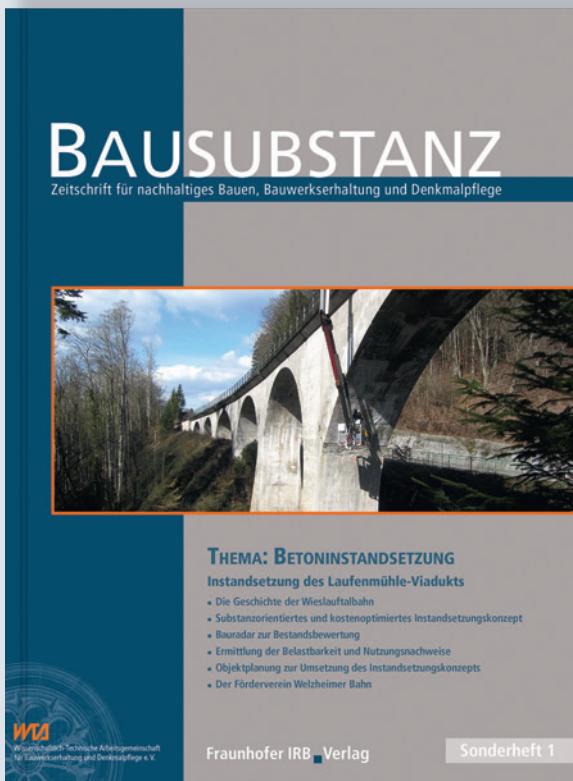
LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland
Abtei Brauweiler
Ehrenfriedstraße 19
50259 Pulheim
E-Mail: Dorothee.Heinzelmann@lvr.de
Internet: www.denkmalpflege.lvr.de,
<http://khi.phil-fak.uni-koeln.de/25896.html>

12 Zu den Prüfergebnissen vgl. Rempel et al., 2018 (wie Anm. 11), S. 548–549

BAUSUBSTANZ Thema: Betoninstandsetzung

Instandsetzung des Laufenmühle-Viadukts

Gabriele Patitz, Andreas Gerdes,
Hermann Rothenhöfer, Guido
Buschbacher u.a.



Bestellung:
Tel. 0711 970-2500 | Fax 0711 970-2508
irb@irb.fraunhofer.de | www.baufachinformation.de

Fraunhofer IRB ■ Verlag
Der Fachverlag zum Planen und Bauen

BAUSUBSTANZ Thema: Betoninstandsetzung

Gabriele Patitz, Andreas Gerdes, Hermann
Rothenhöfer, Guido Buschbacher, Tobias
Bürkle, Lorena Rombach, Bettina Marquardt,
Alexander Amann
2017, 49 Seiten, 50 Abb., Softcover
ISBN 978-3-7388-0013-5

Der Titel beschreibt die Planungsarbeiten für die Sanierung des über 100 Jahre alten denkmalgeschützten Laufenmühle-Viadukts von der Bestandserfassung und Bestandsbewertung bis zur statischen Nachweisführung und Ausführungsplanung.

Ein interdisziplinäres Team aus Bauingenieuren, Bauwerksprüfern, Geophysikern, Bauchemikern und Baustoffingenieuren entwickelte ein Instandsetzungskonzept, das neben einer nicht unerheblichen Kostenreduzierung den Erhalt der ursprünglichen Substanz, der Funktion und des äußeren Erscheinungsbildes dieses technischen Denkmals ermöglicht.

Durch den flächigen Einsatz von Bauradar konnten geschädigte und ungeschädigte Bogenbereiche auskariert und über gezielte Materialproben verifiziert werden. Auf dieser Basis war eine innovative Herangehensweise bei der statischen Nachweisführung möglich. Für die nur noch lokal auszuführenden Verpressarbeiten wurde das geeignete Material konzipiert und am Objekt getestet.

Mit dieser bestandsorientierten und auf das wirklich notwendige Ausmaß an Eingriffen erfolgten Ertüchtigung werden auch die bisherigen Alterungsspuren aus der Bau- und Lebensgeschichte des Viaduktes sichtbar bleiben.



Abb. 1: Außenansicht der Olympiaschwimmhalle (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)

Julia Ludwar

Weniger ist nicht immer mehr

Betoninstandsetzung mit besonderen Anforderungen am Beispiel der Olympiaschwimmhalle München

Die Schwimmhalle im Münchener Olympiapark wurde 1967 bis 1972 als Vierbeckenanlage nach einem Entwurf von Behnisch und Partner, Frei Otto sowie Leonhardt und Andrä über unregelmäßigem Grundriss errichtet. Sie ist ebenso wie die Olympiahalle von einer von Pylonen getragenen Zeltdachkonstruktion überspannt, die Außenwände bestehen aus einer Stahl-Glas-Konstruktion. Im Inneren sind die bauzeitlichen Oberflächengestaltungen und das Farbkonzept weitgehend erhalten. Dabei prägen neben den bekannten mit Acrylglasplatten belegten Zeltdachkonstruktionen besonders die Materialien Glas, Stahl und Stahlbeton die Architektur der Olympiabauten.

Stadion, Sporthalle und Schwimmhalle wurden zusammen mit zahlreichen weiteren Sportstätten und dem Athletendorf auf dem Gelände des Olympiaparks für die Olympischen Sommerspiele von 1972 konzipiert. In der Olympiaschwimmhalle wurden 1972 alle olympischen Beckenwettbewerbe im Schwimmen und Turmspringen sowie

das Finale des Wasserballturniers ausgetragen. Ursprünglich war geplant, die Sportstätten nach den Spielen wieder abzureißen. Inzwischen sind sie jedoch längst fester Bestandteil der Münchener Denkmallandschaft geworden und zählen zu Recht zur Architektur von Weltgeltung. Eine Bewerbung um den Titel eines UNESCO-Welterbes ist derzeit in Arbeit. Kurze Zeit nach den Spielen wurde die Schwimmhalle durch die Olympiapark München GmbH in eine Nutzung als öffentliches Schwimmbad überführt. Daneben finden weiterhin regelmäßig Schwimmwettkämpfe auf nationaler Ebene statt. Seit 2007 wird das auch als Olympiabad bekannte Schwimmbad von den Stadtwerken München betrieben.

Im Oktober 2015 wurde das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege mit seinen Fachstellen für Tragwerksplanung und Betoninstandsetzung hinzugezogen, um die anstehenden Instandsetzungsmaßnahmen an der Halle zu beraten. Gemeinsam mit Planern, Betreiber und Bauherr

sollte eine denkmalgerechte Lösung für die Betoninstandsetzung an den Stützen, die die Zuschauertribüne in der Olympiaschwimmhalle tragen, gefunden werden. Im Beckengeschoss der Halle befinden sich etwa 80 Stützen mit einer Höhe von 2,40 m und einem Durchmesser von 70 cm. Die Stützen sind in Sichtbetonbauweise ausgeführt und weisen neben der als Leitsystem fungierenden bauzeitlichen Farbgestaltung gewandelte Schalungsabdrücke auf, die prägend für das Erscheinungsbild sind.

Vor Ort zeigte sich ein Bild mit sehr regelmäßigen Schäden an den Stützenoberflächen. Dabei handelte es sich teils um Mängel wie eine an den meisten Stützen einseitig vorkommende zu geringe Betondeckung von weniger als einem Zentimeter. Insbesondere in der Sockelzone der Stützen bis in eine Höhe von etwa 50 cm lag die charakteristische Wendelbewehrung in den Bereichen mit geringer Überdeckung zum Teil frei und war korrodiert. Nach den Planunterlagen aus der Bauzeit sollte die Betondeckung an den Stützen bei drei Zentimetern liegen. Verursacht wurde die einseitig zu geringe Überdeckung vermutlich durch ein Verrutschen der Bewehrungskörbe beim Betoniervorgang. Daneben zeigten sich auch bislang nicht zuordenbare Schäden, wie ein charakteristischer umlaufend vorhandener Gummiabrieb und Abplatzungen in etwa 10 cm Höhe am Stützenfuß. Untersuchungen an den Stützenfüßen in der augenscheinlich am stärksten geschädigten Sockelzone, die bereits 2006 durch das Büro Schiessl Gehlen Sodeikat München durchgeführt wurden, ergaben zudem eine teils weit fortgeschrittene Karbonatisierung bis hinter den Bewehrungshorizont. Als Ursachen für die Betonschäden an den Sockelzonen der Stützen wurde eine erhöhte Belastung mit Chloriden, bedingt durch das warmfeuchte Schwimmabdklima und das gechlorten Beckenwasser, sowie eine Beaufschlagung mit säurehaltigen Putzmitteln vermutet.

An dieser Stelle lohnt es sich, die Chlorid-Problematik in Schwimmbädern noch einmal genauer zu betrachten. Dazu liegen aufschlussreiche Untersuchungen aus dem Jahr 2011 vor. Insbesondere Lars Wolff und Michael Raupach betonen, dass der Chloridgehalt im Wasser regelhaft nicht ausreicht, um Bewehrungskorrosion zu begünstigen [1]. Trotzdem könnten an einzelnen Punkten der Konstruktion kritische Konzentrationen erreicht werden. Im selben Jahr konnte Michael Schäper (MPA Wiesbaden) durch seine Erkenntnisse eine häufig automatisch für Schwimmbäder und Schwimmhallen in Betonbauweise unterstellte Annahme von schädigenden Chloridkonzentrationen weitgehend widerlegen: Bei den von ihm untersuchten Bädern konnten im norma-

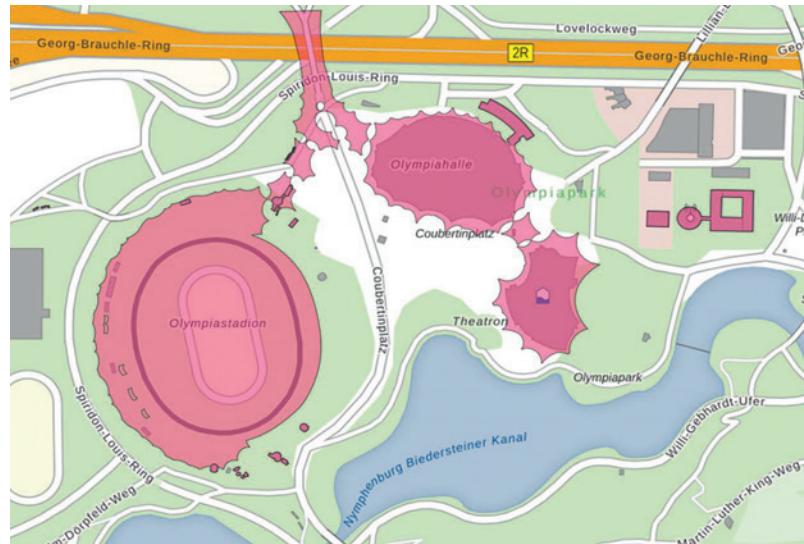


Abb. 2: Die Olympiaschwimmhalle im Lageplan südlich der Olympiahalle. Rot markiert sind die denkmalgeschützten Bauten. (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)

len Schwimmbadbetrieb ohne besondere lokale Wasserbeaufschlagung, z.B. durch Kondensat, und ohne durch Undichtigkeiten austretendes gechlortes Wasser keine Korrosionsschäden an der Bewehrung von Becken oder Hallenkonstruktion festgestellt werden [2]. Nach Schäper reicht die Luftfeuchtigkeit von 50 bis 60 % relativer Feuchte bei den üblicherweise vorgefundenen Temperaturen von 27 bis 33 °C und die Menge an Chlor, CO₂ und O₂ im Beckenwasser nicht aus, um bei ständig der Luft bzw. dem Wasser ausgesetzten Bauteilen Bewehrungskorrosion zu induzieren.

Die Untersuchung des Betons der Stützen in der Olympiaschwimmhalle ergab folgerichtig an den meisten Stützen lediglich ganz unten am Übergang zum gekachelten Fußboden eine erhebliche Belastung durch Chloride. Der Fliesenboden war hier bis an die Stützen herangeführt und



Abb. 3: Blick zum Wettkampfbecken in der Olympiaschwimmhalle, im Hintergrund der Sprungturm (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)



Abb. 4: Sichtbetonstützen im Beckengeschoß mit bauzeitlicher Farbgestaltung (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)



Abb. 5: Korrodierte Wendelbewehrung und ungenügende Betondeckung im Sockelbereich einer Stütze (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)



Abb. 6: Anprallspuren am Stützenfuß (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)

nicht gegen eindringendes Wasser abgedichtet. Bereits ab einer Höhe von etwa 20 cm waren die Chloridgehalte im Beton nur noch oberflächlich erhöht. Seltsam mutete in diesem Zusammenhang an, dass sich die sichtbaren Schäden an allen Stützen trotzdem bis auf eine immer gleiche Höhe von rund 50 cm erstreckten. Nicht zu vergessen der umlaufende charakteristische Gummiaabrieb in etwa 10 cm Höhe am Stützenfuß. Beim weiteren Durchgang durch das Gebäude konnte zufällig in einer der Umkleidekabinen ein Reinigungswagen beobachtet werden, der Reinigungsflüssigkeit aus an der Seite angebrachten Düsen verspritzte. Am Wagen war umlaufend eine Rammschutzleiste aus Hartgummi montiert. Bei dem verwendeten Industriereiniger handelte es sich um ein im Schwimmbadbetrieb übliches phosphorsaures Produkt mit einem pH-Wert von 1,28. Somit konnte nun auch durch direkte Beobachtung untermauert werden, was letztlich zu dem charakteristischen Schadensbild an den Stützenfüßen geführt hatte: Die Düsenlage des Reinigungswagens ließ sich mit den bis auf rund 50 cm Höhe auftretenden Schäden korrelieren. Bei dem Gummiaabrieb am Stützenfuß handelte es sich demnach um Anfahrschäden.

In der Regel dient die genaue Ermittlung der Schadensursache dazu, diese im besten Fall abstellen zu können. In der Münchner Olympiaschwimmhalle war dieser Weg leider nicht möglich: Das Leitungswasser in München ist sehr hart und damit kalkhaltig. Um Ablagerungen zu vermeiden, wird daher aus hygienischen Gründen auch in Zukunft auf säurehaltige Reiniger nicht verzichtet werden können. Hinzu kam die ungünstige Ausgangssituation der extrem geringen Betonüberdeckung an Teilbereichen der Stützen. Somit war

klar, dass es bei der anstehenden Instandsetzungsmaßnahme mit einer sonst in der Denkmalpflege oft verwendeten Minimallösung, die dem Instandsetzungsprinzip W folgt (Verhindern des Eindringens von Wasser, z. B.



Abb. 7: Reinigungswagen im Einsatz (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)

durch eine Hydrophobierung der Betonoberfläche), nicht getan sein würde. Die tragsicherheitsrelevante Stützenbewehrung musste wirksam vor dem auch zukünftig vorhandenen Säureangriff geschützt werden, um eine weitere Korrosion der Eisen zu verhindern. Trotzdem galt es, das Erscheinungsbild der Sichtbetonoberfläche zu bewahren.

Dazu wurden zwei mögliche Lösungsvarianten ermittelt und entsprechende Musterflächen angelegt. Erste Variante: die Beschichtung der Oberfläche mit einem säurebeständigen Beschichtungssystem OS 5b (wasserbeständiges CO₂-dichtes Beschichtungs-



Abb. 8: Musterfläche Instandsetzungsvariante mit Beschichtungssystem im Außenbereich (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)



Abb. 10: Musterfläche mit der Instandsetzungsvariante Spritzbeton mit reprofilierten Schalungsabdrücken (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)



Abb. 9: Musterfläche mit der Instandsetzungsvariante mit Beschichtungssystem OS 5b (unten) im Vergleich zur bauzeitlichen Sichtbetonoberfläche (oben) (© Bayer. Landesamt für Denkmalpflege)

system) oder höherwertig. Vor dem Aufbringen einer entsprechenden Beschichtung wird dabei zunächst zwingend die Betonoberfläche abgeschliffen und anschließend gespachtelt, alle Poren und Lunker werden geschlossen. Dies ist aus denkmalpflegerischer Sicht und unter ästhetischen Gesichtspunkten problematisch, da die Oberflächencharakteristik dadurch stark verändert wird: Die Sichtbetonoberfläche wird nivelliert, alle Herstellungs- und Nutzungsspuren, sämtliches Relief werden eliminiert. Mit der ursprüngli-

chen Sichtbetonoptik hat die beschichtete Oberfläche auch bei bestmöglicher farblicher Anpassung letztlich keine Gemeinsamkeiten mehr. Somit wurde die zweite Instandsetzungsvariante favorisiert: Erhöhung der Betondeckung durch Aufbringen einer Spritzbetonschicht mit anschließender Reprofilierung der Oberfläche. Durch das Eindrücken von Matrizen konnte eine überzeugende, dem ursprünglichen Bestand angepasste Sichtbetonoberfläche mit den charakteristischen gewendelten Schalungsabdrücken erzeugt werden. Die Spritzbetonschicht wurde dabei über die gesamte Höhe der Stütze angebracht, um einen gleichmäßigen Durchmesser ohne Absätze zu gewährleisten. Damit sind die Stützen nach der Maßnahme geringfügig mächtiger, was jedoch aufgrund der weitläufigen Schwimmhalle verschmerzt werden kann. Das Beispiel Olympiahalle zeigt einmal mehr, wie wichtig die genaue Ermittlung der Schadensursachen und Randbedingungen und eine frühzeitige Beteiligung der Denkmalfachbehörden ist, damit eine wirksame, dauerhafte und denkmalverträgliche Lösung gefunden werden kann. Auch wenn aus denkmalfachlicher Sicht bei der Betoninstandsetzung fast immer weniger (an Beschichtung) mehr (Oberflächenqualität) ist, muss es in manchen vertrackten Fällen eben auch einmal etwas mehr an Beton sein.

Literatur

- [1] Wolff, Lars; Raupach, Michael: Typische Schadensbilder bei Schwimmbädern – Ursachen und Lösungsansätze. In: Technische Akademie Esslingen -TAE- (Hrsg.): Erhaltung von Bauwerken: 2. Kolloquium 25. und 26. Januar 2011. Tagungshandbuch. Ostfildern: Selbstverlag, 2011
- [2] Schäper, Michael: Zur Dauerhaftigkeit der Stahlbeton- und Spannbetonkonstruktion in Schwimmhallenluft und -wasser. Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Nr. 7, S. 459–470

INFO/KONTAKT



Dipl.-Ing.
Julia Ludwar

Studium des Bauingenieurwesens (Hochbau) an der TU Darmstadt mit Abschluss Dipl.-Ing. (2003); Aufbaustudium »Denkmalpflege/Heritage Conservation« an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg mit Abschluss Dipl.-Ing. (2004); selbstständige Tätigkeit als beratende Ingenieurin; wissenschaftliches Volontariat am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (2007 bis 2009); Gebietsreferentin für Praktische Denkmalpflege Bau- und Kunstdenkmäler Referat Niederbayern/Oberpfalz (2009 bis 2011); seit 2012 Leiterin des Bauarchivs Thierhaupten – Bayerisches Fortbildungs- und Beratungszentrum für Denkmalpflege mit verschiedenen Sonderaufgaben im Bereich Bautechnik (insbesondere Tragwerksplanung, energetische Sanierung, Barrierefreiheit, Brandschutz, Sichtbetoninstandsetzung).

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege
Ref. A VI – Bauarchiv – Fortbildungs- und Beratungszentrum für Denkmalpflege
Klosterberg 8
86672 Thierhaupten
Tel.: 08271 8157-17
Fax: 08271 8157-55
E-Mail: julia.ludwar@blfd.bayern.de
Internet: www.blfd.bayern.de



Abb. 1: Kulturpalast Dresden vor der Sanierung, Hauptfassade am Altmarkt von Süden, 2011 (© CC-BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/>), Heinz-Josef Lücking)

Ulrike Hübner-Grötzsch

»Ostmoderne wie aus dem Ei gepellt«

Möglichkeiten der Denkmalpflege bei der Sanierung des Kulturpalastes Dresden

Mit dem titelgebenden Zitat überschrieb der Berliner Architekturhistoriker Falk Jaeger eine Architekturkritik zur Wiedereröffnung des umgebauten und sanierten Kulturpalastes in Dresden in der Sächsischen Zeitung am 28. April 2017 und kritisierte den »gestrengen Denkmalschutz« und »absoluten« Rekonstruktionswillen. Dabei stand die erst im Jahr 2008 offiziell erfasste Eigenschaft als Kulturdenkmal selbst während des Bauprozesses mehrfach infrage. Grund dafür war nicht das Baufenster im Herzen des Gebäudes für den neuen Konzertsaal, das bereits mit Beginn der Sanierungsplanung kurz nach der Unterschutzstellung – wenn auch unter kontroversen Diskussionen – abgestimmt wurde. Maßgeblich war auch nicht die funktionelle Umnutzung vom Kulturhaus mit repräsentativem Konzertsaal und großzügigen Foyers mit feierlichem Charakter zur stark frequentierten städtischen Zentralbibliothek, die das obere Foyer mit Funktionseinbauten und Alltagsnutzung veränderte. Ausschlaggebend waren neben den zu knapp kalkulierten Finanzmitteln für denkmalpfle-

gerische Maßnahmen vielmehr die Probleme, die die moderne Bausubstanz dem denkmalpflegerisch wichtigen Primat des möglichst authentischen Erhalts entgegenstellte. Dass es trotzdem gelungen ist, den Charakter des Gebäudes in wichtigen Teilen zu erhalten, ist dem Engagement aller Beteiligten auf ihrem jeweiligen Arbeitsgebiet und einer großzügigen Denkmalförderung zu verdanken.

Die Planungsgeschichte des Kulturpalastes ist sowohl symptomatisch für die kulturpolitische, architekturgeschichtliche und städtebauliche Entwicklung in der DDR als auch aufschlussreich für die Verhältnisse in Dresden. Sie wurde umfassend dargelegt¹. Der markante Bau der in-

1 Vgl. Buttolo, Susann: Der Dresdner Kulturpalast – Vom Werden eines besonderen Baudenkmals und den anhaltenden Versuchen seiner Destruktion. In: Escherich, Mark (Hrsg.): Denkmal Ost-Moderne. Aneignung und Erhaltung des baulichen Erbes der Nachkriegsmoderne. Berlin: Jovis, 2012; Ritschel, Hartmut: Vom Haus der sozialistischen Kultur zum Kulturpalast Dresden – Metamorphosen eines Bauwerks. In: Schriftenreihe des Deutschen Nationalkomitees

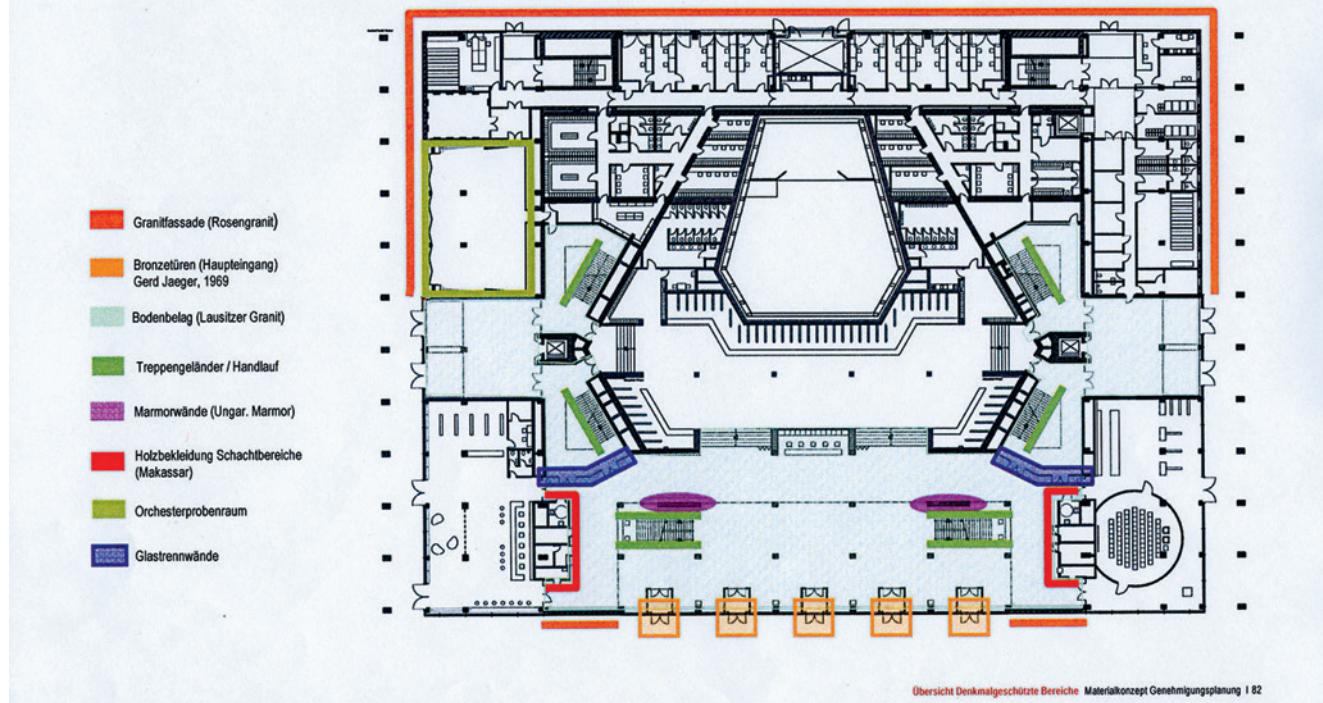


Abb. 2: Kulturpalast Dresden, Grundriss Erdgeschoss mit Markierung denkmalrelevanter Bereiche, Genehmigungsplanung, 2011 (© gmp Architekten)

ternationalen Architekturmoderne, auf der Grundlage der Konzeption von Leopold Wiel von einem Kollektiv unter der Leitung von Wolfgang Hänsch im VEB Hochbauprojektierung Dresden geplant, wurde zum 20. Jahrestag der Gründung der DDR 1969 eröffnet und in der Folge dank seiner breit gefächerten Nutzungen stark frequentiert und überwiegend akzeptiert. Nach der Wende erforderten die Nutzungsänderungen mit der steigenden Zahl an Kongressen in den Gesellschaftsräumen und mit der Öffnung der »Ladenlokale« im Erdgeschoss sowie der allgemeine Sanierungsbedarf bauliche Anpassungen. Die Wahrnehmung der Ostmoderne als Altlast ohne künstlerische Bedeutung verhinderte einen Konsens über Wert und Schutzwürdigkeit der betroffenen DDR-Architektur und die sich wandelnden städtebaulichen Leitbilder führten zu einem Korrekturbedürfnis gegenüber der großzügigen Nachkriegs-Stadtplanung durch Verdichtung. In diesem Kontext standen die Umbauungspläne des Kulturpalastes von Architekt Hans Kollhoff aus Berlin von 2002 und Hänschs Antwort in Form eines eigenen Umbauungsentwurfs, die allerdings die öffentliche Diskussion über gestalterische Qualitäten und Wert des Kulturpalastes, u. a. mit der Kampagne »Kulturpalast erhalten« von Dresdens Erben, anfachten. Im Juli 2008 erfolgte die Ausweisung des Denkmals durch das Landesamt für Denkmalpflege, die bereits seit 2005 vorbereitet worden war. Für den Denkmalwert des Gebäudes sind zunächst der vorbildhafte Bautypus in industrieller Bauweise in der Formensprache der Internationalen Moderne als Sinnbild für das als fortschrittlich gesehene

gesellschaftspolitische System und dessen Umsetzung als Zentralbau mit flacher Kuppel wichtig, die den Dresdner Stadtraum weniger beeinträchtigte als frühere Planungsstufen mit vertikaler Stadtdominante. Große baukünstlerische Qualität und hochwertige Materialien zeichnen den Repräsentationsbau für Kultur und Bildung aus.

Nach einjähriger Schließzeit wegen Brandschutzmängeln im Jahr 2007 beschloss der Dresdner Stadtrat im Juli 2008 den Umbau des Gebäudes einschließlich der Erneuerung des Konzertaals und den Einzug der Stadtbibliothek. 2008 schrieb die Stadt diesbezüglich einen nichtöffentlichen zweistufigen Wettbewerb aus, den gmp Architekten von Gerkan, Marg und Partner 2009 gewannen.² Bereits für die Ausschreibung war der Kompromiss des Baufensters anstelle des Mehrzwecksaals für den neuen Saal der Philharmonie in den Obergeschossen und das Kabarett »Herkuleskeule« im Untergeschoss und für den Erhalt der übrigen Bauteile geschlossen worden. Nachdem die Urheberrechtsklage von Wolfgang Hänsch gegen den Abriss des Mehrzwecksaals 2009 und 2012 in zwei Instanzen abschlägig beschieden worden war, begann 2012 der fünfjährige Umbau durch die städtische Trägergesellschaft Kommunale Immobilien Dresden GmbH & Co. KG. Grundlage für die denkmalpflegerische Arbeit war der »Maßnahmenkatalog Denkmalpflege« als Bestandteil der Baugenehmigung, der den Erhalt der Fassaden einschließlich der Bronzetüren und des Wandbilds »Weg der Roten Fahne«, den strukturellen Erhalt der Foyers und der Schmetterlingstreppenhäuser, den Erhalt ausgewählter Ausbauteile wie der Decken- und Wandverkleidung in der ehemaligen Studiobühne und im Chorprobenraum, der Kranichdecke sowie einiger Kunst-

für Denkmalschutz, Bd. 73. Bonn, 2007, S. 26–30; Quiring, Claudia: Der Kulturpalast Dresden – Architektur als Auftrag. Ausstellung im Stadtmuseum Dresden, 22.04.2017 bis 17.09.2017; Klemm, Bettina: Der Dresdner Kulturpalast – eine Zeitreise von 1969 bis heute. Berlin: Bild und Heimat, 2016

² Vgl. von Gerkan, Meinhard; Schütz, Stephan (Hrsg.): Kulturpalast Dresden. gmp focus. Berlin: Jovis, 2018



Abb. 3: Kulturpalast Dresden, Südostecke mit Ostfassade, um 1970 (© Deutsche Fotothek)

werke festschrieb. Der Restaurator Wilfried Sitte fertigte eine umfassende Dokumentation an, die im Laufe der Baumaßnahme noch partiell ergänzt wurde. Im Planungsprozess waren die unterschiedlichen Herangehensweisen der Planer, die neue Elemente des Denkmals durch moderne Formensprache klar absetzen wollten, und der Denkmalpfleger, die ein geschlossenes Erscheinungsbild anstrebten, das auch die ansichtsgleiche Rekonstruktion verlorener Substanz beinhaltete, zusammenzuführen.

Die Sanierung des Kulturpalastes in seiner ursprünglichen Kubatur schreibt mit der gleichzeitigen Rekonstruktion der Bürgerhausquartiere um den Neumarkt in Dresden die Überschneidung verschiedener städtebaulicher Leitbilder fest. Die Grenze ist nicht neu definiert worden, stattdessen werden die alten Quartiere dem zeitlich späteren Bestand entsprechend beschnitten, was zu deren partieller Neugestaltung führt. Der umgebende Raum für den großzügig in horizontaler Ausdehnung geplanten Kulturpalast wird auf der Ost- und der Nordseite stark eingeschränkt, während die südliche Hauptfassade zum Altmarkt und die ebenfalls wichtige Westseite an der Schlossstraße – zur Erbauungszeit des Gebäudes als zentrale fußläufige Nord-Süd-Achse durch das Stadtzentrum gedacht – ihre Wir-

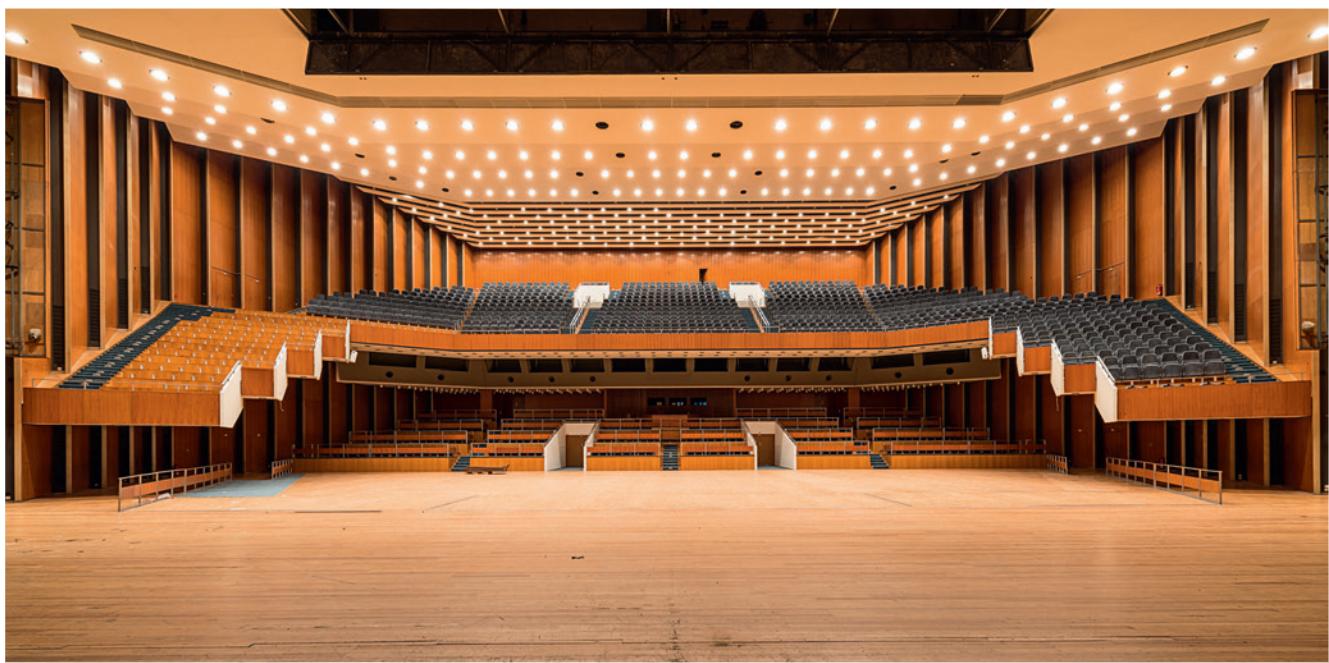


Abb. 4: Kulturpalast Dresden, Mehrzwecksaal vor dem Umbau, Blick in Richtung Zuschauerraum, 2013 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Wolfgang Junius)

kung weiter entfalten. Das an dieser Stelle vorbildlich restaurierte Wandbild »Weg der Roten Fahne« verbildlicht und tradiert die ursprüngliche politische Funktion des Kulturpalastes und wirft nach seiner jahrelangen »Verhängung« mit einem Baunetz nun wieder Fragen zum Umgang mit politischen »Altlasten« auf. Die vor dem Umbau realisierte Baumgruppe vor dem Wandbild lässt den Wunsch nach einem dauerhaften Verstecken vermuten. Dass der Kulturpalast aber nicht auf die politische und städtebauliche Funktion der DDR-Zeit reduziert werden darf, macht die außergewöhnliche künstlerische, gestalterische und handwerkliche Qualität des Baus von der expressiv gefalteten Kupferhaube auf dem Dach bis zu den Details der Ausstattung deutlich.

Der Vorplatz des Kulturpalastes konnte durch den Landschaftsarchitekten Günter Kretzschmar, der bereits an der ursprünglichen Gestaltung 1969 beteiligt war, und sein derzeitiges Büro Günter Kretzschmar & Partner rekonstruiert werden. Dazu gehörte die Wiederherstellung des zwischenzeitlich mehrfach durch Umbauten gestörten Mäanderbands aus verschiedenfarbigen Waschbetonplatten und die Rekonstruktion der 2007 im Zuge des Tiefgaragenbaus am Altmarkt abgebauten drei flachen Brunnen. Diese mussten etwas nach Westen verschoben werden, da der östliche an der Stelle der in der DDR-Zeit eingezogenen, aber zwischenzeitlich wiederhergestellten Galeriestraße lag. Ihre gestalterische Funktion als horizontaler Akzent vor der Kulturpalastfassade und als Bindeglied zur weiteren Bebauung im Osten entspricht damit nicht mehr dem Idealmaß, konnte aber wiederhergestellt werden. Die drei Fahnenmasten als vertikaler gestalteri-



Abb. 5: Kulturpalast Dresden, Garderobenfoyer im Erdgeschoss nach Norden, 2013 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Wolfgang Junius)

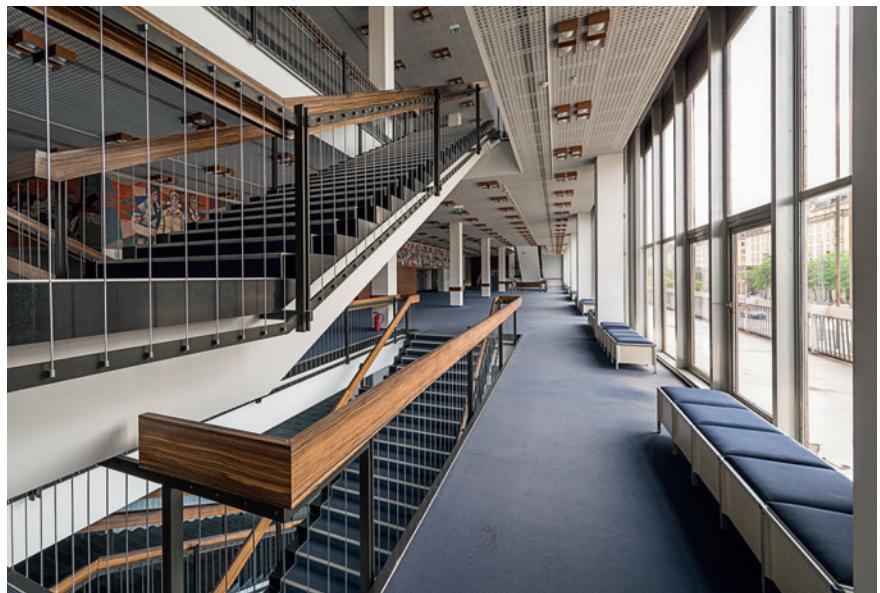


Abb. 6: Kulturpalast Dresden, Foyer im ersten Obergeschoss mit Treppengeländern, Wandbild und Deckengestaltung vor dem Umbau, 2013 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Wolfgang Junius)

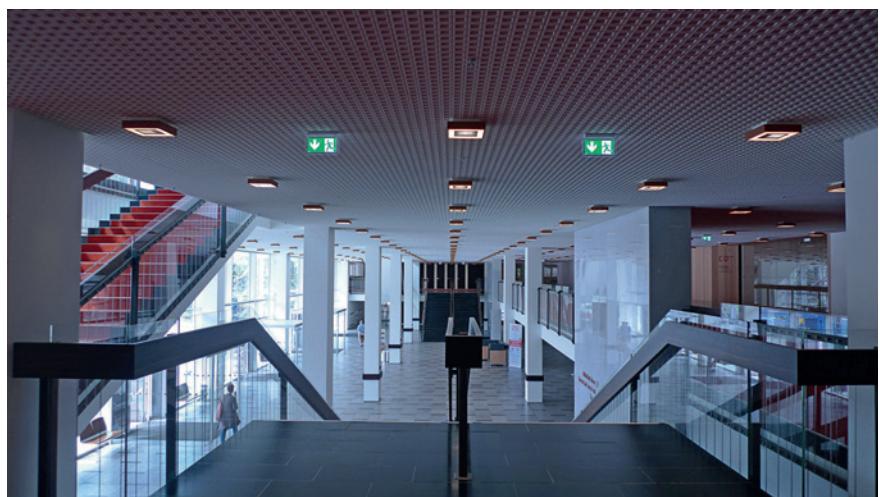


Abb. 7: Kulturpalast Dresden, Foyer im Erdgeschoss nach Westen mit Treppengeländern, Deckengestaltung und Marmorschiben nach der Sanierung, 2017 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Ulrike Hübner-Grötzsch)



Abb. 8: Kulturpalast Dresden, Foyer im Erdgeschoss mit Holzverkleidungen und Zugang zu den Schmetterlingsstreppehäusern nach der Sanierung, 2017 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Ulrike Hübner-Grötzsch)

scher Akzent vor der Hauptfassade im Westen hingegen konnten 2012 in der Denkmalliste ergänzt und von Juni bis November 2018 vor Ort durch

Fuchs & Girke mit partieller technischer Aufrüstung restauriert werden. Der Konflikt zwischen der neuen Wohnbebauung und der zum Betrieb des Kulturpalastes notwendigen nächtlichen Logistik an dessen Rückseite soll künftig durch eine flexible Einhausung der Anlieferungszone nach Planung von gmp gelöst werden, die die Verlängerung der gestalterisch dominanten Betonplatte zwischen Erdgeschoss und erstem Obergeschoss des Kulturpalastes als Träger einer im Bedarfsfall zu schließenden Lärmschutzhülle vorsieht.

Die äußere Gebäudehülle des Stahlbetonskelettbau wurde unter partieller Demontage und dem Wiedereinbau aufgearbeiteter oder rekonstruierter Teile erhalten. Die Kupferhaube konnte an Ort und Stelle verbleiben, da der Abriss und Neubau des mittigen Saals durch die demontierte Vorhangsfassade der Südseite erfolgte. Die Alurahmen-Glasscheiben-Konstruktion der Gebäudehülle der beiden Obergeschosse sollte in der Sanierungspla-

nung zunächst durch eine neue, den heutigen gebäudetechnischen Anforderungen genügende Konstruktion ersetzt werden. Die finanzielle Überprüfung führte jedoch zu einer günstigeren Bilanz durch die Wiederverwendung und Aufarbeitung der bauzeitlichen Alurahmen, die die Firma Fuchs & Girke in ihren Werkstätten in Ottendorf-Okrilla vornahm. Das ursprünglich klare Glas der Obergeschosse war 1986 aus Sonnenschutzgründen durch bedampfte Thermoscheiben auf Kupferbasis ersetzt worden, die das VEB Flachglaskombinat Torgau unter dem Namen Theraflex-Gold nach einer Entwicklung des Ardenne-Institutes in Dresden hergestellt hatte³. Nun konnte die für den Gebäudecharakter wichtige Transparenz durch den Einbau moderner Scheiben mit den notwendigen, optisch nicht in Erscheinung tretenen Beschichtungen wiederhergestellt werden: Besonders bei nächtlicher Beleuchtung erstrahlen die Foyers mit beeindruckender Außenwirkung bis auf den Altmarkt.

Eine weitere partielle Rekonstruktion betrifft die südlichen Gebäudeecken im Erdgeschoss. Die in Glas und Alurahmen geöffnete Haupteingangsfassade war hier von roten Granitplatten gerahmt worden, die das gesamte, gegenüber den Obergeschossen eingezogene Erdgeschoss verkleideten. Für den Einbau einer Ticket-Zentrale und des Besucherzentrums Frauenkirche waren die Ecken um 1999 bzw. 2006/2007 vollständig in Glas geöffnet worden und konnten nun zumindest in Teilen wieder geschlossen werden, um die ursprüngliche Intention des Baus wenigstens anzudeuten. Die sockelartige Granitverkleidung des Erd-



Abb. 9: Kulturpalast Dresden, Schmetterlingstreppehaus, um 1970 (© Deutsche Fotothek)

3 Vgl. Klemm 2016, S. 167–168

geschosses wurde demontiert, eingelagert und soweit möglich wieder montiert. Fehlende Steinbestände konnten dem Bestandsmaterial visuell entsprechend ergänzt werden. Die Betonformsteinelemente der Rück- und Seitenfassaden wurden nach restauratorischem Befund wieder gebrochen weiß gefasst. Sekundäre Fassadenteile wie das Fensterband im ersten Zwischen geschoss wurden durch ansichtsähnliche moderne Elemente ersetzt. Die gestalterisch bemerkenswerten Schaukästen mit Alurahmen konnten 2018 aufgearbeitet werden.

Zu den Verlusten des Sanierungsprozesses gehören die Alurahmen der Fenster in der Erdgeschosszone der Südfassade, die zur Wiederverwendung vorgesehen waren, aber bei der Demontage zerstört wurden. Ebenso wurden die Balkongeländerrahmen im ersten Obergeschoss, die auf der Südseite wegen der Zugänglichkeit des Balkons zur Ertüchtigung nach Bauaufsichtsvorgaben vorgesehen waren, bei der Demontage versehentlich zerschnitten. Die aus Alupaneelen bestehenden rückseitigen Türen für Dienst eingänge wurden nicht erhalten und die Bühnenzugänge im Untergeschoss geschlossen. Die gastronomische Nutzung des Balkons, die der Betreiber anstrebe, musste aus denkmalpflegerischer Sicht versagt werden, um eine Veränderung des Erscheinungsbilds des Gebäudes durch Nachfolgeelemente wie Sonnenschirme zu verhindern und den Raum als Wandelgang in der Pausenzeit von Konzerten ohne Behinderung durch fest installierte Tische zu erhalten.

Den größten Einschnitt in die historische Bausubstanz stellt der Neubau des Saales dar. Im Sommer 2008 vom Stadtrat beschlossen, blieb die Maßnahme bis zum Beginn des Um

baus ein umstrittenes Thema. Der ursprüngliche Multifunktionssaal, den die Philharmonie dennoch aus Ermangelung eines anderen Auftritts ortes bespielt hatte, wies gegenüber einem Konzertsaal akustische Defizite auf, die durch den Neubau in Weinbergform nach dem Entwurf von gmp behoben werden sollten. Die Denkmalpflegebehörden hatten sich mit der Unterschutzstellung bereits auf diesen lokalpolitischen Kompromiss eingelassen. Somit wurde der historische Saal mit dem Kipparkett, der Bühnentechnik und der aufwendigen und wertvollen Holzverkleidung durch AIVG Architektur- und Ingenieurvermessung Dipl.-Ing. Lutz Graupner umfassend fotogrammetrisch dokumentiert. Die Holzverkleidung war in Teilen zur Wiederverwendung in den künftigen Übergangsräumen zwischen neuem Saal und Altbau vorgesehen, was aus technischen Gründen letztendlich nicht umgesetzt wurde.

Im Gegensatz zum großen Baufester hatte der denkmalpflegerische Substanzerhalt wie für die Gebäudehülle auch für die Foyers und die den Saal umgebenden Räume Priorität. Allerdings ist moderne Bausubstanz nicht wie historisches massives Mauerwerk zur Konservierung geeignet. Um Schadstoffe zu beseitigen und neuen haustechnischen und sicherheitstechnischen Anforderungen zu genügen, mussten alle Wandverkleidungen entfernt werden. Ein Aufschrei in Presse und Bevölkerung kommentierte das verbleibende nackte Betongerüst. Die für die Wiederverwendung vorgesehene Modellgipsdecke (Mogidecke) erwies sich bereits bei der Demontage als zu brüchig. Der qualitätvolle Vorschlag zur Neugestaltung durch gmp in heutiger Formensprache nach dem

Prinzip der Ablesbarkeit neuer Bau substanz wurde zugunsten der denk malpflegerischen Forderung nach Wiederherstellung des Erscheinungsbildes verworfen, da die dem Original ansichtsgleiche Kopie der Deckenplatten möglich war. Den finanziellen Aus gleich zwischen geplanter Wiederverwendung bzw. Neuplanung und kostenintensivem Nachbau ermöglichte die Unterstützung durch das Sonder programm Denkmalpflege des Freistaates Sachsen 2014. Darüber hinaus wurden nach Vergabe des Auftrags an die Firma Lindner AG und nach dem Gespräch des Oberbauleiters Torsten Horst mit Stefan Scherf, Leiter des Stuckhauses Scherf & Ritter aus Wal denburg, originale Matrizen der Decken aus dessen Garage geborgen, so dass eine authentische Nachbildung möglich war. Die Prüfung der statischen Belastbarkeit der nicht mehr zugelassenen Materialien und Technik im Prüflabor der Lindner AG Arnstorf ergab die gegenüber dem Geforderten vierfache Lastsicherheit und damit ei ne neue CE-Zertifizierung.

Integrierter Bestandteil der Decken sind die als plastisch hervortretendes Raster wirkenden Leuchten, die die Deckengliederung verstärken. Die kostengünstigere Planung neuer, bündig eingelassener Leuchten in reduzierter Gesamtzahl war aus denk malpflegerischer Sicht deshalb nicht umsetzbar. Auch hier ermöglichte eine großzügige Denkmalförderung den Neubau von ansichtsähnlichen plasti schen Leuchtkörpern mit neuer technischer Ausstattung, allerdings ohne die historischen Gittereinsätze.

Einig waren sich Bauherren, Planer und Denkmalpfleger in der Wert schätzung der filigranen Treppen geländer mit dominanter Edelholz handlauf, verkleidet mit dem dunklen



Abb. 10: Kulturpalast Dresden, Faltwände in den Gesellschaftsräumen im zweiten Obergeschoss, 2013 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Wolfgang Junius)



Abb. 11: Kulturpalast Dresden, Chorprobenraum im Erdgeschoss, 2013 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Wolfgang Junius)

Tropenholzfurnier Makassar. Der auf zarten (bereits kurz nach der Bauzeit durch stärkere ersetzen) Füllungsstäben horizontal scheinbar schwebende Handgriff in einfachem Rechteckprofil entspricht der großen Struktur des Gesamtbauwerks von transparenten Vorhangfassaden zwischen massiven Betonscheiben. Da die beantragte Ausnahme genehmigung von der Bauaufsicht wegen Mängeln in der Gesamthöhe, dem Abstand der Füllungsstäbe und dem Abstand des Geländers von den Treppen nicht erteilt wurde, wurden verschiedene Varianten erprobt: Eine Neuplanung nach geltenden Anforderungen fügte sich nicht in das bestehende Bild ein; eine Anpassung des Bestands mit enger angeordneten Füllstäben genügte den Anforderungen noch immer nicht. Die aus gestalterischen Gründen bereits verworfene Ertüchtigung durch die Addition von Glaselementen wurde wieder aufgegriffen und nach der Lösung zahlreicher Detailprobleme von der Firma Fuchs & Girke mit befriedigendem Ergebnis umgesetzt. Die originale Metallkonstruktion war während der Bauzeit eingehaust vor Ort verblieben, die eingelagerten Holzhandläufe wurden nach ihrer Aufarbeitung durch die Constantia Bühnenbau GmbH Pophal, Werkstatt für Holzbau und Restaurierungen, und der Montage der Glasergänzungen wieder angebaut.

Die Constantia GmbH Pophal arbeitete neben den Handläufen auch die Wandverkleidungen der Stirnseiten im Foyer auf. Sie verbargen ursprünglich Telefonzellen

und andere Nebenräume. Seit der Sanierung befinden sich an dieser Stelle durch alle Geschosse laufende Leitungsschächte. Um die wertvollen Tropenholz im ursprünglichen Lacksystem mit Nitrozellulose behandeln zu können, war eine Sondergenehmigung nötig. Dem der internationalen Moderne entsprechenden Prinzip des Zusammenklangs verschiedener edler Materialien wie Holz, Naturstein und Putz entsprachen die mit weißem Marmor verkleideten Wandscheiben im Foyer, die scheinbar vom Erdgeschoss bis zum ersten Obergeschoss durchliefen. Nach der Einlagerung während der Bauzeit wurden sie ohne Dehnungsfuge und in einem anderen Muster neu montiert. Im ersten Obergeschoss an der Schnittstelle zum Baufesten des neuen Saales wurden sie durch eine neu proportionierte Verkleidung mit Holz ersetzt, da sich die Wandgliederung an dieser Stelle verändert hat. Der Steinfußboden aus Lausitzer Granit im Erdgeschoss wurde an Ort und Stelle gereinigt. Der Erhalt der Windfänge war nach mehrfacher Umplanung nicht durchzusetzen, sie wurden sorgfältig dokumentiert. Die Wandfarbigkeit wurde nach restauratorischem Befund in gebrochenem Weiß wiederhergestellt. Der textile Fußbodenbelag der Obergeschosse, der zwischenzeitlich durch einen blauen ersetzt worden war, wurde im ursprünglichen Rot rekonstruiert. Die etwas gedämpfte Farbe konnte die rosa Abstrahlung auf die Wände nicht verhindern, die wahrscheinlich in der Vergangenheit zur Farbkorrektur geführt hatte.



Abb. 12: Kulturpalast Dresden, Studiobühne mit Foyer im ersten Obergeschoss, 1970 (© Deutsche Fotothek)



Abb. 13: Kulturpalast Dresden, Ausblick während der Sanierung, 2013 (© Deutsche Fotothek)

Die ursprünglich für den Erhalt vorgesehenen Glas-Alurahmen-Türen vom Hauptfoyer zu den Schmetterlingstreppenhäusern fielen der Notwendigkeit zertifizierter Brandschutztüren zum Opfer. Eine ansichtsähnliche oder zumindest identisch gegliederte Rahmung war nicht finanziert, weil deren Neubau eine Einzelfallprüfung erfordert hätte. Der Glattputz auf den Außenseiten der Schmetterlingstreppenhäuser kontrastierte mit einem groben Rauputz auf den Wänden zum Saal, was neben gestalterischen auch akustische Gründe gehabt haben mag. Der Rauputz, der eigentlich erhalten werden sollte, wurde durch das Entfernen von nicht mehr benötigten Elektroleitungen, die aus Brandschutzgründen zu demontieren waren, so stark gestört, dass sich die Erhaltungsbestrebungen auf einzelne Befundfenster reduzierten. Doch auch diese waren nicht zu halten, da der unterschiedliche Aufbau zu verschiedenen Oberflächenhöhen führte und letztendlich ein nachgestellter Rauputz aufgetragen wurde. Das Geländer am Durchbruch der Schmetterlingstreppenhäuser zum Untergeschoss, aufgrund der neu eingebauten Spielstätte Herkuleskeule mit Zugang zur Tiefgarage unter dem Altmarkt, setzt sich gemäß dem Credo der Architekten von gmp entschieden von der historischen Formensprache ab. Trotz dieser Einschränkungen blieben die dreieckigen Treppenaugen der vier Schmetterlingstreppenhäuser in ihrer Wirkung erhalten.

In den Gesellschaftsräumen und Proberäumen der Philharmonie waren Holzeinbauschränke und Faltwände der Hellerauer Werkstätten teilweise schon bei Umbauten in den 1990er-Jahren abgebaut worden; teilweise verschwanden sie bei der Neugestaltung der Bibliotheksräume. In den Funktionsräumen im Nordteil konnten Details wie die Treppenhausfarbigkeit und Türklinken erhalten werden.

Zu den gestalterisch herausragenden Räumen im Kulturpalast zählten der Chorprobenraum im Erdgeschoss, die ehemalige Studiobühne hinter dem Wandbild im ersten Obergeschoss und das Restaurant mit Kranichdecke an der südöstlichen Ecke. Im Chorprobenraum konnten die expressive Rüsterholzwand der Hellerauer Werkstätten (Sondergenehmigung für die Erneuerung des Nitrozelluloselackes) und die sogenannten Zuckertüten an der Decke – beide dienten der Raumakustik – aufgearbeitet werden.

Die Studiobühne mit Holzdeckenraster war von einer vollständig in glattem Holz verkleideten Wandscheibe vom eigenen Foyer abgetrennt, das mit sichtbaren Backsteinwänden gestaltet war. Durch die Nutzungsänderung des Bereichs und die Eingliederung in den fließenden Bibliotheksraum ging seine Charakteristik im Stil der Internationalen Moderne mit nebeneinander wirkenden Materialien verloren, obwohl die Deckengestaltung wieder installiert und die Holzverkleidung zumindest einseitig wiederherge-



Abb. 14: Kulturpalast Dresden, Westfassade mit Wandbild, 2017 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Wolfgang Junius)

stellte wurde. Die Backsteinwand ist hinter der Dämmung erhalten.

Das Restaurant war mit Natursteinfußboden im Vorräum, der während der Baumaßnahme verloren ging, und mehreren Kunstwerken ausgestattet: Der handgewebte Gobelín mit »Heiteren Reminiszenzen aus Dresden« von Christa Engler-Feldmann von über 9 x 1,5 m Größe wurde der Künstlerin 1990 zurückgegeben, soll nun aber im Bibliotheksbereich wieder aufgehängt werden. Die Kranichdecke wurde in Teilen aufgearbeitet und in den Lesesaal an der Nordseite der Bibliothek umgesetzt. Der ursprüngliche dunkelgrüne Farbbefund wurde dokumentiert, aber der späteren Fassung in Weiß entsprechend überstrichen.

Weitere Kunstwerke am Bau, für die nach einer gesetzlichen Regelung seit 1952 zwei Prozent der Bausumme verwendet werden sollten, waren der damals größte Wandfries der DDR von 45 x knapp 2 m zum Thema »Unser sozialistisches Leben« von Heinz Drache und Walter Rehn im ersten Obergeschoss des Foyers, der nach der Einlagerung während der Baumaßnahme wieder eingebaut wurde, und der Holzfries »Folkloristische Traditionen unserer

Heimat« von Lüder Bayer, der etwa 2003 eingelagert wurde und nach der Restaurierung in den neuen Bibliotheksräumen wieder präsentiert wird.

Die Reliefs aus zur Bauzeit streng limitierter Bronze zum Thema »Dresdens Weg vom Fischerdorf zur sozialistischen Großstadt« von Gerd Jaeger an den Haupteingangstüren der Südfassade wurden von Fuchs & Girke aufgearbeitet und auf einem neuen Türrahmen mit integrierter moderner Technik montiert. Ihre Anordnung – im Bestand mitig im Sozialismus kulminierend – wurde als dem Künstler aufoktroyiertes Politikum von den Planern zur Korrektur vorgeschlagen. Die Quellenlage⁴ – der Künstler selbst konnte sich nicht mehr dazu äußern – war jedoch für eine weitgreifende Entscheidung nicht klar genug, zumal die Literatur formal überzeugende Deutungen für die Bestands-situation bietet.⁵ Die seitlichen Bronzetüren, die mit ei-

4 Vgl. Entwürfe im Stadtmuseum Dresden

5 Vgl. Simpson, Simone: Zwischen Kulturauftrag und künstlerischer Autonomie – Dresdner Plastik der 1950er und 1960er Jahre. Köln, 2008, S. 278–291

nem abstrakten Muster gestaltet waren, sind seit der Brandschutzsanierung 2007 spurlos verschwunden.

Dem Konflikt mit der ursprünglichen politischen Intention des Kulturpalastes, der sich bei den Bronzetüren andeutete, sollte bezüglich des öffentlich weitaus wirksameren Wandbilds »Weg der roten Fahne« an der Schlossstraße durch einen Workshop mit namhaften Dresdner Historikern und Politikern im August 2015 begegnet werden. Übereinstimmung wurde hinsichtlich einer aktuellen Kontextualisierung oder Erläuterung des eindeutig politischen Kunstwerks erreicht. Die Ausstellung der erhaltenen Entwürfe des Wettbewerbs zum Wandbild⁶ wurde zugunsten eines demnächst erscheinenden Informationsblatts verworfen. Die bereits 1962 begonnenen Planungen für ein Relief an der Nord-Süd-Magistrale zwischen Hauptbahnhof und Albertplatz mündeten 1966 in den Wettbewerb »Veränderbarkeit der Welt« für ein Kunstwerk in Betonfertigteilen nach dem Vorbild des Kino International in Berlin von 1963. Es gab keinen Sieger, die beiden zweiten Preise gingen an Rudolf Sitte und Vinzenz Wanitschke, wurden aber in der Folgezeit teilweise aus politischen Gründen verworfen. 1968 erging kurz vor Vollendung des Kulturpalastes ein direkter Auftrag an Professor Gerhard Bondzin und dessen Klasse für Monumentalmalerei an der Hochschule für Bildende Künste in Dresden. Hier wurde das Bild auf einer Waschbetonplattengrundlage unter Verwendung von 1963 an der Hochschule für Ver-

kehrswesen entwickelten Technologie mit elektrostatisch aufgerichteten Glassplittern in einer Leimschicht entwickelt, die das sich wandelnde Tageslicht an der Westfassade gut zur Geltung bringen. Im Zuge der Umbauungspläne für den Kulturpalast wurde das Kunstwerk 2001 noch vor dem Gebäude selbst und nachdem zahlreiche sozialistische Denkmale aus dem Stadtraum entfernt worden waren, als zeitgeschichtliches Dokument unter Denkmalschutz gestellt. Während der Sanierung wurden 2014 Musterflächen zur Fugenfestigung und Reinigung der Bildflächen angefertigt. Das Baugerüst um den Kulturpalast wurde entgegen den vorherigen Abstimmungen am Bild zwischen den Platten verankert. Dies führte zu leichten Schäden in den Fugen, die durch die schnelle Umrüstung auf ein frei stehendes Gerüst und die im Sommer 2016 folgende Dokumentation, Fugenfestigung und Reinigung des Wandbildes im Rahmen eines Projekts der Hochschule für Bildende Künste Dresden unter der Leitung von Kirstin Hiemann behoben werden konnten. Eine fehlende Platte wurde in abweichender Technologie, aber nahezu identischer Optik, durch den Restaurator Erik Stenzel nachgestaltet.

Sanierung und Umbau des Kulturpalastes sind ein Zusammenspiel aus vor Ort erhaltener oder demontierter, aufgearbeiteter und wieder eingebauter Originalsubstanz, Nachbauten im originalen Erscheinungsbild, Rekonstruktionen des früheren Zustands und qualitätvollem Weiterbauen nach Entwürfen von gmp in Neubau von Saal und Einzelementen. Das traditionsreiche und gleichzeitig neue Haus im Dresdner Stadtzentrum wird wieder mit Leben gefüllt.

6 Vgl. Kirsch, Antje: Dresden. Kunst im Stadtraum. Architekturbezogene Kunst 1945 – 1989. Dresden, 2015, S. 23/24, Abb. S. 40/41



Abb. 15: Kulturpalast Dresden, Ausblick auf die Frauenkirche, 2017 (© Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Foto: Wolfgang Junius)

INFO/KONTAKT



Ulrike
Hübner-Grötzsch

Studium der Kunstgeschichte mit Schwerpunkt Architekturgeschichte in Dresden, Montpellier und Mailand; 2000 Magistra Artium mit Magisterarbeit zum Thema »Paul Wolf – Stadtbaudirektor in Dresden 1922–1945«, tätig im Landesamt für Denkmalpflege Sachsen in der Plansammlung und als Gebietsreferentin, Publikationen zur Architekturgeschichte und zum Stadtbild Dresdens.

Landesamt für Denkmalpflege Sachsen
Referat III.1 Dokumentation, Sammlungen
Schloßplatz 1
01067 Dresden
Tel.: 0351 48430304
Fax: 0351 48430488
E-Mail: Ulrike.Huebner-Groetzsch@lfd.ssmi.sachsen.de
Internet: www.denkmalpflege.sachsen.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

BAUSUBSTANZ

Zeitschrift für nachhaltiges Bauen, Bauwerksinstandsetzung und Denkmalpflege

ISSN 2190-4278

ISBN 978-3-7388-0204-7

© Fraunhofer IRB Verlag, 2019

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Tel.: 0711 970-2500

Fax: 0711 970-2508

E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Urheber- und Verlagsrechte:

Alle in dieser Publikation veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar.

Haftungsausschluss:

Die in dieser Publikation veröffentlichten Beiträge wurden nach bestem Wissen und Gewissen geprüft. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann jedoch nicht übernommen werden. Eine Haftung für etwaige mittelbare oder unmittelbare Folgeschäden oder Ansprüche Dritter ist ebenfalls ausgeschlossen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht notwendigerweise die Meinung der Redaktion wieder.

Alle Rechte vorbehalten. Fraunhofer IRB Verlag



Hrsg.: Frank Eßmann, Ruth Klawun

Flugdach – Faltwerk – Fertigteile

Der bauliche Umgang mit Denkmalen
der 1950er- bis 1980er-Jahre

In der frühen Nachkriegsmoderne entstanden schlanke, materialsparende Konstruktionen, wobei die Fassaden oft einen großen Glasanteil aufwiesen. Später folgten Skelettkonstruktionen mit vielfältigen Formen von Vorhangsfassaden und Betonbauten, die mit der Wirkung ihrer geschaltenen Oberflächen spielten.

Die Beiträge in diesem Sonderheft geben anhand unterschiedlicher Bauwerke neben einem allgemeinen Überblick über die Wesenszüge dieser Architektur einen Einblick in Regelwerke, technische Möglichkeiten der Instandsetzung sowie bauphysikalische und konstruktive Herausforderungen. Probleme der energetischen Sanierung, Möglichkeiten des Brandschutzes für filigrane Bauteile und der Umgang mit Schadstoffbelastungen werden behandelt.

ISBN 978-3-7388-0204-7



9 783738 802047