

BBSR-
Online-Publikation
50/2023

HochhausBestand

von

Prof. Thomas Auer
Dr.-Ing. Roland Göttig
Rouven Grom
Sebastian Koth
Dr.-Ing. Anica Mayer
Univ.-Prof. Dr. habil. Heike Oevermann
Prof. Dr. Andreas Putz
Hanne Rung
Anja Runkel
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer

HochhausBestand

Best Practice im Umgang mit Bürohochhäusern aus den 1950er/1960er-Jahren

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-20.27

Projektlaufzeit: 01.2021 bis 12.2022

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Fachbetreuerin

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat WB 3 „Forschung und Innovation im Bauwesen“
Dr. Katja Hasche
katja.hasche@bbr.bund.de

Autorinnen und Autoren

Technische Universität München
TUM School of Engineering and Design
Professur für Neuere Baudenkmalpflege
Prof. Dr. ETH Andreas Putz
putz@tum.de

Rouven Grom, M. A.
rouven.grom@tum.de

Dipl.-Ing. (Univ.) Hanne Rung
hanne.rung@ar.tum.de

Dipl.-Ing. (FH) Anja Runkel
anja.runkel@tum.de

Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen
Prof. Thomas Auer
thomas.auer@tum.de

Sebastian Koth, M. Sc.
sebastian.koth@tum.de

Lehrstuhl für Bauphysik
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer
sedlbauer@tum.de

Dr.-Ing. Roland Göttig
goettig@tum.de

Dr.-Ing. Anica Mayer
anica.mayer@tum.de

Bauhaus Universität Weimar
Professur Denkmalpflege und Baugeschichte
Dr. habil Heike Oevermann
heike.oevermann@tuwien.ac.at

Redaktion

Technische Universität München
Professur für Neuere Baudenkmalpflege

Stand

2., korrigierte Auflage, Juni 2023

Gestaltung

Hanne Rung (Hauptteil)
Heinrich Geißendörfer (Anhang)

Bildnachweis

Titelbild: Siemens-Hochhaus, München © Oliver Heissner
Alle anderen Aufnahmen © Connolly Weber

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise

Auer, Thomas; Göttig, Roland; Grom, Rouven; Koth, Sebastian; Mayer, Anica; Oevermann, Heike; Putz, Andreas; Rung, Hanne; Runkel, Anja; Sedlbauer, Klaus, 2025: HochhausBestand: Best Practice im Umgang mit Bürohochhäusern aus den 1950er/1960er-Jahren. BBSR-Online-Publikation 50/2023, Bonn. <https://doi.org/10.58007/9g4q-br76>

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	5
Abstract	5
1 Themenfeld	6
2 Fragestellung	9
2.1 Stand der Forschung	9
2.2 Herausforderungen	16
3 Projektziele	19
3.1 Forschungsfrage	19
3.2 Forschungsthemen	19
3.3 Auswahl Fallbeispiele	21
4 Forschungsdesign	23
4.1 Untersuchungsmethodik	23
4.2 Projektteam und Organisation, Kooperationspartner	24
4.3 Arbeitsprogramm	25
4.4 Fachplaner, Behörden und Archive	26
5 Fallstudien	28
5.1. Nürnberg, Plärrerhochhaus	28
5.2. Düsseldorf, Hochhaus Commerzbank	30
5.3. Frankfurt, Hochhaus Schweizer National	32
5.4. Stuttgart, Hahnhochhaus	34
5.5. Berlin, Dorlandhaus	37
6 Projektergebnisse	39
6.1 Stadt und Denkmal	39
6.2 Materialität und Konstruktion	46
6.3 Klima und Akustik	55
6.4 Energie und Komfort	65
6.5 Vorträge, Publikationen, Studienarbeiten	78
7 Ausblick und Fazit	80
Mitwirkende	83
Kurzbiographien	84
Anhang	

Kurzfassung

Für Bürohochhäuser der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts gibt es bisher keine einheitlichen Ansätze oder Empfehlungen zur bestandsgerechten, nachhaltigen Erhaltung. Dabei ist bereits jedes fünfte Bürohochhaus dieser Epoche denkmalgeschützt. Auf Grundlage einer vergleichenden Untersuchung von Erhaltungsvorhaben der letzten Jahre wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts der aktuelle Stand der Diskussion und des Umgangs aufgezeigt und Handlungsspielräume zur Erhaltung abgeleitet. Erstmals wurden in einem ganzheitlichen Ansatz die städtebaulichen und denkmalpflegerischen, konstruktiven und materialspezifischen, bauphysikalischen und energetischen Aspekte und Besonderheiten von Bürohochhäusern der 1950er und 1960er Jahre in den Blick genommen.

Bürohochhäuser der Nachkriegszeit stellen eine große baulich-materielle Ressource dar, die es zur Verringerung der CO₂ Belastung und Minimierung des Bauabfallaufkommens zu erhalten gilt. Die untersuchten Bauten zeigen sich materiell und konstruktiv als erstaunlich robust. Die Erhaltung dieses Bestands ist stärker durch Nutzungsveränderungen und neue Nutzungsanforderungen gefährdet. Durch minimal-invasive Eingriffe und einfache organisatorische Anpassungen an den Bestand können aktuelle Komfortansprüche weitgehend eingehalten werden, wie in Simulationen nachgewiesen werden konnte. Neben den Vorzügen regelmäßiger Wartungsarbeiten zeigten sich Erkenntnisse zur Effizienz und Langlebigkeit von Low-Tech-Anlagen.

Um den Gebäudebestand des letzten Jahrhunderts zeitnah und effizient instand zu setzen und weiter zu nutzen, sind Kenntnisse über absehbaren Umfang, notwendige Eingriffstiefe und die Effektivität von Maßnahmen erforderlich. Das Vorhaben liefert Antworten, welcher Instandsetzungsaufwand nicht nur möglich, sondern auch tatsächlich hilfreich ist und zur nachhaltigen Erhaltung dieses Bauerbes beiträgt. Die notwendige Betrachtung geht dabei über die Bewertung der energetischen Effizienz von Maßnahmen hinaus. Das Vorhaben schlägt ein methodisches Vorgehen für zukünftige Voruntersuchungen vor, welches Untersuchungen zur Umbaugeschichte und historischen und städtebaulichen Bedeutung, zu Konstruktion und Materialität, zu bauphysikalischen und gebäudetechnischen Charakteristika integriert mit thermischen und bauphysikalischen Messungen und Simulationen, um Aufschlüsse über die tatsächlichen Defizite und Potentiale des Bestehenden zu erlangen. Zukünftige Instandsetzungs- und Ertüchtigungsoptionen benötigen empirische Grundlagen für sinnvolle, reduzierte und bestandsgerechte Eingriffe.

Abstract

No standard approaches or recommendations for sustainable preservation exist for high-rise office buildings of the second half of the last century. Yet, in Germany, one in five of these structures is already listed as historic monument. Post-war office high-rises represent a large structural-material resource that must be preserved, not least to reduce CO₂ emissions and minimize construction waste.

The report presents the current state of discussion on the topic. The scope of possible conservation is derived on the basis of a comparative study of preservation projects of recent years. For the first time, a holistic approach was taken, including aspects of urban planning and heritage preservation, constructional and material-specifics, and building physics and energy efficiency in relation to these buildings. The high-rises studied are shown to be remarkably robust, both materially and constructively. This stock is more vulnerable in regard to changes in use and new use requirements. However, as demonstrated in simulations, minimally invasive interventions and simple organizational adaptations can largely meet current comfort requirements. In addition to the benefits of regular maintenance work, insights were gained into the efficiency and longevity of low-tech systems. In order to repair and continue to use the building stock of the last century promptly and efficiently, knowledge is required about the foreseeable scope, necessary depth of intervention, and the effectiveness of measures.

The project provides answers to the question of what repair work is not only possible but also actually helpful and contributes to the sustainable preservation of this building heritage. The necessary consideration goes beyond the evaluation of the energetic efficiency. The project proposes a methodical procedure for future preliminary investigations, which integrates investigations of the conversion history and historical and urban significance, of construction and materiality, of the characteristics of building physics and installations through on-site measurements and simulations, in order to obtain information about the actual deficits and potentials of the existing structure. Future repair and retrofitting options require an empirical basis for sensible, reduced and appropriate interventions.

1 Themenfeld

Bürohochhäuser der Nachkriegsjahrzehnte sind seit einigen Jahren verstärkt Gegenstand von Ertüchtigung, Umbau und Erneuerung. Das Bewusstsein für die baukulturelle Relevanz dieser Objekte steigt, auch dank einer steigenden Zahl architekturhistorischer Arbeiten, zunehmend werden diese Objekte als Baudenkmäler unter Schutz gestellt, ohne dass bisher grundsätzliche Fragen einer bestandsgerechten Erhaltung geklärt sind. Oftmals steht aus denkmalpflegerischer Sicht weiter einzig die äußere Erscheinung der Fassade im Vordergrund. Eine solche Betrachtungsweise aber lässt unberücksichtigt, dass es sich bei diesen Objekten um komplexe gebäudetechnische und bauphysikalische Systeme handelt – und die Fassadenkonstruktionen eng an Fragen der Steuerung und Regulierung von Gebäudeklima, Nutzungskomfort und Energieverbrauch gebunden sind. Eine Best Practice der Denkmalpflege betrifft damit nicht nur die Bewertung und den möglichen Erhalt von materieller Substanz und formaler Gestaltung, sondern auch den bestandsgerechten und möglichst minimal invasiven Eingriff in energetische und bauphysikalische Zusammenhänge. Bisher aber erfolgten Betrachtungen hinsichtlich nachhaltiger und robuster gebäudetechnischer Systeme in Bürogebäuden außerhalb und oft entgegen denkmalpflegerischer Erwägungen. Dabei kann eine gesamtheitliche, denkmalpflegerische Herangehensweise an die Erhaltung dieser Objekte das Potential bergen, Prototypen kreativer energetischer Erneuerungs- und Instandhaltungsstrategien zu entwickeln.

Wie können wir einen Ausgleich finden zwischen denkmalpflegerischen Ansprüchen und den Forderungen nach energetischer Nachhaltigkeit und gestiegenen funktionalen und normativen Anforderungen? Welche Strategien erweisen sich aktuell als erfolgversprechend im bestandsgerechten Umgang mit Bürohochhäusern der 1950er/1960er Jahre, angesichts der komplexen konstruktiven, materiellen, gebäudetechnischen und energetischen Herausforderungen und den Notwendigkeiten, die sich aus aktuellen Baunormen und Standards ergeben?

Stadt und Denkmal

Dem Forschungsprojekt dient die Studie „Potentialanalyse des Bauvolumens von Bürohochhäusern (1950 - 1985)“⁽¹⁾ als Datengrundlage. Während die Masse dieses Baubestands unzweifelhaft eine materielle und bauliche Ressource darstellt, fehlten bisher aussagekräftige Daten zum Gesamtbestand der Bürohochhäuser aus der Zeit von 1950 bis 1985 und zu dessen Dynamik. Vorhandene Einzeluntersuchungen beschränkten sich stichprobenartig auf ausgewählte Architekten oder Orte, vorrangig wurden Gestaltungsmerkmale erfasst. Es fehlen Mengenermittlungen, die Abschätzungen zum deutschlandweiten mittelfristigen Umbauvolumen erlauben, ebenso wie Darstellungen der Verbreitung typischer Konstruktionsweisen und Fassadensysteme, gebäudetechnischer Anlagen, von Baustoffen (inkl. Gefahrstoffen) und Energieverbräuchen. Erst der quantitative Gesamtüberblick erlaubt eine qualifizierende Bewertung der bisherigen baulichen Erneuerung und Weiternutzung unter dem Gesichtspunkt energetischer Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und eines pfle-

(1)

Potentialanalyse des Bauvolumens von Bürohochhäusern (1950 – 1985), gefördert von der Stiftung Bayerisches Baugewerbe, 2021
Professur Neuere Baudenkmalpflege, Hanne Rung, TUM School of Engineering and Design, Technical University of Munich

genden Umgangs mit diesem Bauerbe.

Die Potentialanalyse basierte auf öffentlich zugänglichen Daten, Denkmal-/Gebäudekatastern und historischer Quellenrecherche. Die erfassten Daten wurden georeferenziert (GIS) und dienen über semantische Verknüpfungen weiteren Auswertungen im Rahmen des Projekts. Diese Daten erlauben typologische Aufschlüsse über die gebundene Graue Energie, Baustoffe, Bauteile und Bausysteme. Indem die Dynamik dieses Gebäudebestands zeitlich-räumlich abgebildet wird, dient die Studie der Abschätzung des mittelfristigen zukünftigen Umbaubedarfs und damit der dauerhaften Erhaltung der vorhandenen, im Bestand gebundenen Ressourcen.

Materialität und Konstruktion

Materialität und Konstruktion bezeichnen zwei Aspekte der Substanz, die bei baudenkmalpflegerischen Bemühungen der Erhaltung traditionell im Vordergrund stehen. Die Bürohochhäuser der Nachkriegszeit weisen im Innern wie im Äußeren charakteristische, zeittypische Materialien, Farben und Oberflächen auf, die einen wesentlichen Teil ihrer Faszination, ihrer Gestaltung und ihres Zeugniswerts als Baudenkmäler und Architekturikonen ausmachen – und als ungetestete, synthetische Bauprodukte heute Herausforderungen der Erhaltung darstellen. In der Oberflächentextur oft glatt, scheinbar pflegeleicht, sind diese vorfabrizierten Produkte oftmals in flächigen Anordnungen verlegt. Gerade bei den Kunststoffen wird die Alterungsbeständigkeit in Frage gestellt. Über die Jahre unterblieb eine angemessene Pflege der als austausch- und ersetzbar angesehenen Ausbaustoffe. Oftmals handelt es sich um Beschichtungen und dünne Oberflächenschichten – Furniere, Fliesen, Eloxate, Farbschichten, Kunststofffolien, Tapeten, dünne Natur- und Werksteinschichten etc. – von Trägermaterialien, die selbst wiederum Verbund- und Fasermaterialien sind. Die künstlich hergestellten Produkte enthalten oftmals Zusatzstoffe und Bindemittel, die heute als Gefahr- und Schadstoffe gelten, oder wurden mit solchen verklebt oder verfugt. Wesentliches konstruktives Merkmal der Bürohochhäuser der Nachkriegszeit sind die leichten, meist vorgehängten Gebäudehüllen in Metall und Glas. Der Begriff der Vorhangfassade ist jedoch zu allgemein, um die Besonderheiten und Bandbreite der zum Einsatz gekommenen Konstruktionsformen zu fassen. Ertüchtigungs- und Instandsetzungen dieser Fassaden bedürfen einer differenzierteren bautechnischen wie materiellen Betrachtung.

Klima und Akustik

Die Untersuchungen wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts mit Schwerpunkt Fassadenkonstruktion und hierbei besonders hinsichtlich Feuchteschutz, Wärmeschutz und Belichtung durchgeführt, wohingegen akustische Untersuchungen aufgrund von Nutzerbedenken hinsichtlich Störungen im betrieblichen Ablauf leider nicht möglich waren. So konnten weder Messungen zum bewerteten Bau-Schalldämmmaß (R'_{w}) noch zum bewerteten Bau-Norm-Trittschallpegel ($L'_{n,w}$) stattfinden. Der winterliche und der sommerliche Wärmeschutz der Fassade haben direkten Einfluss auf die Berechnungen zum thermischen Verhalten der Gebäude mit den dazugehörigen Auswirkungen auf das Innenraumklima.

Energie und Komfort

Neben den quantitativen gebäudephysikalischen Bewertungen bezog sich die klimagerechte Untersuchung vor allem auf qualitative und ökologische Bewertungskriterien. Im Rahmen des Projektes wurden dahingehend Szenarien eines digitalen Modells des Gebäudes rekonstruiert und simuliert. Das Ziel der Gebäudesimulation war es alle Zusammenhänge und Einflüsse auf das thermische und energetische Verhalten des Gebauten möglichst realitätsnah abzubilden. Die simulierte raumklimatische Analyse betrachtete die zwei Parameter (I) Thermischer Komfort, bewertet anhand der Innenraumtemperatur sowie (II) Nachhaltigkeit, bewertet anhand des Energieverbrauchs. Vertieft betrachtet wurden drei Gebäude: das Dorlandhaus, das Hahn-Hochhaus und das Hochhaus Schweizer National.

2 Fragestellung

2.1 Stand der Forschung

Bürohochhäuser der Nachkriegsjahrzehnte sind seit einigen Jahren verstärkt Gegenstand von Ertüchtigung, Umbau und Erneuerung. Das Bewusstsein für die baukulturelle Relevanz dieser Objekte steigt, auch dank einer steigenden Zahl architekturhistorischer Würdigungen (u.a. Dorsemagen 2004), zunehmend werden diese Objekte als Baudenkmäler unter Schutz gestellt, ohne dass bisher grundsätzliche Fragen einer bestandsgerechten Erhaltung geklärt sind.

Aus denkmalpflegerischer Sicht steht zu oft einzig die äußere Erscheinung der Fassade im Vordergrund. Eine solche Betrachtungsweise aber lässt unberücksichtigt, dass es sich bei diesen Objekten um komplexe gebäudetechnische und bauphysikalische Systeme handelt – die Fassadenkonstruktionen eng an Fragen der Steuerung und Regulierung von Gebäudeklima, Nutzungskomfort und Energieverbrauch gebunden sind. Eine baudenkmalpflegerische Bewertung betrifft damit nicht nur den möglichen Erhalt von materieller Substanz, formaler Gestaltung, städtebaulichem Kontext, sondern auch den bestandsgerechten und möglichst minimal invasiven Eingriff in energetische und bauphysikalische Zusammenhänge. Bisher aber erfolgten Betrachtungen hinsichtlich nachhaltiger und robuster gebäudetechnischer Systeme in Bürogebäuden unabhängig und oft entgegen denkmalpflegerischer Erwägungen der Erhaltung. Dabei kann eine denkmalpflegerische Herangehensweise an die Erhaltung dieser Objekte das Potential bergen, Prototypen kreativer energetischer Erneuerungs- und Instandhaltungsstrategien auch für andere Objekte zu entwickeln, wie etwa Olaf Bartels in einem Beitrag zu *DenkmalPraxisModerne* anhand des Beispiels des ehemaligen Unilever Hochhaus in Hamburg (heute Emporio Hochhaus, 1961–1964 von HPP) und dessen Sanierung 2012 aufgezeigt hat (Bartel o.J.).

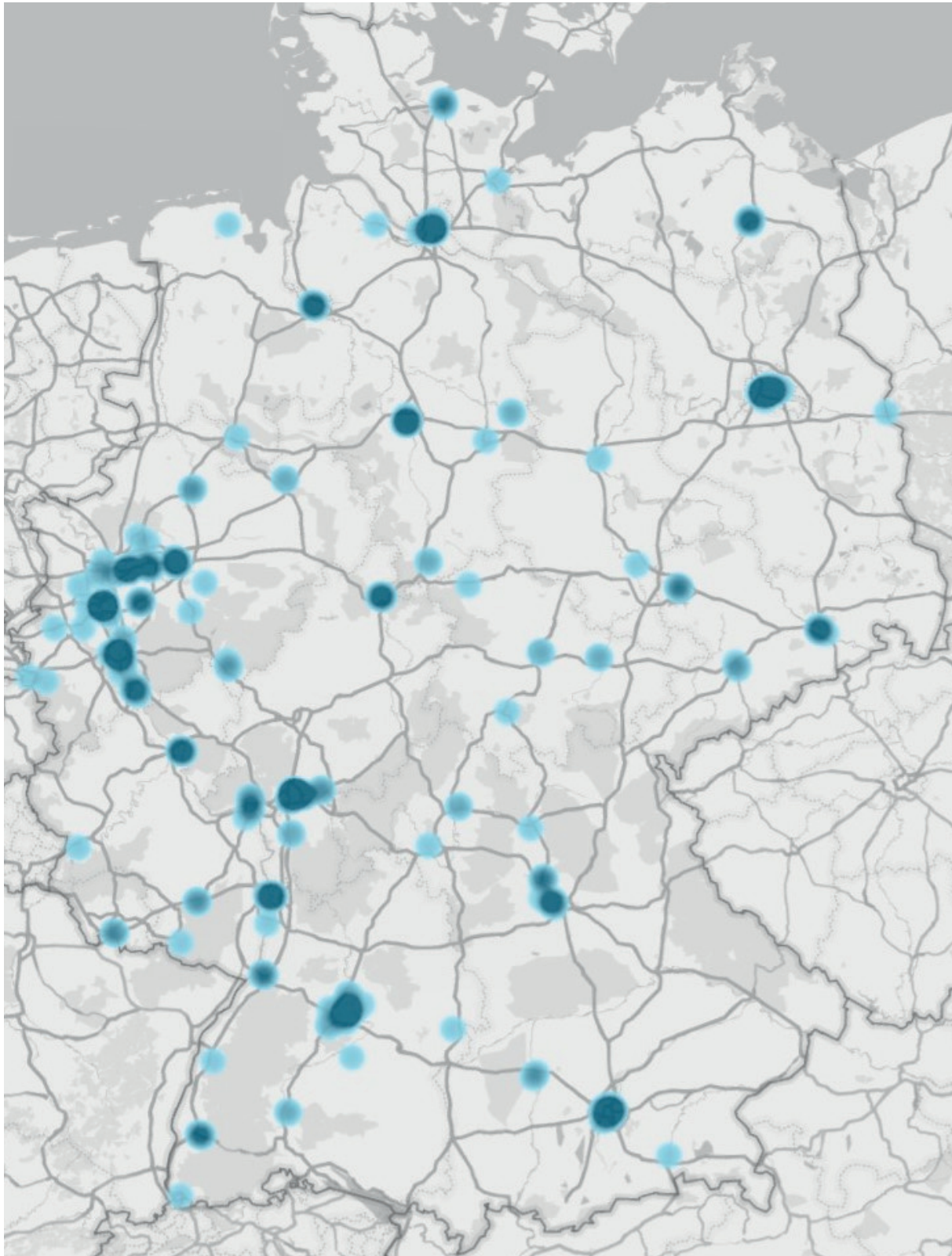
Die ehemals revolutionären Verwaltungsbauten des letzten Jahrhunderts scheinen heute – selten ohne maßgebliche Veränderungen – ans Ende ihres Lebenszyklus gekommen, wie Baumeister/Petermann 2019 anlässlich der Oslo Architecture Triennale »Enough. The Architecture of Degrowth« sehr anschaulich machen konnten (Baumeister/Petermann 2022). Vielfach wird, auch angesichts aktueller Wohnraumverknappung in deutschen Großstädten, die Umnutzung von unrentabel und unfunktionell gewordenen, innerstädtischen Bürohausbauten zu Wohngebäuden in Erwägung gezogen und im Rahmen von wissenschaftlichen Studien untersucht (u.a. Kähler/Kritzmann/Venus 2009). Als Erschwernis für solche Transformationen wird von den Autoren oftmals auf hinderliche Restriktionen des Denkmalschutzes verwiesen.

Der bauliche Umgang mit Bürohochhäusern der 1950er/1960er Jahre in Deutschland ist aktuell auch regional stark uneinheitlich, was den Umfang der Unterschutzstellung, die Bewertung und Wertschätzung sowie Identifikation, aber auch die Zahl der Abrisse angeht. Erfolgte Abrisse (Bayer-Hochhaus Leverkusen, 2012) und bevorstehende Abrisse (Landratsamt Karlsruhe) provozieren starke öffentliche und fachliche Kritik – gehen hier doch neben historischen Zeugnissen und städtischen Wahrzeichen auch Ressourcen, Umnutzungspotentiale und gebundene Graue Energie unwiederbringlich verloren. Gerade wo es sich um denkmalrechtlich geschützte Objekte handelt, wird zumeist auf die mangelnde Erhaltungsfähigkeit der Fassaden, die Belastung durch Altlasten, unzureichende Möglichkeit der Ertüchtigung auf neue Anforderungen und die überalterte Gebäudetechnik verwiesen. Allerdings zeigen internationale wie nationale Beispiele seit Beginn der 1990er Jahre, dass Erhaltung möglich ist und sogar trotz teilweise weitreichendem Substanz austausch die Denkmaleigenschaft dieser Objekte offensichtlich bewahrt bleiben kann.

Die Baudenkmalpflege der Moderne fokussiert sich international weiterhin vor allem auf die Ikonen der Zwischenkriegszeit und der unmittelbaren Nachkriegszeit. Auch hier sind jedoch die Unterschiede z.B. im Umgang mit Stahl-Glas-Fassaden groß, wie zuletzt Angel Ayón, Uta Pottgieser und Nathaniel Richards zeigen konnten (Ayón/Pottgieser/Richards 2019). In ihrer vergleichenden Studie betrachten sie ausgewiesene, international bedeutsame Beispiele der Moderne und deren spätere Ertüchtigung und Instandsetzung, insbesondere der

Verteilung der Bürohochhäuser (1950 - 1985) im Bundesgebiet

Grafik aus Studie zur „Potentialanalyse des Bauvolumens von Bürohochhäusern (1950 - 1985)“ (Stand August 2021)



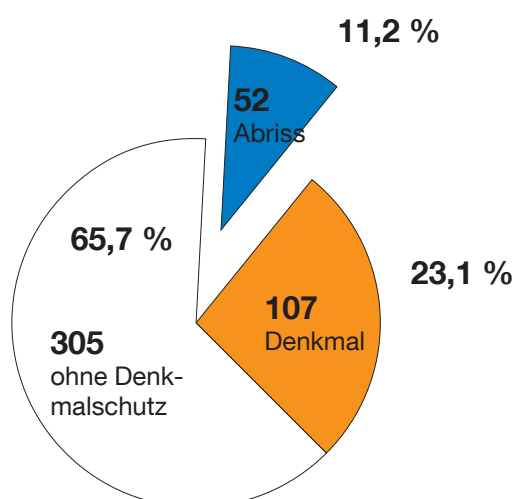
Grafik erstellt mit Microsoft Excel und Bing map 3D, © Hanne Rung

Verteilung der Bürohochhäuser (1950 - 1985) nach Bundesländern

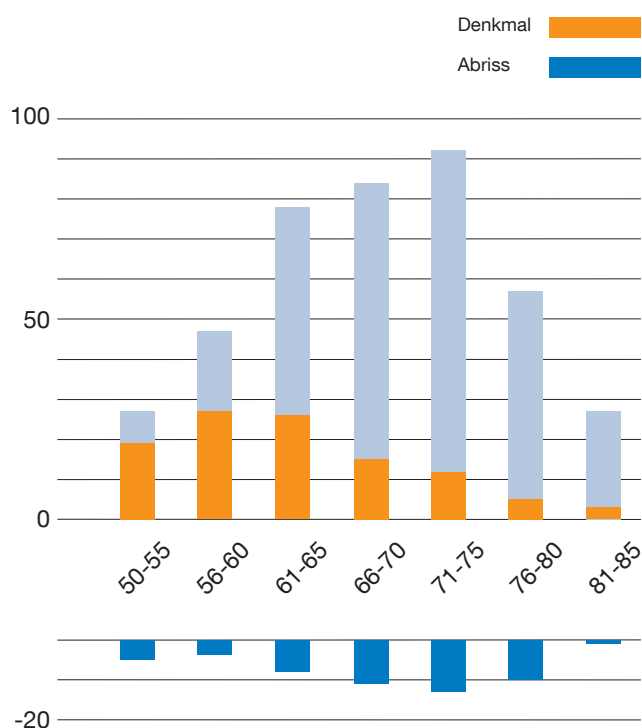
Grafiken aus Studie zur „Potentialanalyse des Bauvolumens von Bürohochhäusern (1950 - 1985)“ (Stand August 2021)

Bundesland	bestehende Objekte	aktuell eingetragene Denkmäler	keine Denkmäler	abgerissene Gebäude	gesamt
Baden-Württemberg	53	14	39	5	58
Bayern	39	10	29	7	46
Berlin	54	30	24	2	56
Brandenburg	1	0	1	0	1
Bremen	8	0	8	0	8
Hamburg	23	8	15	4	27
Hessen	56	11	45	13	69
Mecklenburg-Vorpommern	6	1	5	0	6
Niedersachsen	19	4	15	0	19
Nordrhein-Westfalen	101	20	81	17	118
Rheinland-Pfalz	22	2	20	1	23
Saarland	3	0	3	0	3
Sachsen	12	6	6	3	15
Sachsen-Anhalt	2	0	2	0	2
Schleswig-Holstein	5	1	4	0	5
Thüringen	8	0	8	0	8
Summe Gesamtdeutschland	412	107	305	52	464

Verhältnis der Hochhäuser mit und ohne Denkmalschutz sowie der abgerissenen Objekte zum Gesamtbestand



Verhältnis Denkmal zu Gesamtanzahl nach Baujahr



Zwischenkriegszeit, wie z.B. die Fagus-Werke in Alfeld und das Bauhausgebäude in Dessau (beide Walter Gropius), aber auch das Lever Hochhaus in New York (Gordon Bunshaft, SOM). Bei der Bewertung dieser Beispiele sind unterschiedliche Grundverständnisse im erhaltenden, womöglich denkmalgerechten Umgang mit dem Bestand wie auch unterschiedliche, projektspezifische Ausgangslagen bei den individuellen Objekten zu berücksichtigen. Wenn es schon bei den ausnahmslos unstrittigen, hochklassigen Denkmälern der Moderne derart vielfältige Möglichkeiten des Umgangs mit der charakteristischen Fassadenkonstruktion gibt – von baulicher Nachbildung entsprechend heutigen Normen, bis Reparatur unter Akzeptanz bauzeitlicher Mängel und Unzulänglichkeiten, von der Ertüchtigung durch zweite Fassadenebenen bis zum blossen Ersatz der Verglasungen – wie groß ist dann erst der Umfang der technischen Lösungen beim Umgang mit Bürohochhäusern von teilweise höchstens lokaler Prominenz?

Diese Problematik wurde bereits Mitte der 1990er Jahre national (ICOMOS 1996) wie international (DOCOMOMO 1996) thematisiert. Die damals relevanten Fälle (u.a. Thyssen Hochhaus Düsseldorf, Iduna Hochhaus Münster) prägen den denkmalpflegerischen Diskurs bis heute. Zwar liegen Ansätze zu Übersichtsdarstellungen vor, die auch auf Werte hinter der Fassadenebene verweisen (VdL 2012, Landesamt Stuttgart 2014), die zwischenzeitlichen Entwicklungen des Forschungsstands zu Gebäudetechnik und Bauphysik und neue, alternative bautechnische Möglichkeiten des erhaltenden Umgangs werden aber bisher kaum berücksichtigt, was sich auch in einem verharrenden denkmaltheoretischen Diskurs zeigt, der Energie und Haustechnik nur zaghaft als relevante bauliche Charakteristika akzeptiert. Der allgemein übliche Totalersatz gebäudetechnischer Anlagen wird weitestgehend als unabänderlich hingenommen (vgl. für die Schweiz u.a. Flury 2019). Auch international werden die Zielkonflikte zwischen dem Wunsch nach Bewahrung gestalterischer und konstruktiver Merkmale und neuen Anforderungen seitens Nutzern und Baunormen zumeist nur an Einzelfällen diskutiert (vgl. z.B. DOCOMOMO 2008 zur Fondation Avicenne, Paris). Die grundsätzliche Problematik eines angenäherten Nachbaus von Fassadenbildern wurde hinlänglich diskutiert. So plädierte Roman Hillmann auf Grundlage der Bewertung der 2006 bis 2012 erfolgten Sanierung des Fakultätsgebäudes für Bergbau und Hüttenwesen der Technischen Universität Berlin von 1959 für einen substanzschonenderen Umgang (Hillmann 2013).

Uta Pottgiesser und Julia Kirsch unterscheiden drei grundsätzliche Strategien im Umgang mit Fassadenkonstruktionen des 20. Jahrhunderts (Pottgiesser/Kirsch 2010). Zum einen, als klassischen Ansatz des Denkmalschutzes, den Erhalt der bestehenden Fassadenkonstruktionen unter Modifikation einzelner Elemente und Profile, die Verbesserung der Dichtungen und Austausch der Verglasung. Dieser Ansatz kann bis zum Nachbau der Originalprofilkonstruktion gehen. Zum anderen die Ergänzung der bestehenden Fassadenkonstruktion, z.B. durch Einbau einer zusätzlichen Fassadenschicht im Innern. Auch dieser Ansatz findet denkmalpflegerisch weitgehend Akzeptanz, so Pottgiesser und Kirsch, so lange die bestehende Fassade als äussere Schicht sichtbar erhalten bleibt. Schließlich der Ersatz der Fassadenkonstruktion durch eine Einfach- oder Doppelfassade, worunter auch die Wiederherstellung des ursprünglichen Erscheinungsbildes mit einer neuen Konstruktion zu zählen ist. Auch wenn der scheinbar baugleiche oder im Erscheinungsbild angepasste Ersatz von historischer materieller Substanz denkmalpflegerisch immer die schlechtere Alternative darstellt, finden sich in Bezug auf die Vorhangfassaden von Bürohochhäusern der Nachkriegszeit bis heute Verfechter dieses scheinbar alternativlosen Vorgehens. Dass es Alternativen dazu gibt, soll dieses Forschungsvorhaben aufzeigen. Während der erste Ansatz nur zu einer geringfügigen Verbesserung des Wärmeschutzes führt und durch Lüftungs- und Klimatechnik umfänglich unterstützt werden muss, kann mit der letzten Variante einer neuen, den aktuellen Standards entsprechen Konstruktion eine deutliche Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes erreicht werden. Ob die Lüftungs- und Verschattungssysteme, die eine wirkungsvolle Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs ermöglichen, beim Nachbau tatsächlich integriert werden können, ist im Einzelfall von der ursprünglichen Konstruktion und der Möglichkeit, davon abzuweichen, abhängig.

Die Berücksichtigung der gebäudetechnischen Anlagen und energetischen Fragen ist in Bezug auf das moderne Bauerbe international erst seit kurzem Gegenstand der Forschung und vergleichender Analysen. In dem von Bernard Flaman und Chandler McCoy 2021 für das Getty Conservation Institute herausgegebenen Band, der unterschiedlichste Fallbeispiele enthält, geht Henry Moss auf die energetische Instandsetzung des

Hochhauses der Boston University School of Law in Bosten (1964) ein, während Adrienne Cressman, Melissa Patterson, Michael McClelland, Liisa Morley über die verschiedenen Maßnahmen bei der Ertüchtigung des Dominion Centres in Toronto (1967-1969) berichten (Flaman/McCoy 2021). Insgesamt entsteht ein gemischtes, stark fallabhängiges Bild unterschiedlichster Einzelmaßnahmen, die nicht ohne weiteres auf den deutschen Kontext übertragen werden können. Umso wichtiger erscheint die kritische Revision geltender Baunormen und Standards und ihrer Genese.

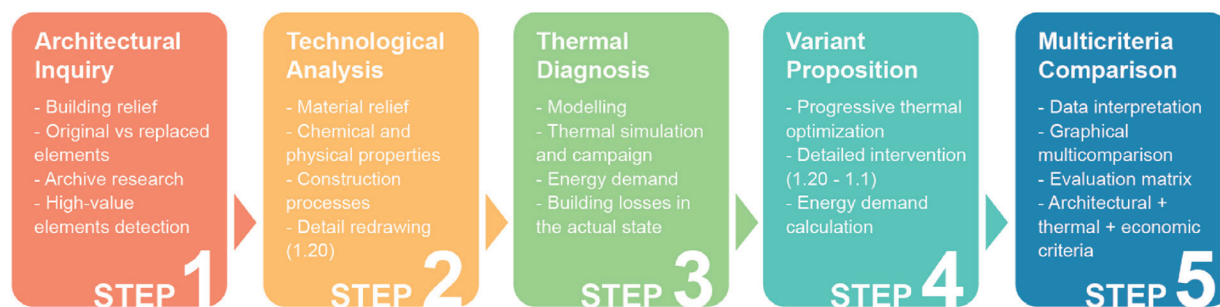
Für die Erarbeitung von Instandsetzungs- und Sanierungslösungen braucht es differenzierte bautechnikgeschichtliche Grundlagen zu typischen Konstruktionsmerkmalen von Bürohochhäusern und deren Fassaden. Während diese Grundlagen für den historischen Baubestand seit der Industrialisierung (Ahnert/Krause 2000, 2001) seit langem, und auch für Wohngebäude der 1950er bis 1970er vorliegen (Rester 2007; vgl. u.a. auch Giebeler et al. 2008; Institut für Bauforschung 2008) fehlen sie bisher weitgehend für die hier im Fokus stehenden Bürohochhäuser. Dies gilt besonders für die grundsätzlichen zeittypischen Konstruktionsarten für vorgehängte Metall-Glas-Fassaden. Auch werden diese bisher nicht in Hinblick auf Brandschutzaufgaben im Baudenkmal berücksichtigt (Geburtig 2017). Während etwa für die niedrigschwellige Reaktivierung brachliegender Industrieareale Bauteilkataloge vorgelegt wurden (BBSR 2017), fehlen bisher Übersichtsarbeiten der typischen zum Einsatz gekommenen Baustoffe – insbesondere auch unter Beachtung gesteigerter ökologischer und gesundheitlicher Anforderungen. Schadstoffarmes oder gar schadstofffreies Bauen (vgl. BBSR 2016) war in der Entstehungszeit der Objekte, mit denen wir uns beschäftigen, noch keine selbstverständliche Forderung.

Vielfältige Forschungen zu bauphysikalisch sinnvollen Verbesserungen konnten in den letzten Jahren geeignete Möglichkeiten der Erneuerung historischer Bausubstanz und denkmalgeschützter Gebäude aufzeigen. Diese beziehen sich aber zum allergrößten Teil auf Gebäude, die vor dem 2. Weltkrieg errichtet wurden. Die seitens des BBSR geförderte wissenschaftliche Begleitung des Vorhabens „Gebäudebestand (Energieeffizienz, Denkmalschutz)“ durch das Fraunhofer-Institut für Bauphysik umfasste z.B. 33 Sanierungsvorhaben, die von 2011 bis 2016 aus dem Sondervermögen Energie- und Klimafond (EKF) des Bundesinstituts für Bau, Stadt- und Raumforschung (BBSR) gefördert wurden, und die dem klassischen Denkmalbestand insbesondere von Altstädten zugeordnet werden können. Im Spannungsfeld von Energieeffizienz und Denkmalschutz wurden dabei die Minderung von Treibhausgasemissionen, Senkung des Primärenergiebedarfs, Wahrung der Integrität des Denkmals, architektonische Qualität, Dringlichkeit und Innovationscharakter ausgewertet (Grün 2017; Heitmann/Grün 2017). Während auch typische Wohngebäude der 1960er und 1970er Jahre intensive Beachtung in der Bauphysik erhalten haben, lassen sich Ergebnisse hieraus nicht auf Bürohochhäuser aus dieser Zeit übertragen, weil z.B. die Anforderungen an Hochhausfassaden während der Bauzeit und heute völlig andere sind. Für diesen Bautyp wurden bisher auch keine normativen Vorgaben aus der Bauzeit mit heutigen normativen Vorgaben verglichen, um daraus Lösungsmöglichkeiten im Sinne einer Ertüchtigung anzubieten, die den denkmalpflegerischen Aspekten gerecht werden.

Ein Grundproblem im Umgang mit älteren Bürogebäuden in Mitteleuropa besteht seit längerem in den gestiegenen sommerlichen Wärmelasten, die einerseits aus gestiegenen Jahresmitteltemperaturen (Klimawandel) resultieren, aber auch aus erhöhten inneren Wärmelasten (Bildschirmarbeitsplätze). Der oftmals resultierende Einbau bzw. die umfangreiche Aufrüstung von Klimaanlage zur aktiven Kühlung kann aber durch Anwendung der passiven Kühlung im Rahmen von Sanierungen im Idealfall vermieden werden (u.a. Hoffmann 2007). Temperaturmessungen und Nutzerbefragungen in Sommer und Winter, sowie Aufzeichnungen des Energieverbrauchs und Simulationen sind als Instrumente der Gebäudeanalyse daher auch in der denkmalpflegerischen Bewertung und Erstellung von Instandhaltungskonzepten notwendig, aber bisher kaum Standard.

Umfangreiche Studien, nicht zuletzt im Auftrag des BBSR, erfolgten im Kontext der Implementierung des Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) des Bundes auch für Büro- und Verwaltungsgebäude (BBSR 2020), wobei über den Fokus auf den Neubau teilweise auch Bestandsgebäude thematisiert wurden. Wenngleich Fragen der Nachhaltigkeit auch im Kontext unserer Studie eine Rolle spielen, und auf den Grundlagen des BNB aufgebaut werden kann, so sind denkmalpflegerische Herausforderungen und Ansätze des Umgangs mit Be-

Meilensteine der „Methodology for Energy Retrofitting of Modern Architecture“ (MERMA)



Architektonische Grundlagenermittlung

- Archivrecherche
- geometrische, räumliche und funktionelle Erfassung und Darstellung
- Vergleich zwischen Original- und Jetzt-Zustand
- Erkennung hochwertiger architektonischer Elemente

Technologische Analyse

- Identifikation der verwendeten Baumaterialien
- chemische und physikalische Eigenschaften
- Konstruktionsweise
- Neuzeichnung Fassadendetails Bestand, M 1:20 bis M 1:1

Thermische Diagnose (aktueller Zustand)

- Modelling
- thermische Simulation
- Ermittlung des aktuellen Energiebedarfs
- Nachweis und Verortung der Wärmeverluste
- Identifikation der thermischen Schwachstellen

Variantenvorschläge

- Szenarien zur thermischen Optimierung
- Verbesserung der Energieeffizienz
- Berechnung des zukünftigen Energiebedarfs
- Detailzeichnung von vorgeschlagenen Interventionen, M 1:20 bis M 1:1

Vergleich und Abwägung verschiedener Kriterien

- Erstellung einer Bewertungsmatrix (*architektonische und energetische Aspekte, technische Machbarkeit, Denkmalpflege und Wirtschaftlichkeit, Gewährleistung, Lebensdauer, etc.*)
- grafische Umsetzung der Bewertungsmatrix
- Zuordnung und Auswertung der unterschiedlichen Interventionsszenarien

Quelle: Galbiati Giuseppe, Graf Franz, Marino Giulia, Medici Fortunato: Methodology for energy retrofitting of Modern Architecture. The case study of the Olivetti office building in the UNESCO site of Ivrea. In: Journal of Building Engineering (44), 2021

standsgebäuden davon zu unterscheiden – gerade wo es um die Berücksichtigung historischer und kultureller Werte und gesellschaftlicher Rezeption geht.

Es fehlt, aus der Perspektive der Baudenkmalpflege, an einer gesamtheitlichen Betrachtung und Übersicht über heutige Möglichkeiten und praktische Herausforderungen im Umgang mit erhaltenswerten, hochwertigen Bürohochhäusern der Nachkriegszeit.

Wie ein schrittweises, methodisches Vorgehen zur baulichen Erneuerung des Baubestands der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts aussehen kann, hat insbesondere die Forschungsgruppe um Franz Graf am *laboratoire des Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne* (TSAM) an der EPF Lausanne aufgezeigt. Im Zentrum stand dabei neben anderen großen Wohnungsbauten der Wirtschaftswunderzeit die energetische und bauliche Ertüchtigung der Fassade der Cité du Lignon in Genf (Architekten Georges Addor, Jacques Bolliger, Dominique Julliard, Louis Payot) von 1963 bis 1971 (Graf et al. 2015; 2016). Während die meisten der Studien

Literatur

- Ahnert, R.; Krause, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960: Zur Beurteilung der Vorhandenen Bausubstanz - Band I (6., stark bearbeitete Auflage). Berlin 2000.
- Ahnert, R.; Krause, K. H. (2001). Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960: Zur Beurteilung der Vorhandenen Bausubstanz - Band II (6., stark bearbeitete Auflage). Berlin 2001.
- Ayón, Angel; Pottgiesser, Uta; Richards, Nathaniel: Neue Fassaden im Bestand. Sanierungsstrategien für Klassiker der Moderne. Basel 2019.
- Bartels, Olaf: Denkmalschutz als Prototyp für eine kreative energetische Bestandssanierung. In: DenkmalPraxisModerne. Online (15.10.2020): <https://denkmalpraxismoderne.de/denkmal-schutz-als-prototyp-fuer-eine-kreative-energetische-bestandssanierung/>
- Baumeister, Ruth; Petermann, Stephan (Hg.): Back to the Office. 50 revolutionary office buildings and how they sustained. Rotterdam 2022.
- BBSR (Hg.): Ökologische Baustoffwahl. Aspekte zur komplexen Planungsaufgabe „Schadstoffarmes Bauen“ (Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis 4), Bonn 2016.
- BBSR (Hg.): Bauteilkatalog. Niedrigschwellige Instandsetzung brachliegender Industrieareale für die Kreativwirtschaft (Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis 12), Bonn 2017.
- BBSR (Hg.): Nachhaltige Büro- und Verwaltungsgebäude. Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) des Bundes (Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis 17), Bonn 2020.
- DOCOMOMO (Hg.): Curtain Wall Refurbishment (DOCOMOMO Journal 15), Eindhoven 1996.
- DOCOMOMO (Hg.): Réhabiliter les Édifices Métalliques emblématiques du XXe Siècle. Paris 2008.
- Dirk Dorsemagen: Büro- und Geschäftshausfassaden der 50er Jahre. Konservatorische Probleme am Beispiel West-Berlin. Dissertation TU Berlin. Berlin 2004.
- Flaman, Bernard; McCoy, Chandler (Hg.): Managing Energy Use in Modern Buildings. Case Studies in Conservation Practice. Los Angeles 2021
- Flury, Aita: Von der Regeltechnik abgesehen : aktuelle Bürohaus-sanierungen und ihr architektonisches Potential. In: Kunst + Architektur in der Schweiz 58 (2019), H. 1, S. 46–53.
- Galbiati, Giuseppe; Medici, Fortunato; Graf, Franz; Marino, Giulia. »Methodology for energy retrofitting of Modern Architecture. The case study of the Olivetti office building in the UNESCO site of Ivrea.« In: Journal of Building Engineering, p. 103378 (2021) <http://hdl.handle.net/2078.1/251395> -- DOI: 10.1016/j.jobe.2021.103378
- Graf, Franz; Marino, Giulia; et al. (Hg.), patrimoine moderne, économie, énergie. stratégies d'intervention pour les grands ensembles 1945-1975. [Abschlussbericht, online] Projekt gefördert durch Mittel der Schweizerischen Stiftung zur Förderung der Denkmalpflege, Lausanne 2015.
- Graf, Franz; Marino, Giulia: »Une transfiguration silencieuse. Transition énergétique et patrimoine de la grande échelle« In: F. Graf, G. Marino (Hg.), mit Pauline Rappaz, TSAM : sauvegarde de l'architecture du XXe siècle, dossier spécial, Tracés, vol. 142, Nr. 5-6 (11.03.2016), pp. 12-19
- Geburtig, Gerd: Brandschutz im Baudenkmal. Berlin 2017.
- Giebler, Georg et al.: Atlas Sanierung: Instandhaltung, Umbau, Ergänzung (Detail Atlas). Basel 2008.
- Grün, Gunnar et al.: Energieeffiziente Gebäudetechnik im Baudenkmal. Wissenschaftliche Begleitung der Modellvorhaben „Gebäudebestand (Energieeffizienz, Denkmalschutz)“ in der Umsetzungsphase (Themenheft „Gebäudetechnik“), hg. v. BBSR. Bonn 2017. Online (15.10.2020): http://amper.ped.muni.cz/pasiv/regenerace/pamatkove_vakuove/Energieeffiziente_Gebaeude-techni_im_Baudenkmal.pdf
- Heitmann, Kerstin; Grün, Gunnar; Pfeifer, Günter: Denkmalgerecht und energieeffizient Sanieren. Eine Herausforderung für alle Beteiligten. In: Informationen zur Raumentwicklung 44, 2017, S. 67–81.
- Hillmann, Roman: Das Fakultätsgebäude für Bergbau und Hüttenwesen der Technischen Universität Berlin. Bau, Alterung, Abrissplanung, Sanierung. Petersberg 2013.
- Hoffmann, Caroline: Sanierung als zweite Chance Strategien für ein angenehmes Raumklima ohne aktive Kühlung in Bürogebäuden Mitteleuropas. Dissertation BU Wuppertal. Wuppertal 2007 (urn:nbn:de:hbz:468-20070621)
- Institut für Bauforschung e.V.: Atlas Bauen im Bestand: Katalog für nachhaltige Modernisierungslösungen im Wohnungsbestand. Hannover 2008.
- de Jonge, Wessel; Doolaar, Arjan (Hg.): Curtain Wall Refurbishment. A Challenge to Manage (DOCOMOMO Preservation Technology Dossier 1). Eindhoven 1996.
- Kähler, Gert; Kritzmann, Bernd; Venus, Carsten: Redevelopment. Möglichkeiten und Chancen, unrentabel und unfunktionell gewordenen, innerstädtischen Bürohausbau der Fünfziger, Sechziger und Siebziger Jahre zu Wohnraum umzunutzen (ZukunftBau F 2727). Stuttgart 2009. Online (15.10.2020): <https://www.irbnet.de/daten/rswb/09079000515.pdf>
- Petzelt, Michael; Schmidt, Hartwig (Hg.): Konservierung der Moderne? (Hefte des Deutschen Nationalkomitees von ICOMOS, XXIV), 1996
- Pottgiesser, Uta; Kirsch, Julia: Temperierte Transparenz – Fassaden der Moderne, denkmalgerecht erneuert. In: Jäger, Frank Peter (Hg.): Alt & Neu. Entwurfshandbuch Bauen im Bestand, Basel 210, S. 119 - 129
- Regierungspräsidium Stuttgart, Landesamt für Denkmalpflege (Hg.): Beton, Glas, Büffelleder. Verwalten in Denkmälern der 1960er und 1970er Jahre im Regierungsbezirk Stuttgart, (Arbeitsheft 30). Darmstadt 2014.
- Rester, Helmut (Hg.): Sanierung von 50er- bis 70er-Jahre-Bauten : spezifische Konstruktionsmerkmale, Schadensbilder und Sanierungsmaßnahmen. Merching 2007.
- Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland (Hg.): Zwischen Scheibe und Wabe. Verwaltungsbauten der sechziger Jahre als Denkmale. Petersberg 2012.

der Forschungsgruppe am TSAM auf den Wohnungsbaubestand fokussierten, findet sich mit einer Fallstudie zu den Olivetti Verwaltungsbauten in Ivrea (UNESCO Weltkulturerbe) auch ein erstes Beispiel der Anwendung auf den Nicht-Wohnungsbereich (Galbiatti et al. 2021), die für unsere Untersuchung auch Anregungen geben kann. In Bezug auf die Instrumente der Dokumentation und Untersuchung gerade der bauphysikalischen Besonderheiten blieb diese Studie jedoch konventionell auf die Identifikation von thermischen Mängeln beschränkt.

2.2 Herausforderungen

Stadt und Denkmal

In fast allen Denkmalschutzgesetzen der einzelnen Bundesländer sind unter anderem städtebauliche oder auch kulturlandschaftliche Gründe bei der Prüfung des Denkmalwertes relevant sowie die Umgebung oder das Erscheinungsbild gesondert geschützt. Denkmäler und Denkmalensembles weisen eine Vielzahl von räumlichen Bezügen auf. Diese Bezüge sind bei der Erfassung und Bewertung, bei der Beurteilung von baulichen Maßnahmen in deren Umgebung sowie bei TÖB-Beteiligungen zu berücksichtigen.

Die Arbeitsgruppe Städtebauliche Denkmalpflege der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in Deutschland hat 2020 ein Arbeitsblatt zur Bewahrung der Raumwirkung von Denkmälern und Denkmalensembles veröffentlicht. (VDL-Arbeitsblatt Nr. 51, 16.01.2020), dabei wird zwischen visuellen, strukturell/funktionalen und ideell/assoziativen (rezeptionsgeschichtliche) Raumwirkungen unterschieden. Diese Differenzierung liegt auch dem beigefügten Fragenkatalog des Arbeitsblattes zu Grunde. In den üblichen Denkmalbegründungen und Denkmaleinträgen von Bürohochhäusern - oft stammen sie aus den 1990er Jahren oder sind noch älter - ist diese Differenzierung jedoch selten anzutreffen. Dies zeigte sich auch in der detaillierten Auswertung der Denkmalbegründungen bzw. Denkmaleinträge der untersuchten Fallbeispiele.

Als Ergebnis einer fachlichen Analyse nach diesen Kriterien wird die Umgebung von Denkmälern als sogenannter Wirkungsraum bezeichnet. Im Zuge dessen soll der Umgebungsschutz das Zusammenwirken von Denkmal und Umgebung erhalten, gegebenenfalls stärken und verbessern. Veränderungen in der Umgebung sollen das Wesen und die Eigenart von Denkmal und Umgebung nicht beeinträchtigen (Definition entsprechend EKD 2018). Die Analyse des Erscheinungsbildes eines Denkmals im Wirkungsraum ist ein wichtiger Bestandteil der Denkmalerkenntnis. Eine Veränderung im Wirkungsraum kann daher eine (erhebliche) Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes eines Denkmals oder Denkmalensembles zur Folge haben. Dies gilt sowohl für Veränderungen im Inneren eines Gebäudes, als auch in seiner direkten Umgebung.

Materialität und Konstruktion

Die Fragestellungen zur Materialität und Konstruktion von Bürohochhäusern konzentrieren sich auf zwei relevante Herausforderungen für Instandsetzungen und Erneuerungen, bei denen der grundsätzliche Erhalt der Objekte nicht hinterfragt wird, die aber dennoch häufig – aus vermeintlich technischer Unzulänglichkeit oder dem Risiko von Gesundheitsgefährdungen – vollständig ersetzt werden: (I) leichte, meist vorgehängte Gebäudehüllen sowie (II) Materialien des Innenausbaus, bei denen in unterschiedlicher Form, Konzentration und Belastung zeittypische Schad- und Gefahrstoffe vermutet werden. Demgegenüber werden Ertüchtigungen und/oder Veränderungen des Tragwerks aus statischer oder brandschutztechnischer Sicht nur peripher im Rahmen der Fallbeispiele behandelt, da sich diese Anpassungen zumeist aus individuellen Nutzungsveränderungen/Umnutzungen ergeben und kaum allgemein übertragbar sind. Auch der Ersatz von Inneneinrichtungen (Möblieringen, EDV etc.) und Innenausbauanteilen aufgrund Renovationen, Nutzungsanpassungen, modischer Entwicklungen kann nicht Teil der vorliegenden Studie sein.

Leichte, vorgehängte Metall-Glas-Fassaden sind ein wesentliches Charakteristikum der Bürohochhäuser der

Nachkriegszeit. Nach US-amerikanischem Vorbild verbreiteten sie sich in den späten 1950er Jahren rasant, wobei sich einige der westdeutschen Hersteller (u.a. Gartner, Götz) sehr schnell auch international zu führenden Anbietern entwickelten und ein erhebliches Know-How und immer wieder auch einige technologische Innovationen in die Projekte hineintrugen. Die Verwendung dieser Fassadenkonstruktionen ist nicht vorstellbar ohne die gleichzeitigen Entwicklungen im gebäudetechnischen Ausbau, geradezu zwangsläufig bedürfen diese Gebäudehüllen, oft genug mit Festverglasungen, komplexe Klima- und Lüftungsanlagen als energetischen Ausgleich. Auch bautechnik- und materialhistorisch handelt es sich durchgehend um sehr innovative Konstruktionen. Erst ab Mitte der 1960er Jahre setzte sich der Einsatz von Floatglas durch die Einrichtung von entsprechenden Fertigungsstraßen international durch (Patent Pilkington 1957). Zweischeiben-Wärmedämmverglasungen (z.B. Thermopane) wie auch UV-Isolierbeschichtungen waren bereits seit den 1930er Jahren in den USA gebräuchlich und setzten sich als Lizenzprodukte in der Nachkriegszeit auch in Europa durch. Die gebräuchlichen Aluminium-Legierungen gehen auf Normierungen der 1930er Jahre zurück. Die Profile sind weitgehend nicht getrennt und bilden potentielle Wärmebrücken. Für die Metall-Glas-Fassaden des Untersuchungszeitraums sollte aber die Integration mit gebäudetechnischen Anlagen, sowie die zunehmende Verwendung synthetischer organischer Dichtungsmittel (Kunststoffdichtungen, Neoprene) eine Rolle spielen, die auch die heutigen Möglichkeiten der Instandsetzung und Erhaltung oftmals bestimmen. Während die Wärmedämmung der frühen Zweischeibenverglasungen heute oftmals aufgrund Alterung nicht mehr gegeben ist, waren die geschlossenen Fassadenbestandteile, wie auch die Profile, oft nur unzureichend gedämmt. Erst 1977 erfolgte die Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung in der BRD. Grundsätzlich erfüllen die historischen Fassaden daher heutige energetische Ansprüche nicht. Verschleiß, unzulängliche Pflege und veränderte Ansprüche führen dazu, dass die alten Gebäudehüllen zusätzlich als abträglich für den Komfort angesehen werden. Auch bei prominenten, denkmalgeschützten Bürohochhäusern wurde zwischenzeitlich, teilweise mehrfach, die Gebäudehülle ausgetauscht.

Als Gebäudeschadstoffe werden Bauelemente oder Stoffe, die in Baumaterialien enthalten sind, bezeichnet, welche sich gesundheitsschädigend auf Menschen auswirken oder die Umwelt gefährden. Das Thema der Gebäudeschadstoffe ist sehr sensibel, da es immer wieder zu großer Verunsicherung führt, wenn sich herausstellt, dass sich in einem Gebäude, in welchem man einen Großteil seiner Arbeits- / Lebenszeit verbringt, Schadstoffe befinden. Führt man sich die Palette der vor allem seit Mitte des letzten Jahrhunderts in Baumaterialien und Bauteilen enthaltenen Schadstoffe vor Augen, so ist klar, dass in nahezu jedem Bestandsgebäude Schadstoffe verbaut sind. Sie können in allen Gebäudeteilen vorkommen, sind stark abhängig von der Bauzeit des Gebäudes und davon, ob und wann Sanierungsmaßnahmen stattgefunden haben. Gebäudeschadstoffe sind Gegenstand einer fast unüberschaubaren Anzahl von Gesetzen, Verordnungen, Normen und Richtlinien. Welche dieser Regeln im Einzelfall zur Anwendung kommt, hat entscheidend mit der Frage zu tun, aus welchem Anlass man sich mit Gebäudeschadstoffen beschäftigt.

Im Rahmen von Instandsetzungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen, bei denen es zwangsläufig zu Eingriffen in die Gebäudesubstanz kommt (sogenannte ASI-Arbeiten: Sanierung, Instandhaltung und/oder Abbruch- und Umbauarbeiten), kommt es potentiell zur Freisetzung von Gebäudeschadstoffen, die im eingebauten/ gebundenen Zustand möglicherweise kein Problem darstellen. Daher sind bei der baulichen Sicht neben der Gefährdung der Nutzer:innen (i.W. Raumluft, gesundheitliche Sicht) auch jene der am Bau Beteiligten zu berücksichtigen sowie Fragen des Umweltschutzes und der Entsorgung. Grundsätzlich wäre zu prüfen, ob nicht unter Sicherstellung der gesundheitlichen Aspekte ein Verbleib bestimmter potentiell gefährdender Stoffe im Gebäude unter gewissen konkreten Maßnahmen möglich ist, um Eingriffstiefe, aber auch die Umweltbelastungen durch Entsorgung und Lagerung zu minimieren.

Klima und Akustik

Von entscheidender Bedeutung für weitere Nutzungen der Hochhäuser sind Schadensfreiheit und behagliche Innenklimabedingungen inklusive akustischem Komfort sowie sinnvollen Energiekosten zum Betrieb der Gebäude. Einige dieser Aspekte können allgemein unter typischen bauphysikalischen Fragestellungen

zusammengefasst und durch Messungen und Simulationen überprüft werden. Erst dann lassen sich Verbesserungsvorschläge generieren. Gebäuden aus den ersten Jahrzehnten nach Gründung der Bundesrepublik waren durch hohe Materialeffizienz geprägt, gleichzeitig gab es relativ geringe Betriebskosten durch günstige Brennstoffe. Zugehörige bauphysikalische Probleme müssen analysiert werden, um Schadensfreiheit auch bei neuen Umnutzungen, baulichen oder anlagentechnischen Veränderungen gewährleisten zu können. Akustische Defizite in Form von heutzutage zu geringem Schallschutz müssen ebenfalls zunächst analysiert und dann gegebenenfalls abgestimmt auf die existierende Bausubstanz verbessert werden, wenn der ursprüngliche Zustand tatsächlich zu einer relevanten Beeinträchtigung führt. Hierbei kann aber auch durch geschickte Grundrissgestaltung bei nachfolgenden Nutzungen oder abgestimmte Zeitpläne vielfach eine ausreichende Lösung gefunden werden. Hinsichtlich des Feuchte- und Wärmeschutzes waren vielfach relativ undichte und kaum gedämmte Gebäudehüllen üblich, was zu hohen Heizkosten und relativ niedrigen relativen Feuchten im Gebäudeinneren führte, insbesondere bei Büronutzungen. Dadurch entsteht insgesamt eine sehr geringe absolute Feuchte und somit entstehen auch an ungünstigen Wärmebrücken an der Fassade üblicherweise kaum Feuchteschäden. Alle nachträglichen Effekte hinsichtlich Nutzung, Lüftung oder konstruktiven Veränderungen der Fassade müssen darauf abgestimmt sein. Des Weiteren können ungünstige Innenraumbedingungen aufgrund sommerlicher Überhitzung entstehen, je nachdem ob und in welcher Form Sonnenschutzvorrichtungen vorhanden sind oder nachgerüstet wurden. Diese Effekte lassen sich besonders gut mittels thermischer Simulationen überprüfen. Die Nutzung von möglichst viel Tageslicht und ein gewisser architektonischer Anspruch hinsichtlich einer Öffnung der Gebäude führt meist zu besonders günstigen Belichtungsverhältnissen. Inwiefern hier Tageslichtnutzung und Überhitzung in einem mehr oder weniger günstigen Verhältnis zueinander stehen kann auch Teil der Untersuchungen sein.

Energie und Komfort

Die Fragestellungen rund um den Betrieb und Installation von gebäudetechnischen Anlagen befasst sich mit zwei elementaren Fachbereichen, dem (I) Klimagerechten Bauen sowie dem (II) Themischen Komfort, welche im Folgenden erläutert werden.

(I) Klimagerechtes Bauen beschreibt den umweltschonenden und bewussten Umgang mit Ressourcen aller Art im Bereich des Gebäudesektors. Laut Bundesregierung gehört der Gebäudesektor mit 14% der gesamten CO₂ Emissionen in Deutschland zu einem der maßgeblichen Emittenten. Werden die Emissionen bei der Herstellung von Strom und Fernwärme oder von Baustoffen inkludiert so doppelt sich dieser Wert auf 28%. Dem gegenüber steht die notwendige Treibhausgasemission-Reduktion von 66 - 67% bis 2030 im Vergleich zu den Werten von 1990. (Presse- und Informationsamt, 2022) Ein wesentlicher Teil dieser Zielsetzung liegt in der Verantwortung der energetischen Gebäudesanierung und konkreter noch in der Reduktion oder Vermeidung der maschinellen Kühl- und Heizenergie, wozu auch passive Ansätze für Energieeffizienz gehören. Oft übersehen, spielen hierbei die Suffizienz und Konsistenz im Einsatz dieser Ressourcen eine ebenso wichtige, wenn nicht bedeutsamere Rolle. Diese Gegenüberstellungen wurde im Rahmen dieser Untersuchung detailliert aufgearbeitet.

(II) Viele menschliche Reaktionen stehen in einem kohärenten Verhältnis zu den Umweltreizen, so dass eine zunehmende Belastung zum Beispiel durch Licht oder Lärm eine ähnliche positive oder negative Reaktion hervorruft. Je lauter die Umgebung ist, desto unangenehmer. Das Gleiche gilt für den Mangel an Licht in einer bestimmten Umgebung. Dieser Zusammenhang zwischen Reiz und Reaktion gilt nicht für die Temperatur, bei der ein linearer Temperaturanstieg zu einer umgekehrten U-Kurve im Komfort führt. Während eine moderate thermische Umgebung von den meisten Menschen als angenehm empfunden wird, führen die Extreme einer kalten oder heißen Umgebung zu Unzufriedenheit und im schlimmsten Fall zu körperlichen Extremreaktionen. (Haigh, 1982) Diese Abhängigkeit von geringen Schwankungen der Körpertemperatur bietet viele Einblicke in den Zustand des menschlichen Wohlbefindens, der Gesundheit, des Stresses und der Produktivität. (Terrien et al., 2011)

Es ist seit langem bekannt, dass das Wetter einen großen Einfluss auf unser Verhalten und unser psychologisches Wohlbefinden haben kann. Dieser Einfluss auf den Menschen, lässt sich nicht nur beim Wetter im Freien beobachten, sondern auch beim Innenraumklima. Die Tatsache, dass wir im Sommer in Europa mehr als 90% unserer Zeit in Innenräumen verbringen (Diffey, 2011) macht es unabdingbar, die Möglichkeiten und Grenzen der Thermoregulation und der möglichen Anpassung in Innenräumen zu untersuchen.

Der thermische Innenraumkomfort muss dementsprechend auch nach geltender DIN EN 16798-1:2021-04 (Deutsches Institut für Normung, 2021) nachgewiesen werden. Diese beschreibt die zulässigen adaptiven Temperaturschwankungen im Innenraum in Relation zur Außentemperatur durch die exponentielle Mittelwertbildung der gleitenden mittleren Außentemperatur. Dieses Verhältnis zwischen Außen- und Innentemperatur ist in Abbildung 1 dargestellt.

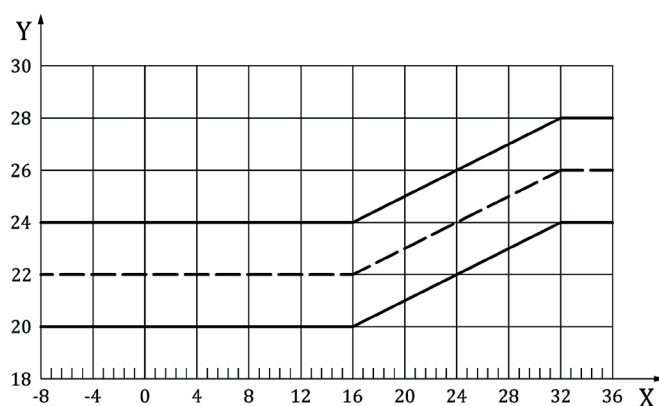


Abb. 1 - Komfortband nach dem Nationalen Anhang E DIN EN 16798-1/NA:2021-06. Die x-Achse stellt die aktuelle Außentemperatur in °C dar, die y-Achse die operative Innenraumtemperatur in °C.

Eine Bewertung der Ergebnisse anhand des Komfortbands erfolgt durch die Übertemperaturgradstunden (ÜTGS) in Kh/a (Kelvin-Stunden im Jahr). Diese ergeben sich nach DIN 4108-2:2013-02 aus den Stundenwerten mit einer Temperatur über der zulässigen Innentemperatur (laut DIN 4108-2) (Deutsches Institut für Normung, 2013). Dabei handelt es sich nicht nur um die reine Anzahl der Stunden, sondern auch um deren Diskrepanz zum Komfortband. So werden Temperaturen weit oberhalb des Komfortbandes stärker gewichtet als jene die nur knapp oberhalb liegen. Auch Untertemperaturgradstunden lassen sich in gleicher Manier evaluieren.

3 Projektziele

3.1 Forschungsfrage

(1) Stadt und Denkmal - Welchen Stellenwert haben Bürohochhäuser im städtebaulichen Kontext? Wie hat sich die öffentliche Rezeption und Bewertung von Instandsetzungsmaßnahmen verändert? Welche Bürohochhäuser werden als erhaltenswert angesehen, und in welcher Art und Weise geschützt? Welchen Einfluss haben Eigentümer und Mieterschaft sowie Investoren?

(2) Konstruktion und Materialität - Wie können Bürohochhäuser der 1950er/1960er Jahre nachhaltig und denkmalgerecht für heutige funktionale Anforderungen adaptiert werden? Wie kann mit schadstoffbelasteten Baumaterialien im Zuge von Erhaltungsmaßnahmen sinnvoll und denkmalgerecht umgegangen werden? Welche Möglichkeit der Erhaltung bieten die eingesetzten Fassadenkonstruktionen?

(3) Klima und Akustik - Wie können vorhandene Bürohochhäuser der 1950er/1960er Jahre im Sinne geeigneter Lösungen bauphysikalisch beschrieben werden? Welche Lösungen sind in Bezug auf die bauphysikalischen Effekte (Feuchte- und Schallschutz, Belichtung) bei welchen bautechnischen Umsetzungen möglich? Wie verhalten sich die heutigen Normen und Anforderungen zu den bauzeitlichen Standards?

(4) Energie und Komfort - Wie haben sich energetische Aspekte und Komfort nach den umgesetzten Modernisierungsmaßnahmen verändert? Inwieweit wurden aus den ursprünglichen technischen Systemen sinnvolle Lösungsansätze entwickelt? Welchen einfachen Maßnahmen können beitragen, aktuelle Komfortansprüche in den Bürohochhäusern der 1950er/1960er Jahre zu erfüllen?

3.2 Forschungsthesen

Obwohl seit den frühen 1990er Jahren Gegenstand des denkmalpflegerischen wie planerischen Diskurses, hat sich bis heute keine einheitliche baudenkmalpflegerische Best Practice im Umgang mit Bürohochhäusern der 1950/1960er Jahre in Deutschland herausgestellt. Gleichartige Objekte werden – mit und ohne Unterschutzstellung – abgerissen oder aber mit hohem Austausch materieller Substanz erneuert. Einzelne Beispiele verweisen auf Vorgehensweisen, die die historische und technologische Integrität des Bestands durch minimierte Eingriffs- und Veränderungstiefe bewahren. In der Abwägung verschiedener Schutz- und Erhaltungsziele (Umweltschutz, energetische Nachhaltigkeit, Baukultur, Denkmalschutz) sind Kompromisse notwendig, die sich an der verfügbaren Best Practice im Umgang mit diesem besonderen Bestand messen lassen müssen. Dabei geht das Vorhaben von der These aus, dass eine langfristige nachhaltige und denkmalpflegerische Erhaltung durch bewusste Instandhaltung und kontinuierliche bauliche Erneuerung des Gesamtbauwerks durch minimierte Eingriffs- und Veränderungstiefe gewährleistet werden kann, ohne dass andere und neue Anforderungen an den Bestand und seine Nutzung unberücksichtigt bleiben müssen.

Es wurde erwartet, dass die Gebrauchstauglichkeit hinsichtlich aktueller Anforderungen im Sinne der Bauphysik zu großen Teilen auch weiterhin gegeben ist oder dass durch geringe Änderungen des Nutzerverhaltens oder baulicher Schwachstellen Gebrauchstauglichkeit weiterhin möglich ist.

Das Vorhaben zeigt auf Grundlage der Analyse beispielhafter Fälle den Erhaltungszustand und bauliche Erneuerungen von Bürohochhäusern der 1960er Jahre auf, wie eine heutige Best Practice eines nachhaltigen und erhaltenden Umgangs mit diesen Objekten gestaltet werden kann.

Dabei wurde ein mehrstufiges, methodisches Vorgehen aufgezeichnet, das auf Grundlage der Dokumentation, Analyse und Simulation tatsächlicher Objekteigenschaften sinnvolle und minimal-invasive Eingriffe in Baukonstruktion und Gebäudetechnik ableitete. Dieses Vorgehen ist einer heute weithin verbreiteten Planungspraxis entgegengesetzt, welches die vorhandenen Objekte reduziert auf Rohbaustruktur und Kubatur, sie ansonsten

zur Erfüllung neuer Ansprüche aber technisch komplett neu denkt, mit entsprechenden Konsequenzen kurzlebiger Bauteillebenszyklen.

Die Studie versteht sich als Beitrag zu einer allgemeinen Bauwende. Voraussetzung der vorgeschlagenen Methodik ist eine grundlegende Veränderung in Baurecht und Planungshandeln, auf die mittels einer breitenwirksamen Publikation (DETAIL Verlag) hingearbeitet werden soll.

Im Rahmen der Studie werden folgende Thesen plausibilisiert:

Erhaltungsbegründung

Ein überdurchschnittlicher Anteil der zwischen 1955 und 1985 errichteten Bürohochhäuser in Deutschland ist denkmalgeschützt (Gesamtdeutschland ca. 20% des Bestands).

Ihre bauliche Erhaltung begründet sich aber nicht allein denkmalrechtlich. Bürohochhäuser dieser Zeit sind oftmals städtebauliche Dominanten an besonderen, markanten Stellen des Stadtkörpers. Sie sind identitätsstiftend und oftmals auch maßstabsbildend im Stadtbild. Städtebauhistorisch ist ihre Errichtung oftmals mit weitgehenden Transformationen zu einer „autogerechten Stadt“ ab den 1960er Jahren festzustellen (z.B. an den neu errichteten Stadtautobahnen, Tangenten etc.). Die Bürohochhäuser markieren neue Platzanlagen, Verkehrsknotenpunkte und sind auch sonst eng verbunden mit den neuen Infrastrukturen der modernen Großstadt (Verkehr, Energie, Konsum, Verwaltung). Mit der endgültigen Abkehr vom Leitbild der „autogerechten Stadt“ und dadurch ausgelöster Transformationsprozesse (Nachverdichtung, Verkehrsberuhigung, siehe z.B. Düsseldorf) verändert sich auch die Position und Rolle, aber auch die historische Nachvollziehbarkeit dieser Objekte. Sie werden zu Anknüpfungspunkten für Diskussionen über die Stadt, ihre Gestalt und das darin mögliche Zusammenleben.

Über die städtebauliche und stadtgesellschaftliche Diskussion hinaus stellen die Bürohochhäuser der Nachkriegszeit auch baulich-materielle Ressourcen dar (Stichwort Graue Energie), die es im Sinne aktueller Anstrengungen zur Verringerung der CO₂ Belastung und Minimierung des Abfallaufkommens zu erhalten gilt.

Robuste Konstruktionen

Die untersuchten Bauten zeigen sich baulich-konstruktiv und materiell als erstaunlich robust. So sind u.a. Fassadenbauteile der 1960er Jahre noch deutlich stärker dimensioniert als ähnliche Profile späterer Bauart, dadurch widerstandsfähiger gegenüber Verschleiß durch Korrosion. Das oftmals angeführte Argument einer auf 50 bis 60 Jahre beschränkten bautechnischen Lebensdauer (production-oriented life cycle) muss aufgrund der empirischen Befunde daher hinterfragt werden. Auch hinsichtlich der Nutzungslebensdauer (service-oriented life cycle) zeigen die untersuchten Beispiele vielfältige Potentiale der Um- und Nachnutzung auf, die z.B. durch die Möglichkeiten flexibler Grundrissgestaltung gegeben sind. Grundsätzlich aber scheinen Fragen der Nutzungskontinuität und neuer Nutzungsanforderungen die bauliche Erhaltung dieser Objekte stärker einzuschränken als ihre immanenten baulich-konstruktiven Eigenheiten. Die Behaglichkeitsanforderungen an den Innenraum sind in dem Rahmen der Nutzung eines Bestandsgebäude zu hinterfragen und individuell abzuwägen.

Muss jeder Schadstoff aus einem Bestandsgebäude entfernt werden, oder kann nicht mit einem guten Monitoring das ein oder andere schadstoffbelastete Bauteil im Gebäude verbleiben, soweit im verbauten Zustand die Gesundheit der Gebäudenutzer nicht beeinträchtigt wird? Dies gilt auch für die thermische und akustische Unbehaglichkeit, die im Einzelfall evaluiert werden muss und die es nicht blind zu korrigieren gilt.

Einhalten von Komfortansprüchen, Einsparung Energieverbrauch

Die bisherigen Untersuchungen zeigen auf, dass durch minimal-invasive Eingriffe und einfache organisatorische Anpassungen an den Bestand (z.B. bewusste Nachtauskühlung, außenliegender Sonnenschutz, etc.) aktuelle, gestiegene Komfortansprüche an das Raumklima (Temperatur, Feuchte) weitgehend eingehalten werden können. Dies betrifft besonders Objekte, in denen bauzeitlich keine oder nur minimal dimensionierte Lüftungs- und climatechnische Anlagen installiert waren.

Die weitgehende Einhaltung heutiger Komfortansprüche kann durch die untersuchten Maßnahmen bei einer

(signifikante) Reduktion des Energieverbrauchs erreicht werden:

Es ist möglich, dass die untersuchten Gebäude auch weiterhin völlig ausreichende technische Lösungen für übliche Nutzungsszenarien bieten. Des Weiteren ist es möglich, dass mit kleinen, minimalen Eingriffen in die Struktur oder Eingriffen in die bestehende Anlagentechnik Lösungen für die weitere Nutzung oder Umnutzungen vorgeschlagen werden können. Dies kann geschehen durch einfache Warnsysteme, die den Nutzer zu vermehrter Lüftung bei zu hohen Innenraumfeuchten auffordern, automatische Regelungen der Zu- und Abluft-Volumenströme, taupunktgesteuerte Regelungen von Kühlelementen, Aufdoppelungen von Trennwänden zur Verbesserung der Schalldämmung zwischen verschiedenen Zonen oder ähnliche Maßnahmen. Es sollen hierzu aber auch die bisherigen Lösungen in Bezug auf ihre Effektivität hin untersucht werden und die technischen Lösungen beschrieben werden, die auch ohne weitere Maßnahmen eine problemlose weitere Nutzung der Gebäude ermöglichen.

Das Innenraumklima spielt eine maßgebliche Rolle im Energiekonsum des Gebäudesektors. Gerade Gebäude wie das Dorlandhaus, welches aus einer Zeit stammen, in der es keine Richtlinien für den thermischen Komfort oder der Energieeffizienz gab, agieren beispielhaft für die Schnellebigkeit unserer Normen und Bedürfnisse. Ziel der bauklimatischen Untersuchungen in diesem Projekt ist es, die notwendigen Maßnahmen einer thermischen Sanierung nach heutigem Standard in eine gesamtheitliche Betrachtung zu setzen. Das bedeutet, konkret Maßnahmen nicht nur nach der energetischen Effizienz allein zu bewerten, sondern sie auch gegenüber ihrer Suffizienz im ganzheitlichen Lebenszyklus zu rechtfertigen. Oder in anderen Worten, welcher Sanierungsaufwand ist nicht nur möglich, sondern auch hilfreich?

3.3 Auswahl Fallbeispiele

Die Auswahl der Untersuchungsobjekte erfolgte entsprechend einer Matrix, wobei neben der möglichen bundesweiten Verteilung der Objekte zwei Faktoren von Relevanz waren: der Umfang bisheriger baulicher Maßnahmen sowie der städtebauliche Standort der Objekte. Jeweils wurde eine mögliche Bandbreite angestrebt um ein Spektrum der Herausforderungen und Lösungsansätze vergleichend untersuchen zu können.

Bei der Konkretisierung der Objektauswahl zu Projektbeginn zeigte sich, dass eine Auswahl nach o.s. Kriterien möglich war bei gleichzeitiger Beschränkung der Studie auf Objekte der 1960er Jahre. Dies erlaubt auf baulich-konstruktiver und materieller Ebene die Vergleichbarkeit der Fallstudien.

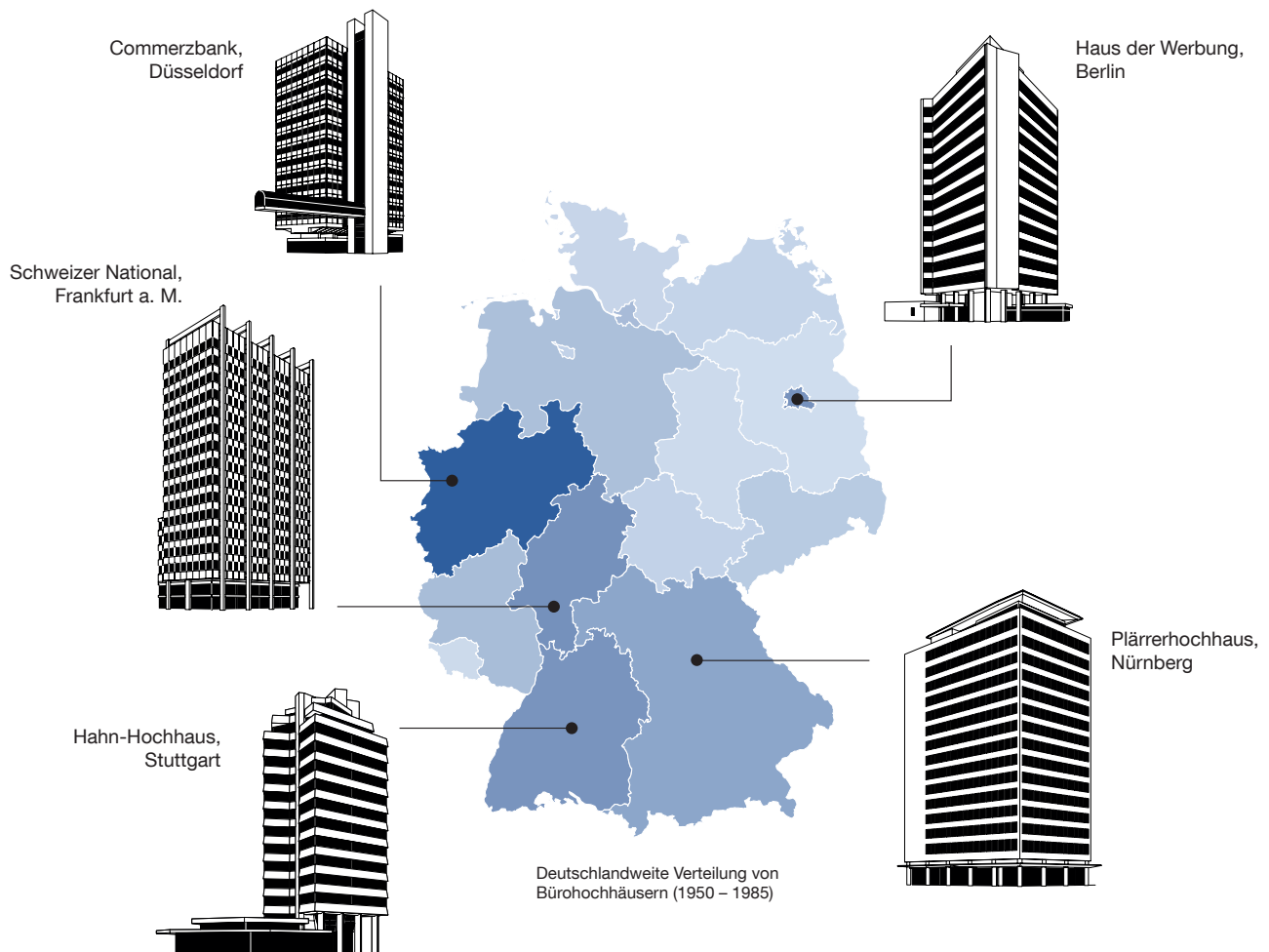
Die Verteilung der Objekte (Berlin, Nürnberg, Stuttgart, Frankfurt a.M., Düsseldorf) erlaubt die Berücksichtigung verschiedener rechtlicher Rahmenbedingungen (Baurecht, Denkmalschutzrecht) in verschiedenen Bundesländern. Mit Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Hessen, Bayern und Berlin sind bewusst Bundesländer ausgewählt worden, in denen auch statistisch mit Abstand die meisten Bürohochhäuser in der Nachkriegszeit gebaut worden sind. Insofern sind die untersuchten Objekte – die alle denkmalgeschützt sind – auch repräsentativ. Wenngleich man im Umgang mit dem Bestand (Abrissquote) beispielsweise zwischen Hessen und Berlin enorme Unterschiede feststellen kann.

Alle Objekte befinden sich in deutschen Großstädten (A-Städte), in jeweiligen innerstädtischen Bestlagen. Städtebaulich unterscheiden sie sich hinsichtlich ihrer Position, an Stadtautobahnen bzw. ausgebauten Schnellstraßen, eingebunden in Blockrandbebauungen oder an städtebaulichen Torsituationen und Plätzen. Manche der untersuchten Objekte sind infrastrukturell an öffentliche Verkehrsanlagen angebunden, es dominiert aber eine „autogerechte“ Verkehrserschließung. Umfangreiche Tiefgaragen und sonstige Untergeschosse verweisen auch unterirdisch auf einen großen Fußabdruck der Objekte.

Als weitere sog. sanfte Faktoren sind die Besitz- und Nutzerverhältnisse hervorzuheben. Auch hier zeigen die ausgewählten Objekte eine hohe Varianz vom mehrfach verkauftem Investitionsprojekt (Stuttgart), zu im Familienbesitz betriebenen multi-tenant Gebäude (Berlin) oder einer Komplettsanierung samt Nutzungsänderung von Büro zu Hotel (Düsseldorf) im Sinne einer klassischen Projektentwicklung.

Bundesweite Auswahl an Objekten

Objekt	Ort	Baujahr	Architekt	Sanierung	Architekt(en) Sanierung	Denkmal	Stockwerke	Höhe
Plärrerhochhaus	Nürnberg	1952-54	Wilhelm Schleghtendal	Kernsanierung 2016 Fassade 2018	KNERER UND LANG Architekten GmbH	1988	15	56m
Commerzbank (heute Hotel Ruby Luna)	Düsseldorf	1959-62	Paul Schneider von Esleben	Kernsanierung 2018-2020	HPP Architekten	1998	14	46m
Schweizer National Hochhaus (heute Nürnberger Versicherungen)	Frankfurt a. M.	1962-64	Max Meid, Helmut Romeick	Revitalisierung 2006	Pielok Marquardt, BGF Architekten	2000	16	57m
Hahn-Hochhaus	Stuttgart	1962-64	Rolf Gutbrod	Sanierung 1984 Fenster und Beton 1995	Kist, Koop, Fehmel, Waldmann	1997	14	50m
Dorlandhaus (Haus der Werbung)	Berlin	1963-66	Rolf Gutbrod, Hermann Kiess, Horst Schwanderer	Brandschutztechnische Ertüchtigung 2016	Helmut Klippel	1995	12 + 2	54m



4 Forschungsdesign

4.1 Untersuchungsmethodik

Es wurden insgesamt fünf Bürohochhäuser in Berlin, Düsseldorf, Frankfurt am Main, Nürnberg und Stuttgart auf Grundlage einer vorangegangenen Vergleichsanalyse für die nähere Untersuchung ausgewählt. Neben der regionalen Verteilung der Objekte, die mit Ausnahme des Beispiels in Nürnberg alle aus den 1960er Jahren stammen, war eine gewisse Bandbreite der Instandsetzungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen entscheidend, die nach Möglichkeit nicht länger als 15 Jahre zurückliegen sollten.

Für die ausgewählten Vorhaben wurden zeitgenössische Plandokumente, Fotografien, Fachgutachten sowie Presseartikel der verschiedenen Planungs-, Bau- und Umbauphasen recherchiert und zusammengestellt. Alle Objekte wurden teilweise mehrfach begangen, wobei vor Ort eine fotografische und textliche Dokumentation und Untersuchung des Ist-Zustands im Vergleich zu den vorliegenden Planunterlagen erfolgte. Zeitzeugenberichte der beteiligten Planer/innen, Denkmalpfleger/innen und Gebäudeeigentümer wurden protokolliert und ergänzen die Objektrecherche. Die Archiv-, Bild- und Plandokumente wurden wo möglich digitalisiert und dauerhaft auf dem Server des Leibniz-Rechenzentrums München (LRZ) in einer Projektordnerstruktur abgelegt. Die Archiv- und Dokumentrecherche diente vorrangig den denkmalpflegerischen, gebäudetypologischen, konstruktiven und material-technischen Analysen. Insbesondere für die städtebauliche Analyse wurden in Kooperation mit Heike Oevermann Studierende eingebunden. Die Recherchen zu den ausgewählten Gebäuden wurden ergänzt durch Untersuchungen weiterer Objekte in Bamberg (Hochhaus Oberlandwerke/EON), Basel (Hochhaus CIBA), Karlsruhe (Landesamt), München (Siemens Hochhaus) u.a.m.

Relevante Wärmebrücken wurden unter Berücksichtigung verschiedener absoluter Feuchten im Innern berechnet, um die Schadensfreiheit in Folge Tauwasserbildung zu überprüfen. Dabei wurden Ergebnisse zu allen untersuchten Fassadenschnitten berechnet. Zum Einsatz kam ein Wärmebrückenprogramm der neuesten Generation, in dem auch Strahlungseffekte berücksichtigt werden. Dies ist bei metallischen Oberflächen und Profilen von großer Wichtigkeit, da sonst nur Objekte mit gleichmäßiger Wärmeleitfähigkeit (z.B. stehende Luftschichten) berechnet werden und hierbei auftretende Wärmeströme durch Strahlung keine Berücksichtigung finden. Am Dorlandhaus, Berlin und Plärrerhaus, Nürnberg wurden exemplarische Thermographieaufnahmen zur experimentellen Überprüfung und Ergänzung der Berechnungen durchgeführt. Typische Innenklimabedingungen wurden zur Analyse der Ist-Zustands und zur Validierung der thermischen Simulationsmodelle durch Langzeit-Messungen im Sommer und Winter erfasst. Mittels exemplarischer Kontrollmessungen wurde die Tageslichtversorgung der Arbeitsbereiche der Gebäude umfänglich analysiert, die auch in der Modellvalidierung der thermischen Simulationen verwendet werden kann. Messungen der Tageslichtquotienten und der Beleuchtungsstärken wurden genutzt, um Beleuchtungsmodelle zu validieren.

Die wesentlichen Messungen und Untersuchungen erfolgten, wo nicht durch Nutzung eingeschränkt, exemplarisch, um dann mittels Simulation sinnvolle Aussagen zu den jeweiligen Problemstellungen treffen zu können. Auf Grundlage der historischen Bestandspläne und der aktuellen Zustandsbeschreibungen konnten detaillierte digitale Gebäude- und Fassadenmodelle erstellt werden, die die Grundlage bildeten für dynamische Klimasimulationen. Die Untersuchung der Fallstudien erfolgte vergleichend jeweils zu drei Phasen der Objekte: bauzeitlicher Zustand, heutiger Zustand und in Optionen eines zukünftigen Zustands.

Zusätzlich wurden aktuelle und historische Baunormen und Standards vergleichend untersucht. Wesentliche Vorschriften aus der Bauzeit wurden mit heutigen Anforderungen verglichen, um etwa Fragestellungen zur Bauphysik und zu Gefahr- und Schadstoffen anzusprechen: Welche Änderungen hinsichtlich der Anforderungen (z.B. an Feuchte- und Wärmeschutz) sind seit der Bauzeit entstanden? Wird auch mit den Anforderungen zur Bauzeit Schadensfreiheit erreicht? Werden auch mit den Anforderungen zur Bauzeit noch akzeptable Nutzungsbedingungen erreicht? Können mit einfachen Maßnahmen ggf. vorhandene Defizite ausgeglichen werden?

Gemeinsame Kolloquien und bilaterale Interviews mit den beteiligten Planern, Bauherren und Behördenvertretern der untersuchten Objekte vertieften die einzelnen Studien. Die jeweiligen Analysen wurden für jedes Einzelobjekt und im Sinne von allgemeinen Handlungsempfehlungen zusammengefasst.

4.2 Projektteam und Organisation, Kooperationspartner

4.2.1 Antragsteller

Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, Arcisstr. 21, 80333 München

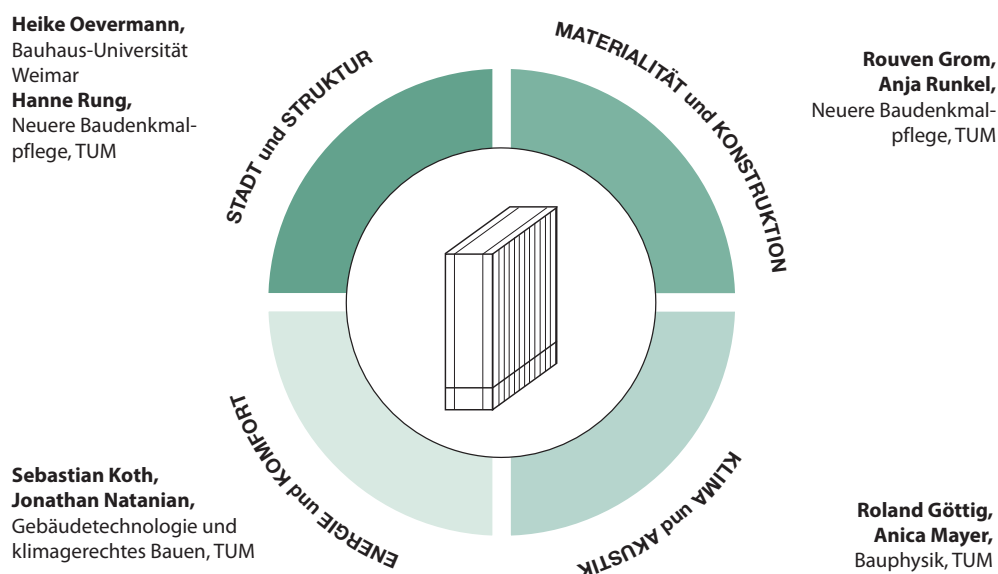
- Professur für Neuere Baudenkmalpflege, Ansprechpartner: Prof. Dr. Andreas Putz, Mitarbeiter: Rouven Grom, M.A., Dipl.-Ing. Hanne Rung (Projektkoordination), Dipl.-Ing. (FH) Anja Runkel
- Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, Ansprechpartner: Prof. Thomas Auer, Mitarbeiter: Dr.-Ing. Martin Heißler (bis 03/2021), Dr.-Ing. Jonathan Natanian (bis 10/2021), Sebastian Koth M.Sc.
- Lehrstuhl für Bauphysik, Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Klaus Peter Sedlbauer, Mitarbeiter: Dr.-Ing. Roland Göttig, Anica Mayer M.Sc. (bis 10/2021)
- studentische Mitarbeiter: Julia Gralka, B. A., Heinrich Geißendörfer, B. Sc.

4.2.2 Weitere beteiligte Forschungseinrichtungen

- Bauhaus Universität Weimar, Lehrstuhl Denkmalpflege und Baugeschichte, Dr. habil. PD Heike Oevermann

4.2.3 Mitfinanzierende Stellen (Drittmittelgeber)

- DETAIL Business Information GmbH, Messerschmittstr. 4, 80992 München, Ansprechpartner: Dr. Sandra Hofmeister, Chefredakteurin
- Josef Gartner GmbH, Gartnerstr. 20, 89423 Gundelfingen, Ansprechpartner: Abteilung Communications



4.3 Arbeitsprogramm

Das Gesamtprojekt gliedert sich in insgesamt 8 Arbeitspakete (AP) und 5 Meilensteine (M), die additiv bzw. parallel und objektspezifisch wiederkehrend bearbeitet wurden. Bis Dezember 2022 fanden 8 Workshops (W) und 5 Kolloquien (K) statt:

19.01.2021	AP1	Verifizierung der Auswahlkriterien, Konkretisierung Objektauswahl (12 auf max. 4-6), Auswahlkriterien: Plangrundlagen; durchgängige Nutzung als Verwaltungs- /Bürogebäude; Zugänglichkeit
26.01.2021	K1	Zoom-Interview mit Prof. Dr. (Univ. Florenz) Elisabeth Merk, Stadtbaurätin München
03.03.2021	K2	Projektetage ZukunftBau
04.03.2021	W1	Workshop, Schnittstellen zwischen Bauphysik und Haustechnik
04.03.2021	M1	Typologische Übersicht (Auswahl von 5 Objekten): Dorlandhaus (B), Hahn-Hochhaus (S), Plärrerhaus (N), Schweizer National (FFM), ehemalige Commerzbank (D)
30.03.2021	K3	Zoom-Interview mit Michael Roming, Head of Maintenance, und Jürgen Wagenhuber, Manager Maintenance Facade, Josef Gartner GmbH
05.05.2021	AP3	Erstbegehungen, vertiefende Untersuchungen vor Ort und am Objekt Dorlandhaus (B)
18.05.2021	AP2	Archiv im SAAI, Karlsruhe, Sichtung Originalpläne von Rolf Gutbrod zu Dorlandhaus (B) und Hahn-Hochhaus (S)
21.05.2021	W2	Workshop, Seminar Grundlagen Hochhausforschung, Fachbeiträge von Anja Runkel (Material) und Roland Göttig (Bauphysik)
25.06.2021	AP4	Besuch Dorlandhaus, Berlin, Führung durch Herrn Klippel, Klippel Bauberatung und Herrn Fröse, Hauswart Dorlandhaus
28.06.2021	W3	Seminar-Workshop, Rezeption und gesellschaftliche Bewertungen und Exkursion in München
16.07.2021	AP6	Stadtsoziologische Untersuchungen, Abschlusspräsentation des Seminars „Hochhäuser der 1950er und 1960er Jahre in der Stadt: Erbeobjekte, Instandsetzungen und gesellschaftliche Bewertungsprozesse SoSe 2021“, 16.04.2021, Studierende der Architektur und Urbanistik der Bauhaus Universität Weimar sowie der TU München, Diskussion: Erhaltenswerte Bürohochhäuser
	M2	Beschreibung, Darstellung, Vergleich des Zustands Errichtung
27.09.2021	AP5	Rekonstruktion Bauzustand und Simulationen (vor Erneuerung, nach Erneuerung, Optimum) Dorlandhaus (B), Hahn-Hochhaus (S), Plärrerhaus (N), Schweizer National (FFM), ehemalige Commerzbank (D)
	M3	Beschreibung, Darstellung, Vergleich des Zustands nach letzter Instandsetzung, Umbau, Modernisierung
07.10.2021	AP7	Analyse und Auswertung Befunde, Vergleichsstudien, Reflexion Denkmalpflege/Planung/Baukultur/Stadt, Zusammenführung der Erkenntnisse zum Objekt Dorlandhaus
27.10.2021	W4	Workshop Bauphysik und Gebäudetechnik: Masterarbeiten zu Wärmebrücken aller Objekte sowie zu Schall- und Wärmeschutznormen, Vergleich damals/heute; Ökobilanz / Thermobilanz; Ermittlung der „Superschwachstellen“; evtl. Kosten- / Nutzenkalkulation anhand von 4 verschiedenen Szenarien
9.11.2021	V	Vortrag: Gerhard Feldmayer (HPP Architekten, Düsseldorf)

18./19.11.2021	K4	Zukunft Bau Kongress 2021 „BAUWENDE: klimagerecht erhalten, erneuern, bauen“: Beitrag von Andreas Putz
19.11.2021	AP3	Besichtigung, ehem. Commerzbank und Dreischeibenhaus, Düsseldorf, Führung durch Gerhard Feldmeyer, Geschäftsführer von HPP
08.12.2021	M4	Beschreibung, Darstellung, Vergleich des optimierten Zustand minimalinvasiver Eingriff (best practice), grafisches Template und erste Ergebnisse Simulationen, Dorlandhaus (B)
12.01.2021	W5	Workshop Überprüfung und Schärfung Thesen und Output Zwischenpräsentation
bis 18.04.2022	AP8	Erstellung Zwischenbericht
18.05.2022	W6	Workshop Rückmeldung zur Zwischenpräsentation, Besprechung Endpräsentation und Publikation im Detailverlag
21.07.2022	AP3	Besichtigung Hahn-Hochhaus, Stuttgart, Führung durch Moritz Ramsperger, Blue Estate und technischer Hausdienst
19.09.2022	W7	Übertragbarkeit und Synergien, BAU Messe 2023
	M5	Auswertung, Zusammenführung der Ergebnisse (Forschungsbericht, Publikation Detail)
24.10.2022	W8	Fristen, Inhalte und Grafikvorgaben für die Endpräsentation
08.12.2022	K5	Interview mit Gerhard Feldmayer (HPP Architekten, Düsseldorf), Margit Sichrovsky (LXSY Architekten, Berlin), Joachim Grund (Henn Architekten, München)

4.4 Fachplaner, Behörden und Archive

Plärrerhochhaus

Bauherr aktuell	N-ERGIE Aktiengesellschaft
Architekturbüro Sanierung	KNERER UND LANG Architekten GmbH, München, Projektleitung: Gunnar Sellien
Tragwerksplanung	TRAGRAUM Ingenieure Part mbB
Fassade	MTZ Metalltechnik Zitzmann, Oerlenbach
Denkmalamt	Stadt Nürnberg, Bauordnungsbehörde, BOB/2-2 Denkmalschutz - Sachgebietsleitung, Nikolaus Bencker

Commerzbank-Hochhaus

Bauherr aktuell	Hines Immobilien GmbH
Architekturbüro Sanierung	HPP Architekten GmbH
Tragwerksplanung	B+G Ingenieure, Bollinger und Grohmann GmbH
Fassade	B+G Ingenieure, Bollinger und Grohmann GmbH
Denkmalamt	Landeshauptstadt Düsseldorf, Bauaufsichtsamt, Abteilung 63/4 - Institut für Denkmalschutz und Denkmalpflege, Dipl.-Ing. Svenja Schrickel M.A.

Hochhaus Schweizer National

Bauherr aktuell	Nürnberger Versicherungsgruppe (seit 2010)
Architekturbüro Sanierung	Pielok Marquardt Architekten, Offenbach
Schadstoffsanierung, Rückbau/Bauschäden	BGF Architekten, Wiesbaden
Brandschutzplanung	BPK Brandschutz Planung Klingsch GmbH
Denkmalamt	Stadt Frankfurt am Main, Der Magistrat - Denkmalamt, 60B.1, Bau- und Kunstdenkmalpflege, Dr. Stefan Timpe
Archive	DAM-Deutsches Architekturmuseum, Dr. Katja Leiskau Historisches Museum Frankfurt, Bildarchiv Institut für Stadtgeschichte (ISG)

Hahn-Hochhaus

Bauherr aktuell	2017 Investor Aviva/AEW Europe, seit 2022 Blue Estate, Moritz Ramsperger
Architekturbüro Sanierung	Architektengruppe Kist Waldmann & Partner, Andreas Möhlmann
HLS-Planung	Objektleitung SPIE GmbH
Denkmalamt	Untere Denkmalschutzbehörde, Dr. Ellen Pietrus, Angelika Reiff Landesdenkmalamt für Denkmalpflege, Ref. 83.1 Inventarisation, Andrea Steudle
Archive	saai / Archiv für Architektur und Ingenieurbau, Karlsruhe, Mechthild Ebert Hahn Automobile GmbH, Kevin Todt Stadtarchiv Stuttgart

Dorlandhaus

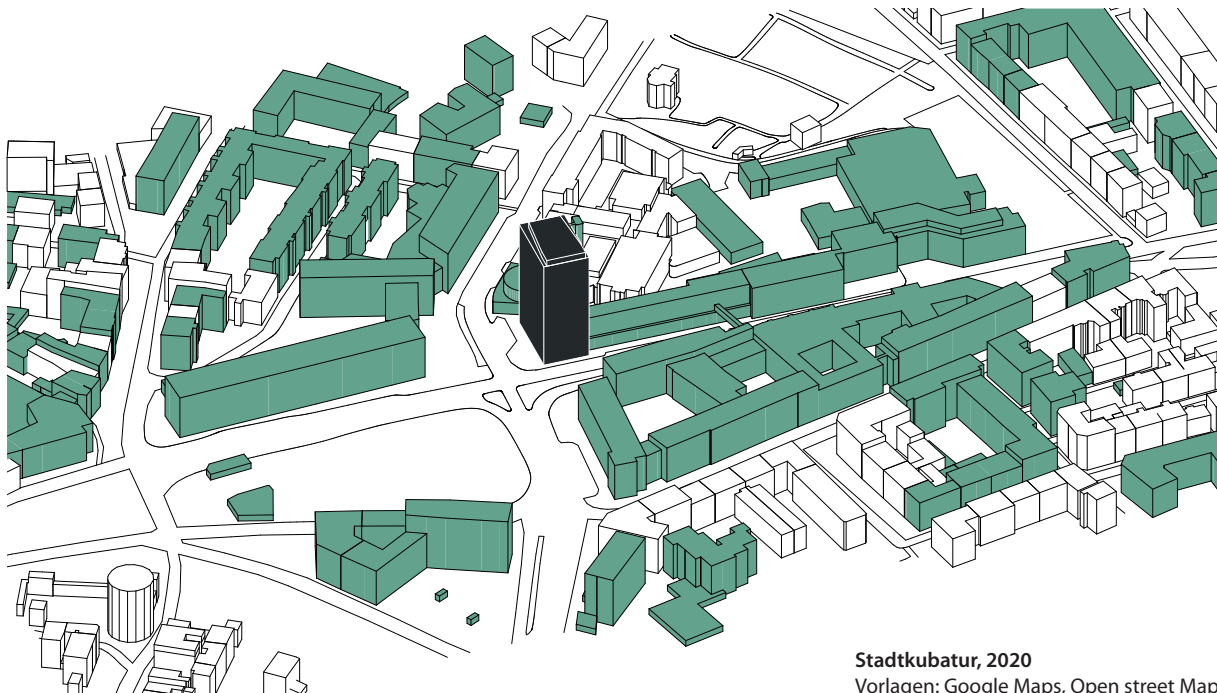
Bauherr aktuell	Haus der Werbung Gesellschaft mbH & Co. KG, Martina Schlumberger
Architekturbüro Sanierung	Klippel Bauberatung, Dipl.-Ing. Helmut Klippel
Schadstoffsanierung, Rückbau/Bauschäden	I S B Ingenieurgesellschaft Schneider & Bauer GmbH, Dipl.-Ing. Siegmart Schneider
Betonsanierung	europian Ingenieurges. mbH, Berlin JAHN BAUMANAGEMENT GmbH & Co. KG (ausführende Firma)
Tragwerksplanung	Bauing.-Gemeinschaft Bügler-Jaeck-Heyse
Denkmalamt	Landesdenkmalamt Berlin, Inventarisation und Denkmalvermittlung, Dr. Sabine Schulte
Archive	saai / Archiv für Architektur und Ingenieurbau, Karlsruhe, Mechthild Ebert Stadtarchiv Berlin

5 Fallstudien

5.1 Nürnberg, Plärrerhochhaus / EWAG Hochhaus

Im Zuge der Planungen zur „Neugestaltung der Stadt der Reichsparteitage“ ab 1939 sollte die „Verkehrsdreh-scheibe Plärrer“ in einen „würdigen Vorraum“ der Altstadt umgestaltet werden, dabei war bereits ein Hochhausbau vorgesehen. Bis zum Bau der Bundesstraße 4R und der U-Bahn trafen am Plärrer vier Bundesstraßen und sechs Strecken der Nürnberg-Fürther-Straßenbahn aufeinander. Die Zerstörungen durch die Luftangriffe im April 1945 wurden schließlich zum Anlass genommen, den Platz unter Berücksichtigung des gestiegenen Verkehrsaufkommens neu zu gestalten.

Der frühere Stadtbaurat Wilhelm Schleghtendal verantwortete 1952 als Architekt das Verwaltungsgebäude der Städtischen Werke Nürnberg, heute N-ERGIE Aktiengesellschaft, die nach wie vor Eigentümerin und Nutzerin des Gebäudes ist. Mit seinen 56 Metern und 15 Stockwerken war der Stahlskelettbau lange Zeit das höchste Gebäude Bayerns und ein Symbol für den Wiederaufbau Nürnbergs. Das Hochhaus mit seiner 2-4-geschoßigen Sockelbebauung entlang der Südlichen Fürther Straße wurde immer wieder teilsaniert und steht seit 1988 als Einzelbaudenkmal unter Schutz.



Stadtkubatur, 2020

Vorlagen: Google Maps, Open street Map

Architektur

Das Erscheinungsbild des Rasterbaus wird geprägt durch den farbig behandelten Sichtbeton, der – zusammen mit dem Kunststein der Brüstungs- und Eckfelder – auf den Farbcharakter der Nürnberger Altstadt abgestimmt ist. Das Gebäude verjüngt sich ab dem 5. Obergeschoss nach oben um insgesamt ca. 10 cm auf jeder Seite. Den oberen Abschluss markiert die asymmetrisch zurückgesetzte Laterne mit ihrem geschwungenen Dach, die damals wie heute eine Kantine beherbergt. Ursprünglich waren im Hochhaus neben Büros auch Werkstätten untergebracht, die im Laufe der Zeit den veränderten Arbeitsanforderungen gewichen sind.

Die Erschließung erfolgt vom großzügigen Foyer im Erdgeschoss aus über drei Aufzüge und eine imposant geschwungene, ins 1. Obergeschoss führende Treppe. Von dort aus gelangte man über ein innenliegendes Treppenhaus in die oberen Stockwerke.

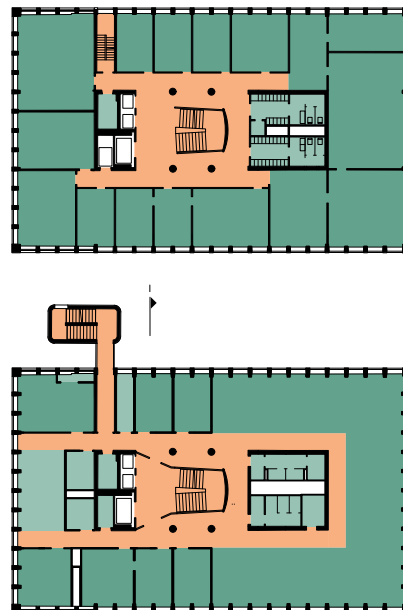
Mit seinen 56 Metern und 15 Stockwerken war das Hochhaus lange Zeit das höchste Gebäude Bayerns und ein Symbol für den Wiederaufbau Nürnbergs. Seit 1988 steht es unter Denkmalschutz.

Erneuerung

Im Rahmen der Kernsanierung des Gebäudes durch das Architekturbüro KNERER UND LANG Architekten GmbH in den Jahren 2016 bis 2018 wurde ein außenliegender Fluchttreppenturm ergänzt. Aus Brandschutzgründen erfolgte eine Beton-sanierung und Ertüchtigung der Betondecken. Es wurde eine neue Außendämmung angebracht, Dächer wurden ausgebessert, Photovoltaik-Anlagen installiert und neue Fenster mit Schwingflügeln eingebaut. Prozess- und versorgungstechnische Infrastrukturen wie Aufzüge, Heizung oder elektrische Einrichtungen wurden erneuert und Heiz-Kühldecken eingebaut.

Flächenverteilung Regelgeschoss, M 1:600

bauzeitlich (oben) und nach der Sanierung (unten)



Plaerrerrhochhaus Nürnberg

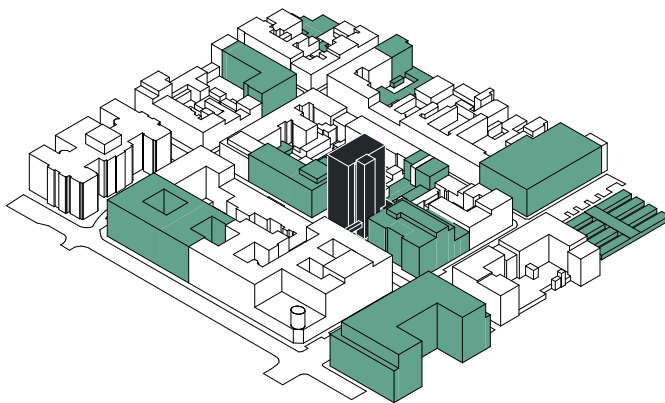
Anzahl Geschosse gesamt	17
Anzahl Regelgeschosse (Büros)	13
Anzahl Geschosse Foyer	2
Anzahl Geschosse (Sonstige)	2
Raumtiefe Büro	5,05 m
Breite Flur	1,49 m
lichte Raumhöhe	2,68 m
Geschosshöhe	3,12 m
lichte Raumhöhe	2,68 m
Fassade	
Fassadenraster	1,7 m
Fassadenbreite x -länge	21,6 x 35,2 m
Nutzflächen Regelgeschoss	
Hauptnutzfläche gesamt	5.733 qm
Nebennutzfläche gesamt	676 qm
Verkehrsfläche gesamt	2.288 qm
Nach Umbau	
Hauptnutzfläche gesamt	5.473 qm
Nebennutzfläche gesamt	676 qm
Verkehrsfläche gesamt	2.691 qm
Sonstiges	
Anzahl Verkauf	0
Anzahl Sanierung	1
Anzahl Mieter bauzeitlich	1
Anzahl Mieter heute	1

5.2 Düsseldorf, Hochhaus Commerzbank / heute Hotel Ruby Luna

Im gründerzeitlichen Bankenviertel Düsseldorfs hatte die Commerzbank ihren Deutschland-Hauptsitz an der Breiten Straße. Für das wachsende Unternehmen entwarf Paul Schneider von Esleben Ende der 1950er Jahre ein Verwaltungshochhaus, das dem Stammsitz rückwärtig gegenübergestellt wurde. Die trennende Kasernenstraße sollte zunächst durch eine Unterführung überwunden werden – aufgrund der Projektierung einer U-Bahn-Röhre entschied sich der Bauherr aber für eine geschlossene Passerelle.

Die abgehangte Brücke wird über einen angrenzenden Treppenhausturm auf Höhe des zweiten Obergeschosses erschlossen. Städtebaulich definiert das Gebäude den Übergang von der Karlstadt in die Neustadt. Entgegen der bestehenden Blockrandbebauung setzt der 13-geschossige, freistehende Neubau einen weithin sichtbaren Akzent. Umgeben von einem dazugehörigen Parkhaus, einer Tiefgarageneinfahrt und dem einzigartigen Drive-in-Bankschalter im Erdgeschoss verkörperte das Gebäude infrastrukturell die neuesten, automobilfreundlichen Entwicklungen.

Aufgrund seiner vollflächigen Vorhangsfassade, aber auch seiner exponierten, blickperspektivisch überzeugenden Stellung wurde das Hochhaus 1998 unter Denkmalschutz gestellt. Von 2007 bis zu seinem Verkauf 2015 stand es wegen hohem Sanierungsbedarf jedoch leer; auch hat es wegen einer neuen Bebauung des Nachbargrundstückes deutlich an städtebaulicher Bedeutung eingebüßt.



Stadtkubatur, 2020

Vorlage: tim online, GoogleEarth

Architektur

Die Besonderheit der autogerechten Einfahrtzone führte dazu, dass das Hochhaus auf drei Kuben steht. Dadurch kann ein reibungsloser Ablauf der Zu- und Ausfahrt gewährleistet und unter dem Gebäude hindurchgefahren werden. Der Sockelbereich bestand wie der Treppenhausturm aus Sichtbeton, der Drive-in-Bankschalter wurde von einer Einfachverglasung eingerahmt. In den Obergeschossen befanden sich Großraumbüros, deren vorgehängte Fassade in Material und Form an die Bauweise von Eisenbahnwaggons erinnern. Die Erschließung erfolgte über ein Haupt- und Nebentreppenhaus sowie zwei Aufzüge.

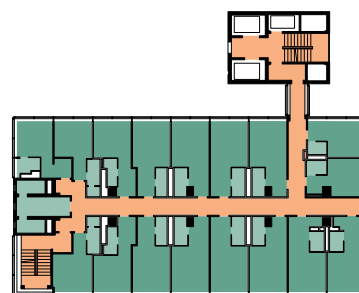
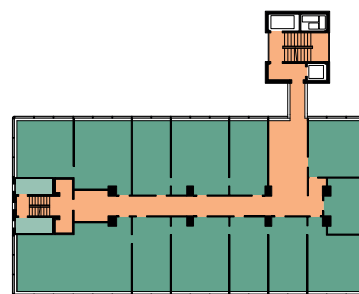
Erneuerung und Umbau

Mit dem Standortwechsel des Hauptsitzes nach Frankfurt am Main in den 1990er Jahren folgte die Commerzbank dem generellen Transformations-Trend des Düsseldorfer Bankenviertels in ein Einkaufs- und Tourismuszentrum. Der Verkauf des Verwaltungshochhauses 2015 und dessen Umwidmung in ein Hotel waren daher eine logische Konsequenz. Der amerikanische Investor Hines Immobilien transformierte zusammen mit hpp Architekten das Gebäude in ein Hotel der Ruby Gruppe.

Das Erdgeschoss wurde zur Hotellobby und zum Frühstücksraum, die Fassade in der Flucht der darüberliegenden Geschosse komplett verglast. Der Treppenhausturm wurde vergrößert und um einen Aufzug erweitert. Das zweite Treppenhaus musste aus brand-schutztechnischen Gründen neu dimensioniert und sogar neu verortet werden. Aus den Großraumbüros wurden einzelne Hotelzimmer mit Nasszellen. Auf dem Dach befindet sich neben der haustechnischen Anlage eine Terrasse mit Außenbar. Selbst die Tiefgarageneinfahrt wurde gedreht und verlegt. Dennoch konnte dank der engen Zusammenarbeit von Fassadenplaner und Denkmalbehörde der Denkmalschutzstatus erhalten werden. Die Passerelle bleibt bestehen, wird aber natürlich nicht mehr genutzt.

Flächenverteilung Regelgeschoss, M 1:600

bauzeitlich (oben) und nach der Sanierung (unten)



Commerzbankhochhaus Düsseldorf

Anzahl Geschosse gesamt	14
Anzahl Regelgeschosse (Büros)	12
Anzahl Geschosse Foyer	1
Anzahl Geschosse (Sonstige)	1
Raumtiefe Büro	6,58 m
Breite Flur	1,74 m
lichte Raumhöhe	2,98 m
Geschosshöhe	3,11 m

Fassade

Fassadenraster	1,72 m
Fassadenbreite x -länge	15,8 x 31,5 m

Nutzflächen Regelgeschoss

Hauptnutzfläche gesamt	4.223 qm
Nebennutzfläche gesamt	93 qm
Verkehrsfläche gesamt	1.221 qm

Nach Umbau

Hauptnutzfläche gesamt	2.268 qm
Nebennutzfläche gesamt	699 qm
Verkehrsfläche gesamt	1.214 qm

Sonstiges

Anzahl Verkauf	2
Anzahl Sanierung	1
Anzahl Mieter bauzeitlich	1
Anzahl Mieter heute	1

5.3 Frankfurt am Main, Hochhaus Schweizer National / NM1

Bis zum Zweiten Weltkrieg war die ursprüngliche Altstadt das Wahrzeichen Frankfurts. Durch Luftangriffe wurde das Stadtzentrum zerstört und es entstanden riesige Baulücken anstelle von identitätsstiftender Architektur.

Als eines der ältesten und heute noch als Hochhaus deklariertes Gebäude ist das Schweizer National zu einem neuen Wahrzeichen der Mainmetropole geworden. Von den Architekten Max Meid und Helmut Romeick geplant und 1962 fertiggestellt, steht es an exponierter Stelle unmittelbar am Flussufer, westlich der Untermainbrücke und markiert die Einfahrt in das Bankenviertel.

Am Anfang der Neuen Mainzer Straße (NM1) gelegen, schließt im Südwesten eine fünfgeschossige Häuserzeile der Gründer- und Nachkriegszeit an den Baukörper an.

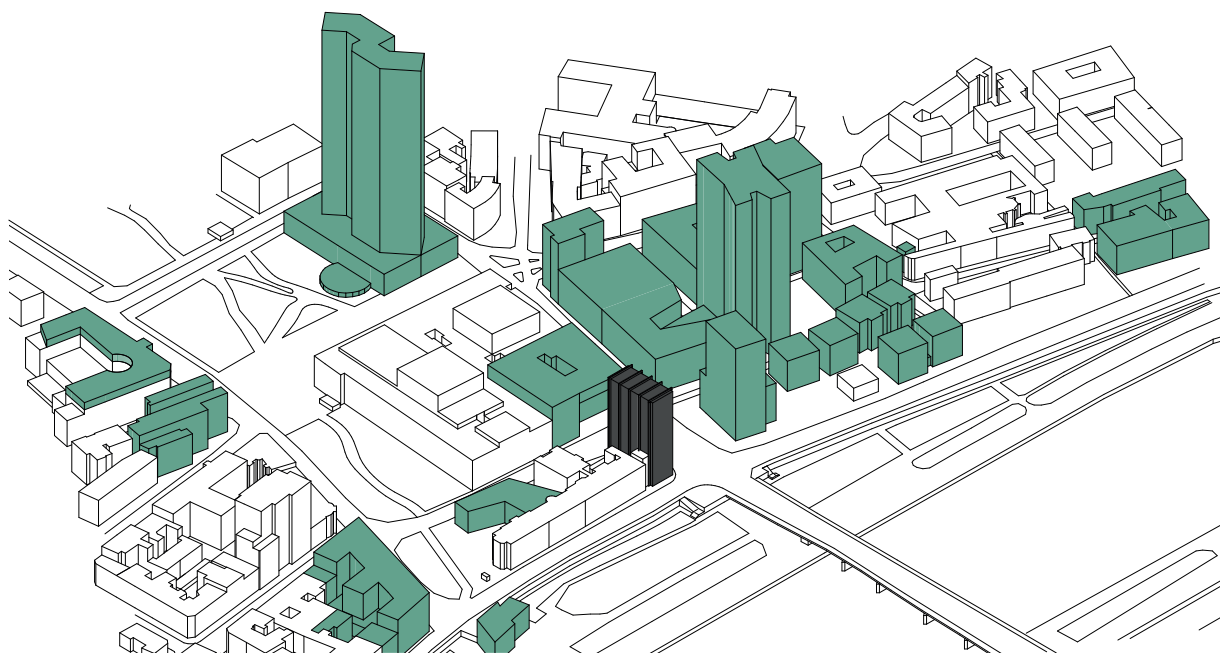
Das Baugrundstück wurde im Laufe der Jahre durch eine neue Straßenführung am Brückenkopf stark verkleinert. Zur Gewährleistung eines ausreichend breiten Fußweges musste deshalb das Erdgeschoss hinter die Stützen versetzt werden.

Das signifikante, außenliegende Tragwerk begründet seit dem Jahr 2000 vorrangig – neben geschichtlichen, künstlerischen und städtebaulichen Gründen – den Wert des Gebäudes als Kulturdenkmal.



Stadtkubatur, 2020

Vorlagen: Archivbilder, OpenStreetMaps, GoogleMaps, GoogleEarth,



Architektur

Das Gebäude besteht aus fünf U-förmigen Stahlbetonbügeln, die sich entlang der Längsseiten im Achsabstand von 7,5 Metern über das vertikale Bauvolumen stützen. Die einzelnen Geschossdecken sind jeweils in Brüstungshöhe über Betonkonsolen punktuell mit diesen Rahmen verbunden. Der Korpus selbst besteht aus einer flachen Vorhangsfassade, die bis zu ihrer Sanierung keine öffnbaren Elemente aufwies.

Das Hochhaus war von Beginn an für die Nutzung durch mehrere Mietparteien geplant. 2010 wurde die Nürnberger Versicherungsgruppe neuer Hauptmieter und tauschte das weithin sichtbare Logo der Schweizer National Versicherungsgesellschaft an der Südfassade aus. Die 14 Regelgeschosse sind als Großräume ausgebildet, die damals wie heute eine individuelle Aufteilung nach Wunsch der jeweiligen Mieter zulassen. Waren in den 1970er Jahren die Arbeitsplätze der Assistentinnen noch in den tageslichtarmen Fluren untergebracht, so kommt heute jeder Nutzer und jede Nutzerin durch die Umstrukturierung der Grundrisse in den Genuss des beeindruckenden Ausblicks. Das verkleinerte Erdgeschoss erstreckt sich seit der Sanierung 2006 über zwei Etagen und beherbergt neben der Empfangslobby eine Galerie. Erschlossen wird das Gebäude von der Tiefgarage bis ins oberste Stockwerk durch drei Aufzüge und zwei Treppenhäuser entlang der Westfassade.

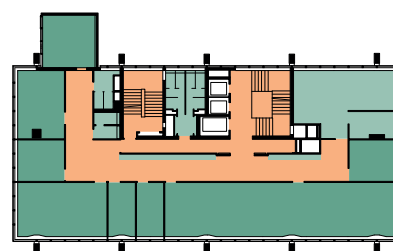
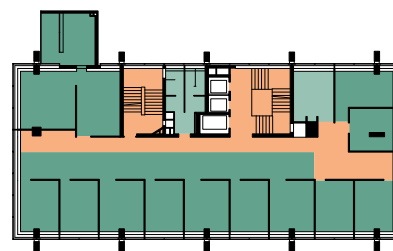
Erneuerung 2004–2006

Der Büroturm wurde zunächst bis auf die Tragkonstruktion zurückgebaut und anschließend sowohl mit einer neuen Fassade als auch mit moderner Haustechnik ausgestattet. Die außenliegenden Stahlbetonstützen – mit genietetem Kupferblech verkleidet – hatten erhebliche Korrosionsschäden und mussten entsprechend ertüchtigt werden. Heute sind die Bügel mit grün vorpatinierten, gefälzten Kupferplatten verkleidet.

Durch den Bau der U-Bahn in den 1970er Jahren stand das Gebäude schief: auf der Ostseite weicht die Lotrechte von der Oberkante des Geländes zur Dachattika um bis zu 18,5 Zentimeter ab. Ein Höhenunterschied von über zehn Zentimetern pro Etage wurde mithilfe eines Ausgleichsestrichs kompensiert.

Flächenverteilung Regelgeschoss, M 1:600

bauzeitlich (oben) und nach der Sanierung (unten)

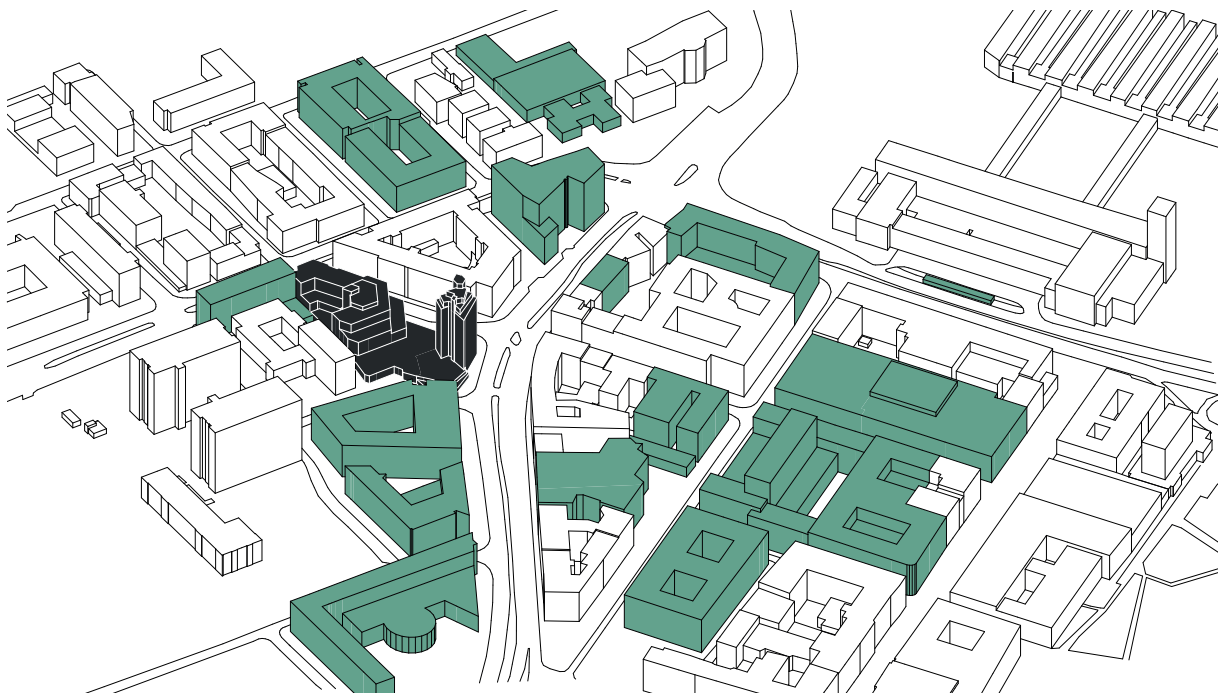


Hochhaus Schweizer National, Frankfurt a. M.

Anzahl Geschosse gesamt	18
Anzahl Regelgeschosse (Büros)	14
Anzahl Geschosse Foyer	2
Anzahl Geschosse (Sonstige)	2
Raumtiefe Büro	4,52 m
Breite Flur	3,74 m
lichte Raumhöhe	2,73 m
Geschosshöhe	3,39 m
Fassade	
Fassadenraster	1,74 m
Fassadenbreite x -länge	15,5 x 34 m
Nutzflächen Regelgeschoss	
Hauptnutzfläche gesamt	4.102 qm
Nebennutzfläche gesamt	546 qm
Verkehrsfläche gesamt	1.806 qm
Nach Umbau	
Hauptnutzfläche gesamt	2.646 qm
Nebennutzfläche gesamt	1.358 qm
Verkehrsfläche gesamt	2.436 qm
Sonstiges	
Anzahl Verkauf	0
Anzahl Sanierung	1
Anzahl Mieter bauzeitlich	-
Anzahl Mieter heute	> 10

**Stadtkubatur, 2021**

Vorlagen: OpenStreetMaps, gis6.stuttgart.de, GoogleEarth



5.4 Stuttgart, Hahn-Hochhaus / heute City Tower

Kaum ein anderes Gebäude in Deutschland übertrug das Leitbild der autogerechten Stadt so stark in seine Architektur wie das Hahn-Hochhaus. Das nach dem Auftraggeber Hahn Motorfahrzeuge GmbH benannte Hochhaus an der Hauptverkehrsachse der Friedrichstraße entstand auf einem spitzwinkligen Innenstadt-Grundstück zwischen den Türmen der Technischen Hochschule und dem Bahnhof.

Neben dem Verwaltungsbau mit Ausstellungs- und Verkaufsräumen plante Rolf Gutbrod eine Werkstatt sowie ein Parkhaus mit einer Tankstelle. Das umfangreiche Raumprogramm stieß auf städtebauliche und bauaufsichtliche Hürden. So limitierte etwa die Breite der angrenzenden Straße die Höhe des Gebäudes.

Das letztlich um zwei auf vierzehn Geschosse reduzierte Bürogebäude mit dem davorgeschiebenen polygonalen Ausstellungspavillon war der erste von drei Bauabschnitten. Das zunächst mit sieben überirdischen Geschossen geplante Parkhaus wurde lediglich als Tiefgarage realisiert, so konnte dem Hochhaus zumindest im Südwesten vorübergehend seine Solitärstellung gesichert werden.

Bereits 1976 erwarb die Landesbausparkasse Württemberg (LBS) das Gebäude und überbaute die Tiefgarage mit einem terrassierten Verwaltungsbau. Weitere Besitzerwechsel folgten.

Heute fällt es dem Gebäude trotz der signifikanten Gestalt und der prominenten städtebaulichen Lage schwer, sich gegen die angrenzende 5-geschossige Blockbebauung hervorzuheben. Zu seiner Entstehungszeit korrespondierte das Hochhaus stadträumlich mit dem Bahnhofsvorplatz und dem kleinen Schloßplatz. Seit 1994 steht es unter Denkmalschutz.



Architektur

Das Hahn-Hochhaus besticht mit seiner ausdrucksstarken skulpturalen Gestalt mit expressiv gezackten Fassadenflächen. Besonders beeindruckend war der großzügig konzipierte Showroom mit Kassettendecke aus Sichtbeton im Erdgeschoß, der sowohl Einblicke in das Tiefgeschoss, als auch in das erste Obergeschoss ermöglichte. Eine abgehängte Glaskanzel schwebt über dem Eingang: Hier oben traf man sich zum Gespräch an der Hausbar, um in den Pavillon hinabzublicken und sich für ein Auto-Modell zu entscheiden. Die offenen Bürogrundrisse entsprachen den unterschiedlichen Bedarfen der Mieterschaft.

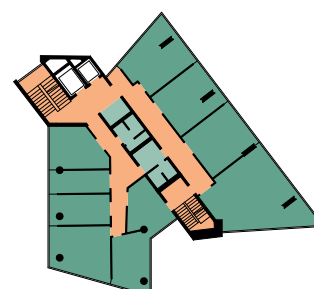
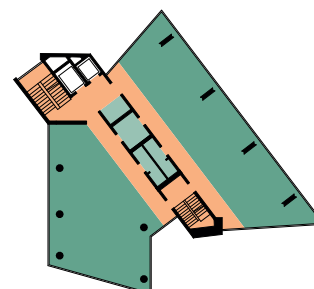
Der asymmetrische Grundriss der darüberliegenden Bürogeschosse wird über einen außermittigen Kern erschlossen. Fassade und Tragstruktur sind klar voneinander getrennt.

Instandsetzungen

Durch den frühen Besitzerwechsel an die LBS wurde die Ausrichtung auf die Nutzung als Autohaus obsolet. Der Ausstellungspavillon verlor durch zahlreiche bauliche Maßnahmen sowie Besitzer- und Mieterwechsel seine Offenheit und seinen Charme. Ab den frühen 1990er Jahren wurden verschiedene Sanierungsmaßnahmen an der Fassade und der Haustechnik durchgeführt, um beides an heutige Bürostandards anzupassen. Auch die Kanzel, einst Schaltzentrale des Gebäudes, erfuhr einen Umbau.

Flächenverteilung Regelgeschoss, M 1:600

bauzeitlich (oben) und nach der Sanierung (unten)



Hahnhochhaus Stuttgart

Anzahl Geschosse gesamt	15
Anzahl Regelgeschosse (Büros)	10
Anzahl Geschosse Foyer	2
Anzahl Geschosse (Sonstige)	3
Raumtiefe Büro Westseite	7,14 m
Raumtiefe Büro Ostseite	8,90 m
Breite Flur	/
lichte Raumhöhe	2,94 m
Geschosshöhe	3,42 m
Fassade	
Fassadenraster	2,32 m
Nutzflächen Regelgeschoss	
Hauptnutzfläche gesamt	2.241 qm
Nebennutzfläche gesamt	179 qm
Verkehrsfläche gesamt	774 qm
Sonstiges	
Anzahl Verkauf	3
Anzahl Sanierung	1
Anzahl Mieter bauzeitlich	1
Anzahl Mieter heute	> 10

5.5 Berlin, Dorlandhaus / Haus der Werbung

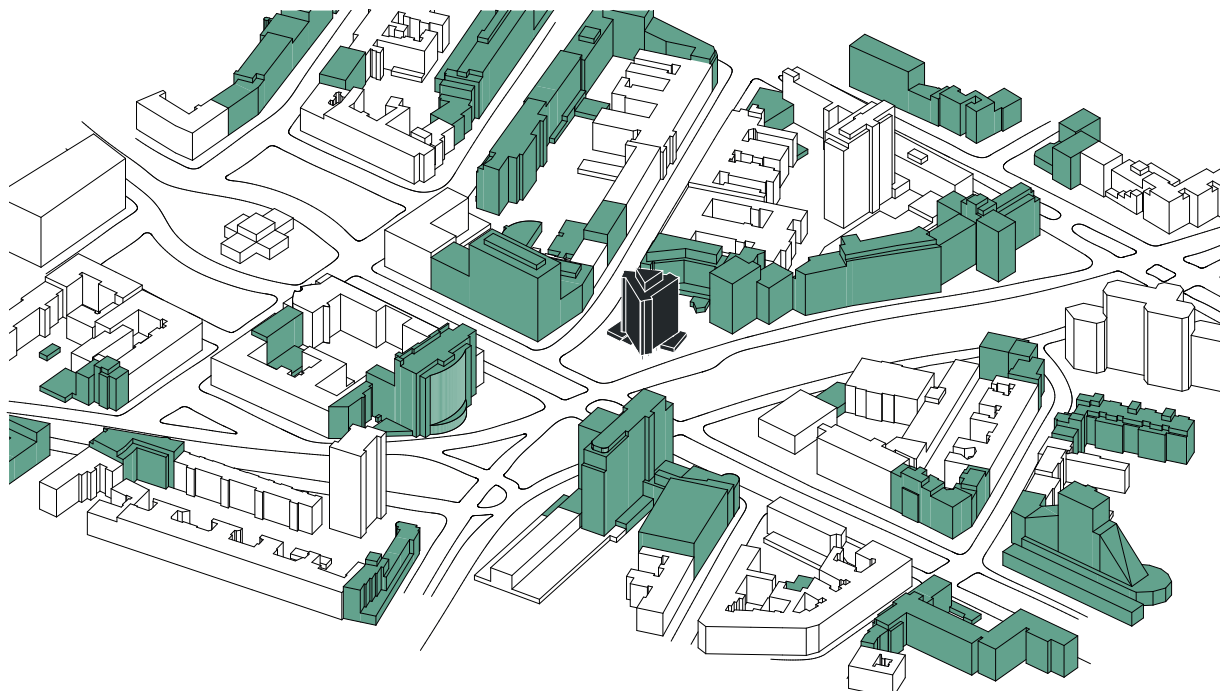
Der Flächennutzungsplan von Berlin entsprach 1965 den allgemeinen Bestrebungen der Zeit im Sinne einer autogerechten Stadt. Autobahnen, die als Tangenten rund um das Stadtzentrum angelegt wurden, finden sich noch heute im Stadtbild wieder. So sollte die Bundesautobahn 106, die sogenannte „Südtangente“, von Schöneberg über Kreuzberg nach Köpenick führen. Die heutige Kreuzung Kleiststraße / An der Urania – Adresse des Dorlandhauses – wurde massiv erweitert. Der Berliner Senat hatte deshalb für diesen Standort ein „besonderes städtebauliches Kennzeichen“ gefordert. Die Straßenbreite wurde zudem mehr als verdoppelt, um eine Autobahnauffahrt zu schaffen. Der überdimensionierte Mittelstreifen ist ein Relikt der 1960er Jahre und war als Fahrbahn geplant.

Die Architekten Rolf Gutbrod, Horst Schwanderer und Hermann Kless entwarfen 1961 für das dreieckige Grundstück an der Keithstraße, zwischen Nollendorf- und Wittenbergplatz in Berlin-Schöneberg ein freistehendes Gebäude. Aus der Bauflucht der Blockrandbebauung zurückversetzt, steht das Hochhaus frei, umgeben von hauseigenen Parkplätzen und mittlerweile hohem Baumbestand. 1995 wurde es unter Denkmalschutz gestellt.



Stadtkubatur, 2020

Vorlagen: Berliner Gebäude Atlas (veröffentlicht am 14.09.2018),
Google Maps Globusansicht, Archivpläne, Luftbilder



Architektur

Das Baugrundstück gab das dreieckige Volumen des Baukörpers vor. Das Punkthochhaus mit einem aufgeständerten Erdgeschoss und zwölf Büroetagen hat zwei Eingänge: einen Haupteingang zur Kreuzung mit einem auskragenden Dach sowie einen Nebeneingang.

Im Erdgeschoss befindet sich ein Foyer sowie eine eingeschobene Granitbox, welche das Fotostudio mit Anlieferungsrampe beherbergte. Zur Kreuzung schiebt sich ein verglaster Ausstellungspavillon aus dem Grundriss heraus. In den oberen Geschossen befinden sich die Büroflächen, zuoberst die ehemalige Kantine und eine Dachterrasse.

Die deutsche Geschäftsstelle der US-amerikanischen Dorland Studios war perfekt auf die Arbeitsabläufe der Werbeschaffenden abgestimmt. Eine innere Erschließung und eine hohe Funktionalität der Räume sowie der offene Grundriss ermöglichten ein hohes Maß an Flexibilität.

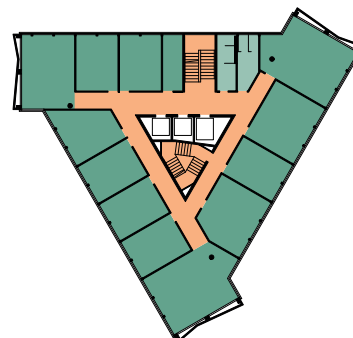
Ein Skelett aus Stützen und der massive Betonkern bilden das Tragwerk. Die Grundrisse sind somit frei aufteilbar und beherbergen heute bis zu drei unterschiedliche Mieter pro Etage.

Der dreieckige Betonkern beherbergt vier Aufzüge und die mittlerweile brandschutztechnisch ertüchtigte Fluchttreppe. Das Haupttreppenhaus verläuft entlang der rückwertigen Fassade und ist an den Hintereingang angeschlossen.

Pflege und Wartung

Mit dem Rückzug der Werbeagentur wurde die Kantine im obersten Geschoss überflüssig und zu Büroflächen umgenutzt. Seit dem Jahr 2016 finden sukzessiv kleine Wartungs- und Sanierungsarbeiten statt. Dabei wird aktuell insbesondere die Fassade auf Korrosions- und Witterungsschäden geprüft. Die vorgehängten Stahlbetonfassadenelemente an den drei Stirnseiten und die Voutenbereiche im unteren Fassadenbereich wurden bereits aufgearbeitet.

Flächenverteilung Regelgeschoss, M 1:600



Dorlandhochhaus Berlin

Anzahl Geschosse gesamt	16
Anzahl Regelgeschosse (Büros)	12
Anzahl Geschosse Foyer	1
Anzahl Geschosse (Sonstige)	3
Raumtiefe Büro	4,92
Breite Flur	1,45
lichte Raumhöhe	2,99
Geschosshöhe	3,40
Fassade	
Fassadenraster	1,91 m
Nutzflächen Regelgeschoss	
Hauptnutzfläche gesamt	5.733 qm
Nebennutzfläche gesamt	676 qm
Verkehrsfläche gesamt	2.288 qm
Sonstiges	
Anzahl Verkauf	0
Anzahl Sanierung	0
Anzahl Mieter bauzeitlich	1
Anzahl Mieter heute	> 30

6 Projektergebnisse

6.1 Stadt und Denkmal

Das Hochhaus im städtebaulichen Kontext - Ikone und Identifikation

Die 1950er und 1960er Jahre in Deutschland waren geprägt von Wiederaufbau und Aufbruch in eine Moderne, raus aus alten Strukturen in die neue, aufgelockerte und autogerechte Stadt. Bürohochhäuser dieser Zeit wurden meist als Eingangssituation in die Stadt und als neue Hochpunkte der Stadtsilhouette gebaut. Entscheidend für diese neuartige Architektur war der Aufbruch in eine neue Zeit, die insbesondere von Industrie und Wirtschaft getragen wurde. Die USA galt als Vorbild. Das Hochhaus wurde zum Symbol einer aufsteigenden Unternehmenskultur.

Der Bauforscher Falk Schneemann (Falk, 2021, S. 23–27) spricht von fünf Faktoren der Entwicklung des Bürohochhauses in Westdeutschland: „(1) Bautechnische Neuerungen; (2) Kapital und Immobilienentwicklung in den Städten; (3) Prestige und Symbol; (4) Traum und Imagination; sowie (5) Bedarf und Programm“. Die bautechnischen Neuerungen reichten mit der Entwicklung von Stahl- und Eisenbetonbau bis ins 19. Jahrhundert zurück (Schädlich, 2015) und wurden vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg etablierter Teil der Baupraxis, genauso wie die Industrialisierung im Bauen in Ost- und Westdeutschland (Sonne, 2017, S. 14–39).

Einhergehend mit der Abwendung von der nationalsozialistischen Vergangenheit, dem beginnenden Wirtschaftswunder in Westdeutschland und der gesellschaftspolitisch motivierten Erneuerung in der DDR, unter anderem mit Hochhäusern als sichtbaren Ausdruck der neuen Bezirkshauptstädte, fand die neue Architektursprache der Effizienz, Ehrlichkeit und Einfachheit eine breite Akzeptanz. Anknüpfend an die CIAM-Beschlüsse der funktionalen Stadt (1933) und Le Corbusiers Charta von Athen (1943) wird die Architektur der 1950er Jahre als „Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Gestaltungskonzepte“ gesehen (Durth/Gutschow, 1998, S. 11). Diese reichten von neoklassizistischen Fassaden, Bauten im Stil der Neuen Sachlichkeit der 1920er Jahre und organischen Formen bis zu klar strukturierten, programmatischen Hochhausbauten aus Metall, Glas und Stahlbeton. In den 1960er Jahren rückte dann der ‚wirkliche Aufbruch‘ (Lange, 2003, S. 7–13) in der Architektur in den Blickpunkt, mit einer starken Hinwendung zu Großbauten und Großsiedlungen, zu Hochhaus und Experiment. In Ost wie West entstanden vielzählige Bauten einer Moderne, in der sich nicht zuletzt auch das Auto als neue gesellschaftliche Errungenschaft für alle durchsetzte. Die Hochhausbauten in den Städten erlaubten einerseits eine solitäre bauliche Dichte und forderten gleichzeitig eine nötige Distanz zu den Nachbarbauten. Dadurch entstanden neue Flächen für Grün- und Straßenräume (Schreiber, 1986). Hochhäuser, markant im Stadtraum platziert, wurden Ikonen dieser neuen und kurz anhaltenden Zeit. „Die autogerechte Stadt“, Titel eines durch das westdeutsche Bundesministerium für Wohnungsbau 1959 geförderten Buches von Hans Bernhard Reichow, fasste die Leitgedanken der Stadt- und Verkehrsplaner in der Zeit des Wiederaufbaus zusammen. Keine Dominanz des Individualverkehrs, sondern ein Ort der friedlichen Koexistenz von Mensch und Maschine stand ihm vor Augen. Für diese modernen Mobilitätskonzepte, wie Umgehungsstraßen, Fußgängerzonen, Unterführungen für den Fuß- und Radverkehr, Parkhäuser und Parkleitsysteme für die Stadtzentren wurden die historisch überlieferten Stadtgrundrisse bis zur Unkenntlichkeit überformt.

Im Osten prägten zunächst die „Grundsätze des Städtebaus“ (1950) der DDR die Planungen, durchaus im Zuckerbäckserstil sowjetischer Architekturauffassungen der Zeit, ab den 1960er Jahren dann aber eine funktionalistische und industrielle Bauproduktion, wie zum Beispiel die Hochhausbauten rund um den Alexanderplatz in Berlin (Butter/Hartung, 2004). Im Westen deutete sich noch in den 1960er Jahren ein Grundsatzstreit über Stadtvorstellungen und Städtebaukonzepte an. Nach den programmatischen Publikationen der Stadtplaner Johannes Göderitz, Roland Rainer und Hubert Hoffmann „Die gegliederte und aufgelockerte Stadt“ von 1957 und Hans Bernhard Reichows „Die autogerechte Stadt“ von 1959 (Göderitz/Rainer/Hofmann, 1959), die noch für den städtebaulichen Aufbruch in eine Moderne standen, erschien schon 1964 die populäre Kritik durch den

Verleger und Schriftsteller Wolf Jobst Siedler (mit Elisabeth Niggemeyer und Gina Andreß, 1964) unter dem Titel „Die gemordete Stadt“. Während Erstere die Entkernung ganzer Stadtteile, ihrer Durchgrünung und autogerechten Verkehrsplanung propagierten, warnte Siedler genau davor: Die einst gefeierten Hochhäuser wurden gleichgesetzt mit den Berliner Brachen und Ruinen. Beides erzeugt, so die Argumentation, eine städtische Leere, anstelle der von Siedler und seinen Mitautorinnen favorisierten Dichte, Unordnung und Urbanität. Rezession und Ölkrisen der 1970er Jahre trugen ihr Übriges dazu bei, dass in Deutschland die Zeit der modernen Bürohochhäuser schon bald wieder vorbei war. Eine auch internationale Wiedergeburt des architektonischen Konzepts des Wolkenkratzers verdankt sich erst dem Aufstieg neoliberaler Konzepte. Auch Rem Koolhaas Delirious New York feierte 1978 die Dichte und Urbanität, allerdings steht hier die verdichtete Stadtlandschaft der frühen Hochhäuser New Yorks Modell.

Bis heute streiten sich die Geister: verkörpert das Hochhaus räumliche Leere einer autogerechten Stadt, oder positive Überfülle städtischen Lebens? Verträgt es noch heute eine Freistellung, wie oftmals in den 1950er und 1960er Jahren konzipiert, oder braucht es eine Verdichtung im stadträumlichen Kontext? Bleibt es erhalten oder muss es weg?

Heutiger Stellenwert von Bürohochhäusern der 1950er und 1960er Jahre im städtebaulichen Kontext

Unbestritten haben sich die Stadtsilhouetten deutscher Metropolen in den letzten 50 Jahren mehr oder weniger stark verändert. Denkt man an Frankfurt, ist das einst höchste Gebäude der Stadt, das Schweizer National Hochhaus am Mainufer, heute vor der mittlerweile imposanten Bankenkulisse kaum noch zu identifizieren. Die bauzeitlich stadtbild-prägenden Ikonen haben in den vergangenen Jahrzehnten neue räumliche Kontexte und Bedeutungen erhalten. So veränderten infrastrukturelle als auch politische Entwicklungen ihren ursprünglichen Status. Einst Landmarks an markanten Plätzen, Kreuzungen oder städtebaulichen Torsituationen mussten sie sich im Laufe der Zeit gegenüber der fortlaufenden Stadtentwicklung behaupten, anpassen und unterordnen. So forderte der Berliner Senat noch im Jahre 1965 ein „besonderes städtebauliches Kennzeichen“ (für die geplante Südtangente in Schöneberg. Das Dorlandhaus markierte weit sichtbar einen strategischen Verkehrsknotenpunkt, der durch die politischen Umbrüche der Folgejahre obsolet wurde. Dadurch verlor das Gebäude zwar seinen ursprünglichen Status, rückte aber einst vom Stadtrand in die Mitte West-Berlins und wieder zurück.

Mit der Zeit führten städtische Nachverdichtungen in der bestehenden Substanz zum Verlust des repräsentativen Alleinstellungsmerkmals des freistehenden Hochhauses und dessen Wirkung. Das Verhältnis von baulicher Dichte und städtebaulicher Distanz veränderte sich stetig. Straßen wurden erweitert, Nachbarbebauungen rückten näher, wurden höher und versperren die Sicht auf die alternden Stadtkonzepte.

Positive Aspekte des Rückbaus jüngerer Zeit, ermöglichten das Freilegen von Sichtachsen, wie beispielsweise nach der Sprengung des Tausendfüßlers, einer aufgeständerten Stadtautobahn in Düsseldorf, das das denkmalgeschützte Dreischeibenhaus wieder als Solitär erlebbar macht. Plötzlich steht das Hochhaus selbstbewusst und konkurrenzlos in einer parkähnlichen Anlage.

Aber auch ein Weiterbauen ist möglich. In München entstanden und entstehen Bürohochhäuser größtenteils in den städtischen Randbereichen. So wurden die neuen Verwaltungssitze von Siemens, BMW oder der Hypo-Vereinsbank in den 1960er und 1970er Jahren entlang des Mittleren Rings angeordnet, einer Stadtautobahn, die den Übergang von Wohn- zur damaligen Industrie- bzw. heutigen Dienstleistungsstadt markiert. Dieser Tradition folgend kamen mittlerweile beispielsweise der O2-Tower oder das Süddeutsche Zeitung Hochhaus hinzu.

Neben städtebaulichen Veränderungen entscheiden immobilienwirtschaftliche Interessen und Unternehmenskultur der Besitzer über den Erhalt und Status des Gebäudes. Das markante Prestigegebäude der Commerzbank im Zentrum Düsseldorfs, ein Hochhaus des Architekten Paul Schneider-Esleben, wurde nicht mehr



Abb. 6.1.1 Schwarzpläne , M 1:10.000

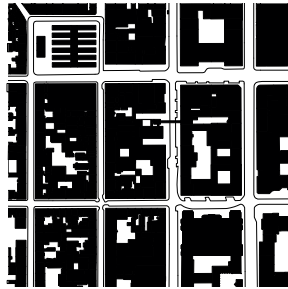
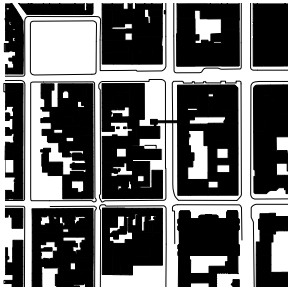
Plärrerhochhaus

links: 1953

Vorlagen: Google Maps, Open street Map, Bayern Atlas, historische Fotos

rechts: 2020

Vorlagen: Google Maps, Open street Map



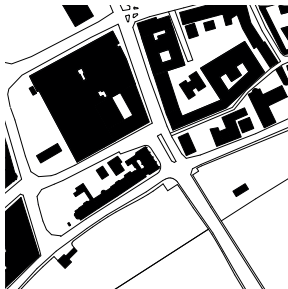
Commerzbank-Hochhaus

links: 1963

Vorlage: Landeshauptstadt Düsseldorf
Vermessungs- und Katasteramt Düsseldorf: 1966, Geoportal Düsseldorf

rechts: 2021

Grundlage: tim online



Hochhaus Schweizer National

links: 1964

Vorlagen: Archivbilder, Institut für Stadtgeschichte, Frankfurt a. M.

rechts: 2021

Vorlagen: OpenStreetMaps, GoogleMaps



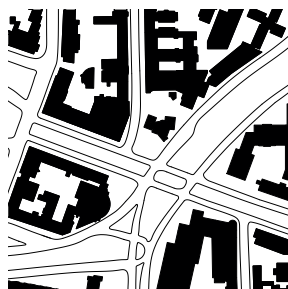
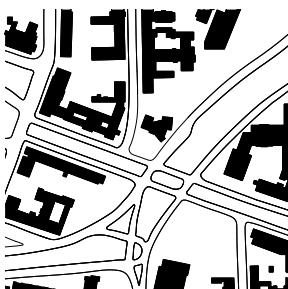
Hahn-Hochhaus

links: 1964

Vorlagen: OpenStreetMaps, digitaler Luftbildatlas Baden-Württemberg

rechts: 2021

Vorlagen: OpenStreetMaps, gis6.stuttgart.de



Dorlandhaus

links: 1966

Vorlagen: Bezirksamt Schöneberg Amt für Vermessung (1964), Histo-Map 1966, Deutsche Bauzeitung (1964), Paulhans Peters (1973)

rechts: 2020

Vorlagen: Berliner Gebäude Atlas, Google Maps Globusansicht

benötigt. Bis zu seinem Verkauf 2015 stand es bereits mehrere Jahre leer und entfachte eine öffentliche Diskussion über die sinnhafte Weiternutzung oder sogar den Abriss des denkmalgeschützten Gebäudes. In der Baubenehmensherstellung von HPP Architekten wird beschrieben, dass der neue Investor das Hochhaus erworben hat, um es „in jetziger Form zu erhalten und im Rahmen einer umfassenden Sanierung für eine moderne Nutzung marktfähig zu machen“ (Quante, 2021, S.42). Der neue Besitzer entwickelte gemeinsam mit den Behörden und den Sanierungsarchitekten ein Konzept wie das Gebäude zu einem Hotel umgebaut werden und zugleich seine Identität behalten konnte. Die Fassade wurde aufwendig aufbereitet und konnte originalgetreu erhalten werden. Dennoch fielen dem Umbau das dazugehörige Parkhaus zum Opfer und aus der offenen Drive-In Schalterhalle im Erdgeschoss wurde eine vollständig verglaste Lobby mit Frühstücksraum.

Interessant ist, dass im Neuentwurf des Hochhausrahmenplans der Stadt Düsseldorf der Innenstadtbereich nicht mehr vorgesehen wird. Wäre also die Abrissbirne zum Einsatz gekommen, hätte an dieser Stelle kein neues Hochhaus errichtet werden dürfen.

Aber nicht nur die lokale Lage innerhalb der Stadt spielt eine wesentliche Rolle in der öffentlichen Wahrnehmung und Akzeptanz, sondern auch der globale Standort. Blicken wir auf Deutschland, befinden sich laut einer aktuellen Studie mehr als die Hälfte aller Bürohochhäuser der 1950er – 1985er Jahre in den sogenannten A-Städten, Metropolen mit besonderer Relevanz wie Berlin, Hamburg, München, Frankfurt, Düsseldorf oder Stuttgart (Rung, 2021). Dort stehen auch etwa 60 Prozent der unter Schutz gestellten Gebäude. Ein Erhalt lässt sich hier allein schon infolge des immensen politischen Drucks ablesen. In der Bundesrepublik ist die Bauwirtschaft für 50% des gesamten Abfallaufkommens und für ca. 40% der CO₂-Emissionen verantwortlich. Ein Sichern der gespeicherten Grauen Energie wirkt sich in der Bausubstanz also immer positiv auf die Gesamtbilanz des Gebäudes aus. Anders entschieden wurde 2018 in Karlsruhe, wo die Sanierung des Badenwerk als „unwirtschaftlich“ empfunden wird. Hier konnte selbst der Denkmalschutz einen Abriss nicht verhindern. Denn der Denkmalwert wurde an den weitgehenden Erhalt der Fassade gebunden, die aus energetischen Gründen aber ertüchtigt werden sollte. Im Ergebnis wird der ganze Baukörper abgerissen und soll durch ein größeres Bauvolumen ersetzt werden. Weitere spektakuläre Sprengungen von Bürohochhäusern gab es in Deutschland u.a. 2012 in Leverkusen (Bayer-Hochhaus), aber insgesamt ist der Rückbau solcher Bauten doch überschaubar. Von den zwischen 1955 und 1985 errichteten Bürohochhäusern wurden bisher erst ungefähr 10% abgerissen. Ein Viertel aber stehen unter Denkmalschutz.

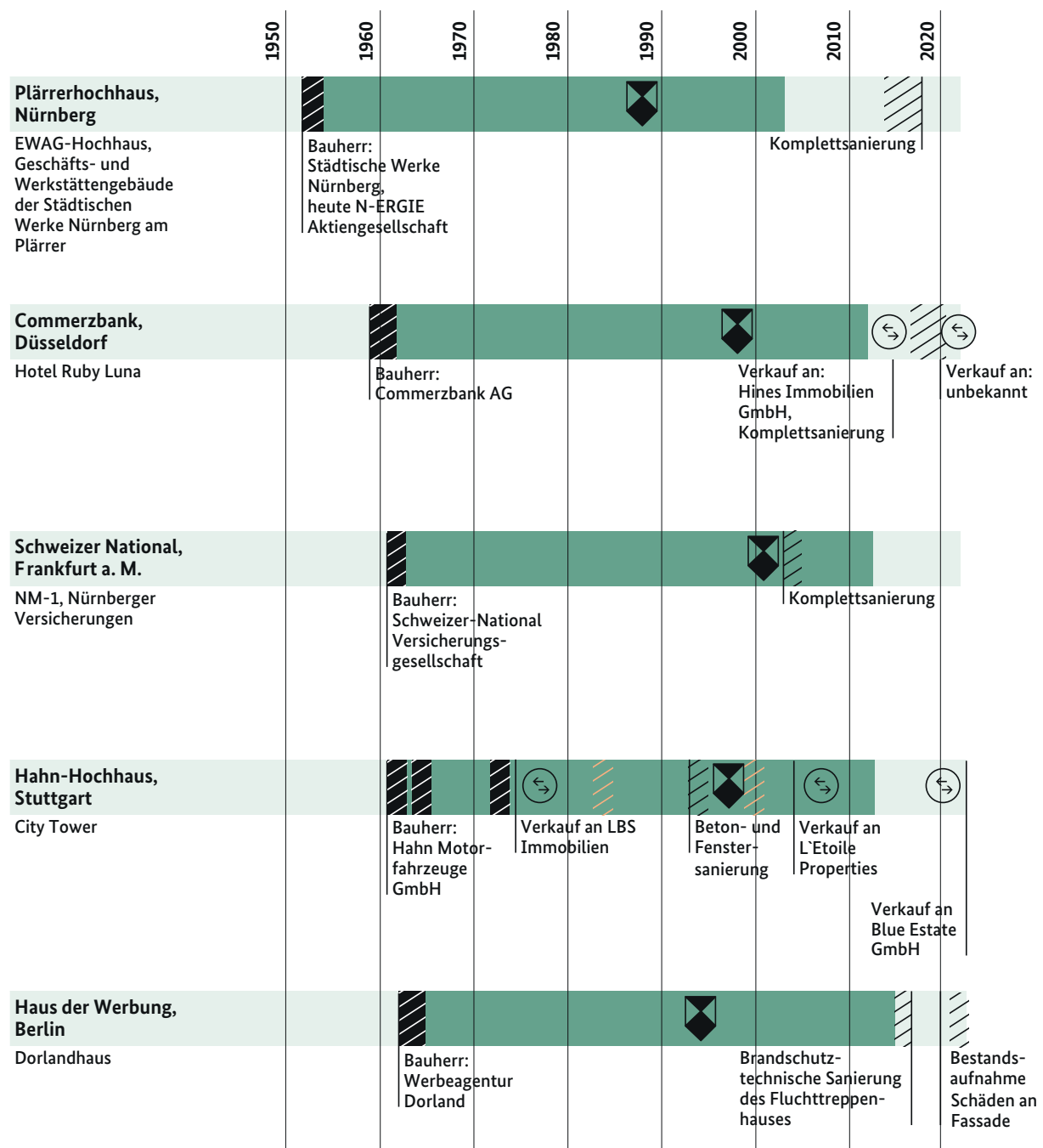
Abb. 6.1.2 Meilensteine

In der Bewertung von Büro- und Verwaltungsgebäuden spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. Neben den klassisch technischen und ökonomischen Qualitäten, treten verstärkt ökologische, soziokulturelle, funktionale sowie prozessuale Qualitäten in den Vordergrund.

Daten zu Nutzungsdauern von Bauteilen fließen in die Berechnung von Lebenszykluskosten und Ökobilanzen von Gebäuden ein. Dabei wird zunächst nur ein Zeitraum von 50 Jahren betrachtet.

Aktuell werden Sanierungsmaßnahmen im nicht denkmalgeschützten Bestand nach Normen und Richtlinien des Neubaus behandelt. Unter Schutz gestellte Gebäude müssen, bei einer baulichen Maßnahme, lediglich hinsichtlich des Brandschutzes heutigen Normen und Vorschriften entsprechen.

In der Grafik „Meilensteine“ werden die unterschiedlichen Verläufe der analysierten Hochhäuser hinsichtlich ihrer Bauzeit, Unterschutzstellung sowie Häufigkeit der baulichen Eingriffe und Besitzer- / Nutzerwechsel erfasst. Auffällig ist hierbei, dass die Gebäude, die während ihrer gesamten Lebensdauer nur einen oder wenige Besitzer haben, am meisten von ihrer ursprünglichen Bausubstanz und Authentizität erhalten konnten. Desto häufiger der Eigentümer wechselte, desto öfter kam es zu Sanierungsmaßnahmen um den Wert der Immobilie zu steigern und jeweils gewinnbringend zu veräußern. Oft liegt dies auch am stetig steigenden Bodenwert des Gebäudes.



Umgebungsschutz und Denkmalbewertung

Der Denkmalschutz in Deutschland ist nicht nur in den 16 Bundesländern föderal organisiert, sondern auch auf Bundesebene gibt es relevante Paragraphen im Baugesetzbuch, wie z. B. die Regelung zur Erhaltungssatzung in §172. Die städtebauliche Situation eines Hochhausdenkmals ist zunächst über den meist als Umgebungsschutz bezeichneten Paragraphen geregelt. Neben juristisch nicht unerheblichen Unterschieden ist den Landesdenkmalschutzgesetzen der Gedanke einer unmittelbaren Umgebung des Denkmals gemeinsam, die nicht ohne Genehmigung verändert werden darf, wenn diese das Erscheinungsbild oder die Eigenart des Denkmals wesentlich beeinträchtigt. Bislang kaum bearbeitet ist die Frage, wie denkmalpflegerisch mit einer heterogenen Bebauung und Umgebung eines Denkmals umgegangen werden kann. Stört der historische Bruch, den das Hochhaus der 1950er und 1960er Jahre eventuell erzeugt hat, die Umgebung? Dies ist eine Haltung, die in Stadtkonzepten der Wiederherstellung und Verdichtung hin zur geschlossenen Blockrandbebauung mit Höhenbegrenzung durchaus aufscheint. Aus denkmalpflegerischer Perspektive muss hier widersprochen werden. Nicht nur die Architektur, sondern auch die städtebaulichen Konzepte des Hochhausbestandes sind ein Beitrag zur kulturellen Diversität unserer Baugeschichte und denkmalfähig. Dies gilt auch für überholte und heute kritisch zu diskutierende, städtebauliche Konzepte, wie der autogerechten Stadt. Der kluge Umgang mit diesen nun historisch gewordenen und heterogenen Stadträumen mit ihren Hochhäusern der 1950er und 1960er Jahre ist eine anstehende Aufgabe der Denkmaltheorie und Praxis.

Die im Forschungsprojekt bearbeiteten Hochhäuser sind von Seiten der institutionellen Denkmalpflege alle als erhaltenswert aus architekturgeschichtlichen und künstlerischen Gründen eingestuft worden. Von besonderem Interesse sind die etwas ausführlicheren Denkmalbegründungen, die in den Unterlagen der Fachbehörden zu dem Hochhaus Commerzbank Düsseldorf und dem Dorlandhaus Berlin zu finden sind. Beide Argumentationen beziehen sich explizit auf den Städtebau und führen dies detailliert auch aus. In dem denkmalpflegerischen Gutachten des Rheinischen Amtes für Denkmalpflege von 1993 wird die exponierte Lage, die durch die Zurücksetzung und Freistellung des Gebäudes in Düsseldorf ermöglicht wird, hervorgehoben und diskutiert. Die davor entstandene Freifläche stand, wie angemerkt wird, in der Kritik. Die Verfasserin des Gutachtens legte klar, dass gerade dieser Freiraum nötig ist, um das Hochhaus samt Treppenturm und Brückenanbindung an den historischen Hauptbau in dem dichten Stadtraum hervorzuheben und als Blickfang städtebaulich wirken zu lassen. Die spätere Verdichtung der Blockrandbebauung in unmittelbarer Nachbarschaft, die diesen Freiraum heute verstellt, missachtete diese städtebauliche Sonderstellung. Der Drive-in Bankschalter als räumlicher Ausdruck einer autogerechten Stadt ist heute zwar erhalten, aber weder mit dem Auto, noch zu Fuß als fließender Teil des öffentlichen Raums erlebbar, zugunsten der neuen Hotelnutzung wurde er zum Innenraum und ist hinter einer Glasfassade verschwunden.

Die denkmalpflegerische Begründung aus der Topographie von 1995 zum Dorlandhaus in Berlin ist auch mit einer klaren städtebaulichen Argumentation versehen. Hier erlaubt die ursprüngliche und bis heute erhaltene Freistellung des Baus und seine Drehung aus dem Blockrand heraus eine Mehrgesichtigkeit des Dreieckbaus, die an der großspurigen Verkehrskreuzung besonders wirksam wird. Auch der Hinweis auf die damalige planerische Anforderung an das Bauwerk, nämlich an der (nicht realisierten Stadtautobahn) ein besonderes städtebauliches Kennzeichen zu bilden, ist in die Denkmalbegründung aufgenommen. Da die B 106 in Berlin nicht gebaut wurde, verlor das Dorlandhaus seine projektierte Signalwirkung an dieser Stadtautobahn. Sichtbar und herausgehoben steht es aber bis heute an der stattdessen realisierten Großkreuzung. Erst die 2022 fertiggestellten und im Bau befindlichen Nachbararchitekturen gefährden die städtebauliche Besonderheit des Gebäudes.

Diese Argumentationen in den Denkmaleinträgen zeigen ein Bewusstsein und Erhaltungsinteresse der symbol- und prestigehaften Dimension der Hochhausbauten im Stadtraum. Städtebau und stadträumliche Wirkung machen, gemeinsam mit den architektonischen und konstruktiven Dimensionen, die Besonderheiten aus. Von der Denkmalpflege werden sie als ein Dokument des Gestaltungswillens und Stadtverständnisses der 1950er und 1960er verstanden, als Zeugnis eines vergangenen Aufbruchs in eine positiv vorgestellte Zukunft.

Erhalten beginnt im städtebaulichen Diskurs

Zusammenfassend wird deutlich, dass nicht nur die stadträumliche Lage der Bürohochhäuser zur Akzeptanz und Wahrnehmung eine wesentliche Rolle spielt, sondern auch die konstante Flexibilität der Gebäude selbst auf stetig veränderte stadträumliche und nutzerspezifische Bedingungen. Die in diesem Zusammenhang erfolgte öffentliche Debatte über Qualität und Neubewertungen der Architektur im Rahmen veränderter Stadtkonzepte erfolgt auf Bundesebene auf unterschiedliche Art und Weise. Von den Bundesländern mit 50 oder mehr Bürohochhäusern der 1950-1985er Jahre, liegt Hessen mit einer Abrissquote von fast 19% deutlich vor Bayern (15,2%), Hamburg (14,8%) und Nordrhein-Westfalen (14,4%). Positiv hervorzuheben sind Berlin, das lediglich 3,5% seines Hochhausbestands aus der Nachkriegszeit abgebaut hat und Baden-Württemberg mit 8,6%. Gleichmaßen fallen die unterschiedlich denkmalpflegerischen Gutachten und Begründungen für die Hochhäuser der 1950er und 1960er Jahre ins Auge. Während die Denkmalverwaltungen nicht vor den Eigentümerwechseln und den damit einhergehenden zusätzlichen Risiken für Veränderung und Abriss schützen können, leistet die Unterschutzstellung als solche, dass Aushandlungsprozesse über den Erhalt auch dann geführt werden, wenn das öffentliche und/oder eigentümerbezogene Interesse (noch) nicht erwacht ist.

Hochhäuser sind Stadtikonen, die sich stadträumlichen Veränderungen stellen und bestehen können. Sie bleiben markante Erinnerungsorte und Orientierungspunkte in der Stadt, lässt man ihnen ihre Identität und Fernwirkung. Um das zu gewährleisten ist ein feinfühligere Umgang mit baulicher Dichte und städtebaulicher Distanz erforderlich.

Literatur

Schneemann, Falk: Das Hochhaus als Gewebe und Gestaltung von Technik. Berlin 2021, S. 23–27

Schädlich, Christian: Das Eisen in der Architektur des 19. Jahrhunderts. Schriftenreihe Firmas. Band 1. Aachen/Berlin 2015

Sonne, Wolfgang: Welche Moderne? Richtungen der Architektur der 1960er, 70er, und 80er Jahre in Deutschland. In: Eckhardt, Frank u.a. (Hrsg.): Welche Denkmale welcher Moderne? Berlin 2017, S. 14–39

Durth, Werner; Gutschow, Nils: Architektur und Städtebau der Fünfziger Jahre. Bonn 1998, S. 11

Lange, Ralf: Architektur und Städtebau der sechziger Jahre. Bonn 2003, S. 7–13

Schreiber, Mathias: Deutsche Architektur nach 1945. Stuttgart 1986

Butter, Andreas; Hartung Ulrich: Ostmoderne. Architektur in Berlin 1945–1965. Berlin 2004

Göderitz, Johannes; Rainer, Roland; Hoffmann, Hubert: Die gegliederte und aufgelockerte Stadt. Tübingen 1957; Reichow, Hans Bernhard: Die autogerechte Stadt – Ein Weg aus dem Verkehrs-Chaos. Ravensburg 1959

Siedler, Wolf Jobst mit Niggemeyer, Elisabeth und Andreß, Gina: Die gemordete Stadt. Abgesang auf Putte und Straße, Platz und Baum. Berlin 1964

Koolhaas, Rem: Delirious New York. Rotterdam 1994

Quante, Andra: Commerzbank-Hochhaus – Der Wandel in Nutzung und städtebaulichem Kontext im Konflikt mit der Denkmalpflege. Bachelorarbeit. Bauhaus Universität Weimar, 2021, S. 42

Rung, Hanne: Potentialanalyse des Bauvolumens von Bürohochhäusern, 2021

6.2 Materialität und Konstruktion

6.2.1 Struktur- und Nutzungsänderungen

Bis auf die Fallstudie Commerzbank-Hochhaus, Düsseldorf, dass kürzlich in ein Hotel umgewandelt wurde, haben alle untersuchten Bürohochhäuser ihre ursprüngliche Nutzung als Büro- und Verwaltungsbauten beibehalten. Die Nutzungskontinuität war bei der Auswahl der Fallstudien besonders für die Teilprojekte zur Bauphysik und Gebäudetechnik von hoher Relevanz, da sich sonst sowohl Messdaten wie auch Simulationen nicht miteinander vergleichen ließen.

Die scheinbare Nutzungskontinuität ist jedoch nur oberflächlich. Tatsächlich haben sich heutige Büroausstattungen und Organisationsformen sehr weitgehend von den bauzeitlichen Zuständen verändert, dies betrifft nicht nur den Wandel vom Einzelbüro zur Bürolandschaft zu heutigen Office Konzepten. Stellvertretend für eine Vielzahl weiterer untersuchter Bürohochhäuser lässt sich auch für die vier Objekte der engeren Auswahl feststellen, dass an die Stelle des einen Unternehmens als einzigem Nutzer heute in den allermeisten Fällen die interne Struktur der Hochhäuser so verändert wird, dass verschiedene Nutzer Etagen oder Teiletagen anmieten können. Dieser Befund bestätigte sich auch in den geführten Fachgesprächen mit verschiedenen Planern. Dies hat wesentliche Konsequenzen für die Regulierbarkeit der Klima- und Lüftungsanlagen, vertikale und horizontale Erschließung und die Flexibilität von Bürotrennwänden. Die Erhaltung historischer Innenausbauanteile ist daher durch eine scheinbare Nutzungskontinuität (Büro bleibt Büro) nicht gegeben, ganz abgesehen von veränderten Ansprüchen an Design und Komfort. Nichtsdestotrotz konnte in einer Vielzahl von Objekten die kontinuierliche Nutzung der historischen Büroausstattungen auch 50 bis 60 Jahre nach Erstbezug festgestellt werden, wo sich die Nutzung wenig bis gar nicht verändert hat (Dorlandhaus Berlin, Überlandwerke Bamberg).

Die veränderte Nutzung durch flexible Vermietung hat neben weitgehenden Nutzungsänderung (Büro wird Hotel oder Wohnung) auch brandschutzrechtliche und daraus resultierende konstruktive Folgen. Diese sind am Beispiel Commerzbank-Hochhaus, Düsseldorf (neues Fluchttreppenhaus, Erweiterung und Ertüchtigung ursprünglicher Erschließungsturm), aber auch an den Beispielen Plärrerhaus, Nürnberg und Schweizer National-Hochhaus, Frankfurt besonders gut in Grundrissen und Schnitten nachvollziehbar.

Veränderte Nutzungsanforderungen, (un)angemessene neue Nutzungen und wenig konkretisierte Umnutzungen (Stichwort: größtmögliche Flexibilität) sind die treibenden Kräfte, die für den Verlust historischer Substanz und umfängliche konstruktive und strukturelle Eingriffe, bis zum Tragwerk, führen. Nicht das Alter der vorhandenen Konstruktionen und Materialien.

Wie sich aktuelle Entwicklungen (Home Office, Umwandlung zu Wohnhochhäusern etc.) im Nachgang der Corona Pandemie auf die historischen Bürohochhäuser auswirken werden, lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt und im Rahmen der vorliegenden Projekte nicht klären.

6.2.2 Metall-Glas-Fassaden

Bei der Instandsetzung von Bürohochhäusern kommt neben der technischen Gebäudeausstattung vor allem der Fassade eine Schlüsselrolle zu. Gerade der Denkmalschutz dieser Gebäude wird aber oft mit der bauzeitlichen Fassadengestaltung begründet. Im Hinblick auf die Fassadenkonstruktion haben Hochhausfassaden der 1960er Jahre oft typische Schwachstellen.

Die gängigen Möglichkeiten der konstruktiven Fassadenausbildung, die in den 1950er und 1960er Jahren für Hochhausbauten Verwendung fanden, lassen sich grob unterteilen in Fassaden, die das Tragskelett ausfachen und in Fassaden, die als Bekleidung vor das Skelett gehängt werden (sogenannte Vorhangfassaden), wobei auch kombinierte Ausführungen möglich sind. Gemeinsam ist beiden Konstruktionsvarianten die aus heutiger Sicht unzureichende Berücksichtigung von konstruktiven Wärmebrücken und eine oft unzureichende Wärmedämmung.

Die vorgehängten Leichtmetall-Fassaden der 1950er und 1960er Jahre lassen sich je nach konstruktiver Ausbildung in zwei Hauptgruppen unterteilen, Sprossen- bzw. Rahmenkonstruktionen und Tafelkonstruktionen. Weiter muss man die Sprossen- und Rahmenkonstruktionen in spezielle Gruppen gliedern, die sich aus dem

Grad der Vorfertigung, der Art der Montage und der Spannrichtung der Hauptsprossen ergeben. Die Unterscheidung erfolgt bezüglich des Montageprinzips. Die einzelnen Bauteile werden entweder einzeln zur Baustelle transportiert und dort montiert oder im Werk zusammengebaut und nach Anlieferung auf der Baustelle in Elementen direkt montiert. Aber auch hier sind Kombinationen der Systeme möglich.

Im Rahmen des Projekts wurden die historischen Metall-Glas-Fassaden und deren Erhaltung von über 40 Bürohochhäusern innerhalb Deutschlands analysiert, um einen breiten Überblick über die technischen Herausforderungen und Möglichkeiten der Instandsetzung zu erhalten (siehe Übersicht Anlage). Fachgespräche und Interviews mit Fassadenplanern und Herstellern ergänzten die Recherche. Anhand der fünf Fallstudien wurden sehr unterschiedliche zeitgenössische Konstruktionen und deren Erhaltungspotentiale vertieft untersucht (Zeichnungen und Beschreibungen siehe Anlage). Bei allen Objekten handelt es sich um Baudenkmäler, die diesen Status auch nach der Fassadensanierung beibehalten haben. Wie die folgende Zusammenfassung zeigt, handelt es sich um sehr unterschiedliche Konstruktionen und sehr unterschiedliche Arten der Instandsetzung bzw. Ertüchtigung.

Die bauzeitliche Fassade des Plärrer-Hochhaus' in Nürnberg wurde als Skelettausfachung ausgeführt. Das Gebäude entstand als Stahlskelettbau in Sichtbeton und bildete zugleich das Tragwerk sichtbar und offen in der Fassade ab. Die leeren Felder des Skeletts in der Fassadenebene wurden mit Füllelementen ausgefüllt. Die Brüstungen wurden mit Bimssteinmauerwerk aufgemauert und außen mit Betonwerksteinplatten verkleidet, dazwischen befand sich eine Zwischenlage aus Holzwoleleichtbauplatten. In die Fensteröffnungen sind Holzverbundfenster mit Hebeschwingflügeln und innenliegenden Lamellenstores eingesetzt.

Die bauzeitliche Fassade des Bürohochhauses Schweizer National, Frankfurt, wurde als vorgehängte Aluminiumfassade in Pfosten-Riegel-Bauweise mit wärmegeämmten Opalglas-Brüstungselementen und als Festverglasung ausgeführt. Die Fassadenpfosten wurden hängend in der Betonbrüstung befestigt und waren zusätzlich auf Höhe des Sturzes über eine weitere Befestigung eingehängt. Verglasung und Brüstungselemente lagen in einer Ebene.

Die bauzeitliche Fassade des Commerzbank-Hochhaus', Düsseldorf, wurde als vorgehängte Fassade aus montagefertigen Aluminium-Tafelementen in Sandwich-Bauweise mit integrierten, offenen Wendeflügelfenstern ausgeführt. Die Fassade bestand aus 600 gleichen, 1,72 m x 3,10 m großen Elementen, an den Gebäudeecken wurden abgerundete Sonderelemente eingesetzt. Nur am vertikalen Stoß wurden die Tafeln über eine Deckleiste sichtbar auf die Stahlprofile verschraubt, am Horizontalstoß überlappten diese.

Bauzeitlich wurde die Fassade des Hahn-Hochhaus', Stuttgart, mit nicht tragenden Brüstungselementen aus Betonfertigteilen und Fensterbändern ausgeführt. Die plastisch abgeschrägten Sichtbetonfertigteile sind raumseitig mit ca. 35 mm starken Dämmplatten bekleidet und verputzt, sitzen auf den Geschosdecken und wurden dort verankert. Geschosshöhe und fast vollständig verglaste Fensterbänder aus Aluminium bilden den Abschluss zwischen Unterkante der Geschosdecke und der Oberkante der Brüstung. Die Fensterbänder sind aus einzelnen, rhythmisch abwechselnden Fensterelementen zusammengesetzt.

Die breiten Längsseiten der bauzeitlichen Fassade des Dorlandhaus' (Haus der Werbung), Berlin, wurden als vorgehängte Fassade aus Fensterbändern mit Aluminium-Fensterelementen und durchlaufenden Brüstungsverkleidungen aus isolierten Edelstahlpaneelen ausgeführt. Über eine Stahlunterkonstruktion vor der Betonbrüstung und Rohdecke wurden Paneele und Fensterelemente mit Aluminium-Pressleisten sichtbar auf die Unterkonstruktion verschraubt. Zwei Typen an Fensterelementen in der Achsbreite von 1,91 m bestimmen im Wechsel das Fassadenbild, in den Gebäudeecken wurden Sonderelemente eingesetzt. Die Fensterflächen wurden als Zweischeiben-Isolierverglasung ausgeführt und werden ebenfalls wie die eingesetzten Öffnungsflügel über Aluminium-Pressleisten in den Elementrahmen gehalten.

Im Zuge der energetischen Fassadensanierung des Plärrer-Hochhaus, Nürnberg erhielt das Gebäude bis 2019 eine komplett neue Hülle, die bauzeitliche Tragstruktur und zugleich das Erscheinungsbild konnten weitgehend erhalten werden. Außen wurde ein Wärmedämmverbundsystem aufgebracht, im Bereich der Kunststeinplatten von ca. 100 mm Stärke, vor das Betonskelett eine Stärke von ca. 140 mm Mineralwolle, und der Außenputz farblich entsprechend an die alte Fassade angeglichen. Vor die alte Brüstungskonstruktion wurde

nach Aufbringen der Dämmung eine hinterlüftete Kunststeinplatte vorgehängt. Die Fenster konnten aus Stahl als thermisch getrennte Zweifach-Schallschutzfenster mit innenliegendem Sonnenschutz wiederhergestellt werden.

Die neue Fassade des Schweizer National-Hochhaus', Frankfurt, wurde bis 2006 als vorgehängte Elementfassade mit thermisch getrennten Aluminiumprofilen ausgeführt. Die Brüstungspaneele sind mit Mineralfaserplatten wärmegeklämt und außenseitig mit einer ESG-Scheibe bekleidet. Die außenliegende Tragstruktur wurde gedämmt und mit farblich typischen, grün patinierten Kupferblechen verleidet. Die ESG-Brüstungsscheibe erscheint gräulich. Die Verglasung wurde nicht vollständig festverglast ausgeführt, sondern im Wechsel mit Parallelausstellfenstern versehen. Um dem Wunsch des Eigentümers nach höherer Ausnutzung, günstigerer Raumaufteilung und besserer Vermietbarkeit des einzelnen Geschosses nachzukommen, wurde das Fassadenraster auf 1,25 m Breite geändert. Die neue, technisch funktionale Fassade erfüllt eigentlich nur die Notwendigkeit des Wetterschutzes – erhöhte Anforderungen an die energetische Effizienz wurden zum Zeitpunkt der damaligen Instandsetzung/Sanierung nicht eingefordert.

Bei der Instandsetzung und energetischen Ertüchtigung der Fassade des Commerzbank-Hochhaus', Düsseldorf, wurden die originalen Tafeln demontiert, geöffnet und gründlich gereinigt. Die Aluminiumschalen wurden neu versiegelt und wiederverwendet, zwischen die Bleche konnte eine neue Schicht aus mineralischem Dämmstoff eingelegt werden. Hinter die Tafeln wurde als neuer Layer eine Rahmenkonstruktion mit Dämmschicht aus Mineralwolle gesetzt, die jetzt den kompletten Zwischenraum ausfüllt und als Element an den Rohbau an neue Befestigungen gehängt wurde. Die Fensteröffnungen wurden als Parallelausstellfenster ausgeführt, um auch eine natürliche Lüftung der Hotelzimmer zu ermöglichen.

In den 1990er Jahren wurde am Hahn-Hochhaus, Stuttgart, aufgrund einer für die Vermietung erforderlichen Modernisierungsmaßnahme auch die Fassade saniert. Aus Gründen des Denkmalschutzes sollte die ursprüngliche Fassade erhalten bleiben, weshalb nur kleinere Betonschäden saniert und die Verglasung ausgetauscht wurde. Neue Fenster erhielt das Gebäude im Jahr 1996.

Eine Sanierung der bauzeitlichen Vorhangfassade des Dorlandhaus', Berlin, hat bis heute (2023) noch nicht stattgefunden, da sie sich aufgrund der ausgeführten Konstruktion offensichtlich auch nach 60 Jahren noch in einem guten Zustand befindet.

Sanierungsgründe liegen meist in der Fassadenkonstruktion selbst. Bis in die 1970er Jahre war vor allem bei Metallfassaden die Verwendung von Kaltprofilen üblich, was zu Korrosion der Profile, im Rauminnen zu Tauwasserausfall und bei zu hoher Raumluftfeuchte zu Schimmelbefall führen kann. Schätzungsweise haben Kaltprofile aus Aluminium einen U-Wert von 5,0 W/m²K. Bei den bauzeitlich oft festen Verglasungen handelt es sich meist um schlecht dämmende Zweischeiben-Isolierverglasungen. Solche Verglasungen haben nach Schätzungen einen U-Wert von 3,0 W/m²K, eher aber noch schlechter. Eine durchgehende Wärmedämmebene ist oft nicht oder nur rudimentär vorhanden. Dichtungskitt oder Dichtungsprofile erfüllen meist ihren eigentlichen Zweck nicht mehr, da sich diese komplett aufgelöst haben oder gerissen sind. Dies kann neben Zugerscheinungen, Wärmeverlusten und Tauwasserausfall sogar soweit führen, dass Niederschlag in das Gebäude eindringt. Eindringendes Wasser kann bei einer vorgehängten Fassade im schlimmsten Fall zur Korrosion der Fassadenbefestigung führen.

Ein Teil der resultierenden Probleme, wie z.B. Kondensat, können durch die bauzeitlichen mechanischen Lüftungs-, Heiz- und Kühlsysteme ausgeglichen werden, ohne die die vorgehängten Fassaden nicht funktionieren.

Grundsätzlich sind verschiedenste Konzepte und Strategien im Umgang mit der bestehenden Fassadenkonstruktion denkbar und erprobt worden. Die bis heute erfolgten Fassadensanierungen lassen sich grob in drei konstruktive und gestalterische Ansätze zusammenfassen:

1. Komplettaustausch, die Bestandsfassade wird entfernt.
 - Die neue Fassade negiert den Bestand, die Fassade erfüllt nur aktuelle technische Erfordernisse.
 - Die neue Fassade orientiert sich am Bestand, es erfolgt ein Nachbau in weitgehender Anlehnung an die vorhandene Fassade nach aktuellen technischen Erfordernissen.

2. Weiterbauen, Bestandsfassade bleibt erhalten.
 - Eine neue Fassadenebene (neuer Raumabschluss, neue Dämmebene) wird außen, vor den Bestand gehängt, die neue Fassade orientiert sich am Bestand. Die vorhandene Fassade bildet den inneren Raumabschluss.
 - Die neue Fassade (neuer Raumabschluss, neue Dämmebene) wird innen, raumseitig an den Bestand gebaut, die Bestandsfassade verbleibt als äußere sichtbare Schicht, mit der Funktion eines Witterungsschutzes und zum Erhalt des historischen Erscheinungsbildes.
3. Reparatur und Pflege, die Bestandsfassade bleibt erhalten.
 - Vorhandene Bauteile werden wiederverwendet.
 - Einzelne Füllkomponenten werden ausgetauscht (Teilaustausch).
 - Die Bestandsfassade wird nach technischen Erfordernissen ertüchtigt.

Eine Übersicht über übliche Instandsetzungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen an Fassadenkonstruktionen der 1950er und 1960er Jahre gibt Abb. 1. Die schematische Darstellung differenziert Eingriffsoptionen entsprechend typischer Konstruktionsarten auf Grundlage einer breit angelegten Sammlung an Umbauten und Modernisierungen der vergangenen Jahre. Die Übersicht umfasst nicht alle potentiell denkbaren Optionen, sondern beschränkt sich auf übliche Maßnahmen in Relation zur Art der Fassadenkonstruktion. Unterschiedliche Instandsetzungsoptionen existieren für (L) Lochfassaden: tragende Fassade, Öffnung mit Fenster geschlossen; (P) Pfosten-Rahmen-Fassaden: nicht tragende Fassade, Pfostenzwischenraum ausgefacht mit Elementen aus Brüstungspaneel und Verglasung; (PR) Pfosten-Riegel- oder Stiel-Riegel-Fassaden: nicht tragende Fassade, Stabwerk ausgefacht aus einzelnen Brüstungspaneele und Verglasung; (T) Tafel-Fassaden: nicht tragende Fassade, großflächige Paneele mit eingesetzter Verglasung; (E) Element-Fassaden: nicht tragende Fassade, Elemente aus Brüstungspaneel und Verglasung (jeweils als schematische Horizontalschnitte).

Die Eingriffstiefe wird differenziert in (1) Komplettaustausch: die Bestandsfassade wird entfernt, die neue Fassade negiert den Bestand oder es erfolgt ein Nachbau, die technischen Erfordernisse werden jeweils erfüllt; (2) Ergänzung: die Bestandsfassade bleibt erhalten, eine neue/zusätzliche Fassadenschicht (Dämmung) wird außen oder innen ergänzt; (3) Reparatur: die Bestandsfassade bleibt erhalten, Bauteile werden wiederverwendet, in Teilen ausgetauscht oder aufgerüstet.

Neben den Vorgaben und Ansprüchen und Präferenzen des Bauherrn, sind es die bautechnischen Bedingungen der Fassaden selbst, die je nach Konstruktion, Erhaltungszustand und Alter gewisse Erhaltungsoptionen vorzugsweise zur Ausführung kommen lassen. Oftmals steht heute die energetische Performanz und die Einhaltung von aktuellen Komfortansprüchen im Vordergrund. Die untersuchten Beispiele, nicht zuletzt das bis heute weitgehend im Original erhaltene Dorlandhaus in Berlin, zeigen jedoch auf, dass die damaligen Konstruktionen durchaus robust sind und potentiell länger gehalten werden können, als oftmals angenommen. Zu beobachten ist leider auch, dass Nachbauten, wie sie seitens der amtlichen Denkmalpflege als vermeintliche Kompromisse und aus Alternativlosigkeit zugelassen wurden, einzig als Nachbildungen des Erscheinungsbildes anzusehen sind, nicht jedoch als konstruktive Nachbildungen. Im Fall des Nationalhochhauses in Frankfurt a.M. wäre sogar zu diskutieren, ob die Nachbildung nicht zu weit vom Original abweicht. Jüngere Beispiele, wie das ehemalige Commerzbank Hochhaus oder auch die letzte Instandsetzung und Ertüchtigung des Dreischeibenhauses, beide in Düsseldorf, zeigen an, dass Metall-Glas-Fassaden wenigstens in Teilen auch materiell überliefert werden können.

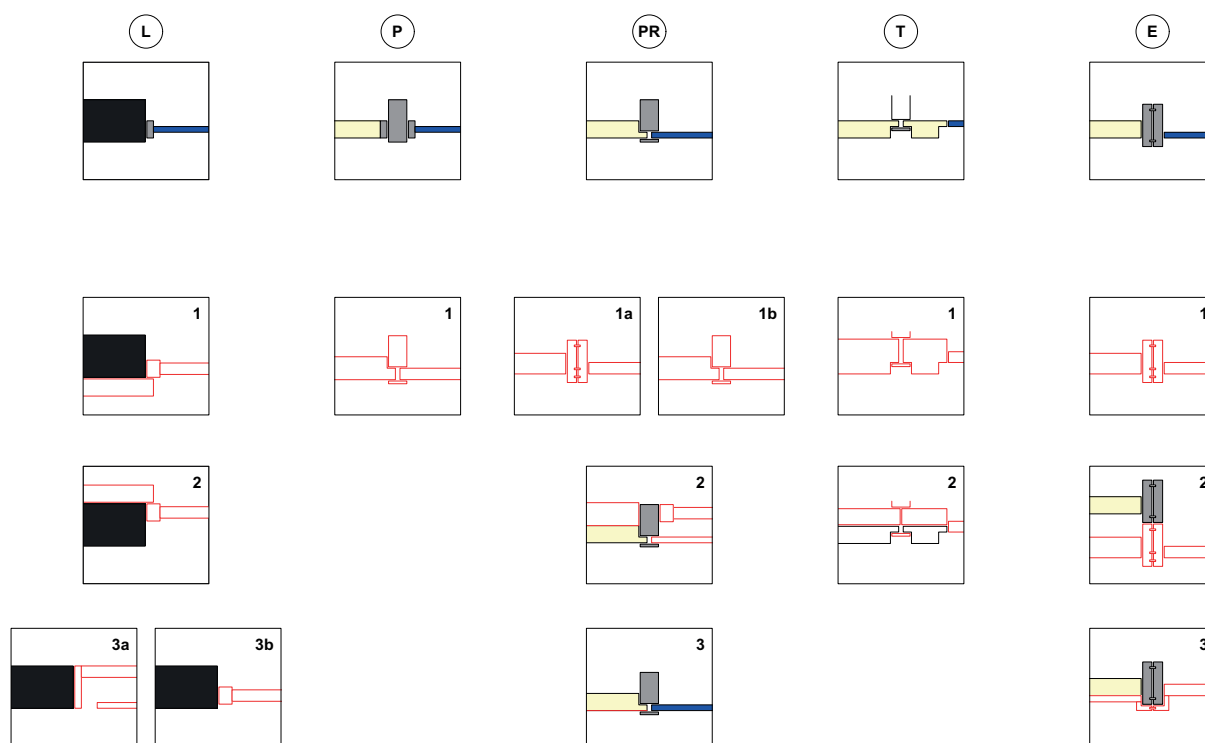


Abb. 1 Lesebeispiel: Die erfolgte Maßnahme am Plärrer-Hochhaus in Nürnberg kann L1 zugeordnet werden. Die Lochfassade (Fenster, Brüstungen) wurde durch einen Nachbau ersetzt, es erfolgte eine Außendämmung. PR1a zeigt die erfolgte Maßnahme am National-Hochhaus in Frankfurt. Die Fassade des Dreischeibenhaus in Düsseldorf wurde bereits das mehrfach ertüchtigt, die Maßnahme der 1990er Jahre entspricht P1, die jüngere Maßnahme PR2. Die Ertüchtigung der Fassade der Commerzbank in Düsseldorf lässt sich Maßnahme T2 zuordnen. Die erfolgten kleineren Massnahmen an der Fassade des Dorlandhaus in Berlin (u.a. Austausch Verglasung) lässt sich in PR3a einordnen. Die Maßnahme E2 erfolgte bspw. bei der Ertüchtigung des Daimler Benz Hochhauses in Stuttgart.

6.2.3 Gebäudeschadstoffe

Der Innenausbau von Gebäuden spielt eine entscheidende Rolle bei der Schaffung funktionaler, ästhetischer und langlebiger Innenräume. Die Analyse historischer Quellen, darunter Architekturzeitschriften, Fachbücher und Archivunterlagen ausgesuchter Hochhäuser ermöglichten es, einen umfassenden Blick nicht nur auf die Baumaterialien, sondern auch auf Schadstoffe zu werfen, die in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts über Bauprodukte gezielt eingebracht worden sind. Anstehende Instandsetzungs-, Sanierungs- und Umnutzungsarbeiten stellen Architekten und Bauherren vor die Herausforderung, mit diesen Schadstoffen umzugehen. Viele dieser Schadstoffe stellen im verbauten Zustand und soweit die Bauteile intakt sind keine gesundheitliche Gefahr für den Nutzer und die Umwelt dar. Daher bleibt zu hinterfragen, ob nicht mit einer umfassenden Recherche, Probenahmen vor Ort, einer guten Dokumentation und dem daraus resultierenden Wissen, was im Gebäude steckt, durch den sensiblen Umgang im Zuge von Baumaßnahmen zugunsten des Erhalts materieller Substanz der ein oder andere Schadstoff gezielt im Gebäude verbleiben kann.

Während die 1950er Jahre im Nachkriegsdeutschland noch von Wiederaufbau und Sparsamkeit mit vergleichsweise einfachen, handwerklichen Bauweisen geprägt waren, finden sich in den Hochhäusern der 1960er Jahre deutlich die Spuren des rasanten wirtschaftlichen Aufschwungs und architektonischer Experimentierfreude.

Im Innenausbau wurde mit innovativen Grundrisslösungen experimentiert, die abwechslungsreich, aber vor allem auch reversibel und leicht veränderbar wurden. Das Augenmerk lag jedoch nicht nur auf funktionellem, sondern auch auf repräsentativem Charakter.

Diesen haben in Verwaltungsgebäuden durchweg die Chefetagen, die sich in der Ausstattung und Aufteilung deutlich von den Büroetagen abheben. Hier finden wir Materialien, wie Echtholz-furnierte Trennwände oder als Trennwände fungierende Einbauschränke, hochwertige Teppiche, besondere Beleuchtungskonzepte und eine großzügigere Raumaufteilung als in den zumeist darunter liegenden Büroetagen.

Die industrielle Entwicklung der Nachkriegszeit brachte die Einführung neuer Baumaterialien wie Kunststoffe, Dämm- und Dichtstoffe mit sich, welche aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften und geringem Wartungsaufwand schnell geschätzt wurden. Diesen neuen Baumaterialien wurden oftmals aufgrund besonderer Eigenschaften Stoffe zugesetzt, welche als innovativ galten.

Typische Ausbauelemente in Büro- und Verwaltungsgebäuden der 1960er Jahre sind vorgesetzte Wandverkleidungen, leichte Trennwände, Abhängedecken, aufgeständerte Fußbodenkonstruktionen. Der Trend ging zur Vorfertigung und Reversibilität. Trennwände, Zwischendecken und Fußbodenaufbauten wurden mehr und mehr flexibel, rückbaubar und aus leichten, oft mehrschaligen Bauteilen erstellt. Neben Teppichböden wurden pflegeleichte und preiswertere Bodenbeläge aus Betonwerkstein, PVC, Linoleum sowie Vinyl-Asbest-Fliesen verbaut. Für den Schallschutz wurden Leichtbauwände mit Dämmstoffen aus künstlicher Mineralfaser (KMF) gedämmt und abgehängte Akustikdecken (z.B. Platten aus flammenschutzbehandelter gepresster KMF) eingebracht, Decke, Boden und Außenwand nicht selten mit dauerelastischen Fugen angeschlossen.

Eine Vielzahl dieser neuen Bau- und Zusatzstoffe stufen wir heute jedoch als Gefahr- oder Schadstoffe ein. Als Gebäudeschadstoffe werden im Sinne der Gefahrstoffverordnung Bauelemente oder Stoffe, die in Baumaterialien enthalten sind, bezeichnet, welche sich gesundheitsschädigend auf Menschen auswirken oder die Umwelt gefährden. Dazu gehören Asbest, Künstliche Mineralfasern (KMF), Polychlorierten Biphenylen (PCB), Holzschutzmittel (Pentachlorphenol (PCP) und Lindan), Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Formaldehyd. In Verwaltungsgebäuden der 1960er und 1970er Jahre ist in der Bausubstanz weiterhin mit folgenden Schadstoffen zu rechnen:

Asbesthaltige Materialien fanden im Brandschutz ebenso Verwendung wie in Bodenbelägen, Klebern, bituminösen Dachabdichtungen, Kitten, Putz- und Spachtelmassen, oder Abstandhaltern im Stahlbetonbau. Eine ähnliche gesundheitliche Relevanz wie Asbestfasern haben künstliche Mineralfasern (Glas-, Schlacken- oder Steinwolle). PCB wurde in Bauprodukten vor allem als Weichmacher in dauerelastischen Dichtmassen und Fugen, in Schalölen, Brandschutzanstrichen und Klebstoffen zugemischt. Holzteile im Innenausbau wurden in den 1960er Jahren noch umfangreich mit Holzschutzmitteln behandelt. Formaldehyd ist Ausgangsstoff vieler Kunstharze und Leime, die für Holzwerkstoffplatten verwendet werden. Über diese Produkte gelangt Formaldehyd kontinuierlich in die Innenraumluft. Holzschutzmittel (Pentachlorphenol (PCP), Lindan) und Formaldehyd gelangen in Hochhäusern vor allem durch Holzoberflächen, Möbel, Holzwerkstoffplatten, Vertäfelungen, Teppichböden, Farben und Lacke in die Raumluft. Auch Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind im Innenausbau von Hochhäusern zu finden.

Um eine fundierte Bewertung hinsichtlich Wertigkeit der Ausstattung sowie der Möglichkeiten und Grenzen der Erhaltung u.a. mit Blick auf Gebäudeschadstoffe geben zu können, ist eine strukturierte Vorgehensweise bei der Erfassung unumgänglich. Das genaue Wissen, in welchem Zeitraum welcher Schad- oder Gefahrstoff verbaut wurde, erleichtert die Eingrenzung. Zusätzlich zur nebenstehenden Abbildung zur zeitlichen Einordnung (Abb. 2) finden sich in den Anlagen eine Übersicht zu potentiellen Schadstoffen nach Bauteilen.

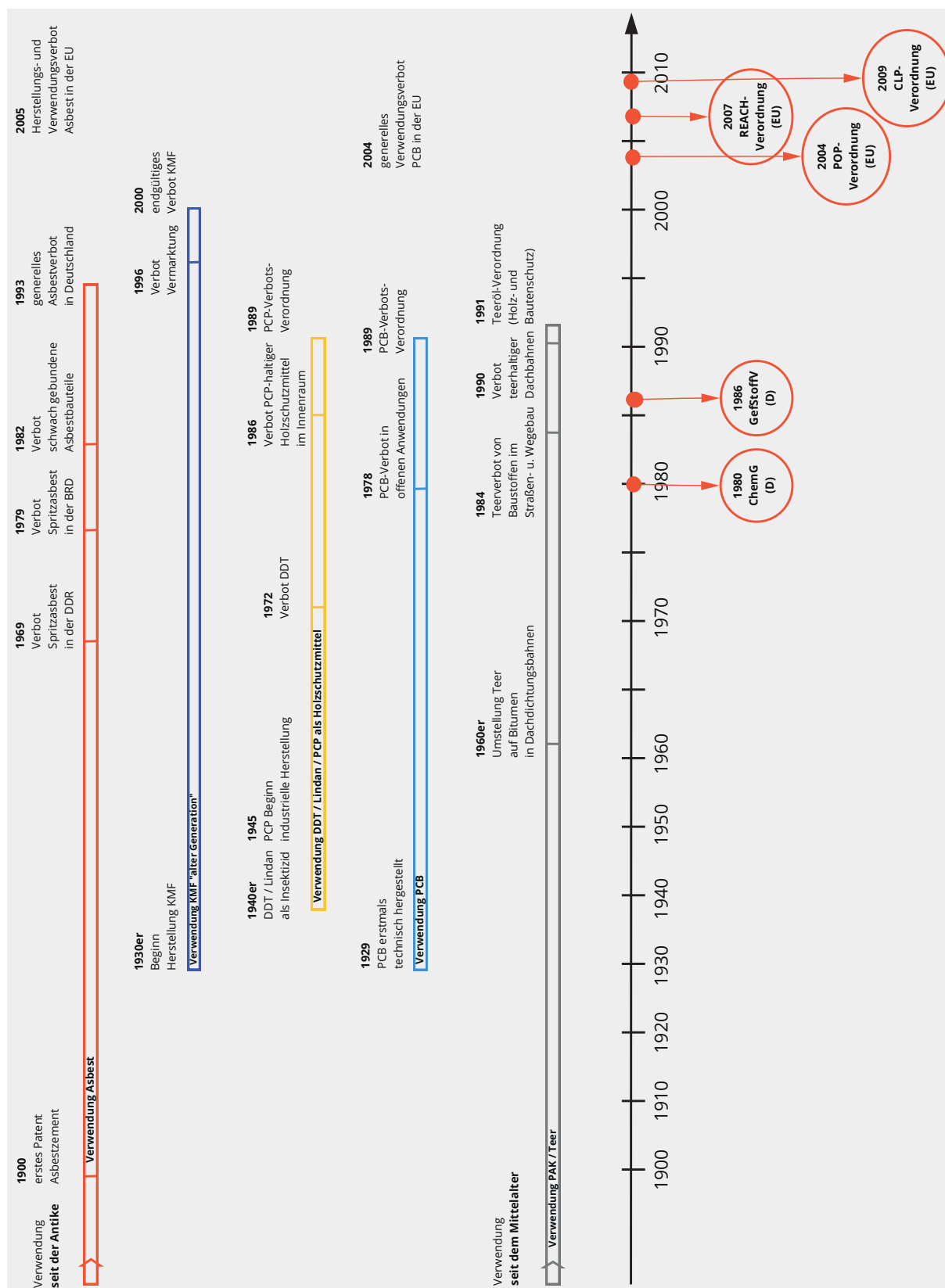


Abb. 2 Verwendungszeiträume von Schadstoffen

Im Rahmen des Projekts wurde die Historie der zumeist verbauten und bekannten Gebäudeschadstoffe nachgezeichnet, um eine zeitliche Übersicht zu erhalten. Die in diesem Forschungsprojekt betrachteten Gebäude entstanden in den Hochzeiten der Verwendung vieler heute als Schadstoff eingestufte Baumaterialien. Übersichtsartig wurde dargestellt, welche Schadstoffe aufgrund der Gebäudestruktur und Bauzeit in Büro- und Verwaltungsgebäuden zu erwarten sind. Daraus abgeleitet wurden Empfehlungen für Untersuchungen und Möglichkeiten im Umgang mit Gebäudeschadstoffen bei Erhaltungsmaßnahmen.

Als weitgehend in seiner materiellen Substanz erhaltenes Objekt wurde exemplarisch das Dorlandhaus in Berlin betrachtet: Durch Archivrecherche und Begehung vor Ort ergaben sich erste Hinweise auf potenziell verbaute Schadstoffe in der Bausubstanz. Dazu zählen:

- Feuerbeständige Ummantelung der Stahlstützen (Hinweise auf Asbest / KMF)
- Dämmmatten im Fußbodenaufbau der Bürobereiche (Hinweise auf KMF)
- Dämmplatten und Isolierung im Fußbodenaufbau der Sanitärbereiche (Hinweise auf KMF / PAK)
- Dichtungen und Dampfsperren im Dachbereich (Hinweise auf PCB / Asbest / PAK)
- Wärmeisolierung hinter Stahlbetonwand (Hinweise auf KMF)
- Glaswolle in der Rigips-Decke im Turmaufbau 14.OG (Hinweise auf KMF)
- Wärmeisolierung im Fußbodenaufbau des KG und EG (Hinweise auf KMF)
- Asbestoluxplatten in der Fassadenkonstruktion (Hinweise auf Asbest)

Im Vorfeld von zukünftigen Umbau-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten sollten diese Bauteile und Baumaterialien durch sachverständige Gutachter geprüft, beprobt und ggf. laboranalytisch untersucht werden. Soweit keine baulichen Maßnahmen stattfinden, ist ein Großteil dieser potenziellen Schadstoffe im verbauten Zustand für die Nutzer des Gebäudes unbedenklich. Gesundheitliche Risiken könnten z.B. durch regelmäßige Raumluftmessungen und Staubuntersuchungen ausgeschlossen und überwacht werden.

Für Asbest, PCP (Pentachlorphenol) und PCB (Polychlorierte Biphenyle) geben die jeweiligen Richtlinien (siehe Anlagen) genaue Aussagen, ab welchem Wert Maßnahmen getroffen werden müssen. Bei Anwesenheit von schwachgebundenem Asbest, PCP: ab 1 mg / kg im Neustaub oder 5 mg / kg im Altstaub, PCB: ab 3000 ng / m³ in der Raumlucht. Für Formaldehyd empfiehlt das Bundesumweltamt Maßnahmen ab 0,12 mg / m³ in der Raumlucht, für PAK mit der Leitsubstanz Benzo(a)-Pyren (BaP) ab 10 mg / kg im Neustaub. Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) des Umweltbundesamts setzt „gesundheitsbezogene Richtwerte sowie hygienische Leitwerte fest, die eine gesundheitliche Beurteilung von Konzentrationen einer Chemikalie in der Innenraumlucht ermöglichen. Darüber hinaus leitet der AIR auch risikobezogene Leitwerte für ausgewählte krebserzeugende Chemikalien in der Innenraumlucht ab“.¹ Dabei ist für Bestandsgebäude aus den 1960er Jahren vor allem der Richtwert für PCP mit RW II = 1 µg / m³ in der Raumlucht interessant, der bei Überschreitung Handlungs-/ Sanierungsbedarf anzeigt. Ein Leitwert für Benzo(a)pyren (Leitsubstanz der PAK) wird aktuell vom AIR diskutiert,² ist aber noch nicht verabschiedet. Weitere Stoffe, für die hier Richtwerte genannt werden, treten vorwiegend im Neubau auf.

Gemäß DIN EN ISO 16000-32 wird zwischen folgenden Schadstoffursachen unterschieden:

- 1) primäre Schadstoffe in den Baumaterialien
- 2) sekundäre Schadstoffe, die durch Übertritte von Schadstoffen in andere Bauteile entstehen
- 3) nutzungs- und betriebsbedingte Schadstoffkontaminationen
- 4) mikrobielle Kontamination aufgrund von Feuchtigkeitsschäden
- 5) Einflüsse durch geogene oder anthropogene Quellen
- 6) biologisch bedingte Gefährdungen
- 7) vorübergehende Belastungen und Emissionen durch die Nutzung
- 8) in der Umgebung erzeugte Schadstoffe, die in das Gebäude durch Infiltration und Belüftung gelangen

(1) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#ausschuss-fur-innenraumrichtwerte-air> (abgerufen 31.05.2023)

(2) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/dokumente/2021_article_vorlaeufigerleitwertfuerbenzoapyren.pdf

Nicht nur die im Zuge der Erstellung des Gebäudes eingebrachten Schadstoffe aus Baumaterialien oder Bauteilen können zu einer gesundheitlichen Gefährdung der Nutzer führen, sondern auch nachträglich eingebrachte, nutzungsbedingte oder durch äußere Umwelteinflüsse auftretende Belastungen.

Im Zuge von Gebäudeschadstoffuntersuchungen werden zwei grundsätzliche Herangehensweisen entsprechend der Fragestellung an den Gutachter unterschieden:

Gibt es Verdachtsmomente und / oder gesundheitliche Beschwerden (ohne aktuell anstehende Instandhaltung- oder Sanierungsarbeiten)? Im Zentrum stehen hier die im Gebäudebestand vorhandenen Schadstoffe, welche von den Nutzern vor allem über den Aufenthalt im Gebäude und damit die Raumluft aufgenommen werden. Oder sind Sanierungs-, Instandhaltungs- und / oder Abbruch- und Umbauarbeiten (sogenannte ASI-Arbeiten) geplant? Finden Arbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen statt, ist mit einer erhöhten Freisetzung von Schadstoffen zu rechnen als unter normalen Nutzungsbedingungen. Durch die Arbeiten an potenziell belasteten Bauteilen treten erst Kontaminationen auf. Stehen Umbau-, Sanierungs- oder Instandsetzungsarbeiten an, ist, neben den Nutzern, auch der Schutz der am Bau Beteiligten sowie Fragen des Umweltschutzes und der Entsorgung zu beachten. Im Rahmen dieser Untersuchung stand letztere Betrachtung im Vordergrund.

Allein das Wissen um Schadstoffe im Gebäude sollte nicht grundsätzlich den Abbruch oder Teilabbruch zu Folge haben. Ein Großteil der verbauten Schadstoffe werden gerade erst dann gesundheitlich relevant, wenn sie ausgebaut werden. Der Ausbau von schadstoffbelasteten Bauteilen stellt nicht nur ein Risiko für der Nutzer, der Umwelt und vor allem auch der am Bau Beteiligten dar, die ausgebauten Materialien müssen entsorgt und deponiert werden. Die Menge an Schadstoffen, die aktuell noch im Baubestand schlummert, stellt auch die Entsorgungskette vor immense Herausforderungen, da Deponien schon heute knapp sind.

Literatur

Plärrer Hochhaus, Nürnberg
Hart, Franz: Skelettbauten. München, 1956. S. 35, Tafel 7.
DBZ; Mittag, Martin: Architekturdetails, 1959. S. 59.
Hillmann, Roman: Die Erste Nachkriegsmoderne: Ästhetik und Wahrnehmung der westdeutschen Architektur 1945-63. Petersberg, 2011. S. 269ff.
Schulze in Durth/Gutschov: Architektur und Städtebau der fünfziger Jahre. Bonn, 1990, S. 170ff.
N-ERGIE Aktiengesellschaft: Kernsanierung Plärrer-Hochhaus (PDF-Broschüre). Online: <https://www.n-ergie-immobilien.de> (25.01.2021)
Forster Profilsysteme AG: Plärrer-Hochhaus. Online: <https://www.forster-profile.ch/de-de/referenzen/productReference/plaer-rer-hochhaus.html> (26.04.2021)

Commerzbank-Hochhaus, Düsseldorf
Schneider-Esleben, P.: Verwaltungshochhaus der Commerzbank, Düsseldorf. In: Bauen+Wohnen, 17 (1963), 8: Büro- und Verwaltungsbauten, S. 344-347.
Schaal, Rolf: Vorhangwände. Typen Konstruktion Gestaltung. München, 1961, S. 213ff.
Interview mit Dr. Fritz Gartner, Gundelfingen an der Donau, 27.05.2021.
Sulzer, Peter (Hg.): Jean Prouvé: Meister der Metallumformung. Arcus 15. Köln, 1991.
bba-online: Umnutzung – Commerzbank-Hochhaus wird Hotel, Online: <https://www.bba-online.de/news/commerzbank-hochhaus-wird-hotel-umnutzung/#slider-intro-1> (24.08.2021)
Kalender Firma Josef Gartner GmbH, Gundelfingen a. d. Donau 2020, 25. Mai – 14. Juni.

Schweizer National / National-Hochhaus, Frankfurt am Main
s.n.: Nationalhaus in Frankfurt/Main. In: Baumeister, 62 (1965), S. 25-28.
Braun, Michael/ Welzbacher, Christian (Hg.): Nachkriegsmoderne in Deutschland. Eine Epoche weiterdenken. Basel, 2009, S. 13.
Interview mit Dr. Fritz Gartner, Gundelfingen an der Donau, 27.05.2021.
Telefonisches Interview mit Herrn Marquardt, München, 10.05.2021.
Schott, Karlotto: Nur mit Feingefühl. In: Deutsches IngenieurBlatt, 04 (2012), S. 18-24.

(VW-)Hahn-Hochhaus, Stuttgart
s.n.: Hahn-Hochhaus, Stuttgart. In: Deutsche Bauzeitung, 100 (1966), 4: Büro- und Geschäftshäuser, S. 263-267, 282.
Hoffmann, Kurt/ Griese, Helga/ Meyer-Bohe, Walter: Fassaden. Die Bauelemente Band V. Stuttgart, 1973, S. 7,20.
s.n.: In die Jahre gekommen. In: Deutsche Bauzeitung, 132 (1998), 3: Büro, S. 104-108.

Haus der Werbung / „Dorland-Haus“, Berlin
s.n.: Haus der Werbung. In: Hochtief Nachrichten, 41 (1968), S. 2-6.
Peters, Paulhans (Hg.): e+p Verwaltungsbauten. Band 10. München, 1973, S.110.
Hillmann, Roman: Die Erste Nachkriegsmoderne: Ästhetik und Wahrnehmung der westdeutschen Architektur 1945-63. Petersberg, 2011. S. 243.
Hoffmann, Kurt/ Griese, Helga/ Meyer-Bohe, Walter: Fassaden. Die Bauelemente Band V. Stuttgart, 1973, S. 130.

6.3 Klima und Akustik

Die hier untersuchten Hochhäuser repräsentieren Gebäude einer bestimmten Typologie hinsichtlich Nutzung und Bauform, die bezüglich der zur Verfügung stehenden Technologien und konstruktiven Möglichkeiten während der Bauzeit auf der Höhe ihrer Zeit waren. Die bis dahin noch recht einfach gehaltenen normativen Vorgaben aus dem Bereich der Bauphysik wurden eingehalten und teilweise bis zur technisch machbaren Grenze ausgereizt. Feuchteschutz, Wärmeschutz, Schallschutz und Belichtung werden im Folgenden in Bezug auf die damaligen Notwendigkeiten untersucht und vor dem Hintergrund aktueller Kenntnisse mit Fokus auf der Gebäudehülle bewertet. Zur Dokumentation werden in diesem Teil exemplarische Beispiele herangezogen, die vollständigen Ergebnisse befinden sich im Appendix.

Im Rahmen bauphysikalischer Untersuchungen zu vorhandenen oder zu modernisierenden Gebäuden werden üblicherweise die Bereiche Akustik, natürliche Beleuchtung, Wärme- und Feuchteschutz mit zugehörigen Aspekten zum Innenraumklima sowie das energetische Verhalten betrachtet. Eine Sonderrolle nimmt der Brandschutz ein, der zwar im Allgemeinen ebenso zur Bauphysik gezählt wird, aber häufig eher im Zusammenhang mit baukonstruktiven oder baulichen Anforderungen wie der Brennbarkeit von Materialien oder der Ausbildung von Fluchtwegen gelöst wird. Da vielfach lokale Bauvorschriften existieren und insbesondere bei Umbaumaßnahmen von denkmalgeschützten Gebäuden häufig Kompensationsregelungen mit zuständigen Behörden erarbeitet werden, entstehen hierbei Lösungen, die nicht einfach auf andere Bauwerke übertragen werden können. Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchungen zu denkmalgeschützten Hochhäusern der 1950er und 1960er Jahre werden daher die bauphysikalischen Schwerpunkte auf den Feuchte- und Wärmeschutz mit Auswirkungen auf das Innenraumklima, die Versorgung mit natürlichem Licht sowie auf die Anforderungen zum Schallschutz gelegt. Dabei kann auch von einer Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf ähnliche Objekte ausgegangen werden. Dennoch unterscheiden sich die Gebäude mit ihren Konstruktionen und Bauweisen im Detail so sehr, dass zugehörige Analysen gebäudespezifisch durchgeführt wurden.

Im Laufe der Jahre seit Gründung der Bundesrepublik 1949 wandelten sich die wesentlichen bauphysikalischen Anforderungen an Gebäude. Zunächst wurde großer Wert auf einfach zu erreichende Ziele gelegt, die gerade noch ein gewisses Maß an Schadensfreiheit oder einen noch akzeptablen Komfort versprachen. Feuchteschutz und Wärmeschutz bilden dabei einen zusammengehörigen thematischen Kontext, da beispielsweise zu niedrige Innenoberflächentemperaturen an Wärmebrücken neben einem erhöhten Energieverlust im Winter (Wärmeschutz) auch die Gefahr von Schimmelbildung oder Tauwasserbildung (Feuchteschutz) mit sich bringen.

6.3.1 Feuchteschutz

Exemplarisch seien Anforderungen an wasserabweisende Außenputze genannt, deren Einsatz mögliche Feuchteschäden durch Schlagregenbeanspruchung recht zuverlässig verhindert, wobei gleichzeitig Trocknungsvorgänge nicht zu sehr behindert werden. Solche Erkenntnisse besitzen heute noch Gültigkeit [1] und wurden wie in der ursprünglichen Untersuchung ermittelt, in normativer Art übernommen [2], siehe Abbildung 1.

Ähnliches gilt für die Schadensfreiheit bei Wärmebrücken, mit Anforderungen an einen innenseitigen Temperaturfaktor f_{Rsi} , der größer als 0,70 sein muss [2]. Auch dieser Wert verspricht bei den meisten typischen Wohn-Nutzungen die Abwesenheit von Schimmelbildung an der Innenseite und wurde in Abstimmung zu den Anforderungen an wasserabweisende Putze entwickelt. Damit wurden bereits recht früh Rahmenbedingungen für den Feuchteschutz mit Schwerpunkt Wohnungsbau festgeschrieben. Dennoch wird in den folgenden Untersuchungen hierauf genauer eingegangen, da gerade bei den Nutzungen der Hochhäuser selten 20 °C und 50% relative Feuchte innenseitig als Standard herangezogen werden können. Für Büronutzungen entstehen üblicherweise bedeutend geringere relative Feuchten bei ähnlichem Temperaturniveau, da deutlich weniger Feuchtequellen wie Duschen, Kochen etc. vorhanden sind. Somit kann auch bei ungünstig ausgebil-

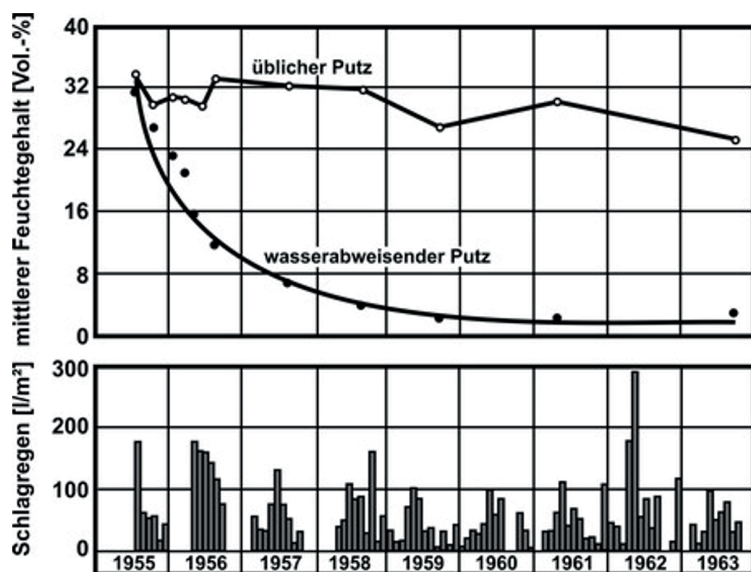


Abb. 1: Untersuchungen zu wasserabweisenden Putzen [1]

deten Wärmebrücken Schadensfreiheit entstehen. Dies ist zudem in erheblichem Maße vom Lüftungsverhalten, bzw. der Undichtheit der Fenster (Infiltrationsluftwechsel) abhängig. Abbildung 2 und Tabelle 1 zeigen, bei welchen durchschnittlichen Innenbedingungen 80 % relative Feuchte an kalten Oberflächen entstehen, die meist durch Wärmebrücken verursacht werden. Zudem wird angegeben, wann Tauwasser ausfällt (100 % relative Feuchte), da an Metalloberflächen nicht notwendigerweise Schimmel entsteht.

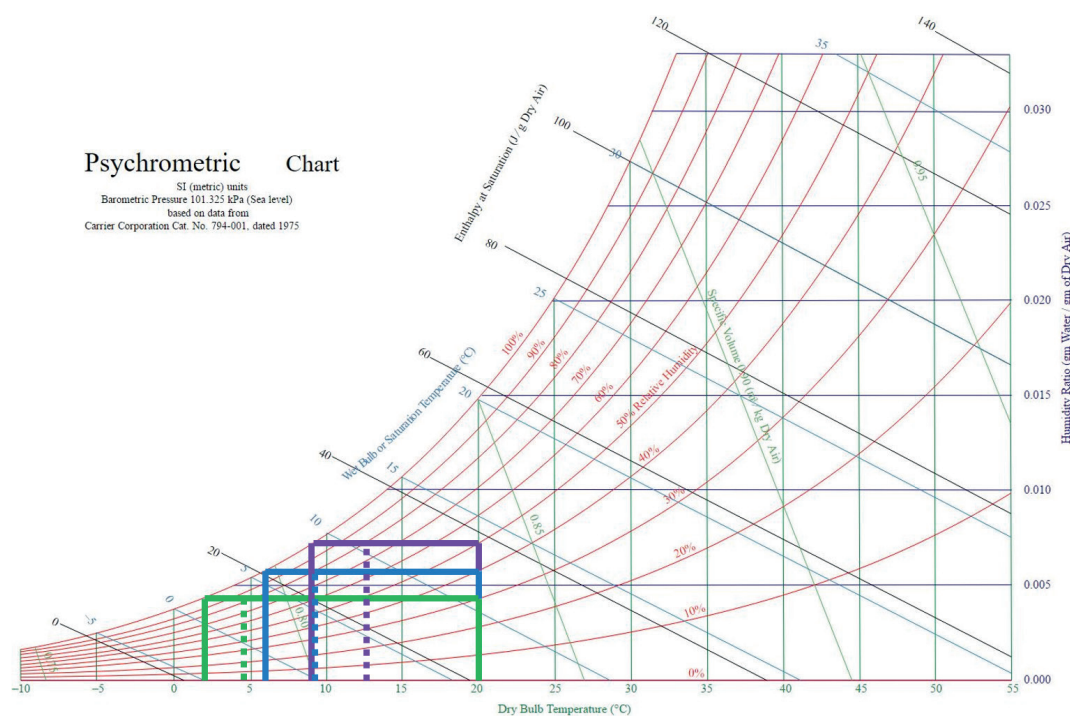


Abb. 2: Durchschnittliche Voraussetzungen für Tauwasserbildung (durchgezogene Linien) - und Schimmelbildung (gepunktete Linien) an kalten Oberflächen für 20%/50% (lila), 20%/40% (blau), 20%/30% (grün) nach [3].

Tabelle 1: Durchschnittliche Voraussetzungen für Tauwasserbildung - und Schimmelbildung an kalten Oberflächen

Innen	20 °C Lufttemperatur 50 % rel. Feuchte (lila in Abb. 2)	20 °C Lufttemperatur 40 % rel. Feuchte (blau in Abb. 2)	20 °C Lufttemperatur 30 % rel. Feuchte (grün in Abb. 2)
Tauwasserbildung rel. F. 100% ab	8,5 °C	6,0 °C	1,9 °C
Schimmelbildung an geeigneten Oberflächen rel. F. 80% ab	12,6 °C	8,7 °C	4,3 °C

Als weiterer Aspekt zur Schadensfreiheit im Sinne des Feuchteschutzes müssen die Anforderungen in Bezug auf den Tauwasserschutz auf der Basis des Diffusionsverhaltens genannt werden. Hier existiert ebenfalls ein bewährtes einfaches Berechnungsverfahren nach Glaser, das auch weiterhin für normative Nachweise herangezogen wird [2]. Ähnlich wie oben gezeigt, wird hierbei auch von Innenrandbedingungen in der Tauperiode von 20 °C und 50 % ausgegangen, wobei für Büronutzungen niedrigere relative und absolute Feuchten angenommen werden können. Inzwischen existieren jedoch aufwändige numerische Verfahren, die zur Berechnung zugelassen sind, mittels derer feuchtetechnische Schadensfreiheit nachgewiesen werden kann (siehe u.a. [4]).

Wärmebrückenberechnungen zur oben genannten Thematik können insbesondere dann sehr anschauliche Ergebnisse liefern, wenn eine im Winter zu erwartende Oberflächenfeuchte farblich dargestellt wird. In den Beispielen mit Berechnungen für den Originalzustand wird gezeigt, welchen Einfluss niedrige relative Feuchten im Inneren von 30 % im Vergleich zu 40 % und 50 % haben. Die relativen Feuchten von 30 % sind für Büronutzungen ohne Befeuchtung der Innenluft realistisch, sie repräsentieren in guter Näherung die bauzeitlichen Innenrandbedingungen. Während beim Hahn-Hochhaus in Stuttgart trotzdem von Tauwasserausfall (rote Bereiche) auszugehen ist, ist das beim Dorlandhaus in Berlin nicht der Fall (Abb. 3 und 4). Als Grund kann angenommen werden, dass die etwas größeren Profile mit etwas größeren Hohlkammern bereits eine ausreichende Verbesserung beim Feuchteschutz bewirkten.

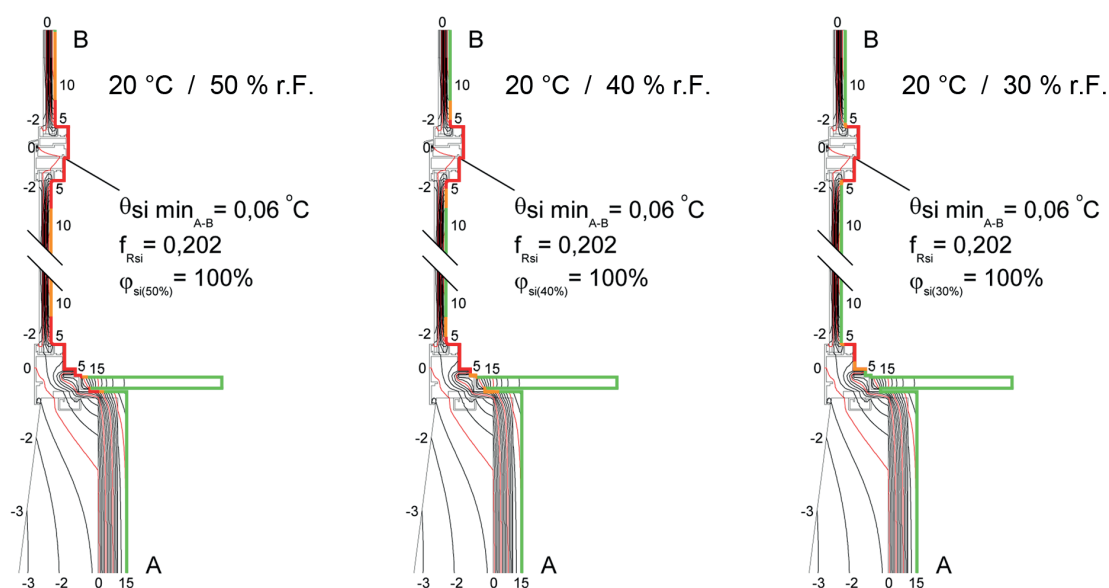


Abb. 3: Wärmebrückenberechnungen bei -5 °C Außentemperatur für das Hahn-Hochhaus in Stuttgart. Tauwasserausfall = rot, über 80 % r.F. = orange, kleiner 80 % r.F. = grün.

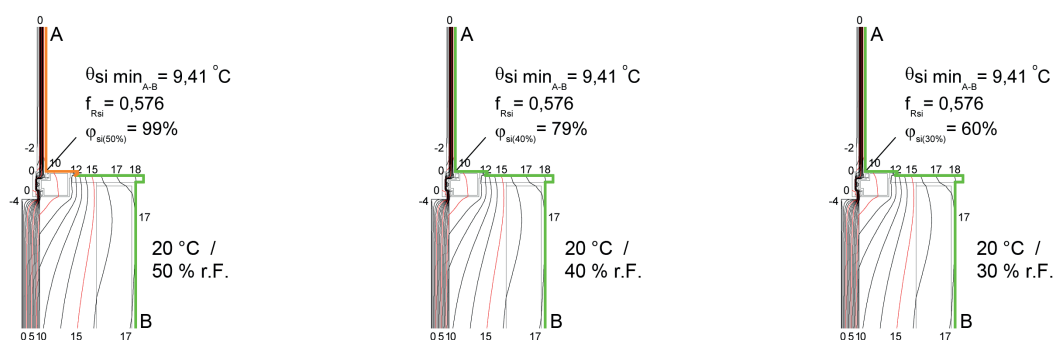


Abb. 4: Wärmebrückenberechnungen bei -5 °C Außentemperatur für das Dorlandhochhaus, Berlin. Tauwasserausfall = rot, über 80 % r.F. = orange, kleiner 80 % r.F. = grün.

6.3.2 Wärmeschutz

Die wichtigsten heutigen normativen Vorgaben stammen aus der DIN 4108, deren Ausgabe aus dem Jahr 1952 [5] bereits Angaben zu Wärmedurchlasswiderständen für Bauteile in Abhängigkeit verschiedener Wärmedämmgebiete beinhaltet (Abb. 5).



Bauteil	Wärmedurchlasswiderstand (Wärmedämmwert) $1/\Delta$ [$\text{m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$]			Bemerkung
	I	II	III	
Außenwände	0,45	0,55	0,65	an jeder Stelle
Wohnungstrennwände und Treppenhauswände	0,30	0,30	0,40	an jeder Stelle
		0,55		im Mittel
Wohnungstrenndecken und Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen		0,40		an der ungünstigsten Stelle (Wärmebrücke)
		0,75		im Mittel
Kellerdecken		0,50		an der ungünstigsten Stelle (Wärmebrücke)
	1,50	1,75	2,00	im Mittel
Decken über offenen Durchfahrten und dergleichen	1,10	1,30	1,50	an der ungünstigsten Stelle (Wärmebrücke)
	0,65	0,65	0,65	im Mittel
Steil- und Flachdächer, Decken unter Terrassen	0,45	0,55	0,65	an der ungünstigsten Stelle (Wärmebrücke)

Abb. 5: Wärmedämmgebiete I, II und III gemäß DIN 4108:1952-07

Zur besseren Vergleichbarkeit zeigt Tabelle 2 zugehörige U-Werte für wesentliche Bauteile unter Einbeziehung der zugehörigen Wärmeübergangskoeffizienten R_{si} und R_{se} in der international üblichen SI-Einheit $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. In der Originalversion wurden Wärmedurchlasswiderstände in $(\text{m}^2 \text{h}^\circ/\text{kcal})$ noch ohne die Übergangswiderstände angegeben.

Tabelle 2: Anforderungen an die Wärmedurchlasswiderstände 1952 mit Angabe zu einzuhaltenden U-Werten auch an den ungünstigsten Stellen (Wärmebrücken)

DIN 4108:1952-07	U-Werte mit zugehörigen R_{si} , R_{se} U [W/m ² K]			
	I	II	III	
Wärmedämmgebiet				
Außenwände	1,8	1,6	1,4	
Wohnungstrennwände und Treppenhauswände	1,9	1,9	1,7	
Wohnungstrenndecken und Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen		1,6		im Mittel
		2,1		Wärmebrücke
Kellerdecken		1,2		im Mittel
		1,6		Wärmebrücke
Decken über offenen Durchfahrten und dergleichen	0,67	0,58	0,52	im Mittel
	0,87	0,75	0,67	Wärmebrücke
Steil- und Flachdächer, Decken unter Terrassen	1,4	1,4	1,4	im Mittel
	1,9	1,6	1,4	Wärmebrücke

Darüber hinaus wurden in der DIN 4108 von 1952 Angaben zu Fenstern gemacht. Im Wärmedämmgebiet III waren Zwei-Scheibenverglasungen vorgeschrieben, im Gebiet II wurden sie als allgemein üblich bezeichnet und in Gebiet I nur empfohlen. Berechnungen oder Vorgaben zu Wärmebrücken hinsichtlich der heute üblichen Ψ_e -Werte, also den außenmaßbezogenen linienförmigen Wärmebrückenverlustkoeffizienten (angegeben in W/mK), wurden nicht gemacht, jedoch Mindestwerte zu flächigen Bauteilen in der Nähe dieser Wärmebrücken angegeben. Dies kann durchaus als Grund für unmittelbare konstruktive Lösungen der beschriebenen Hochhäuser angesehen werden. Während bei Lochfassaden wie im Plärrerhochhaus in Nürnberg übliche Zwei-Scheibenverglasungen als Verbundfenster mit Holzrahmen Verwendung fanden, wurden sonst schon in vorgehängten Metallfassaden erste Isolierverglasungen mit relativ geringem Scheibenzwischenraum verwendet, wie sie heute noch üblich sind. Die heutigen Fassaden bieten jedoch durch verbesserte Rahmenprofile, low- ϵ -Beschichtungen und gegebenenfalls existierende Füllungen des Scheibenzwischenraums mit Edelgasen einen deutlich besseren Wärmeschutz. Zur groben Beurteilung kann man bei den Zwei-Scheibenverglasungen in etwa von einem U-Wert von 3,0 W/m²K ausgehen, während moderne Zwei- und Dreifach-Wärmeschutzverglasungen in etwa U-Werte von 1,3 W/m²K bis 0,7 W/m²K (oder sogar besser) erreichen [8]. Dabei spielen allerdings sowohl die konkrete Ausführung der Fensterrahmen als auch die gesamte Tragstruktur der Fassade, die beispielsweise als Pfosten-Riegel-Konstruktion erfolgte, eine wesentliche Rolle. Die angegebenen Kennwerte gelten im Prinzip nur für Einzelfenster in Lochfassaden, bei denen die Fensterfläche und der Rahmen zusammen als Einheit einen energetischen Kennwert für den U-Wert des gesamten Fensters erhalten. Wenn jedoch vorgehängte Fassaden eingesetzt wurden, kann keine Abschätzung mehr zu den U-Werten vorgenommen werden, da dies in erheblichem Maß von den verwendeten Profilen und konkreten Anschlussdetails abhängt. Die hier betrachteten frühen Fassadenkonstruktionen weisen oftmals relativ ungünstige Wärmeschutzeigenschaften auf, was sich in den zugehörigen Ψ_e -Werten hinsichtlich der längenbezogenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten widerspiegelt. Als Abschätzung nach Berechnungen ergeben sich hieraus beispielsweise Wärmebrückenverlustkoeffizienten ΔU_{WB} von bis zu 0,35 W/m²K mit weiteren energetisch ungünstigen Anschlussdetails – heute sind ΔU_{WB} von eher 0,05 W/m²K oder auch niedrigeren Werten üblich [8].

Aufwand und Nutzen energetischer Modernisierungen dieser Gebäude hängen jedoch nicht nur von der Qualität des Wärmeschutzes der Fassaden ab, sondern müssen auch immer vor dem Hintergrund der jeweiligen Nutzung, zugehöriger interner Wärmequellen und realer Energieverbräuche betrachtet werden. Wie bei anderen Gebäuden zeigt sich, dass das Verhältnis von der Oberfläche der thermischen Hülle zum Volumen einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch pro Quadratmeter Nutzfläche hat und genau hier besitzen große Strukturen wie die untersuchten Hochhäuser Vorteile. Daher lassen sich keine einfachen pauschalen

Empfehlungen zu Art und Umfang wärmetechnischer Modernisierungen und den entsprechend zu erwartenden Effekten ausschließlich auf der Angabe von U-Werten und ΔU_{WB} machen. Beide Größen werden mit zugehörigen Flächenanteilen häufig zusammengefasst unter H'T womit eine Kenngröße für die energetische Qualität der Gebäudehülle entsteht. Sie wird auch bei Energieausweisen als Nebenanforderung verwendet. Hier erreichen die untersuchten Hochhäuser die Anforderungen an Neubauten nicht. Vielmehr müssen jeweils detaillierte Analysen erfolgen und nutzerspezifische Konzepte erarbeitet werden. Da statische Verfahren zur Berechnung des Energiebedarfs keine ausreichende Genauigkeit bieten [9, 10], erfolgte dies im Rahmen dieses Projekts anhand von möglichst exakten thermischen Simulationen. Erst diese Ergebnisse erlauben in Kombination mit der eingesetzten Anlagentechnik eine Einordnung, ob der Wärmeschutz im Winter weiterhin akzeptabel ist.

Der sommerliche Wärmeschutz kann relativ einfach mittels des Verfahrens in DIN 4108-2:2013-02 [11] für so genannte kritische Räume überprüft werden. Messergebnisse und thermische Simulationen sind jedoch aussagekräftiger und liefern detailliertere Ergebnisse, die in nachfolgenden Teilen präsentiert werden. Sobald geeignete Verschattungseinrichtungen außen oder im Scheibenzwischenraum vorhanden sind, entstehen üblicherweise auch im Originalzustand keine zu hohen Überhitzungen während der Nutzungszeit. Dies hängt im Einzelfall aber stark vom Lüftungsverhalten (nachts), den beschriebenen Verschattungseinrichtungen und der Anlagentechnik ab, so dass keine pauschale Aussage für die untersuchten Gebäude getroffen werden kann.

6.3.3 Schallschutz

Ähnlich wie bei den vorangegangenen Anforderungen existierten auch bereits sehr früh Anforderungen an den Schallschutz, die zum Teil direkt aus älteren DIN-Normen, u.a. DIN 4109 aus dem Jahr 1944 [12], übernommen wurden. Ende der 1950er-, Anfang der 1960er-Jahre wurden die noch heute üblichen Bewertungskurven für Luftschall- und Trittschallschutz eingeführt, z.B. DIN 4109-2 von 1962 [13]. Insbesondere die bis dahin weitverbreiteten Deckenaufbauten mit Verbundestrichen wurden infolgedessen durch Konstruktionen ersetzt, bei denen der Estrich durch eine Trittschalldämmebene entkoppelt ist. Die Anforderungen an getrennte Arbeitsbereiche orientierte man daraufhin an Trennwänden und Geschossdecken im Wohnungsbau, was dauerhaft in einem verbesserten Luftschallschutz mündete. Ähnlich verlief die Entwicklung in Bezug auf die erhöhten Anforderungen hinsichtlich Trittschallschutz (Tab. 3, 4) [14], wobei der Stand der Technik nicht ausschließlich aus DIN-Normen sondern z.B. auch VDI-Richtlinien abgeleitet wird [15].

Tabelle 3: Erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß R'_w bei Trennwänden zwischen Arbeitsräumen nach (DIN 4109, 1944; DIN 4109-1, 2016) und (DIN 4109 Beiblatt, 1952)

DIN Norm	Bauteil		erforderliches R'_w	
			Empfehlungen für normalen Schallschutz	Empfehlungen für erhöhten Schallschutz
4109 (1952)			35 – 40 dB	–
4109 (2016) Beiblatt 2	Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich	Trennwände zwischen fremden Arbeitsräumen	≥ 53 dB	≥ 55 dB
	Schallübertragung aus einem eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich – Büro- und Verwaltungsgebäude	Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit	37 dB	≥ 42 dB
	Wände von Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeit oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten, z.B. zwischen Direktions- und Vorzimmer		45 dB	≥ 52 dB

Tabelle 4: Erforderliche Norm-Trittschallpegel bei Decken zwischen Arbeitsräumen nach (DIN 4109-1, 1962, 2016)

DIN Norm	Bauteil		erforderliches $R'_{n,w}$	
			Empfehlungen für normalen Schallschutz	Empfehlungen für erhöhten Schallschutz
4109 (1962)			≤ 63 dB	–
4109 (2016) Beiblatt 2	Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich	Wohnungstrenndecken (auch -treppen) und Decken zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	≤ 53 dB	≤ 46 dB
	Schallübertragung aus einem eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich – Büro- und Verwaltungsgebäude	Decken, Treppen, Decken von Fluren und Treppenraumwände	53 dB	≤ 46 dB

Die bauzeitlichen Konstruktionen können im Einzelfall messtechnisch überprüft und bewertet werden, was leider im Rahmen dieses Projektes aufgrund von Nutzerbeschränkungen nicht möglich war. Zusammenfassend kann hier beschrieben werden, dass die massiven Trennwände meist einen durchaus geeigneten Schallschutz aufweisen oder sich dieser durch eine ergänzende Schicht ausreichend verbessern lässt. Außerdem sind Pufferzonen durch die (oft schon vorhandene) Struktur der Grundrissgestaltung möglich, wodurch Arbeitsbereiche schalltechnisch gut getrennt werden. Beim Trittschallschutz ist eine Verbesserung hingegen nicht so einfach möglich. Verbundestriche, die direkt auf die Stahlbeton- oder Rippendecken aufgebracht wurden, waren zur Bauzeit preisgünstige Konstruktionen. Einigermaßen kostengünstig können diese jedoch nur bedingt verbessert werden, indem man z.B. auf dem Estrich einen akustisch getrennten Belag aufbringt oder abgehängte Deckenkonstruktionen mit Schallabsorbern anbringt. Diese Maßnahmen sind bei eher höherfrequenten Schallereignissen wirksam, tieffrequente Schallereignisse und Körperschallübertragung lassen sich dadurch aber nur bedingt verbessern. So ist das Nutzerverhalten mit gegenseitiger Rücksichtnahme bei idealerweise überwiegend leisen Bedingungen von großer Bedeutung.

6.3.4 Belichtung

Schon lange fordern viele Landesbauordnungen für Aufenthaltsräume, dass die Fensterfläche mindestens ein Achtel der Grundfläche eines Raums betragen muss, um eine ausreichende Belichtung mit Tageslicht zu gewährleisten. Bereits 1959 wurde die DIN 5034 überarbeitet und die wesentlichen Grundsätze zur Versorgung von Räumen mit Tageslicht für Sehaufgaben an Arbeitsplätzen neu geregelt (Abb. 6) [16].

Von Bedeutung ist der Punkt P in 1 m Höhe mit Abstand t_p vom Fenster. Die Dimensionen des Raumes werden mit b , t und h angegeben, Maße und Winkel zur Beschreibung der benachbarten Verbauung mit Index v . In dieser Norm wird eine auch heute noch nachvollziehbare und durchaus realistische Anforderung in Bezug auf verschiedene Sehaufgaben an Arbeitsplätze gestellt. Hierbei wird je nach Art der Ansprüche an die Beleuchtung der erforderliche Tageslichtquotient D als Verhältnis der Beleuchtungsstärke im Innenraum zur Beleuchtungsstärke außen festgelegt. Bei einer mittleren äußeren Beleuchtungsstärke im Außenraum bei bedecktem Himmel von ca. 20000 Lux ergeben sich die in Tabelle 5 dargestellten Werte für verschiedene Sehaufgaben.

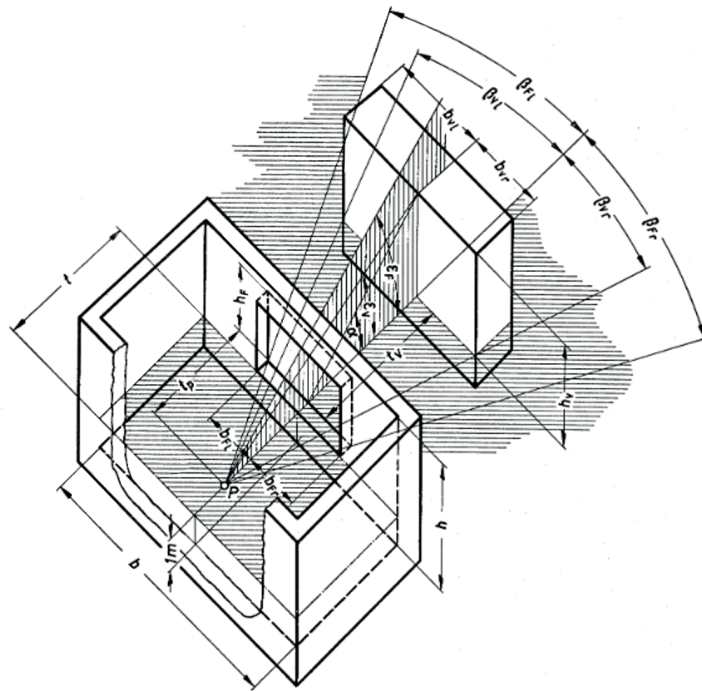


Abb. 6: Übersicht wesentlicher Kenngrößen zur Ermittlung des Tageslichtquotienten an einem definierten Messpunkt P [16].

Tabelle 5: DIN 5304:1959 Mindestwerte des Tageslichtquotienten D und zugehörige Beleuchtungsstärke bei 20000 Lux außen

Art der Ansprüche an die Beleuchtung	Tageslichtquotient D [%]	Beleuchtungsstärke bei bedecktem Himmel [lx]
gering	1	200
mäßig	2	400
hoch	5	1000
sehr hoch	10	2000

Als Grundlage für heutige Bewertungen wird für Sehaufgaben am Arbeitsplatz in einem Büro üblicherweise ein Wert von 500 lx verwendet, was durch großzügige Fensterflächen auch bei den untersuchten Hochhäusern schon zur Bauzeit in den allermeisten Fällen auch bei bedecktem Himmel gegeben war und damals eher mit einem mäßigen Anspruch an die Sehaufgabe beschrieben wurde. Dies gilt für den Bereich, an dem die Hauptsehaufgabe tatsächlich stattfindet, üblicherweise also direkt auf den Schreibtischen mit einer Bezugshöhe von inzwischen 0,85 m. Zudem wird in den heute relevanten Normen DIN EN 17037 [17] und DIN EN 12464 [18] angegeben, dass Räume als ausreichend mit Tageslicht versorgt gelten, wenn die Ziel-Beleuchtungsstärken für mindestens die Hälfte der Tageslichtstunden erreicht werden. Wie auch schon in vorangegangenen bereits erwähnten Normen (u.a. DIN 5034:1959) und in der Arbeitsstättenregel ASR A3.4, 2011 [19] ist dabei der sogenannte Tageslichtquotient D wesentlich. Diese einfach zu ermittelnde Kenngröße gibt das Verhältnis der Beleuchtungsstärke außen zur Beleuchtungsstärke innen wieder. Zunächst wurde das Tageslichtangebot bei bedecktem Himmel von einheitlich 20000 lx angesetzt, wohingegen heute ein Tageslichtangebot als Median der Stunden mit Tageslicht für ganz Deutschland von 13900 lx Verwendung findet. Des Weiteren wurden in den heutigen Normen für verschiedene Sehaufgaben Anforderungen an die Beleuchtungsstärke mit Mindest-Tageslichtquotienten entwickelt, die in Tabelle 6 angegeben sind [20].

Tabelle 6: DIN EN 17037:2022 und DIN EN 12464:2021 mit erforderlichen Tageslichtquotienten und zugehörigen Beleuchtungsstärken innen bei 13900 Lux außen.

DIN EN 17037:2022 DIN EN 12464:2021	Median Beleuchtungsstärke E [lx]	
Deutschland, Berlin	13900 (außen)	
Sehaufgabe	D [%]	ET (Tageslicht) [lx]
sehr gering	0,7	100
gering	2,2	300
mittel	3,6	500
hoch	5,4	750

Weitere Anforderungen an die Lichtfarbe und vor allem auch an die Vermeidung von Blendung existieren inzwischen zusätzlich. Letztere spielt insbesondere bei modernen Bildschirmarbeitsplätzen eine wichtige Rolle – dennoch lässt sich Blendung relativ einfach durch Jalousien oder ähnliche Vorrichtungen vermeiden.

Abb. 7 zeigt exemplarische Tageslichtsimulationen mit Angaben zum Tageslichtquotienten D für das Dorland-Haus, das als typischer Vertreter der vorgestellten Typologie der Hochhäuser der 50er und 60er Jahre dient und über typische lange Fensterbänder belichtet wird. Auffallend ist, dass bis zu Raumtiefen von etwa 4 m noch akzeptable Belichtungssituationen vorherrschen. Die großzügigen Fensterbänder der meisten untersuchten Hochhäuser generieren fast durchgängig eine gute Versorgung mit Tageslicht.

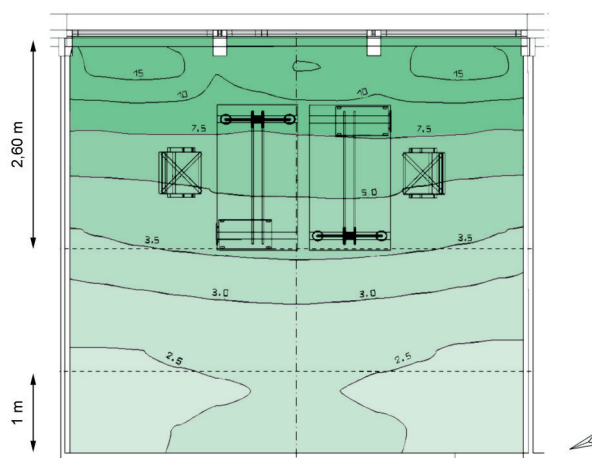


Abb. 7: Tageslichtsimulation mit Isolinien (= Linien mit gleichen Werten für D an jedem Punkt) für den Tageslichtquotienten mit $D \geq 3,6 \%$ für die Arbeitsplatz-Bereiche, Dorland-Haus, Berlin.

Literatur

1 Künzel, H. (1986) Der Regenschutz von Außenwänden. In: Mauerwerk-Kalender 1986, S. 735-751

2 DIN 4108-3 (2018) Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

3 Psychometric Chart, <https://isaacscienceblog.com/2017/11/20/psychrometric-charts/>

4 WUFI (2022) Wärme- und Feuchte instationär – Was ist WUFI? Abgerufen am 24.1.2022. <https://wufi.de/de/software/was-ist-wufi/>

5 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4108 (1952) Wärmeschutz im Hochbau. Juli 1952

6 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4108 (1969) Wärmeschutz im Hochbau

7 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4108 (1981) Wärmeschutz im Hochbau Teile 1 bis 5

8 Deutsche Energie-Agentur GmbH, Energieeffizienz im Gebäudebereich, dena. Energetische Bewertung von Bestandsgebäuden – Arbeitshilfe für die Ausstellung von Energiepässen. 2014

9 Hörner, Michael; Jedek, Christoph; Cischinsky, Holger: Die Diskrepanz zwischen Energiebedarf und -verbrauch bei Nichtwohngebäuden – ein empirischer Ansatz. In: Bauphysik, 37(5)/2015, S. 284–295

10 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4108-3:2018-10. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

11 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4108-3:2013-2. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

12 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4109:1944-04. Richtlinien für den Schallschutz im Hochbau

13 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4109:1962-09. Schallschutz im Hochbau – Teil 2 Anforderungen

14 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 4109:2016-01. Schallschutz im Hochbau – Teil 1 Mindestanforderungen.

15 Verein Deutscher Ingenieure, VDI 4100:2012:10. Schallschutz im Hochbau, Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz

16 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 5034:1959-09 . Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht – Leitsätze

17 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 17037:2022-05. Tageslicht in Gebäuden

18 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 12464-1:2021-09. Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1 Arbeitsstätten in Innenräumen

19 Ausschuss für Arbeitsstätten – ASTA-Geschäftsführung – BAuA (2011). Technische Regeln für Arbeitsstätten – Beleuchtung – ASR A3.4.

20 Deutsches Institut für Normung, e.V., DIN 12464-1:2021-09. Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1 Arbeitsstätten in Innenräumen

6.4 Energie und Komfort

6.4.1 These 1 – Altbau (energetisch) umdenken: Von maximal möglich zu maximal nötig.

Etwa 60% des deutschlandweiten Abfalls lässt sich dem Bausektor zuordnen, wovon nur etwa 7% in neue Bauten kreislaufwirtschaftlich zurückkehren. Eine einzelne Person verbraucht demnach etwa 126t Bau-Material und Anlagentechnik im Wohnungsbau sowie 136t im Nichtwohnungsbau. Dazu kommt ein wachsender Trend des persönlichen Platz- und Energieverbrauchs. (BSBK, 2021) So verkündet die Bundesstiftung Baukultur: „Das Bauen muss vermehrt ohne Neubau auskommen. Priorität kommt der Sanierung und dem materiellen wie konstruktiven Weiterbauen des Bestehenden zu und nicht dessen leichtfertigem Abriss.“ (BSBK, 2021)

Neben der Erneuerung, Wiederherstellung oder Modernisierung eines Gebäudes verfolgt die energetische Sanierung das Ziel einen möglichst energieeffizienten Gebäudebestand zu schaffen. Durch zum Beispiel die Erneuerung der Fassade (Dämmung der Wände oder durch Austausch der Fenster, Wärmebrücken beheben, etc.) erzielt das Gebäude eine bessere Effizienz des Heiz- und Kühlenergie-Verbrauchs. Energetische Sanierungen fungieren dabei nach dem folgenden Prinzip:

$$(\text{Notwendiger}) \text{ Input} - (\text{Ungewollte}) \text{ Verluste} = (\text{Erwünschter}) \text{ Output}$$

Der Input beschreibt dabei die Primärenergie (oft Erdgas, Erdöl oder Verbrennungswärme) oder Ressourcen (z.B. Mineralien, Rohstoffe, Landnutzung, etc.), welche notwendig sind, um die erwünschte menschliche Behaglichkeit im Innenraum zu schaffen (den Output). Bei dieser Umwandlung von Input zu Output geht einige Energie 'verloren'. Darunter zählen sowohl die Umwandlungsverluste der Primärenergie (z.B. Erdgas) in Nutzenergie (z.B. Heizwärme) sowie Verluste im Bestand (z.B. Wärmeverluste durch Wärmebrücken oder schlechten Wärmedämmeigenschaften der Fassade).

Wenn ein Gebäude den erwünschten Output nicht mehr erreicht oder wir den dafür notwendigen Input als nicht proportional zum Output deklarieren, so gilt es bei der energetischen Sanierung, diese letzteren Verluste im Bestand zu minimieren um rückschließend den notwendigen Input minimieren zu können. Dabei hinterfragen wir jedoch selten, welche Anforderungen wir an den Output stellen. Während derzeit die Effizienz der eingesetzten Energie evaluiert wird, also wieviel der eingesetzten Energie kann dem erwünschten Output beitragen, wäre ein suffizienter Ansatz zu evaluieren, wieviel Output (Komfort) tatsächlich notwendig ist.

Dieser Ansatz verschiebt die Zielsetzung der energetischen Sanierung von der maximal möglichen Behaglichkeit (Effizienz) zu der Frage nach der maximal notwendigen Behaglichkeit (Suffizienz). Diese These lässt sich anhand des Dorlandhaus in Berlin in einer exemplarischen Analyse veranschaulichen.

Für die Analyse wurde das Gebäude in insgesamt 44 repräsentative Zonen unterteilt, welche die unterschiedlichen Fassadenausrichtungen, Nutzungen und Höhenlagen abbilden. Während das Gebäude beim Energieverbrauch ganzheitlich betrachtet wird, konzentriert sich die thermische Analyse nur auf die problematischste Zone. Diese befindet sich im dritten Obergeschoss an der Süd- Ecke des Gebäudes (Abb. 1).

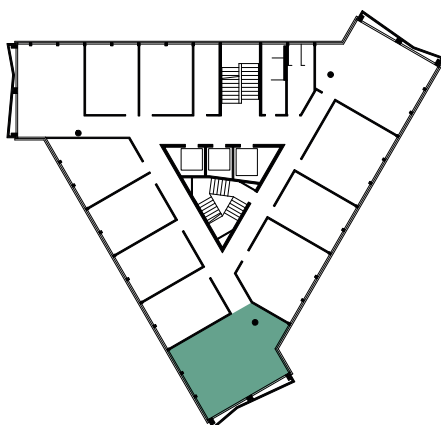


Abb. 1: Grundriss des 1.Obergeschosses. Am südlichsten Eck farblich markiert: Zone mit den meisten thermischen Unbehagen gemessen in Unter- und Übertemperaturgradstunden.

Aufgrund der starken solaren Erträge sowie internen Lasten lässt diese Zone die höchsten Raumtemperaturen zu. Alle Zonen eines Regelstockwerks wurden in vier verschiedenen Höhenlagen (1.- 3.- 8.- und 12. Obergeschoss) simuliert. Obwohl alle Obergeschosse ähnliche Ergebnisse zeigen, hat das 1.OG wegen seiner Auskragung über das Erdgeschoss und damit erhöhten Fläche gegen unbeheizte Außenluft einen schnelleren Wärmeverlust. Dasselbe lässt sich im 12.OG mit Dachfläche erkennen. Zwischen dem 3. und 8.OG lassen sich nur marginale Unterschiede erkennen. Simuliert wurde ein ganzjähriger Verlauf von Stundenwerten in differenzierten Szenarien, sowohl für den Energieverbrauch als auch thermischen Komfort.

Im ersten Schritt der Simulation wurden der Ist-Zustand dargestellt und die Diskrepanz zum erwünschten Output benannt. Im folgenden Schritt wurden dann verschiedene Szenarien definiert, die jeweils einzelne thermische Verbesserungen an dem Gebäude simulieren. Im letzten Schritt wurden diese verschiedenen Szenarien durch Kosten-Nutzen-Analyse untereinander abgewogen. Dabei steht die Ökobilanz (Kosten) der verschiedenen Eingriffe der daraus resultierenden Energieeinsparung (Nutzen) gegenüber.

Da das Dorlandhaus über keine mechanische Lüftung und Kühlung verfügt, fokussiert sich die dynamisch thermische Jahressimulation hierbei speziell auf den Heizwärmebedarf und sommerlichen Komfort. Die Simulationen wurden mit der Software Trnsys durchgeführt und beruhen auf den aktuellen (2015) Wetterdaten des Deutschen Wetterdienst für Berlin. (DWD, 2021)

Die Maßnahmen der einzelnen Szenarien sowie der Passivstrategie sind vereinfacht im Folgenden (Tabelle 1) aufgeführt. Eine detailliertere Beschreibung befindet sich im Anhang 8.5.1

Tabelle 1 – Simulationsszenarien mit Annahmen für das Dorlandhaus. * Grundlagen dieser und weiterer Annahmen der Rahmenbedingung für die Simulation können auf Nachfrage bei den Autoren eingesehen werden.

Szenario	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Passivstrategie
Annahme Ist-Zustand	2-Scheiben-Verglasung, Luftfüllung, Aluminiumrahmen g-Wert: 0,76 U-Wert gesamt (Fenster und Rahmen): 3,4 W/(m ² *K) Wärmebrückenzuschlag: 0,21 W/(m ² *K)	Dämmung Außenwand: keine U-Wert Außenwand: 3.77 W/(m ² *K) Dämmung Dach: Kork 0,05 m U-Wert Dach: 0.38 W/(m ² *K)	Gesamtheitlicher Wärmebrückenzuschlag: 0,21 W/(m ² *K). Wärmebrückenzuschlag Eckraum mit 60% Opak: 0,15 W/(m ² *K)	Keine Nachtlüftung
Annahme Neu	3-Scheiben-Verglasung mit Kr90 Gasfüllung, Aluminiumrahmen g-Wert: 0,52 U-Wert gesamt (Fenster und Rahmen): 1,13 W/(m ² *K) Wärmebrückenzuschlag: 0,08 W/(m ² *K)	Dämmung Außenwand: Holzfaserdämmplatte 0,1 m U-Wert Außenwand: 0.36 W/(m ² *K) Dämmung Dach: Kork 0,1 m U-Wert Dach: 0.21 W/(m ² *K)	Kombiniertes Szenario: Szenario 1 + Szenario 2 & Gesamtheitlicher Wärmebrückenzuschlag: 0,05 W/(m ² *K).	Intelligente Nachtlüftung (wenn Außentemperatur im 7 Tage Mittelwert $\geq 12^{\circ}\text{C}$ sowie Innenraumtemperatur $\geq 15^{\circ}\text{C}$): Fenster in der Nacht geöffnet.

Für alle Szenarien wurden folgende Daten dargestellt:

- Gesamter Heizenergiebedarf in MWh
- Thermischer Komfort der kritischen Zone nach DIN EN 16798-1:2021-04 als Übertemperaturstunden in Stunden/Jahr.
- Global Warming Potential der Sanierungsmaßnahmen A1-3 in kg CO₂ äquivalent.

Die Ergebnisse lassen sich zusammenfassend in der folgenden Abbildung 2 darstellen. Die einzelnen Simulationsergebnisse sind in Anhang 8.5.1 abgebildet.

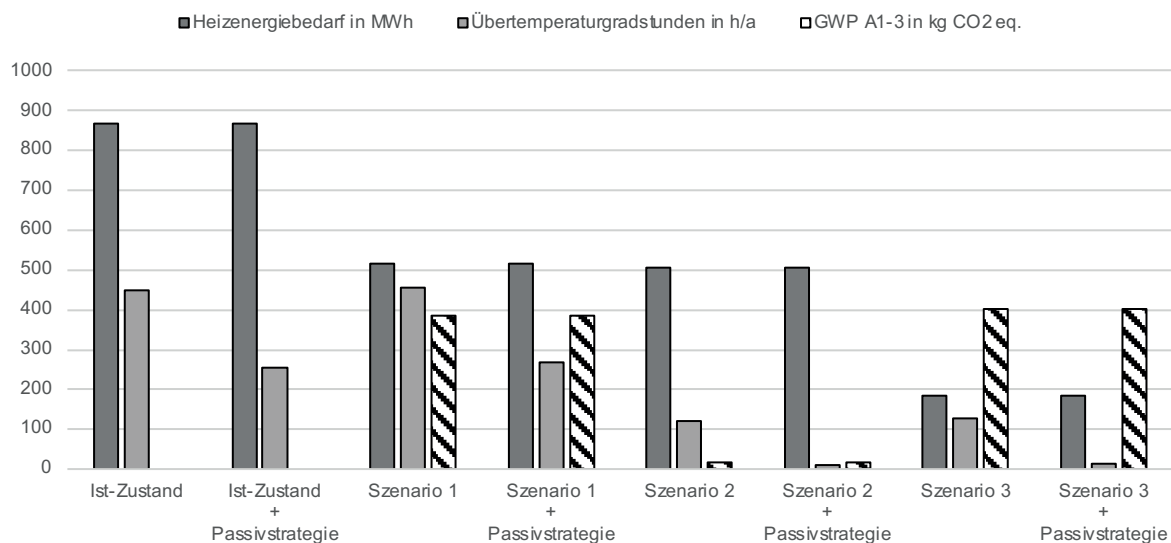


Abb. 2: Zusammenfassung der Bewertungskriterien aller untersuchten Varianten des Dorlandhaus.

Die linken Balken eines jeden Szenarios zeigen den Heizenergiebedarf in MWh, die mittleren Balken die Übertemperaturstunden in h/Jahr und die rechten Balken das Global-Warming-Potential (GWP) in kg CO₂ Äquivalent der je nach Szenario notwendigen Änderung am Bestand. Die Übertemperaturstunden des thermischen Komforts wurden jeweils für die Belegungszeiten (angenommen Montag bis Freitag von 8 bis 18 Uhr) dargestellt. Das GWP bezieht sich hierbei auf die kleinstmögliche Fassaden-Einheit der Größe 6,50 m² als Referenzwert. Es wurden nur die Herstellungsphasen A1-3 betrachtet, wobei negative Bilanzen durch CO₂ Bindungen mit der Entsorgungsphase und damit verbundenen CO₂ Rückführung revidiert wurden. Alle Daten sind der Ökobaudat des Deutschen Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) entnommen.

Im Vergleich zum Ist-Zustand zeigen alle Szenarien deutliche Verbesserungen des Energieverbrauchs auf. Der thermische Komfort verhält sich ähnlich, wobei Szenario 1 nahezu unverändert bleibt. Diese Diskrepanz zwischen der Veränderung der Übertemperaturgradstunden und des Heizwärmebedarfs zeigen deutlich die Notwendigkeit beide Kennwerte zu simulieren. So zeigt sich zum Beispiel in Szenario 1 eine deutliche Energiebedarfsreduktion jedoch marginale Veränderung des Komforts. Dem gegenüber steht die deutliche Besserung der ÜTGS in dem Ist-Zustand + Passivstrategie, was jedoch keine Besserung des Heizwärmebedarfs mit sich zieht. Während also die energetische Sanierung notwendig ist, um eine bessere Energiebilanz zu ermöglichen, ist die Passivstrategie die ausschlaggebendere Instanz für den Komfort. Bewertet man anhand dieser zwei Faktoren, ergibt sich das Szenario 3 + Passivstrategie als klarer Favorit der möglichen Besserung. Jedoch weisen die Szenarien 3 auch das größte GWP auf. Während die Szenarien 2 eine zusätzliche Dämmung in der Brüstung vorsehen und damit einen relativ geringen Aufwand und mit 16,04 kg CO₂ eq., auch relativ geringe Umweltbelastung, so misst sich der Eingriff des Fensteraustausches in Szenarien 1 und 3 als deutlich umweltbelastender mit 385,63 kg CO₂ eq..

Was in der Zusammenfassung der Bewertungskriterien deutlich wird, ist, dass der Eingriff einer energetischen Gebäudesanierung nicht allein durch die Energieeinsparung bewertet werden kann, sondern eine ganzheitliche Betrachtung bedarf. Wie in dem Beispiel des Dorland-Hochhauses klar wird, können geringe Interventionen wie die Nachtlüftung schon deutliche Verbesserungen in der Energiebilanz und der thermischen Behaglichkeit schaffen.

6.4.2 These 2 – Sanieren ohne Nachhaltigkeit: Von besser zu bewusst klimagerecht.

Seit dem 01.11.2020 gilt in Deutschland das Gebäude Energie Gesetz (GEG) für alle Gebäude bzw. Gebäudeteile, die unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden sowie für die entsprechenden Anlagen und Einrichtungen der Heizungs-, Kühl-, Raumluft- und Beleuchtungstechnik sowie der Warmwasserversorgung. Darunter werden die energetischen Mindestanforderungen für Neubauten sowie für Modernisierung, Umbau, Ausbau und Erweiterung bestehender Gebäude geregelt, die Mindestanforderungen für Heizungs-, Kühl- und Raumlufttechnik sowie Warmwasserversorgung festgelegt und verpflichtet Energieausweise auszustellen. Das GEG fasst damit die Regelungen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz' (EEWärmeG), Energieeinsparungsgesetz' (EnEG) und der Energieeinsparverordnung (EnEV) zusammen. Wie bereits erwähnt sind die Gründe für eine Sanierungsmaßnahme vielfältig. Während das GEG eine generelle Nachrüstpflicht zur Dachdämmung stellt, fordert es bei der Außenwanddämmung nur die Vorgaben des GEG einzuhalten, wenn mindestens 10% der Fassadenfläche saniert oder renoviert werden. Das bedeutet, dass obwohl nicht jede Sanierungsmaßnahme die Absicht einer energetischen Besserung verfolgt, eventuell dazu aufgefordert wird, nach GEG-Standard zu agieren. Die Mindestanforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten betragen dabei $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die Außenwand und $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die Fenster. (GEG, 2020)

Ausgenommen von diesen Mindestanforderungen des GEG §105 sind dabei jedoch Gebäude bei denen eine Sanierungsmaßnahme das Erscheinungsbild des Denkmals verändern oder zu überhöhten Ausgaben führen würde (GEG, 2020). Dass es in diesen Ausnahmefällen dennoch zu einer Besserung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteilschichten nach denkmalgerechter Sanierung kommt, liegt oft daran, dass der Markt für die neuverbauten Bauteile und Maßnahmen diesen übergeordneten Standards entspricht. Eine Einfachverglasung wird heutzutage nicht mehr produziert und ungedämmte Rahmenelemente finden keinen Absatzmarkt. Eine Sanierung der Außenfassade wird daher in den meisten Fällen immer eine energetische Verbesserung darstellen, außer diese wird gezielt umgangen.

Die Geschwindigkeit, in der sich Standards jedoch ändern, gleicht nie den Zeiträumen und Lebenszyklen der gebauten Umwelt. So wird die, wenn auch ungewollte energetische Aufwertung eines denkmalgeschützten Gebäudes, nie mehr als den Mindestanforderungen der zu der Zeit geltenden Gesetzen entsprechen. Bei der Sanierung der denkmalgeschützten Fassade des Hochhaus' Schweizer National in Frankfurt wird diese Diskrepanz deutlich. Im Folgenden wird diese tatsächliche vollzogene Sanierung aus energetischer Sicht bewertet und in Relation zu einem energetisch sinnvollerem Lösungsansatz gestellt, um die verlorenen Potentiale hinsichtlich einer bewusst ökologischen Sanierung aufzuzeigen.

Das Nationalhaus Frankfurt wurde 1962-1964 errichtet und 2004-2006 entkernt und saniert. Wie die meisten Hochhäuser dieser Zeit ist das Hochhaus geprägt von dem leichtfertigen Umgang mit Ressourcen und Energie. Dies wird vor Allem deutlich in der vorgehängten Glasfassade, welche den im Sommer fast ungehinderten Einlass von Sonne in den Innenraum und die im Winter fast ungehinderte Abgabe von Wärme aus dem Innenraum ermöglicht. In dem Original-Zustand war das Hochhaus mit zweifacher Festverglasung geplant. Die erwünschte Innenraumtemperatur wurde damit von einer ca. 30 mm dicken Schicht von der Außentemperatur getrennt. Die Konsequenz war die Notwendigkeit von komplexer Anlagentechnik und enormen Energieverbrauchs. Konsequenzen, die sich, solange das Gebäude besteht und in Anbetracht des deklarierten Denkmalschutzes verstärken, als ökologisches Problem manifestieren. Obwohl die Sanierung dem Erhalt diene und im Einklang mit dem Denkmalschutz geschah, entschied man sich dennoch für einige Maßnahmen, die auch eine energetische Aufwertung mit sich zogen. Die Sanierungsmaßnahmen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Wärmedurchgangskoeffizienten der Fassade nach der Sanierung.

Original-Zustand 1964	Nach Sanierung 2006
2-fach Festverglasung U-Wert = nicht bekannt, ca. $3,0 \pm 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fassade gesamt U-Wert = nicht bekannt, ca. $3,0 \pm 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	2-fach Isolierverglasung U-Wert = $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fassade gesamt U-Wert = $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$
Kein Sonnenschutz	Innenliegende Raffstores Sonnenschutz
Keine Fensterlüftung möglich	Parallelausstellfenster zur natürlichen Lüftung und intelligenten Nachtauskühlung

Während die Erneuerung der Fassade eine deutliche energetische Besserung hervorbrachte, entspricht sie keineswegs den heutigen Ansprüchen. Dieser schnelle Wandel an Anforderungen über Zeit birgt damit die Fragestellung: Wie erhalten wir ein Gebäude langfristig klimagerecht, welches ohne die Rücksicht auf ökologische Folgen geplant wurde?

Im Rahmen einer Masterthesis an der TU München (Hühn, 2022*) wurde der gebaute Ist-Zustand mit den prognostizierten Wetterdaten für das Jahr 2030 simuliert. Abbildung 3 zeigt die Simulationsgrundlage des Nationalhaus' mit Kontext.

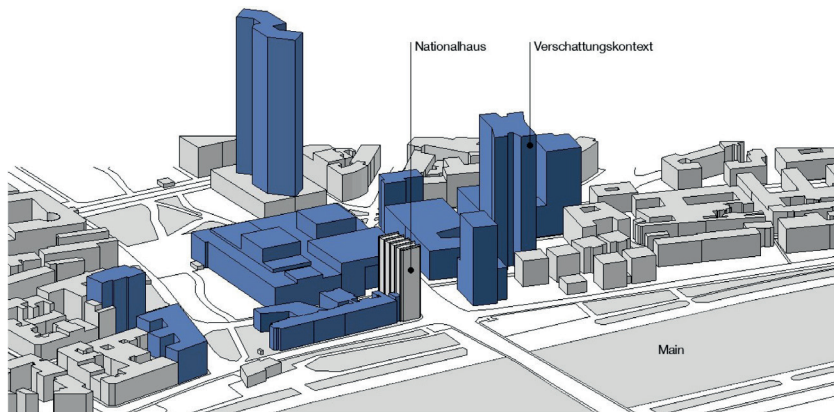


Abb. 3: Simulationsgrundlage des Schweizer Nationalhaus mit dem Verschattungskontext in blau. Auszug aus Hühn, 2022*.

Die Simulationsgrundlagen und Annahmen sind ähnlich dem der Simulation des Dorlandhaus' in Berlin und werden detailliert im Anhang 8.5.2 aufgeführt. Die Ergebnisse der Simulation zeigen, dass das Hochhaus im nationalen Vergleich energieeffizienter ist als ursprünglich gedacht. Dabei wurde von der Kategorie II für Temperatur und Luftwechsel der DIN 16798-1 ausgegangen, da dies dem heutigen Standard entspricht. Sollte die Anlagentechnik auf die normierten Rahmenbedingungen von Kategorie I gestellt sein, so könnte der energetische Aufwand deutlich höher liegen als simuliert. Der Performance Gap zu dem eigentlich gemessenen Energieverbrauch konnte, anhand unzuverlässiger und fehlender Daten nicht ermittelt werden.

Im Rahmen der Untersuchung konnten zwei potenzielle Einflussparameter gefunden werden, welche trotz der energetischen Sanierung deutliche Verbesserungen hinsichtlich des thermischen Komforts (durch einen außenliegenden Sonnenschutz) und des Energiebedarfs (durch Anpassung der operativen Kühltemperatur) aufweisen. Für die Simulation wurde der Raum mit dem höchsten thermischen Unbehagen gewählt, gleich der Untersuchung des Dorland- und Hahnhochhaus'. Abbildung 4 zeigt den gewählten Raum des 10. Geschoss.

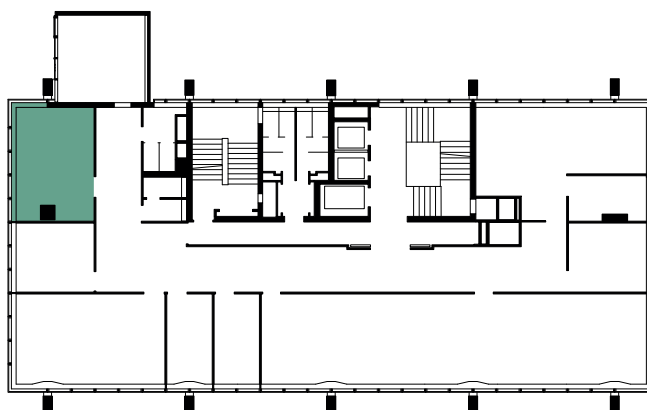


Abb. 4: Grundriss des 10. Obergeschosses. Am süd-westlichen Eck farblich markiert: Zone mit den meisten thermischen Unbehagen gemessen in Unter- und Über-temperaturgradstunden. Daten aus Hühn, 2022*.



Die Ergebnisse eines zusätzlich außenliegenden Sonnenschutzes sind in Abbildung 5 dargestellt. Der Jahres-Energiebedarf des Gebäudes wird in [MWh/a] angegeben. Die Über- und Untertemperaturgradstunden in [Kh/a] beziehen sich auf die Belegungszeit. Die Stunden außerhalb des Komfortbereichs in [h] summiert die Zeit, in welcher die Innenraumgegebenheiten nicht dem Normbereich entsprechen. Es werden sowohl der Ist-Zustand im Jahre 2030 dargestellt, als auch die Simulationsergebnisse mit außenliegendem statt innenliegendem Sonnenschutz. Obwohl ein außenliegender Sonnenschutz bei Hochhäusern sehr ungewöhnlich ist und oft aus Kostengründen und Aufwand (Wartung, Windlasten, Brandschutz) nicht realisiert wird, wird der positive Effekt dieser sowohl auf die Gesamtenergiebilanz, aber besonders auf den thermischen Komfort deutlich.

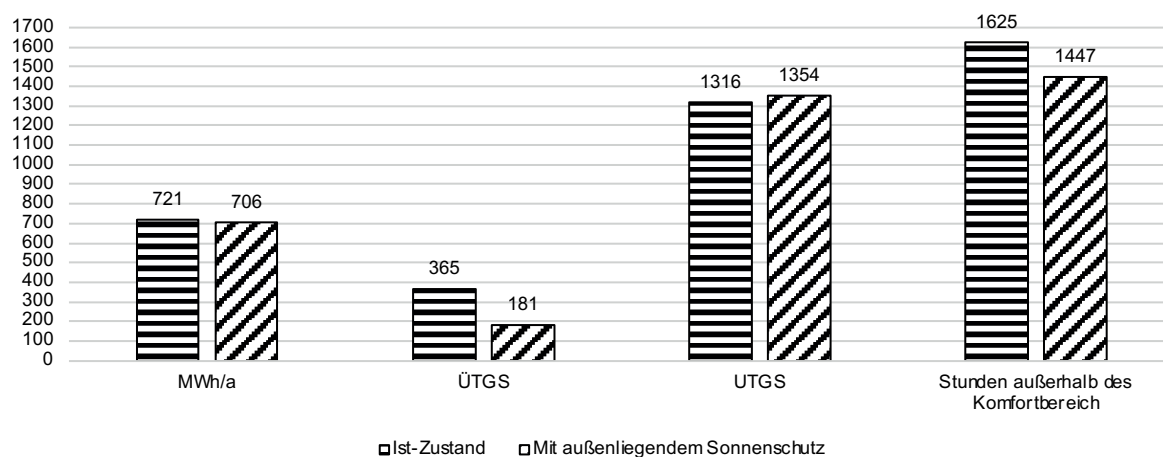


Abb. 5: Zusammenfassung der Bewertungskriterien des Nationalhaus im Ist-Zustand sowie mit außenliegendem Sonnenschutz. * Grundlagen dieser und weiterer Annahmen der Rahmenbedingung für die Simulation können auf Nachfrage bei den Autoren eingesehen werden.

Hier treffen in Anbetracht des Denkmalschutzes der Außenfassade jedoch weitere Interessen in Konflikt und sind dahingehend in individuellen Fällen zu diskutieren. Prinzipiell können passive Lösungen, wie bereits der Sonnenschutz, Einsparungen in Energie und thermischem Diskomfort ermöglichen. Obwohl diese vermeintlich klein sind, zeigt die Simulation jedoch, dass die täglich notwendige Energie trotz der vergleichsweise guten Ergebnisse (Anlage 8.5.2) des Nationalhaus aus Denkmalschutzgründen höher sind als sie sein müssten. Hinzukommt, dass ähnliche Ergebnisse mit noch besserer Sonnenschutzverglasung statt Sonnenschutzvorrichtungen erreicht werden könnten.

Ein zweiter Ansatz den hohen Energiebedarf zu minimieren ist, die Leistung der gebäudetechnischen Anlage zu reduzieren. Dieses Einsparpotential im Rahmen der geltenden Norm DIN 16798 wurde in einer weiteren Simulation geprüft. Tabelle 3 zeigt die getesteten Szenarien. Für die Simulation wurde eine prognostizierte extreme Wetterwoche vom 17.08 – 21.08.2030 betrachtet. Ein Faktor dieses hohen Bedarfs sind die steigenden Temperaturen als auch die erhöhten solaren Einträge der ausgewählten Sommerwoche. Ein außenliegender Sonnenschutz, wie in der ersten Simulation gezeigt, würde hierbei den notwendigen Kühlbedarf von 47,41 kWh nach Kategorie II bereits um 20% reduzieren.

Tabelle 3: Simulationsszenarien nach DIN 16798-1.

Szenario Top 26	Szenario Top 27	Szenario Top 28
Kategorie II nach DIN 16798-1 Maximal zulässige operative Innenraumtemperatur (Top): 26°C	Kategorie III nach DIN 16798-1 Maximal zulässige operative Innenraumtemperatur (Top): 27°C	Kategorie IV nach DIN 16798-1 Maximal zulässige operative Innenraumtemperatur (Top): 28°C

Während die DIN 16798-1 vier Kategorien an thermischem Komfort umfasst, empfiehlt sie eine Klimatisierung nach Kategorie II, was einer Lufttemperatur von maximal 26 °C entspricht (Szenario Top 26). Die zwei weiteren Szenarien mit maximal zulässiger Innenraumtemperatur von 27°C (Szenario Top 27) und 28°C (Szenario Top 28), orientieren sich jeweils an der Kategorie III und IV nach DIN 16798-1.

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 6 dargestellt. Sie zeigen, dass bereits eine Erhöhung dieser maximal zulässigen Temperaturgrenze auf 27 °C (Kategorie III nach DIN 16798-1) im Fall dieser Extremwoche bereits 21,7 % des Energiebedarfs einsparen würde. Erhöht man die Temperatur auf 28 °C (Kategorie IV nach DIN 16798-1) erhöht sich dieses Einsparpotential der simulierten Woche auf 42,5 %.

Auch hier muss jedoch beachtet werden, dass es sich um die idealen Annahmen der Simulationen handelt, welche den Performance Gap zwischen Simulation und realen Nutzprofilen außer Acht lassen.

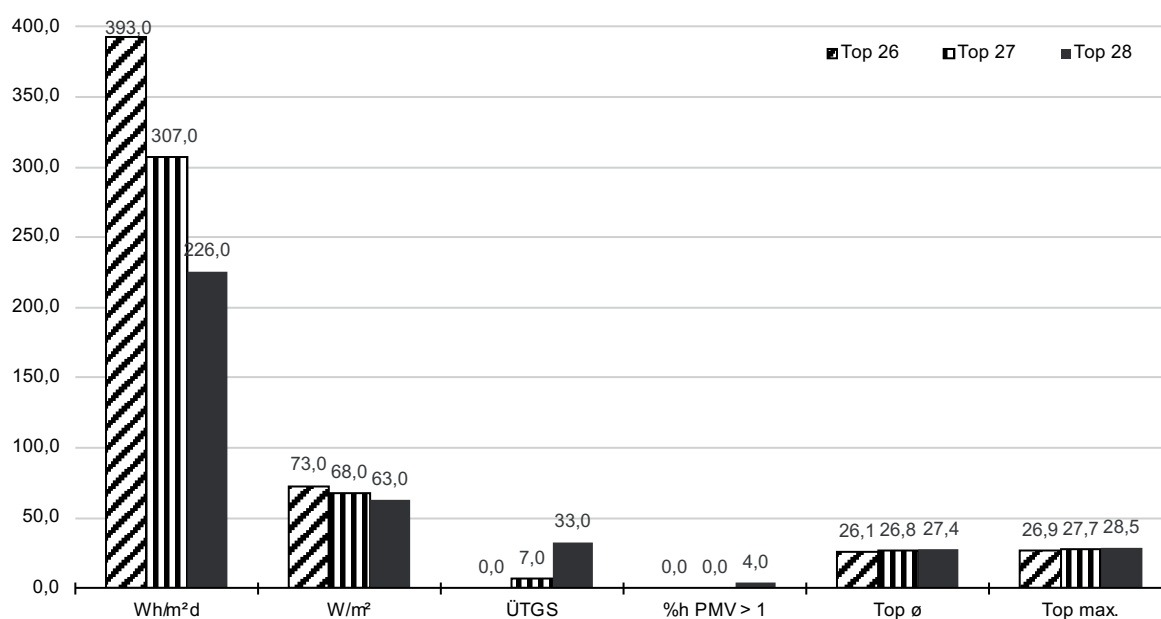


Abb. 6: Zusammenfassung der Simulationsergebnisse dem Kühlbedarf [Wh/m²d], der Kühllast [W/m²], der Übertemperaturgradstunden (ÜTGS) [Kh], Stunden mit einem predicted mean vote (PMV) von über 1 und der durchschnittlichen und maximalen operativen Temperatur der jeweiligen Szenarien, in einer Extremwoche in 2030 bei Konditionierung des Innenraums auf 26°C, 27°C und 28°C nach DIN 16798-1.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die Reduktion der Kühlenergie nicht im linearen Verhältnis zum thermischen Komfort steht. So zeigt die deutliche Reduktion von Szenario Top26 zu Top27 keine signifikante Verschlechterung des thermischen Komforts (keine Werte über PMV 1 und maximal Temperaturen von 27,7°C), wohingegen der Anstieg der ÜTGS und Stunden mit PMV > 1 beim Szenario Top28 deutlich erkennbarer ist, bei nahezu gleichbleibender Reduktion des Energiebedarfs um weitere 81 Wh/m²d.

6.4.3 These 3 – Mehr Technik, weniger Freiheit: Von der Aufrüstung der Anlagentechnik zu der Diversifizierung von Adaptionsmöglichkeiten.

Die reine Aufrüstung (sowie der Neueinbau) einer gebäudetechnischen Anlage ist oft nicht zielführend. Technische Anlagen sind wenig robust, sehr wartungs-intensiv und weisen oft einen großen Performance-Gap auf, welchen, der Nutzung entsprechend, bis zu 85% der Bauten aufweisen (Auer & Franke, 2020; Wang et al., 2012). Dieser Performance Gap entsteht, da die verbaute Technik nicht nach dem Nutzverhalten, sondern nach Simulationsergebnissen von prognostizierten Wetterdaten und Gebäude-Annahmen sowie idealem menschlichem und technischem Verhalten dimensioniert wird. Vor allem weil Letzteres so schwierig abzubilden ist, temperieren wir pauschal und mit großem Energieaufwand die gesamte Gebäudemasse, statt einzelne Personen. Was dabei oft ignoriert wird, ist, dass diese Allgemeinlösung schlussendlich individuelle bauliche Anforderungen sowie das individuelle thermische Empfinden der Nutzenden ignoriert. Jüngste Forschung und reale Untersuchungen haben mehrfach aufzeigen können, dass die pauschal angenommene thermische Behaglichkeit bei weit weniger Personen eintritt als simuliert. (Cheung et al., 2019). Die DIN 16798-1 definiert die anzustrebenden Grenzwerte der thermischen Behaglichkeit. Idealerweise sind der Norm zufolge nie mehr als 10% der Personen mit den thermischen Gegebenheiten unzufrieden (Percentage of People Dissatisfied oder PPD, nach Kategorie II für maschinell geheizte und gekühlte Gebäude). Dieser Grenzwert basiert auf der internationalen Norm EN ISO 7730. (Environment, 2006) Dass diese Grenzwerte jedoch nie bis selten eingehalten werden, ist heutzutage ausführlich belegbar (Humphreys et al., 2007; Zhang et al., 2004).

Im Rahmen einer Masterthesis der Technischen Universität München (Woytowiscz, 2023) wurde das Hahn-Hochhaus in Stuttgart hinsichtlich des Potenzials der Reduktion von gebäudetechnischen Anlagen und Notwendigkeit eines hohen Energieaufwands untersucht.

Zwischen 1996 und 1997 wurden am Hahn-Hochhaus sowohl die Fassade sowie die Fenster saniert. Die Gebäudetechnik wurde dabei ebenfalls modernisiert und die Innenräume wurden entsprechend den Bedürfnissen der verschiedenen Mieter umgebaut (Langsdorff, 1997). Die Fassade wird durch den hohen Anteil an Fenstern geprägt, welche ab dem zweiten Stockwerk mit außenliegendem Sonnenschutz ausgestattet sind. Seit der Modernisierung der Anlagentechnik bezieht das Gebäude seine Energie für Heizung und Kühlung über einen Fernwärmeanschluss. Die Räume im zweiten Stockwerk und im elften Stockwerk werden mithilfe von Konvektoren unterhalb der Fenster gekühlt und beheizt. In den Büros und Besprechungsräumen im 1., 12. und 13. Stockwerk befinden sich Radiatoren, während im nördlichen Treppenhaus Konvektoren installiert sind, die ausschließlich heizen können. Zur Kühlung der Aufenthaltsräume in den Stockwerken 12 und 13 werden Klimasplitgeräte verwendet mit einer Leistung von 180 W/m². Im ersten Obergeschoss erfolgt die Kühlung durch die einzige Lüftungsanlage im Gebäude. Um den Denkmalschutz einzuhalten, wurde im Rahmen der Sanierung vor allem der Fokus auf den minimalinvasiven Eingriff auf die Fassade geachtet. Die thermischen Anforderungen im Innenraum wurden im Gegenzug durch den Einbau von aufwendiger und extrem leistungsfähiger Gebäudetechnik gelöst.

Für die Überprüfung der Ergebnisse des aktuellen Zustands standen die Zählerstände des Hahn-Hochhauses für das Jahr 2021 zur Verfügung. Durch einen iterativen Prozess während der Modellierung konnten die Ergebnisse an die realen Zählerstände angenähert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die Zählerstände interpretiert werden müssen, da sie aus einem Jahr stammen, in dem die Corona-Pandemie die Belegung von Büros in ganz Deutschland beeinflusst hat (Corona Datenplattform, 2021). Die Belegungszeit der Büros hat Auswirkungen auf die Betriebszeit und den Energieverbrauch von Heiz- und Kühlsystemen sowie elektronischen Geräten. Es ist festzustellen, dass der Stromverbrauch des gesamten Gebäudes im Jahr 2021 mit etwa 1.100 kWh/a niedriger war als der durchschnittliche Stromverbrauch eines 1-Personen-Haushalts in einem Mehrfamilienhaus mit etwa 1.300 kWh/a (Statista, 2022). Dies legt nahe, dass die Büroräume im Jahr 2021 kaum bis gar nicht genutzt wurden. In der Simulation des aktuellen Zustands wurde jedoch davon ausgegangen, dass alle Büros und Besprechungsräume das gesamte Jahr über genutzt werden. Dadurch kam es insbesondere beim Stromverbrauch zu Diskrepanzen zwischen Simulation und tatsächlichen Werten. Abbildung 7 zeigt den simulierten Jahresenergiebedarf. Die Rahmenbedingungen der Simulation wurden in Anhang 8.5.3.1 zusammengetragen.

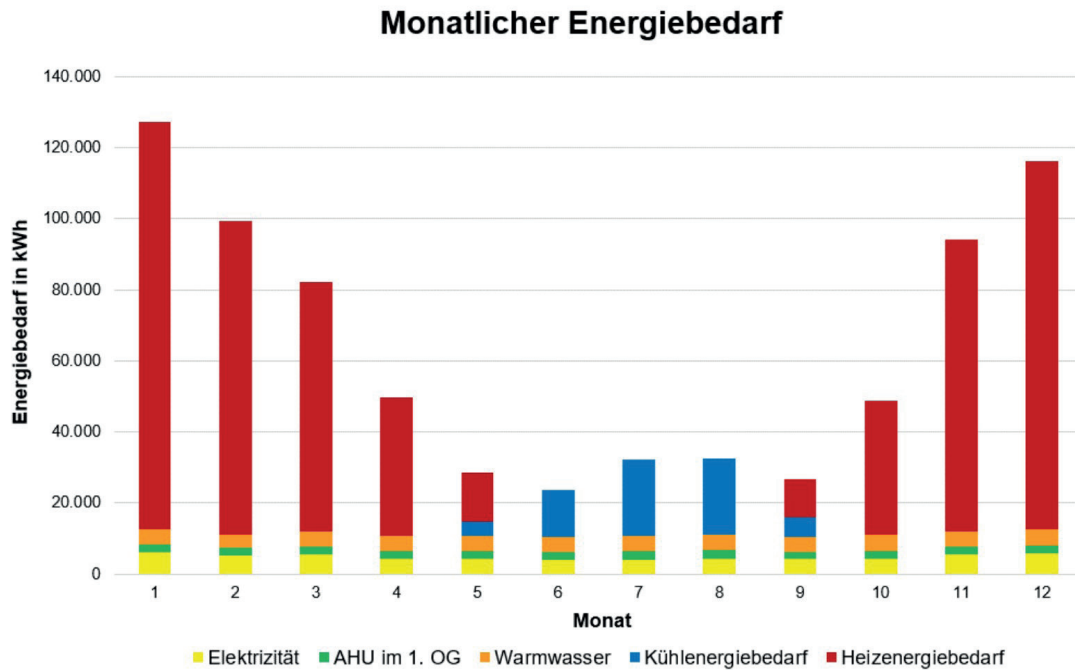


Abb. 7: Simulationsergebnisse Endenergiebedarfs des Hahnhoehhauses. Auszug aus Woytowicz, 2023.

Der hohe simulierte Endenergieverbrauch von insgesamt 762 MWh/a zeigt die enorme Leistung der Anlagentechnik bei gleichzeitig riesigem Verlust durch die Außenhülle. Um das Potenzial durch eine verbesserte Dämmung der Außenhülle zu bestimmen, wurden ähnlich der Untersuchung des Dorlandhaus' und Schweizer Nationals zwei kritische Zonen identifiziert. Abbildung 8 zeigt eine dieser kritischen Zonen.

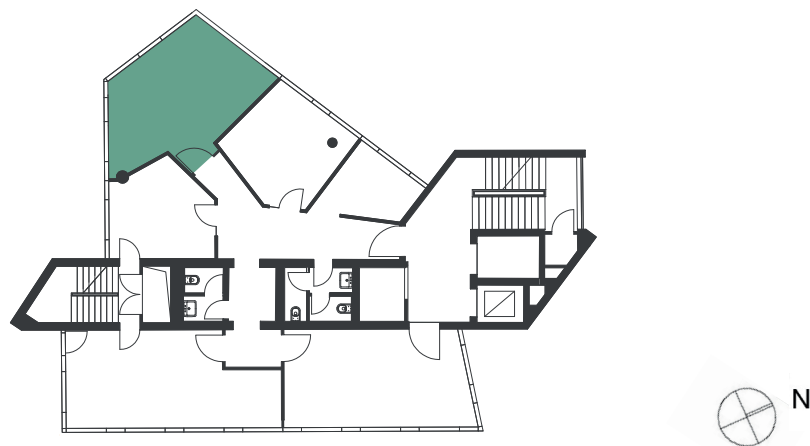


Abb. 8: Grundriss des 12.Obergeschosses. Am süd-westlichen Eck farblich markiert: Zone mit den meisten thermischen Unbehagen gemessen in Unter- und Übertemperaturgradstunden. Auszug aus Woytowicz, 2023.

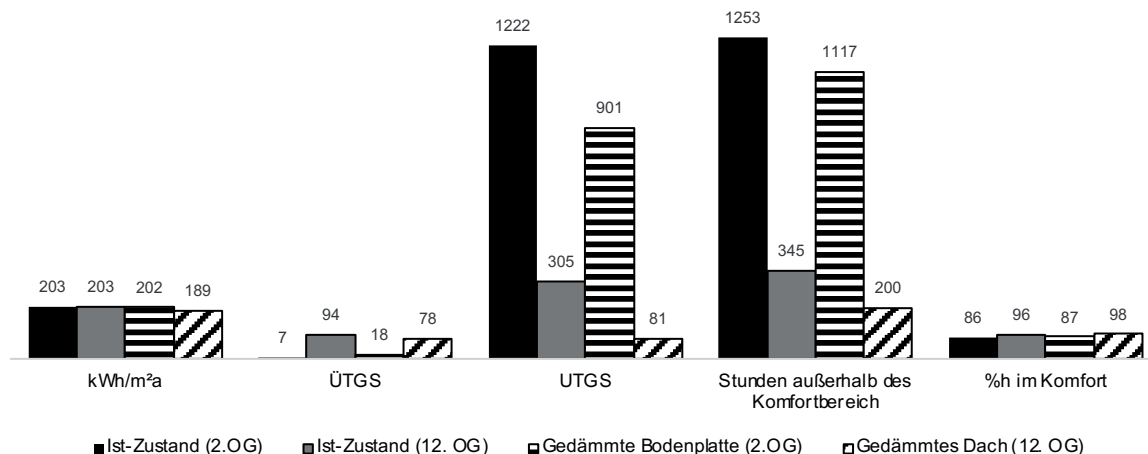


Abb. 9: Simulationsergebnisse eines kritischen Raums im 2. und 12.Obergeschoss im Ist-Zustand und mit nachgedämmter Außenhülle im Einklang des Denkmalschutzes. *Grundlagen dieser und weiterer Annahmen der Rahmenbedingung für die Simulation können auf Nachfrage bei den Autoren eingesehen werden.

Betrachtet man die Problemstellen der einzelnen kritischen Zonen (Abb. 9) so wird deutlich, dass vor allem das Büro im 2.OG große UTGS aufweist, was darauf hinweisen kann, dass hier große Wärmeverluste entstehen. Und auch im 12.OG wird deutlich, dass es trotz der leistungsstarken Heizanlage (180W/m^2) zu erheblichen Wärmeverlusten kommt. In beiden Fällen lässt sich der hohe Wärmeverlust durch die exponierten Hüllflächen erklären. Das Büro im 12.OG besitzt zum größten Teil eine Dachfläche nach außen und das Büro im 2.OG eine Auskragung über den Eingangsbereich.

In beiden Sanierungsvarianten reduziert sich nicht nur der Energiebedarf des kompletten Hochhaus signifikant (Reduktion um bis zu 6,9%), sondern auch die Stunden außerhalb des Komfortbandes (Reduktion im 2.OG um 72,5%). Dies unterstreicht die Prämisse, dass es in diesen zwei Räumen zu hohen Wärmeverlusten kam und die gezielten Sanierungen einzelner Schwachstellen weit effektiver sein können als die komplette Sanierung ganzer Fassaden. Auch im Hinblick des Denkmalschutzes bieten sich diese Hüllflächen besonders gut an.

Mit nur 3.769 m^2 beheizter Nutzfläche ergibt sich ein Gesamtenergiebedarf von $203\text{ kWh/m}^2\text{a}$ im Ist-Zustand (Abb. 7), was deutlich höher ist als der Bedarf des Dorlandhauses ($139\text{ kWh/m}^2\text{a}$) in Berlin und des Schweizer Nationalhaus ($104\text{ kWh/m}^2\text{a}$) in Frankfurt. Hinsichtlich des thermischen Komforts schneidet das Hahn-Hochhaus dahingehend besser ab. Der Vergleich der drei Hochhäuser wird in Abbildung 10 dargestellt.

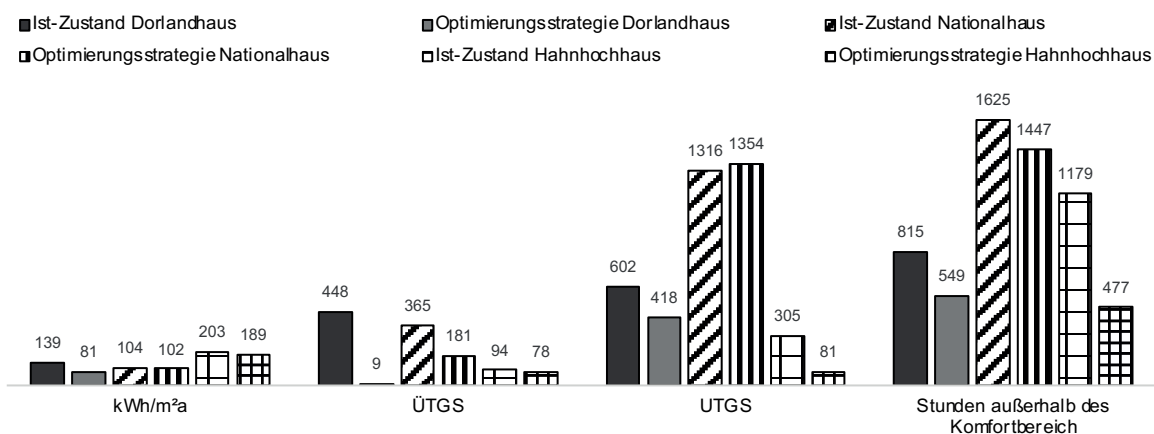


Abb. 10: Zusammenfassung der Bewertungskriterien der untersuchten Hochhäuser im Vergleich zwischen dem Ist-Zustand und der Optimierungsstrategie, wie folgt: Dorlandhaus: S2+Passivstrategie; Nationalhaus: Außenliegender Sonnenschutz; Hahn-Hochhaus: Gedämmtes Dach im 12.OG. *Grundlagen dieser und weiterer Annahmen der Rahmenbedingung für die Simulation können auf Nachfrage bei den Autoren eingesehen werden.

Die Simulationen des Hahn-Hochhauses verdeutlichen die bereits aufgeführte Problematik. Die schlecht gedämmte Hülle des Hochhauses und die immer größer werdenden Ansprüche an den thermischen Komfort wurden in diesem Gebäude durch immer größere und leistungstärkere Gebäudetechnik 'gelöst'.

Obwohl es eine Vielzahl an Alternativen zur Kontrolle über die thermische Klimatisierung durch technische Anlagen gibt, werden diese individuellen Adaptionmöglichkeiten oft nicht ausreichend genutzt. Darunter zählen sowohl mehr Möglichkeiten der (I) architektonischen Adaption, z.B. durch Bedienung von Ventilatoren, Fenster, möglichen Querlüftung, etc., der (II) architektonischen Flexibilität, z.B. Kühlzonen (Terrassen, Innenhöfe, Atrien, gekühlte Pausenräume, etc.) und (III) den Ansatz der persönlichen Temperierung, z.B. (Wärme-/Kühl-) Decken, Tischventilatoren, etc.

Im Rahmen der Masterthesis (Woytowicz, 2023) wurden einige dieser alternativen Adaptionmöglichkeiten mit der herkömmlichen Dämmung der Außenfassade verglichen. Für die ökologische Vergleichbarkeit wurde eine Ökobilanzstudie für die untersuchten Kombinationen von Maßnahmen durchgeführt. Dabei wurden die Ergebnisse jeder Kombination mit dem Ist-Zustand und untereinander verglichen. Das Ziel bestand darin, die Diskrepanz der Treibhausgasemissionen (THG) zwischen denkmalbezogenen invasiven und nicht invasiven Maßnahmen über einen bestimmten Betrachtungszeitraum zu ermitteln. Es wurden nur die globalen Erwärmungspotenziale (GWP) der THG-Emissionen aus der Herstellungsphase der für die jeweilige Maßnahmenkombination erforderlichen Materialien sowie das GWP der THG-Emissionen von Fernwärme und Strom berücksichtigt. Der Wert für Fernwärme und Strom hängt von der Energieeinsparung ab, die durch die jeweilige Maßnahmenkombination im Vergleich zum Ist-Zustand erreicht wird. Es werden nur Materialien berücksichtigt, die im Vergleich zum Ist-Zustand zusätzlich verbaut oder ausgetauscht werden müssen (Woytowicz, 2023).

Der Betrachtungszeitraum einer Ökobilanzierung hängt von verschiedenen Faktoren ab und beträgt für gewöhnliche Neubauten in der Regel 50 Jahre. In diesem Fall handelt es sich jedoch um ein Hochhaus, das seit 1963 besteht. Daher wurde der Faktor Restnutzungsdauer zur Festlegung des Betrachtungszeitraums verwendet. Dieser wird gemäß DIN EN 1990:2021-10 abgeleitet und beträgt insgesamt 100 Jahre für monumentale Gebäude und Ingenieurbauwerke. Für das Hahn-Hochhaus, das als monumentales Gebäude betrachtet wird, bedeutet dies eine Nutzung bis 2063 und einen Betrachtungszeitraum von 40 Jahren (Woytowicz, 2023).

Die folgenden Maßnahmen und Ergebnisse der Simulation sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Simulationsszenarien und errechnetes GWP sowie Reduktion im Vergleich zum Ist-Zustand bei einem Betrachtungszeitraum von 40 Jahren, nach Ergebnissen von Woytowicz, 2023.

Maßnahmenkombination	Enthaltene Maßnahmen	Gesamtes GWP in kg CO ₂ -Äq./m ²	Reduktion im Vergleich zum Ist-Zustand in %
Ist-Zustand		1810	-
Nicht invasiv	Deckenventilator Keine Kühlung Manuelle Nachtlüftung Raumsolltemperatur außerhalb der Belegungszeit auf 15 °C (Heizperiode) Raumsolltemperatur während der Belegungszeit auf 18 °C (Heizperiode)	1171	35,3%
Nicht invasiv und Dämmung Dach	Alle Maßnahmen aus „Nicht invasiv“ Dämmung des Daches	1080	40,3%
Komplette Dämmungen der Außenhülle	Austausch der Fenster Dämmung der Außenwand Dämmung des Bodens gegen Außenluft im 2. OG Dämmung des Daches	1298	28,3%
Kombination Nicht Invasiv und komplette Dämmung	Alle Maßnahmen aus „Nicht invasiv“ Alle Maßnahmen aus „Kombination Dämmungen“	736	59,3%

Die Auswertung der Ökobilanzierung zeigte, dass allein die Sanierung der Außenhülle für eine Reduktion der Treibhausgasemissionen des Hahn-Hochhauses bis zu einem Betrachtungszeitraum von weniger als 40 Jahren nicht ausreichend ist. Effektiver ist es, Anpassungen an den Einstellungen der Gebäudetechnik vorzunehmen, wie zum Beispiel das Ausschalten der Kühlung und die Anpassung der Raumtemperatur während und außerhalb der Belegungszeit. Dadurch wird das globale Erwärmungspotenzial (GWP) bei diesem Gebäude gesamtheitlich effektiver reduziert. Dennoch zeigt sich eine Diskrepanz von 435 kg CO₂-Äquivalent pro Quadratmeter zwischen der „nicht-invasiven“ und „Kombination nicht-invasiv und komplette Dämmung“-Variante, was den zusätzlichen ökologischen Aufwand verdeutlicht, der erforderlich ist, um die Anforderungen des Denkmalschutzes vollständig zu erfüllen. Damit besitzt der Denkmalschutz des Hahn-Hochhauses neben seinem kulturellen Wert auch einen ökologischen Wert, der von Entscheidungstragenden bei der Planung von Sanierungsmaßnahmen oder dem Erhalt des Gebäudes berücksichtigt werden sollte. (Woytowicz, 2023)

6.4.4 Konklusion

Im Rahmen der bauphysikalischen und klimatischen Untersuchung der selektierten Objekte wurden drei Thesen formuliert die im Folgenden als gesamtheitlicher Ansatz zum klimagerechten Umgang mit denkmalgeschützten Hochhäusern der Nachkriegszeit konkludiert werden.

Schritt 1 – Suffizienz (Müssen wir sanieren oder kommen wir auch mit weniger aus?)

Schritt 2 – Konsistenz (Wenn wir schon sanieren müssen, dann so nachhaltig wie möglich, nicht nötig.)

Schritt 3 – Effizienz (Nicht einfach mehr Technik, sondern intelligente / individuelle Lösungsansätze.)

Im ersten Schritt muss abgewägt werden, ob eine energetische Sanierung notwendig ist und in welchem Umfang. Anfängliche Machbarkeitsstudien sollten dabei der Absicht folgen, suffiziente Lösungsansätze präsentieren zu können. Solche könnten sowohl eine größere Toleranz der thermischen, akustischen und visuellen Behaglichkeit favorisieren sowie die gesamtheitliche Betrachtung der aufgewandten nichterneuerbaren Primärenergiebedarfe und GWP-Emissionen der Sanierungs- und Umbauphasen.

Sollte eine Sanierungsmaßnahme unumgänglich sein, muss im zweiten Schritt formuliert werden, wie diese möglichst konsistent (mit erneuerbaren Ressourcen) ausgeführt werden kann. Dieser Schritt entwickelt Lösungsansätze, die von nachhaltigen Energiequellen betrieben werden oder passive Strategien in den Mittelpunkt setzen. Darüber hinaus muss der Einbau von technischen Heiz-Kühl- und Lüftungs-Anlagen in seiner Notwendigkeit gerechtfertigt werden.

Muss eine gebäudetechnische Anlage installiert werden, sollten vor allem Systeme bevorzugt werden, welche individuelle Adaption ermöglichen oder fördern. Vor allem die Dimensionierung der Systeme auf Peak-Lasten und Zeitprofile sollte eine Flexibilität in Adaption berücksichtigen und lediglich lokale thermische Extremsituationen mittigern, anstatt alljährlich die Gebäudemasse pauschalisiert zu temperieren.

Literatur

- Auer, T., & Franke, L. (2020). Lowtech im Gebäudebereich - Robuste Architektur. Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis(21).
- BSBK. (2021). Mit Freude sanieren - Ein Handbuch zur Umbaukultur (J. Latzko, C. Gunßer, S. Berg, & R. Nagel, Eds.). Bundesstiftung Baukultur.
- Cheung, C. T., Parkinson, T., Li, P., & Brager, G. (2019). Analysis of the accuracy on PMV – PPD model using the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. *Building and Environment*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.055>
- Deutsches Institut für Normung, e. V. (2013). DIN 4108-2, Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. In Teil 2 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.
- Deutsches Institut für Normung, e. V. (2021). DIN EN 16798-1. In: Beuth Verlag GmbH.
- Diffey, B. L. (2011). An overview analysis of the time people spend outdoors. *British Journal of Dermatology*, 164(4), 848-854. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.10165.x>
- DWD, D. W. (2021). CDC (Climate Data Center) https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/
- Environment, I. T. S. W.-T. (2006). Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria (ISO 7730:2005). In.
- Gebäudeenergiegesetz - Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden, (2020).
- Haigh, D. (1982). User response in environmental control In D. Hawkes & J. Owers (Eds.), *The Architecture of Energy*. Construction Press/Longman.
- Humphreys, M., Nicol, F., & Raja, I. (2007). Field Studies of Indoor Thermal Comfort and the Progress of the Adaptive Approach. *Advances in Building Energy Research*, 1, 55-88. <https://doi.org/10.1080/17512549.2007.9687269>
- Presse- und Informationsamt, B. (2022). Bauen und Wohnen. Retrieved 21.01. from <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimafreundlich-wohnen-1672900>
- Terrien, J., Perret, M., & Aujard, F. (2011). Behavioral thermoregulation in mammals: a review. *Front Biosci (Landmark Ed)*, 16, 1428-1444. <https://doi.org/10.2741/3797>
- Wang, L., Mathew, P., & Pang, X. (2012). Uncertainties in energy consumption introduced by building operations and weather for a medium-size office building. *Energy and Buildings*, 53, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.06.017>
- Zhang, H., Huizenga, C., Arens, E., & Wang, D. (2004). Thermal sensation and comfort in transient non-uniform thermal environments. *European Journal of Applied Physiology*, 92(6), 728-733. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1137-y>
- Langsdorff, M. (1997). Klimatisierte Großraumbüros sind out: Das einst so moderne Hochhaus der LBS war nach einigen Jahren schon wieder veraltet - Nun ist es saniert worden. *Stuttgarter Zeitung*.
- Corona Datenplattform. (2021). Homeoffice im Verlauf der Corona-Pandemie. Bonn. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/infas-corona-datenplattformhomeoffice.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- Statista (Hrsg.). (2022, 19. Dezember). Jährlicher Stromverbrauch eines 1-Personen-Haushalts in Deutschland nach Gebäudetyp im Jahr 2021.

6.5 Vorträge, Publikationen, Studienarbeiten

Vorträge

26.09.2019	Putz, Andreas: The Adventure of the Empty House. Forschung zur Erhaltung und zum denkmalpflegerischen Umgang mit Bausubstanz nach 1945. 38. Jahrestagung der AG Kommunalen Denkmalpflege im Deutschen Städtetag, Frankfurt am Main
06.03.2021	Putz, Andreas: Hunger auf Welt! Forschung zum neueren Bauerbe, 2. Europäische Bauforscher-tage, Monumento 2020, Salzburg
22.03.2021	Putz, Andreas: Gesicht wahren. Fassaden der Architektur des Wirtschaftswunders. 2. Forum Nachkriegsarchitektur: Nachkriegsarchitektur - viele Gesichter, neue Materialien, Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz e.V.
06.06.2021	Putz, Andreas: Zum Stand der Technik Aluminium-Glas-Fassaden der Nachkriegszeit heute. Symposium Die Vorhangsfassade am Bauhaus 1926, 1976, 2026 – Ikone, Denkmal und Klimawandel, Stiftung Bauhaus Dessau
12.- 16.07.2021	Grom, Rouven: The 1968 Integrated Facade System by Josef Gartner. 7th International Congress on Construction History (7ICCH 2021), 2021. Open session: Building services and techniques
18.- 19.11.2021	Putz, Andreas: Perspektiven der Zeit. Über große und kleine Eingriffe in Bürohochhäuser der 1960er Jahre. Zukunft Bau Kongress 2021: »BAUWENDE: klimabewusst erhalten, erneuern, bauen«, Bonn
09. -11.3.2022	Grom, Rouven: Exploration of a company archive: Between the poles of scientific evaluation and marketing. The Power of Source in Architecture Research and Practice, 2022. Forum Architekturwissenschaft
23.06.2022	Putz, Andreas: HochhausBestand. Best Practice im Umgang mit Bürohochhäusern der 1950er/1960er Jahre. 20. Projektetage der Bauforschung, Aachen
07.10.2022	Putz, Andreas: Nachkriegsbestand Weiternutzen. 5. BDA Hochschultag der Architektur: Für eine neue Praxis, Lehren und Lernen in Zeiten des Klimawandels, Deutsches Architektur Zentrum DAZ, Berlin
08.12.2022	Grom, Rouven; Putz, Andreas: Renovating Modern Heritage – The upgraded facade of Commerzbank Highrise in Düsseldorf. PowerSKIN Conference, Aachen
19.04.2023	Rung, Hanne: Vortrag BAU-Messe 2023, BBSR Gesprächsreihe Talk am Tresen: „Transformation des Bestands“, München
29.06.2023	Rung, Hanne: Erhalten beginnt im städtebaulichen Diskurs, DETAIL Klima Forum, München [in Vorbereitung]

Publikationen

Putz, Andreas: Glas [Zur Präsenz der Erhaltung der Metall-Glas-Fassade]. In: Bauwelt Einblick Neue Nationalgalerie, 2021, 10-16

Putz, Andreas; Grom, Rouven: The 1968 Integrated Facade System by Josef Gartner. In: History of Construction Cultures (Proceedings of the 7th International Congress on Construction History, 7ICCH 2021), CRC Press, 2021, 300-305

Putz, Andreas: [Diskussionsbeiträge in] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (ed.): Forum 3. Mehr als Potentiale – Forschung für eine neue Praxis [Zusammenfassung der Diskussion mit Prof. Stefan Bringezu Kassel, Prof. Ludger Dederich Rottenburg]. In: ZukunftBau Kongress 2021: Bauwende. Klimabewusst erhalten, erneuern, bauen (Zukunft Bauen, Forschung für die Praxis Bd. 31), Bonn 2022, 140-145

Grom, Rouven; Putz, Andreas: Renovating Modern Heritage – The upgraded facade of Commerzbank Düsseldorf. In: Journal of Facade Design and Engineering 10 (2), 2022, p. 57-70.

Rung, Hanne; Putz, Andreas (Hg.) HochhausBestand, München 2023 [in Vorbereitung]

Studienarbeiten an der Professur für Neuere Baudenkmalpflege, TUM Department of Architecture

2021	Sebastian Jäger: Das Messehochhaus in Köln: Ein herausragendes Beispiel der Rheinischen Industriekultur im Oeuvre von HPP
	Karlotta Könneke: Das Nationalhaus, Frankfurt: Von „Krankfurt“ zu „Mainhattan“ - Das Nationalhaus im Kontext der Hochhauspolitik in Frankfurt am Main
	Miriam Harst: Das Hahn-Hochhaus im Wandel der Zeit, Stuttgart: Veränderungen im Diskurs Denkmalpflege
	Andra Quante: Commerzbank-Hochhaus, Düsseldorf: Der Wandel der Nutzung und städtebaulicher Kontext im Konflikt mit der Denkmalpflege, 2021 (BA Thesis, Bauhaus Universität Weimar)
2022	Diverse Seminarteilnehmer: Untersuchungen und Detaildokumentation des Hochhaus Überlandwerke in Bamberg
2023	Nora Schmidt: Vorhang auf. Eine denkmalgerechte Sanierung des Hochhaus Badenwerk in Karlsruhe (MA Thesis, TUM)

Studienarbeiten am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, TUM Department of Architecture

11.2022	Masterthesis: Optimierung des Energiebedarfs durch Verwendung physiologisch-basierter Temperaturprofile, Johanna Hühn
04.2022	Masterthesis: Ökologische Bewertung des Denkmalschutzes von Hochhäusern der Nachkriegszeit, Jonathan Woytowicz

Messdaten und verwendete Ergebnisse aus Master- und Bachelorarbeiten am Lehrstuhl für Bauphysik, TUM Department of Civil and Environmental Engineering

	Alexander Krüger (Wärmebrückenberechnungen), Bachelor-Arbeit
	Cosima Wörle (Belichtungssimulationen), Master-Arbeit
	Dominik Kos (Belichtungssimulationen), Master-Arbeit
	Ralph Höchster (Plärrerhochhaus, Wärmeschutz), Master-Arbeit
	Marie Hofmann (Dorlandhaus, Innenraumklima, Übersicht Schallschutzvorgaben), Master-Arbeit

Messungen am Dorlandhaus, Berlin

25.06. – 03.08.2021	Sommer Innenraumklimadaten
28.02. – 06.05.2022	Winter Innenraumklimadaten, außen Lufttemperatur, rel. Feuchte
01.03.2022	Thermographieaufnahmen bei Nacht und ca. -5 °C Außenlufttemperaturen
01.03.2022	Belichtungsmessungen Außenraum und an 4 Kontrollpunkten zwischen Fassade und Innenwand

7 Ausblick und Fazit

Bürohochhäuser der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts stellen eine kulturelle wie baulich-materielle Ressource dar. Über 20% der in Deutschland zwischen 1955 und 1985 errichteten Bürohochhäuser sind heute denkmalgeschützt, in der Tendenz die älteren Objekte. Im Gegensatz dazu ist nur ein sehr geringer Teil des gesamten jüngeren Gebäudebestands denkmalgeschützt. Bürohochhäuser sind also eine signifikante Ausnahme. Ihre herausgehobene baukulturelle Bedeutung als Baudenkmäler lässt sich damit erklären, dass es sich um Gebäude handelt, die stark mit der jeweiligen jüngeren Stadtgeschichte verbunden sind und die gleichzeitig auf wesentliche internationale Entwicklungen in Architektur und Bauwesen verweisen. In den meisten Städten bilden diese Objekte bis heute weithin sichtbare städtebauliche Dominanten. Fragen des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege des jüngeren Bauerbes lassen sich in besonderer Art und Weise anhand der Nach- und Weiternutzung von Bürohochhäusern diskutieren. Es handelt sich um prominente, intensiv betreute, oftmals innovative und auch medial und in der Fachöffentlichkeit gut sichtbare Instandsetzungs- und Umbauprojekte, die Standards der Bauerhaltung auch des nichtgeschützten Nichtwohnungsbaus setzen können.

Nicht zuletzt wird an diesen ikonischen Baudenkmälern das gesellschaftliche Verhältnis zum Bauerbe der Moderne verhandelt. Diese Diskurse sind auch für den Neubau und zukünftige Formen des Arbeitens und Wohnens von Relevanz. Im Rahmen des Projekts wurde mehrfach von Gesprächspartnern und auf Tagungen die Frage gestellt, ob in Zukunft angesichts der Zunahme von Homeoffice und neuen digitalen und flexiblen Office-Konzepten „klassische“ Büroarbeitsplätze in Hochhäusern überhaupt noch gebraucht werden. Ob die ökologischen Folgen von energieintensiven Relikten der Nachkriegsmoderne inklusive des damit verbundenen Individualverkehrs noch tragbar sein können. Ob die weithin sichtbaren Markierungen einstiger Unternehmensmacht im Stadtraum heute noch zeitgemäß seien.

So beeindruckend diese erhabenen Bauten sind, handelt es sich tatsächlich um erhaltenswürdige und erhaltungsfähige Denkmäler der Moderne?

Städtebaulich hielten sie allen strukturellen Veränderungen, Nachbarbebauungen, neuen Infrastrukturen oder dem generellen Weiterwachsen der Stadt stand. Neben dem zumeist empirisch nicht belegten Vorwurf des übermäßigen Energieverbrauchs steht die Unterstellung unzulänglicher, wenig haltbarer Materialien und Konstruktionen, die sich der Reparatur und Instandsetzung entziehen. Die Fallbeispiele des Projekts wie auch die Übersichten konnten aufzeigen, dass sich der hohe Transformationsdruck, dem sich dieser Gebäudebestand gegenüber sieht, vornehmlich aus neuen Nutzungsanforderungen, aus Umnutzungen und baulichen Standards und Normen ergibt, die am Neubau orientiert sind. Bleiben Nutzung und Anforderungen jedoch weitgehend bestehen, kann also mit den vorhandenen Schwächen und Mängeln alter Bauten gelebt und umgegangen werden, und Ertüchtigungen der Gebäudetechnik und Bauphysik beschränken sich auf notwendige, begrenzte und gezielte Maßnahmen, die das vorhandene System verstehen und intakt lassen, dann kann durchaus die Lebensdauer dieser Bauten erheblich verlängert werden. In unterschiedlichem Umfang sind je nach Konstruktion der Fassaden Reparaturen unter Teilaustausch und Instandsetzungen ebenso möglich, wie ein sinnvoller Umgang mit Gebäudeschadstoffen. Auch Bürohochhäuser der Nachkriegszeit können erhalten werden, ohne umfassend oder in erheblichem Umfang neu geschaffen zu werden.

Für eine Beurteilung der untersuchten Hochhäuser im Sinne der Bauphysik können zum einen Vergleiche hinsichtlich der bauzeitlichen und der heutigen Anforderungen dienen, zum anderen müssen aber die Ergebnisse jenseits normativer Vorgaben ganz allgemein im Sinne einer Gebrauchstauglichkeit bewertet werden. Dabei fällt auf, dass der Wärmeschutz gegenüber aktuellen Standards keinen großen Stellenwert besaß. Modernisierungen können deshalb durchaus signifikante Verbesserungen bei der thermischen Behaglichkeit im Winter durch innenseitig wärmere Oberflächentemperaturen erzeugen und der Heizenergieverbrauch kann gesenkt werden.

Manche Gebäude sind allerdings durch eine besonders kompakte Bauweise und ein zugehöriges niedriges

Verhältnis von Oberfläche zu Volumen (A/V) strukturell günstig. Als Beispiel kann das Dorlandhaus mit einem noch vertretbaren Heizenergieverbrauch dienen. Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzungen leisten bautechnische, ggf. modernisierte Jalousien gute Dienste. In Verbindung mit Nachtlüftung im Sommer und der Aktivierung von Speichermassen kann der Kühlenergieverbrauch vermindert werden. Eine Besonderheit stellen die Wärmebrücken entlang der Metallprofile der Fassaden dar, die überproportional gegenüber modernen Konstruktionen zum Energieverbrauch beitragen.

Von besonderer Bedeutung ist dabei aber der Feuchteschutz, da vielfach kritische Temperaturfaktoren f_{Rsi} von weniger als 0,70 auftreten. Dies ist jedoch nur dann problematisch, wenn innen relative Feuchten im Winter von etwa 50 % oder mehr vorhanden sind, wie das bei Wohnnutzungen der Fall ist. Da es sich bei den Hochhäusern aber überwiegend um Büronutzungen mit geringem Feuchteintrag handelt, kann man auch innere Randbedingungen von etwa 20°C und 30 % r.F. in guter Näherung ansetzen. Es zeigt sich, dass dann viele dieser Wärmebrücken keine Schwierigkeiten bereiten.

Während die Belichtungssituation hinsichtlich der Versorgung mit natürlichem Licht als durchweg gut bezeichnet werden kann, muss bei Schallschutz eine differenzierte Beurteilung erfolgen. Bei günstigen Anordnungen zusammenhängender Arbeitsbereiche, die z.B. über Nebenräume voneinander deutlich getrennt sind, wird allein durch die Anordnung im Grundriss keine Beeinträchtigung trotz der vorhandenen geringen Luftschalldämmmaße einzelner Wände zu erwarten sein. Werden bisher zusammenhängende Bereiche getrennt, müssen die Trennwände möglichst bis zu den tragenden Decken oben und unten schallschutztechnisch ertüchtigt werden. Neubaustandard kann dabei jedoch selten erreicht werden, so bietet es sich an, weiterhin ähnlich leise Arbeitsbereiche (Büro) als Nutzung beidseits einfacher Trennwände vorzusehen. Der Trittschallschutz entspricht ebenfalls nicht mehr modernen Anforderungen, da häufig Verbundestriche ohne trennende Trittschalldämmung verwendet wurden. Hier gilt ebenso, dass bei ähnlich leisen Nutzungen und ggf. der Verwendung von Teppichböden oder Trennlagen wie Parkettschaum oberhalb des Estrichs deutliche und gebrauchstaugliche Verbesserungen möglich werden. Die Anschlüsse am Rand sind dabei sorgfältig auszuführen, so dass nur geringe Kopplung zwischen den obersten Bodenflächen und der Tragkonstruktion entsteht.

Angelehnt an der von Franz Graf und seinem Team am TSAM der EPF Lausanne entworfenen „Methodology for Energy Retrofitting of Modern Architecture“ (MERMA) wurde im Rahmen des Projekts ein mehrstufiger Prozess der interdisziplinären Grundlagenermittlung und Bauuntersuchung erprobt, der auch zukünftigen Vorhaben als Grundlage für bauhistorische, bautechnische und im Sinne eines low-tech Ansatzes der gebäudetechnischen Ertüchtigung und Instandsetzung dienen kann.

Die fünf aufeinander aufbauenden Schritte sehen vor

(1) Architektonische und bauhistorische Grundlagenermittlung

Archivrecherche, geometrische, räumliche und funktionelle planerische Erfassung, Abgleich Umbauphasen und historischer Bauzustände mit Ist-Zustand, Identifikation hochwertiger architektonischer, gestalterischer und technischer Elemente

(2) Bau- und Gebäudetechnische Analyse

Feststellung verwendeter Bauprodukte und Baustoffe, deren Zusammensetzung, Ist-Zustand, chemische und physikalische Eigenschaften (u.a. Gefahr- und Schadstoffe),

Konstruktionsart und Erhaltungszustand der wesentlichen durch Eingriff betroffenen Bauteile (z.B. Fassade)
Erfassung und Verortung mittels Befundbuch, Materialkartierungen, Planzeichnungen M 1:20 bis M 1:1, u.a.m.

(3) Bauphysikalische und energetische Analyse

Empirische Erfassung von Klimamessdaten, lokale Wetterdaten, Verbrauchsdaten, Ermittlung des aktuellen Energieverbrauchs

Modellierung, thermische Simulation, Komfortbetrachtungen

Nachweis und Verortung u.a. von Wärmebrücken/Wärmeverlusten und bauphysikalischer Schwachstellen

(4) Variantenarbeit

Szenarien zur bauphysikalischen, thermischen und energetischen Optimierung, Verbesserung der Energieeffizienz, Simulation und Berechnung des zukünftigen Energiebedarfs und Komfort
Modellierung und Detailzeichnung von damit verbundenen Interventionen, M 1:20 bis M 1:1

(5) Gegenüberstellung und Abwägung verschiedener Kriterien

Erarbeitung einer Bewertungsmatrix (denkmalpflegerische, städtebauliche, architektonische, material- und konstruktionsspezifische und energetische Aspekte, technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit, Gewährleistung, Lebensdauer, etc.), planerische Umsetzung der Bewertungsmatrix, Zuordnung und Auswertung der unterschiedlichen Interventionsszenarien

Entgegen üblicher Feststellungen der Abweichung von allgemeinen Normwerten und der Berechnung anhand unzuverlässiger Kennzahlen plädiert das Projekt auf die empirische Untersuchung des individuellen Bürohochhauses über einen längeren Zeitraum, möglichst unter Nutzung (was angesichts der Einschränkungen der Corona Pandemie im Projektzeitraum nur eingeschränkt möglich war). Die oft übliche Darstellung vermeintlich hoher Energieverluste mittels passiver Thermographie stellt hingegen keine ausreichende Untersuchung dar und findet zumeist nur Anwendung als bildkräftige Argumentation für einen Totalaustausch der historischen Fassade.

Die große Herausforderung der nächsten Dekaden ist die nachhaltige Transformation und im Besonderen die Dekarbonisierung des Gebäudebestands. Die Komplexität, die sich über die Jahre beim Bauen etabliert hat, kombiniert mit vermeintlichen Komfortstandards, führte dazu, dass Gebäude häufig weder die energetische Effizienz erzielen, noch stellt sich die gewünschte Nutzerzufriedenheit ein. Das politische Ziel, den Bestand nach dem Effizienzhausstandard 55 zu sanieren (50 % bis 2030), ist aus unterschiedlichsten Gründen keine adäquate Antwort auf die Herausforderung. Der denkmalgeschützte Bestand hat die Chance aufzuzeigen, dass „einfach sanieren“-Strategien großes Potential haben und übertragbar sind auf den Bestand – vor allem im Nichtwohnungsbau.

Es wird nicht möglich sein, im Denkmalschutz die Komfortansprüche eines neuen Gebäudes zu realisieren. Es sei denn, die etablierten Prinzipien baudenkmalpflegerischen Handelns werden bewusst ignoriert. Stattdessen führt eine bewusste Auseinandersetzung mit den im Baudenkmal identifizierten Werten und deren mögliche Erhaltung Planer zur Umsetzung von kreativen – häufig low-tech – Ansätzen. Gleichzeitig erzielen die Gebäude häufig eine ganz eigene räumliche Aufenthaltsqualität. Vermeintliche Kompromisse wie räumlich variierende Tageslichtverhältnisse oder auch ein jahreszeitlich und räumlich variierender thermischer Komfort können als Qualität wahrgenommen werden. Solche Gebäude zeigen auf, dass Komfort keine Größe ist, die sich sinnvoll durch starre und eingrenzende Normen fixieren lässt, sondern von Menschen ganz unterschiedlich empfunden wird. Ihre Erhaltung kann und sollte dem Rechnung tragen. In neuen Gebäuden wird demgegenüber nach Standards und unabhängig von individuellen Bedürfnissen der scheinbar „beste“ Kompromiss hergestellt, mit einem Ergebnis, das oft Niemanden glücklich macht.

Die thermische Hülle wird im Hinblick auf den Wärmeschutz stets eine Schwachstelle sein. Gleichzeitig ist der Raumwärmebedarf nicht der größte Energieverbraucher im Nichtwohnungsbau. Klimatechnik, der Betrieb der Lüftung und Kunstlicht kann den Energiebedarf signifikant nach oben treiben. In Summe kann der low-tech Ansatz bei Instandsetzungen den erhöhten Wärmebedarf, der durch die nur schlecht gedämmte Hülle gegeben ist, zumindest ausgleichen.

Baudenkmalpflegerische Maßnahmen können als Modell begriffen werden, von denen wir für die Instandsetzung und Ertüchtigung des erhaltenswerten Nichtwohnungsbau-Bestands wie für den Neubau lernen können. „Einfach sanierte“ Gebäude können aufzeigen, dass vermeintliche Kompromisse beim Komfort und beim Energiebedarf gar zu einem besseren Ergebnis führen. Dies ist insbesondere im Kontext der aktuellen Bauwende und einer angestrebten neuen Baukultur im Umgang mit dem Bestehenden eine nicht unwesentliche Erkenntnis.

Mitwirkende

Autorinnen und Autoren

Prof. Thomas Auer, Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, TUM
Dr.-Ing. Roland Göttig, Lehrstuhl für Bauphysik, TUM
Rouven Grom, M.A., Professur für Neuere Baudenkmalpflege, TUM
Sebastian Koth M.Sc., Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, TUM
Dr.-Ing. Anica Mayer M.Sc., Lehrstuhl für Bauphysik, TUM
Dr. habil. Heike Oevermann, Lehrstuhl Denkmalpflege und Baugeschichte, BUW
Prof. Dr. Andreas Putz, Professur für Neuere Baudenkmalpflege, TUM
Dipl.-Ing. Hanne Rung, Projektkoordination, Professur für Neuere Baudenkmalpflege, TUM
Dipl.-Ing. (FH) Anja Runkel, Professur für Neuere Baudenkmalpflege, TUM
Prof. Dr.-Ing. Klaus Peter Sedlbauer, Lehrstuhl für Bauphysik, TUM

Weitere Mitwirkende

Julia Gralka, B. A., Planzeichnungen, Professur für Neuere Baudenkmalpflege, TUM
Heinrich Geißendörfer, B.Sc., Planzeichnungen, Layout Anhang, Professur für Neuere Baudenkmalpflege, TUM
Dr.-Ing. Martin Heißler (01-03/2021), Dr.-Ing. Jonathan Natanian (04-10/2021), Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, TUM
Jens Weber und Orla Connolly, Fotografen

Weitere beteiligte Forschungseinrichtungen

Bauhaus Universität Weimar (BUW), Lehrstuhl Denkmalpflege und Baugeschichte, Dr. habil. PD Heike Oevermann

Projektpartner

DETAIL Business Information GmbH, Dr. Sandra Hofmeister, Chefredakteurin
Josef Gartner GmbH, Birgit Hafner, Manager Corporate Communications

Kurzbiographien

Prof. Thomas Auer

Studium der Verfahrenstechnik an der Universität Stuttgart. Seit 1994 bei Transsolar Energietechnik GmbH und seit 2000 einer der geschäftsführenden Gesellschafter. Seit 2014 Professor für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen an der TU München. Prof. Auer ist verantwortlich für die Entwicklung von integralen Energie- und Komfortkonzepten für Gebäude und Stadtquartiere auf der ganzen Welt, die sich durch Energieeffizienz und Innovation auszeichnen und hierfür zahlreiche Preise erhalten haben.

Dr.-Ing. Roland Göttig

1. Studium der Physikalischen Technik an der FH München, Abschluss: Dipl.-Ing. (FH), 2. Studium der Architektur an der Technischen Universität München, Abschluss: Dipl.-Ing. (Univ.) und Promotion (Dr.-Ing.) an der Fakultät für Architektur mit dem Thema "Informationssystem für den architektonischen Planungsprozess auf Produktmodellbasis". Anstellungen am Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen in den Abteilungen Hygrothermik und Energiesysteme sowie an der Technischen Universität München, Fakultät für Architektur, Computer Aided Architectural Design (CAAD) und seit 2012 wiederum an der Technischen Universität München, Ingenieurakademie Bau Geo Umwelt, Lehrstuhl für Bauphysik. 2012 bis 2021 European Research Officer für die Fraunhofer-Allianz Bau und Mitglied des Steering Committees der European Construction Platform (ECTP). Mitarbeit bei mehreren Entwicklungsprojekten in Afrika zur Errichtung sozialer Einrichtungen (u.a. Kindergärten in Süd-Afrika).

Rouven Grom, M.A.

Rouven Grom studierte Architektur an der Technischen Universität in München, an der Aalto University in Helsinki und an der Hochschule Darmstadt. 2019 schloss er sein Masterstudium in München mit dem Master of Arts in Architektur ab. Er arbeitete seitdem in verschiedenen Architekturbüros in Würzburg, Stuttgart, München und Zürich, darunter Lamott + Lamott Freie Architekten und EM2N Architekten. Während des Bachelor- und Masterstudiums war er u.a. als studentische Hilfskraft für Gestaltungslehre tätig. Er bearbeitete im 2020 das Forschungsprojekt „Findbuch Josef Gartner 1955-85“ als Research Fellow der Wüstenrot Stiftung und ist seit Januar 2021 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Neuere Baudenkmalpflege tätig.

Sebastian Clark Koth, M. Sc.

Sebastian Koth absolvierte die Studiengänge Architektur in 2019 (B.A.) und Ressourceneffizientes und Nachhaltiges Bauen in 2021 (M.Sc.) an der Technischen Universität München. Seit 2022 promoviert Sebastian Koth am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und Klimagerechtes Bauen (Prof. Dipl.-Ing. Thomas Auer) im Bereich thermischen Komfort, mit Fokus auf die Energieeinsparungspotentiale von raumklimatischer Behaglichkeit in passiven Gebäudetypologien. Praktische Erfahrung im Bereich architektonischer Machbarkeitsstudien machte Sebastian Koth im Büro Allmann Wappner Architekten GmbH zwischen 2018-2019. Seit 2019 arbeitet Sebastian Koth am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und Klimagerechtes Bauen und zwischen 2021 und 2022 am Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen (Prof. Dr. Werner Lang) sowohl in der Lehre als auch in diversen Forschungsprojekten im Bereich thermischer Gebäudesimulation sowie biophysikalische Datenerhebung und Analyse. Sebastian Koth nahm an verschiedenen Ausstellungen und Konferenzen mit raum-klimatischen Installationen und Präsentationen teil (Urbainable in Berlin 2019, Pop Up Campus in Aachen 2022, DGNB in Stuttgart 2022, SBE in Berlin 2022).

Dr. -Ing. Anica Mayer

Anica Mayer studierte Bauingenieurwesen an der Technischen Universität München und parallel Berufsschullehramt ebenfalls an der TUM. In Ihrer Masterarbeit beschäftigte sie sich mit der Bauaufnahme und der bauphysikalischen Ertüchtigung denkmalgeschützter fünfziger Jahre Bauten am Beispiel des Pellerhauses in Nürnberg. Anica Mayer arbeitet seit 2018 am Lehrstuhl für Bauphysik der TUM und ist dort im Forschungsfeld Climate Culture Building (CCB) tätig. Sie ist Ansprechpartnerin am Lehrstuhl für Bauphysik für die Kooperation REUSED, welche sich mit der Instandhaltung und Instandsetzung von historischen Bauten beschäftigt.

Univ.Prof. Dr. habil. Heike Oevermann

Heike Oevermann vertritt von 2023 bis 2027 die Professur für Denkmalpflege und Bauen im Bestand an der TU Wien. Zuvor vertrat sie die Professur Denkmalpflege an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg im akademischen Jahr 2021-2022 und hat eine Dozentur an der AHO in Oslo, Norwegen. Sie war stellvertretende Direktorin am Georg-Simmel-Zentrum für Metropolenforschung der Humboldt-Universität zu Berlin und lehrt an der Bauhaus-Universität Weimar (Venia). Ihre Forschungsschwerpunkte sind Jüngere Stadtbaugeschichte, Städtisches Erbe, Industrienerbe, Heritage Studies und Denkmalpflege. Aufbauend auf das Studium der Architektur an der TU Braunschweig und der ETSA Sevilla, mehrjährigen Erfahrungen in der planerischen Praxis als Architektin und dem Studium World Heritage Studies, BTU Cottbus ist Heike Oevermann seit vielen Jahren in Forschung und Lehre national und international tätig. 2012 erfolgte ihre Dissertation: Über den Umgang mit dem industriellen Erbe (TU Berlin) und 2020 ihre Habilitation an der Bauhaus Universität Weimar. Einige ihrer Forschungsprojekte sind:

DFG-Forschungsprojekt: Historische Industriearchitektur und divergierende Ziele von Stadtentwicklung, Kreativwirtschaft und Architekturproduktion: Nutzung des Instrumentes der Diskursanalyse für den Denkmalschutz; DFG-Forschungsprojekt: Heritage-Management und Good-Practice bei der UNESCO-Weltkulturerbestätte Industriekomplex Zeche Zollverein; oder

OpenHeritage: Organizing, Promoting and Enabling Heritage Re-use through Inclusion, Technology, Access, Governance, and Empowerment (EU-Horizon 2020).

Sie ist Mitglied im Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege e.V; International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) Deutschland, The International Committee for Industrial Heritage (TICCIH), Association of Critical Heritage Studies, Bauhaus-Institut der Geschichte und Theorie der Architektur und der Planung.

Prof. Dr. Andreas Putz

Studium der Architektur an der TU Dresden, University of Edinburgh und ETH Zürich (Dipl. Arch. ETH). Berufliche Stationen in Basel und Dresden.

2011–2015 wissenschaftlicher Assistent und Doktorand am Institut für Denkmalpflege und Bauforschung (IDB) der ETH Zürich. Promotion (Dr. sc. ETH Zürich) mit einer Arbeit zu Leitbildern und Praktiken der Erhaltung der Zürcher Altstadt zwischen 1930 und 1970. 2016 Auszeichnung der Dissertation mit dem Theodor-Fischer-Preis des Zentralinstituts für Kunstgeschichte München. Seit 2015 Tätigkeit als freier Architekt und wissenschaftliche Mitarbeit am Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung (Historische Forschungsstelle) in Erkner/Berlin, 2016–2017 Postdoc am Institut für Geschichte und Theorie der Architektur (gta) der ETH Zürich.

2018 Berufung auf die Professur für Neuere Baudenkmalpflege an der Technischen Universität München. Forschungsprojekte zu Konstruktionsgeschichte und Erhaltungsoptionen von Bauteilen aus Acrylglas, Sichtbetonoberflächen, Metall-Glas-Fassaden und technischen Gebäudeausstattungen, sowie zur Geschichte und Theorie der jüngeren Baudenkmalpflege und Bauwerkserhaltung. Diverse Gutachtertätigkeiten. 2022 Auszeichnung mit einem Starting Grant des European Research Council (ERC).

Mitglied im Deutschen Nationalkomitee von ICOMOS, bei DOCOMOMO, der Koldewey-Gesellschaft, der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte und im Vorstand des Arbeitskreis Theorie und Lehre der Denkmalpflege. Als Mitglied des Deutschen Nationalkomitees von ICOMOS u.a. im NSC 20th Century Heritage und im Erich Mendelsohn Initiative Circle, in der ICOMOS Monitoring Gruppe für das UNSECO Weltkulturerbe „Das Bauhaus und seine Stätten in Weimar, Dessau und Bernau“ tätig. Seit 2022 Mitglied des internationalen wissenschaftlichen Beirats des Leibniz-Forschungsverbunds „Wert der Vergangenheit“.

Dipl.-Ing. (Univ.) Hannelore Rung

Studium der Architektur und Stadtplanung an der Universität Stuttgart sowie der Universidade do Porto, Dipl.-Ing. (Univ.) 2004, Art-Director der Fachzeitschrift „Metamorphose - Bauen im Bestand“, arbeitete u.a. für frei 04 publizistik, Auer & Weber Assoziierte, db-deutsche bauzeitung an verschiedenen Publikationen und Ausstellungen; 2011/12 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Städtebau und Regionalplanung, TUM (Forschungsprojekt: Kunstareal München), 2012-2020 Head of Communication (Akademische Rätin 2017-2020) an der Fakultät für Architektur, TUM. Jurymitglied in verschiedenen Wettbewerben, u.a. Preis der Stadt München, Kategorie Architektur; 2016 Eintragung in die Stadtplanerliste der BYAK, freie Kuratorin und Ausstel-

lungsgestalterin: Ausstellungen, u.a. im Architekturmuseum der TU München in der Pinakothek der Moderne, MARKK Hamburg, IBA Thüringen. 2016-2018 Kuratorin der Zwischenpräsentation der IBA Heidelberg - Das Wissen der Stadt. Studie zu „Elective affinities – Wahlverwandschaften: Wissensstädte Im Vergleich (Heidelberg, Cambridge, Lund, Leuven, Stanford). Seit 2020 Forschungsauftrag an der Professur für Neuere Baudenkmalpflege an der TU München: Studie zu „Potentialanalyse des Bauvolumens von Bürohochhäusern (1950-1985)“.

Dipl.-Ing. (FH) Anja Runkel

Anja Runkel studierte Architektur an der HTWK Leipzig mit dem Abschluss Dipl.-Ing. (FH), zunächst war sie als angestellte Architektin in Leipzig, später freiberuflich im Ruhrgebiet tätig. Seit 2007 ist sie Geprüfte Planerin für Baubiologie (VDB), arbeitete in Sachverständigenbüros in Witten/Ruhr und München in den Bereichen Innenraum-, Gebäudeschadstoffe, Gebäuderückbau und Nachhaltiges Bauen im Bestand. Seit 2019 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin der Professur für Neuere Baudenkmalpflege der TU München. Sie ist Sachkundige gemäß TGRS 519, Anlage 3 (Asbest Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten) und TÜV-zertifizierte Sachverständige für Feuchte- und Schimmelschäden.

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

Studium der Physik an der LMU München. Promotion (Dr.-Ing.) an der Universität Stuttgart mit dem Thema „Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen“. Ab 2003 war Prof. Sedlbauer Ordinarius des Lehrstuhls für Bauphysik an der Universität Stuttgart und ist seit 2014 Ordinarius des Lehrstuhls für Bauphysik an der Technischen Universität München. Herr Prof. Sedlbauer ist Mitglied zahlreicher nationaler und internationaler Gremien. Er erhielt zahlreiche Auszeichnungen (u.a. Bundessieger Land der Ideen 2013) und ist Inhaber zahlreicher Patente im Bereich der Bauphysik.