

Fachspezifischer Lernstoff
zum Aufnahmetest für das
Bachelorstudium Architektur
an der TU-Wien

Inhalt:

Teil 1: *Barocke Sakralarchitektur in Rom* von Robert Stalla, erschienen in: Kunsthistorische Arbeitsblätter KAb 7/8 2000, Deubner Verlag für Kunst, Theorie und Praxis GmbH & Co KG, Köln, 2000.

Umfang: 20 Seiten

Teil 2: *Gender in der Architekturtheorie* (Kap.6) von Dörte Kuhlmann, erschienen in: Kuhlmann, Dörte: Raum, Macht & Differenz Genderstudien in der Architektur, Kapitel 6, Luftschacht, Wien, 2005.

Umfang: 25 Seiten

Teil 3: *Die Geschichte der horizontalen Verdichtung im Wohnbau bis 1934* (Kap. 1) und *Die Entwicklung nach 1945* (Kap. 2) von Helmut Schramm, erschienen in Schramm, Helmut: Low Rise – High Density Horizontale Verdichtungsformen im Wohnbau, Springer Verlag, Wien New York, 2008.

Umfang: 34 Seiten

Teil 4: *Entwicklung von Holzleichtbeton- Verbundkonstruktionen* von A. Fadai et al., erschienen in Österreichische Ingenieur- und Architektenzeitschrift 162. Jg., Bauen in Holz, Heft 1-12/2017.

Umfang: 10 Seiten

Robert Stalla

Barocke Sakralarchitektur in Rom

Der folgende Abriss der barocken Sakralarchitektur in Rom versucht an exemplarischen Bauten formale, künstlerische, typologische und ikonographische Aspekte aufzuzeigen. Zu den Rahmenbedingungen, die hier – anders als im übrigen Europa – Bewertungsmaßstäbe für Künstler und Werk liefern, gehören u. a. die historische Bedeutung der Stadt als einstiges Zentrum des Imperium Romanum und Wiege des Christentums; die künstlerische Tradition, geprägt vom Erbe der Antike, welcher um 1500 Donato Bramante programmatische Vorbildfunktion zuerkannt hatte, und das Selbstverständnis der Päpste als Oberhaupt der katholischen Kirche und souveräne Territorialfürsten in der Nachfolge der römischen Imperatoren.

Der Begriff »barock«, der wahrscheinlich aus der portugiesischen Juweliersprache für eine schiefe, unregelmäßige Perle (baruca) abgeleitet ist, wurde erstmals um 1570 gebraucht. Seit Salomon de Brosse (1562–1626) bezeichnet er in der klassizistischen Architekturtheorie Frankreichs das »Regelwidrige« und »Sonderbare«, seit Mitte des 18. Jahrhunderts auch in Deutschland die »Verwilderung des Geschmacks« – bis er in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts, mit dem Auftreten des Neubarock und der beginnenden wissenschaftlichen Erforschung der Barock-Kunst (Gurlitt, Wölfflin, Dohme), als Stil-Begriff eingeführt wurde. Die Barockarchitektur nahm ihren Ausgang in Rom und verbreitete sich im 17. und 18. Jahrhundert international.

Rom, wo in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts Filippo Neri (1515–1595) die Wallfahrt zu den sieben Hauptkirchen wiederbelebt und Cesare Baronio (1538–1607) die Katakomben – Zeugen der frühchristlichen Kirche – erforscht hatte, war Zentrum der Gegenreformation. Eingeleitet vom Konzil von Trient (1545–1563), ist sie als Antwort auf die von Luther herbeigeführte Reformation zu sehen. Das wiedererstarkte Selbstbewusstsein der »ecclesia romana« und ihre Forderung nach Repräsentanz, Propaganda und Machtdemonstration fand sichtbaren Ausdruck in einer Blüte der Baukunst, die neuen künstlerischen Idealen folgte. Es entstand die »Roma barocca«, die unter den Päpsten Gregor XIII. Buoncompagni (1572–1585), Clemens VIII. Aldobrandini (1592–1605), Sixtus V. Peretti (1585–1590), Paul V. Borghese (1605–1621) und Gregor XV. Ludovisi (1621–1623) begonnen und unter Urban VIII. Barberini (1623–1644),

Zum Autor:

Robert Stalla, geb. 1957, Studium der Kunstgeschichte, Bayerischen Geschichte, Kirchengeschichte und Musikwissenschaft in München; 1986 Promotion über süddeutsches Rokoko. Nach Stipendien der DFG und der Bibliotheca Hertziana in Rom seit 1991 Wissenschaftlicher Assistent am Kunsthistorischen Institut der Universität in München. 1995 Habilitation über Francesco Borromini, seither Oberassistent in München (1999 Vertretungsprofessur in Erlangen). Forschungen und Publikationen zu Architektur, Malerei und Grafik der Neuzeit sowie zur Geschichte der Kunstgeschichte.

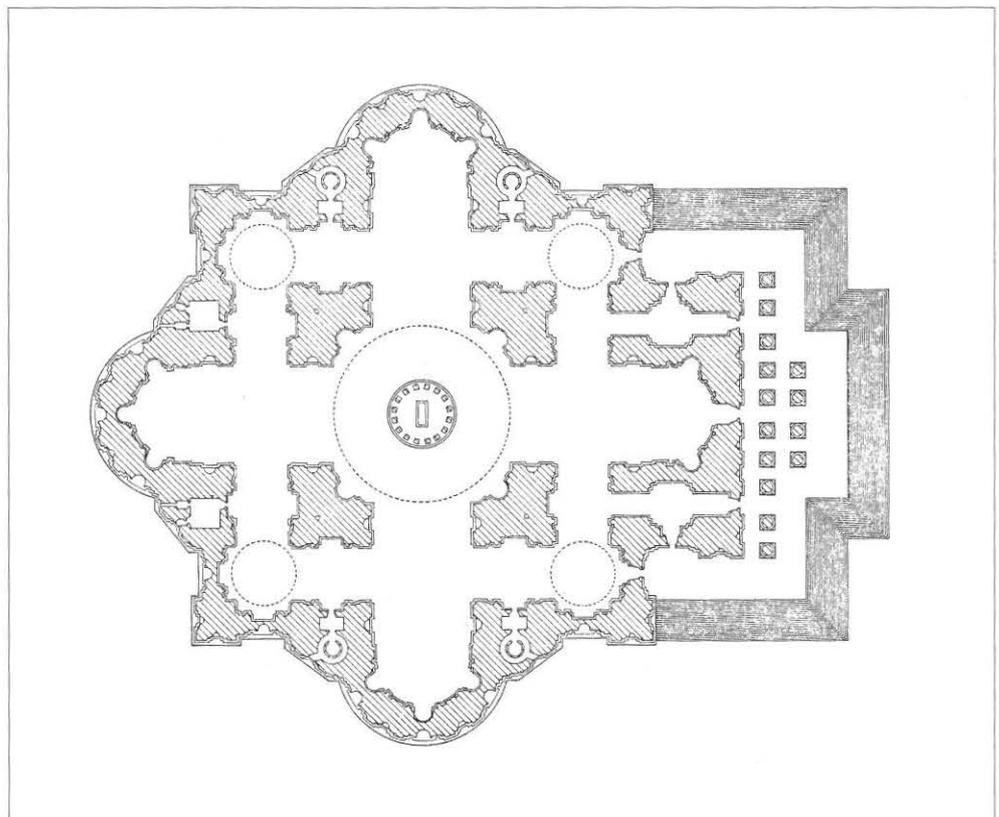


Innozenz X. Pamphilij (1644–1655) und Alexander VII. Chigi (1655–1667) ihre bedeutendste Ausgestaltung erfuhr. Die Bauleidenschaft der Päpste brachte die urbanistische Erschließung der Stadt mit neuen großartigen Straßenzügen, Platzanlagen und Brückenbauten. Es entstanden monumentale, in Anspruch und Pracht der Ausstattung miteinander wetteifernde Palazzi, aufwendige, von kunstvoll arrangierten Feuerwerken begleitete Festdekorationen und repräsentative, von Päpsten, Kardinälen und Orden in Auftrag gegebene Kirchenbauten: »theatra sacra«, in denen die katholische Liturgie wirkungsvoll in Szene gesetzt wurde.

St. Peter – Il Gesù – nochmals St. Peter

Ansätze zu Veränderungen in der architektonischen Formensprache zeigen sich in Rom bereits Mitte des Cinquecento: Michelangelo, der 1546 die Bauleitung in St. Peter übernahm, veränderte den von Bramante 1506 begonnenen, aber erst wenig fortgeschrittenen Bau grundlegend. Bramante hatte einen kuppelbekrönten Zentralbau über griechischem Kreuz mit halbrund geschlossenen Kreuzarmen entworfen, zwischen denen vier kleine überkuppelte griechische Kreuze und in den Ecken vier Zentralräume (mit darüber sich erhebenden Ecktürmen) die Anlage zu einem Quadrat zusammenschließen sollten. Das System selbstständiger Raumteile und -zentren war in Bramantes Bauplanung – den Renaissance-Idealen von Ebenmaß und Gleichgewicht entsprechend – durch formale Analogien, homogene Belichtung und umlaufende Ordnungen zusammengebunden. Michelangelo artikulierte die Masse, Wucht und Plastizität der Mauer und ignorierte die verschiedenen Nebenzentren zugunsten eines einzigen, von mächtigen Vierungspfeilern umstellten, deutlich vergrößerten Kuppelbaus, dem auch Umgang und Kreuzarme untergeordnet sind (*Abb. 1*).

Abb. 1
Rom, St. Peter, Grundriss,
Entwurf von Michelangelo.
Foto aus: Propyläen
Kunstgeschichte, Bd. 8,
Berlin 1968.



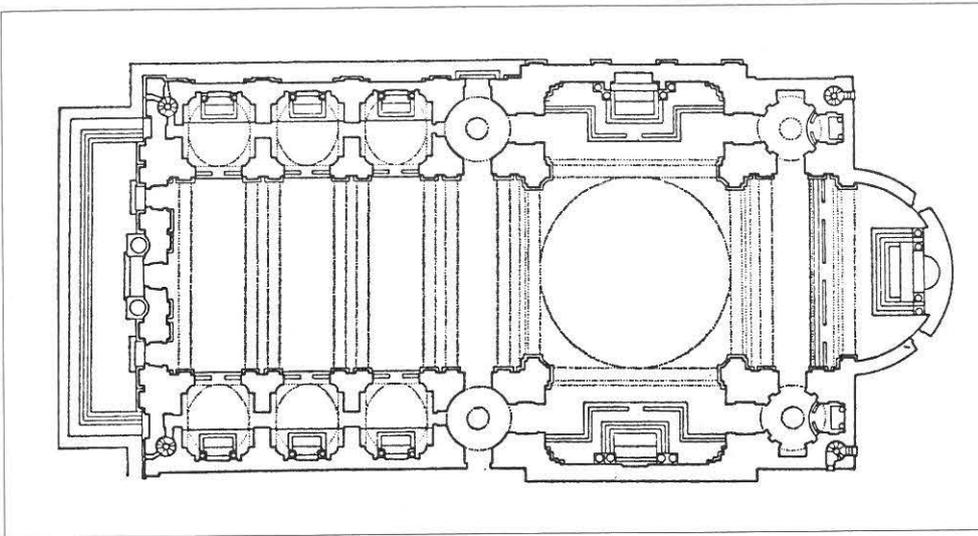


Abb. 2
Rom, Il Gesù, Grundriss.
Foto aus: Winfried Nerdinger,
Perspektiven der Kunst,
München 1994.

Die neue Tendenz zur Raumkontinuität lässt sich auch am Longitudinalbau beobachten: Il Gesù – die Mutterkirche des 1534 von Ignatius von Loyola gegründeten und die Gegenreformation entscheidend vorantreibenden Jesuitenordens – wird zum Prototyp nicht nur des römischen, sondern des gesamten europäischen barocken Langhausbaus (Abb. 2). Hier zeigen sich Positionen, die der Mailänder Bischof Carlo Borromeo in seinen 1577 veröffentlichten »Instructiones« fest schrieb: Zwar könne die Grundrissgestalt – mit Ausnahme der als heidnisch abgelehnten Rundform – »multiplex« sein, doch sei, mit Verweis auf die frühchristlichen Basiliken Roms, das lateinische Kreuz als »insignis structura« für das Kreuz Christi zu bevorzugen.

Il Gesù, ab 1568 nach Entwürfen Vignolas errichtet, ist eine Synthese aus Longitudinal- und Zentralbau und kann als moderne Version der altchristlichen Basilika gelten. Sie besteht aus einem Mittelschiff, das anstelle von Seitenschiffen in je eine Reihe von Abseitenkapellen geöffnet ist, einem wenig ausladenden Querschiff mit bekrönender Vierungskuppel und dem Chor mit halbkreisförmiger Apsis. Der Kuppelraum mit den kleinen Diagonalräumen lässt Bezüge zu St. Peter, das in Arkaden geöffnete Langhaus Zusammenhänge mit S. Andrea in Mantua (ab 1470 nach Plänen Albertis) erkennen. Werden dort die Abseitenkapellen aber als selbständige Raumeinheiten anschaulich, so sind sie in Il Gesù durch die außerordentliche Breite des Mittelschiffes und den Sog seiner gewaltigen Tonne zu bloßen Nischen degradiert. Dominant ist hier der mit Doppelpilastern und Doppelgurten gegliederte Saalraum (1676–79 Neudekoration und Freskierung der Wölbung von G. B. Gaulli), der mit seiner Weiträumigkeit den adäquaten Rahmen für die vom Jesuitenorden besonders kultivierte Predigt bot. Das unverkröpfte Gebälk bewirkt einen drängenden Tiefenzug in Richtung Hauptaltar, der durch Lichtregie gesteigert wird: Die drei gleichförmigen Mittelschiffjochs sind durch die in die Tonne eingeschnittenen Fenster gedämpft beleuchtet. Das vierte Joch am Übergang zur Vierung, wo der eingezogene Chorbogen die Bewegung zusätzlich bremst, ist kürzer, geschlossener und dunkler – ein dramatischer Effekt, um in einem deutlichen Vertikalzug zur lichten Helligkeit von Vierung und Kuppel überzuleiten. Auch die Fassade von Il Gesù (Abb. 3) – bis 1584 nach Plänen Giacomo



Abb.3
 Rom, Il Gesù, Fassade
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Il_Gesu.jpg

della Porta errichtet – wurde in Italien sowie den übrigen katholischen Ländern unzählig variiert. Sie spiegelt den basilikalischen Querschnitt des Innenraums wieder, ist doppelgeschossig und zeigt eine starke Reliefierung der Wand mit Tür- und Fensterrahmen, Pilaster- und Säulenordnungen, Gesims- und Giebelformen. Durch Rhythmisierung der Achsen, Doppelung der Ordnungen, Steigerung der Plastizität und Vorstaffelung zur Mitte hin ist ein besonderer Akzent auf die Mittelachse gelegt, wo durch Verdichtung der Giebelformen eine geschossübergreifende Vertikalbewegung wirksam wird.

Direkte Nachfolge fand der Gesù-Typus in Rom in S. Andrea della Valle – der Mutterkirche des Theatinerordens, die 1591 nach Plänen Giovanni Francesco Grimaldis (?) und Giacomo della Porta begonnen und unter der Leitung Carlo Madernos 1623 fertiggestellt wurde (Fassade von Carlo Rainaldi 1665 vollendet) – und in S. Ignazio, dem zweiten Großkirchenbau der Societas Jesu, der 1626, vier Jahre nach der Heiligsprechung des Or-

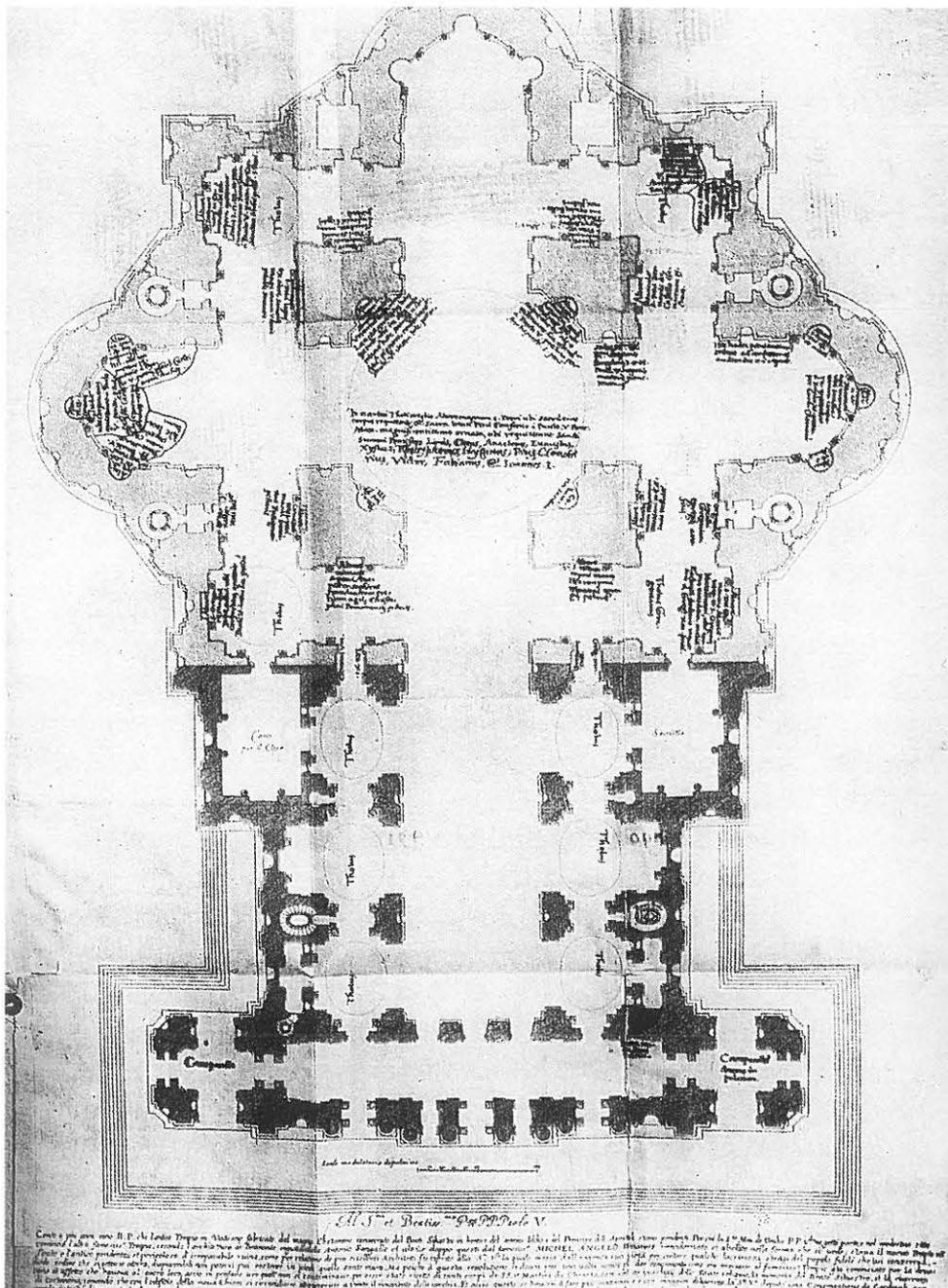


Abb. 4
 Rom, St. Peter, Grundriss,
 Zeichnung von Matteo Greuter
 nach Carlo Maderno (BAV).
 Foto aus: Robert Stalla,
*L'Architettura della Basilica di
 San Pietro. Storia e costruzione,*
 Rom 1995.

densgründers, nach Plänen P. Orazio Grassi SJ begonnen und ab 1684 von dem Ordensbruder Andrea Pozzo mit den berühmten illusionistischen Deckenbildern ausgestattet wurde.

Die gewaltigste Weiterbildung des Gesù-Typus zeigt die Peterskirche (Abb. 4): Funktionale Gründe (Chor für Kanoniker, Sakristei etc.) boten für Papst Paul V. den Anlass, an Michelangelos riesigen Kuppelraum ab 1607 von Maderno ein ebenso riesiges Langhaus anbauen zu lassen, womit auch der Prestigebau des Katholizismus dem gegenreformatorischen Ideal der »forma crucis« folgte. Durch Umbau und Neuausstattung wurde Mitte des 17. Jahrhunderts Madernos Raumkonzept bereits wieder zerstört, dem eine eindeutige funktionale und baukünstlerische Trennung beider Raumteile zugrunde lag: War der Kuppelraum – mit dem Grab des hl. Petrus und dem darüber errichteten Altar – jetzt Ort der Memorie und Bühne für die Inszenierung der päpstlichen Zeremonie, so diente das Langhaus den Gläubigen als Versammlungsort. Vom Kuppelraum setzte es sich nicht nur

durch veränderte Farbigekeit und Materialien, sondern durch größere Breite, höheren Wölbscheitel und ursprünglich auch durch tiefer liegendes Fußbodenniveau ab. Steht der Zentralbau in der Tradition der Memorialarchitektur sowie der byzantinischen Kreuzkuppelkirche und die Kuppel selbst in der Nachfolge des Pantheon, so darf das Langhaus als planerischer Rückgriff auf die antike Maxentius-Basilika im Forum Romanum gesehen werden. Ihre Überreste waren durch die damalige Identifikation mit dem Templum Pacis (71–75 n. Chr. von Vespasian anlässlich seines Sieges über die Juden errichtet) Zeugen einer religiös aufgeladenen Triumpharchitektur, der durch Verknüpfung mit einer im späten 16. Jahrhundert aufkommenden Marienlegende ein erstrangiger Stellenwert in der Entstehungsgeschichte des Christentums zugesprochen wurde. Damit waren die Voraussetzungen geschaffen, einen heidnisch-antiken Großbau als planerisches Vorbild für das architektonische Symbol der katholisch-christlichen Welt zu vereinnahmen: Wie Vespasian im Templum Pacis den Sieg des Abendlandes über die Juden feierte, so demonstrierte Papst Paul V. mit St. Peter den Sieg des Katholizismus über den Protestantismus. Die Nutzung antiker Monumente für die Inszenierung der »ecclesia triumphans« – in Rom seit dem Mittelalter bekannt – gipfelte im 17. Jahrhundert u. a. in den Umbauplänen des Pantheon, dem Kirchenbauprojekt im Kolosseum und dem Ausbau des Domitians-Stadiums zum Forum Pamphilium (s. u.).

Maderno, der mit seiner ab 1603 errichteten Fassade von S. Susanna eine weitere Variante der Gesù-Fassade schuf, war in Rom der führende Architekt seiner Generation. Sein Tod 1629 leitete hier die Wende zum »Hochbarock« ein. War seit Ende des 16. Jahrhunderts das plastische Anschwellen der Formen, der verstärkte Einsatz von Würdemotiven, die Tendenz zum Einheitsraum und (am Außenbau) die Betonung der Mittelachse zu beobachten, so treten nun auch die Bewegung und Dynamisierung der Grund- und Aufrissformen und die Betonung von Spannung und Kraft in den Vordergrund. Gleichzeitig schwindet mit dem nachlassenden Einfluss der ursprünglich militant auftretenden Gegenreformation die Bedeutung des Longitudinalbaus zugunsten des Zentralbaus, für den neue und kunstvolle Lösungen gefunden wurden.

Francesco Borromini und Gian Lorenzo Bernini, die führenden Architektenpersönlichkeiten des römischen Seicento, sind nicht nur Vertreter konträrer Architekturauffassungen – Borrominis antiklassische Haltung mit wucherndem Formenreichtum, undulierender Raumbegrenzung und komplexer Durchdringung verschiedener Raumkörper steht Berninis klassische Position gegenüber, geprägt von klaren monumentalen Formen, strengem übersichtlichen Raumaufbau und theatralischer Wirkung. Sie sind auch Anhänger unterschiedlicher politischer Lager, was in Rom, wo Frankreich- und Spaniengesinnte sich regelmäßig blutige Straßenkämpfe lieferten, Einfluss auf die Auftraggeberschaft hatte: Bernini, der 1664 im Auftrag König Ludwigs XIV. von Frankreich Entwürfe für die Louvre-Ostfassade lieferte, war der Günstling Papst Urbans VIII., des ehemaligen päpstlichen Nuntius in Paris; Borromini hingegen, der sich durch das Tragen der spanischen Nationaltracht zu seiner Herkunft aus dem spanisch regierten Mailand bekannte, war der Favorit Papst Innozenz X., des ehemaligen päpstlichen Nuntius in Madrid.

Francesco Borromini

Francesco Borromini, nach humanistischer Schulung und Steinmetzlehre an der Mailänder Domopera zum Architekten ausgebildet, kam 1619 in Rom in das Baubüro seines Onkels Carlo Maderno, wo er schnell zum führenden Mitarbeiter aufstieg. Wurde er in Mailand mit gotischen Architekturprinzipien vertraut, so musste er sich in Rom mit dem Erbe der Antike auseinandersetzen. Borrominis Aussage, »ich hätte mich nie diesem Beruf verschrieben, um nur Nachahmer zu sein«, beinhaltet das Programm einer Erneuerung der Architektur, mit der er sich dogmatischen Tendenzen des Cinquecento entgegenstellte. Sein Verständnis der Antike war nicht mehr von kanonischen Regeln und Normen und der Vorstellung des unerreichbaren Ideals geprägt. Sein Umgang mit der Antike zielte auch nicht auf »copiare« und »imitare« (kopieren und nachahmen), sondern auf »variare« und »inventare di cose nuove« (variieren und neu erfinden »all'antica«) – Grundlagen seines in den Schriften Vitruvs und Albertis abgesicherten architektonischen Entwicklungsdenkens. Vorbildhaft für Borromini war auch nicht mehr der in der Architekturtheorie des Cinquecento festgelegte und in der Baupraxis zumeist bestätigte antike Denkmäler-Kanon, den er zugunsten eines offenen Antiken-Begriffs aufbrach. Neben den freien Antiken-Rekonstruktionen Giovanni Battista Montanos und eigenen programmatischen Bezugnahmen auf die Villa Adriana in Tivoli, welcher aufgrund ihrer architektonischen Innovationen eine Sonderstellung in der Antike zukommt, bezog Borromini erstmals auch die Gotik mit ein – diese freilich (aufgrund formaler Zusammenhänge mit der Spätantike) jenseits aller kunsthistorischen Klassifizierungen, als »varietas« der Antike deutend.

Nach ersten Probestücken in S. Peter und kurzzeitiger Zusammenarbeit mit Gian Lorenzo Bernini (s. u.) wurde Borromini 1632 in seinem ersten selbständigen Anstellungsverhältnis Architekt der Sapienza, der römischen Universität. Die von ihm sogleich geplante, aber erst ab 1643 gebaute und 1660 geweihte Universitätskirche S. Ivo führt mit den systematischen Rückgriffen auf Ausnahmen und Sonderfälle antiker Architekturformen, -motive, -typen und -strukturen und den Bezugnahmen auf gotisches Bauvokabular Borrominis architektonischen Neuansatz wie in einem »modello« vor Augen.

Der Grundriss von S. Ivo (*Abb. 5*) zeigt ein auf der Spitze stehendes gleichseitiges Dreieck, das über den Seitenmitten halbkreisförmig erweitert und an den Ecken segmentbogenförmig beschnitten ist, so dass der von sechs Wandpfeilern ausgegrenzte hexagonale Kernraum von unterschiedlich gestalteten Anräumen erweitert wird. Die komplexe, aus Konkaven, Geraden und Konvexen zusammengesetzte Grundrissfigur bestimmt in direkter Wechselbeziehung von Planimetrie und Stereometrie nicht nur Wand- und Gebälkführung sowie die Gestalt der Schirmkuppel, sondern fügt auch den Kern- mit den Anräumen in dynamischer Aufwärtsbewegung zu einem kohärenten, Wand und Wölbung übergreifenden Einheitsraum zusammen. Im Grundriss zitiert Borromini einen durch Zeichnung Peruzzis und Rekonstruktion Montanos überlieferten antiken Dreieckstempel, dessen Schema auch durch Schmuckformen der Gotik (z. B. Loggia dei Lanzi) bekannt war, und in der Wölbung die antike Schirmkuppel. In der Nachfolge

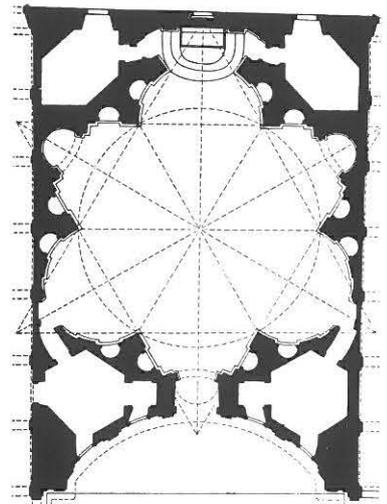


Abb. 5
Rom, S. Ivo alla Sapienza,
Grundrissentwurf, Zeichnung
von Francesco Borromini (ASR,
Univ. 198, c. 122r).
Foto aus: Belser Stilgeschichte,
Bd. 5, Stuttgart/Zürich 1993.

des pendentif- bzw. trompenlosen Kuppelbaus der Antike, der in der einfachen Rotunde des Pantheons eine seit dem Quattrocento viel diskutierte und auch von Borromini eingehend studierte Musterlösung fand, schuf er durch die erstmalige kohärente Kombination komplexer Grundriss- und Wölbtypen der Antike eine Neulösung »all'antica«. Beispiele weiterer Antikenzitate in S. Ivo sind die vom Apollo Sosianus-Tempel übernommenen rhythmischen Kanneluren der Pilaster oder die nach dem Vorbild der Piazza d'Oro in der Villa Adriana gestalteten korinthischen Kapitelle mit nach innen gerollten Voluten. Die Ordnungen der sechs Hauptraumecken schließen sich mit den Hauptrippen der Wölbung zu einem raumkonstituierenden Baldachinskelett zusammen, das gleichermaßen Bezugnahmen auf die Antike und die Gotik erkennen lässt.

Auch am Außenbau (*Abb. 6*) sind gotische Form und antikes Zitat eng miteinander verschmolzen: Der Kuppelbau steht in der Tradition lombardischer Vierungstürme und lässt an den konkaven Strebebögen den Mailänder Tiburio als direktes planerisches Vorbild erkennen. Verschiedene Bauteile sind hingegen der Antike verpflichtet: Der sechspassförmige Kuppeltambour mit radial angesetzten Strebepfeilern dem Mausoleum der Calventier an der Via Appia; die Laterne dem Venus-Tempel in Baalbek (bzw. einem damit verwandten »Tempietto« in Tivoli); der spiralförmige Kronenaufsatz den antiken Zikkuraten, die im Turm von Babel ihre bekannteste Ausformung fanden.

Der komplexen Baustruktur und künstlerischen Genese von S. Ivo entspricht auch die komplexe inhaltliche Aufladung, die hier am Grundriss exemplifiziert werden soll: Das gleichseitige Dreieck – christliches Trinitätssymbol – verweist im Kirchenbau der Sapienza auf die »divina sapientia«; ebenso ist es Symbol der Sonne, das heraldische Zeichen des Auftraggeberpapstes Urban VIII. und auch Symbol für Christus, auf den Papst Urban u. a. durch sein von Tommaso Campanella interpretiertes Geburtshoroskop bezogen war. Zeitgenössischen Dokumenten zufolge zeigt der Kirchengrundriss eine stilisierte Biene – antikes Symbol der »sapientia« und Teil der Imprese Papst Urbans VIII. –, womit der Kirchenbau als Hommage auf den Barberini-Papst zu verstehen ist. Die sechsteilige Grundrissgestalt beinhaltet darüber hinaus eine Allusion auf den sechszackigen Stern des Königs Salomon, den die typologische Tradition mit dem Kirchenpatron Ivo verbindet.

Die Grundrisskonstruktion aus Dreieck und Kreis, die in der Vertikalsicht auch räumlich erlebbar ist, greift schließlich auch jene zwei geometrischen Grundfiguren auf, die Galilei 1623 in seinem – Papst Urban VIII. gewidmeten – »Saggiatore« als Chiffren des »Buches der Natur« beschreibt. Dem vitruvianischen Verständnis von Architektur als Naturmimesis zufolge darf damit S. Ivo auch als Abbild des neuen, mathematisch begründeten Weltsystems interpretiert werden, welches von Papst Urban VIII. leidenschaftlich verfochten und in der Lehre der Sapienza unter Berufung auf Galilei vertreten wurde. Der Vorwurf der Professoren des Collegio Romano – der in unmittelbarer Nachbarschaft gelegenen Jesuitenuniversität –, die Sapienza würde der Baustelle des Turms von Babel gleichen, liefert nicht nur Interpretationsansätze für den Spiralaufsatz von S. Ivo, sondern ist auch Ausdruck für die Konkurrenzsituation beider Universitäten, deren unter-



Abb.6
Rom, S. Ivo alla Sapienza, Außenbau.
Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%27_Io_al_Centro_%27.jpg

schiedliches Lehrkonzept in den konträren Architekturkonzepten ihrer Kollegienkirchen sichtbaren Ausdruck findet: in dem innovativen Zentralbau von S. Ivo und dem traditionellen Kreuzkuppelbau von S. Ignazio.

Zwei Jahre nach seiner Anstellung an der Sapienza wurde Borromini 1634 von den spanischen Trinitariern mit dem Bau der Konventsgebäude, 1638 auch der Klosterkirche S. Carlo alle Quattro Fontane beauftragt. Im Gegensatz zur Renaissance-Architektur, in der Klarheit der Klein- und Großformen sowie der Raumkomposition angestrebt war, entzieht sich S. Carlo (Abb. 7) einer eindeutig bestimmbar Grundrisstypologie. Borromini schuf – Anregungen von Francesco Maria Ricchini in Mailand, Michelangelo in Rom und der Villa Adriana in Tivoli aufgreifend – eine Synthese aus Oktogonal-, Kreuzkuppel- und Ovalbau, in dem jedes Baudetail in die dy-

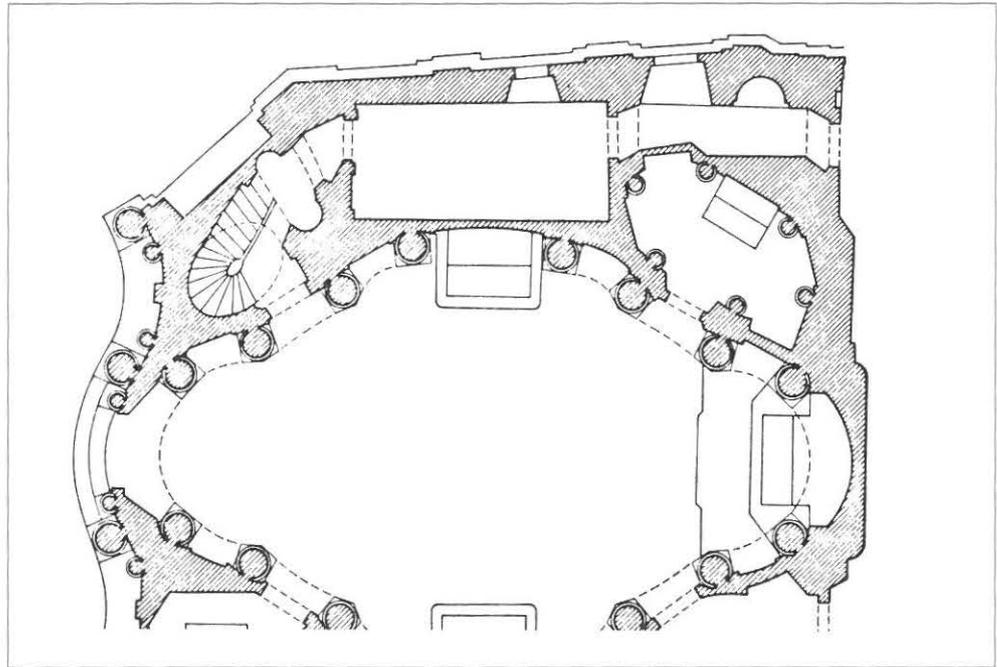


Abb. 7
 Rom, S. Carlo alle Quattro
 Fontane, Grundriss.
 Foto aus: W. Nerdinger, a.a.O.

namisch-kraftvoll durchgearbeitete Raumstruktur eingebunden ist. Die in den Mauermantel eingestellten Säulen setzen plastische Akzente und üben Gelenkfunktion aus: In Vierergruppen zu rhythmischen Traveen geordnet, schließen sie sich zu raumkonstituierenden Einheiten zusammen, wo je nach Blickwinkel entweder die Diagonalmotive oder die Nischen der Hauptachsen dominieren, die jeweils mit gekurvten bzw. schrägen Wandstücken miteinander verbunden sind. Die Ambivalenz im Grundriss erfährt im dreigeschossigen Aufriss (Wand-, Pendentif- und Kuppelgeschoss) eine weitere Komplexierung: Zum einen folgen die Säulen in den Ecken des Oktogons nicht der Grundrissgeometrie, sondern sind leicht aus der Achse gedreht, so dass der Eindruck des geschlossenen Raumkontinuums verstärkt wird, was das hohe, unverkröpft umlaufende Gebälk zusätzlich unterstützt. Zum andern alternieren jeweils zwei klassische Kompositkapitelle (mit nach außen gedrehten Voluten) mit zwei nicht-klassischen (mit nach innen gedrehten Voluten), denen Borromini unterschiedliche Aufgaben zugeordnet hat. Dominiert im Wandgeschoss der diffuse Eindruck der ondulierenden Raumgrenze und im Pendentifgeschoss der einer Kreuzkuppelkirche, so erfährt der Raum in dem klar artikulierten Verlauf der Ovalkuppel mit der konzentrisch einbeschriebenen Laternenöffnung seinen beruhigenden Abschluss.

Borrominis Arbeit an S. Giovanni in Laterano, für die er 1652 von Papst Innozenz X. mit dem Christusorden und dem Titel »Cavaliere« ausgezeichnet wurde, markiert den Höhepunkt seiner Karriere. Das Bauprogramm für die älteste Papstkirche und eigentliche Kathedrale des Bischofs von Rom – »Mutter und Haupt aller Kirche der Stadt und des Erdkreises« – ist ein Novum in der Geschichte der Sakralarchitektur: Papst Innozenz hatte anlässlich des bevorstehenden Heiligen Jahres 1650 – gegen den Druck der einen Neubau fordernden Öffentlichkeit und trotz der zu erwartenden baulichen Probleme – 1647 festgelegt, dass Bausubstanz, Gestalt und Ausstattung der einsturzgefährdeten Basilika Konstantins des Großen weitestmöglich erhalten bleiben sollten. Borromini ließ im Langhaus (Abb. 8) das



Abb.8
 Rom, S. Giovanni in Laterano,
 Langhaus.
 Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rom,_San_Giovanni_in_Laterano,_Innenansicht,_Hochformat.jpg

alte Mauerwerk beidseitig ummanteln, so dass die frühchristliche Kirche, deren Ziegelwände bis Mitte des 18. Jahrhunderts im Obergaden hinter ovalen Rahmen sichtbar waren, wie eine ›Reliquie‹ in das neue architektonische Gehäuse eingebettet ist. Die architektonische Gliederung entspricht der seiner anderen Bauten: eine umlaufende, auch die Raumecken miteinbeziehende, rhythmische Travee (hier mit Kolossalpilastern), in deren Achsen abwechselnd Arkadenbögen und Figurennischen eingesetzt sind. Mit der architektonischen Neuredaktion zum Jubeljahr waren alte Vorstellungen der »pax romana« verbunden: »Himmlisches Jerusalem«, »Tempulum Salomonis«, »Neuer Tempel« usw. Den Schlüssel zum Verständnis des Programms liefern die zwölf, mit Marmorsäulen des konstantinischen Baus geschmückten Tor-Nischen des Langhauses, in die Figuren der zwölf Apostel gestellt sind. Das Kirchengebäude wird zum heilsgeschichtlichen Ort, gemäß der Ankündigung in Apokalypse 21, 9: »Und er [...] zeigte mir die Heilige Stadt Jerusalem [...]. Sie hatte eine mächtige Mauer mit 12 Toren [...] und auf ihnen standen die zwölf Namen der 12 Apostel des Lammes.« Das von Papst Innozenz X. am bedeutendsten Kirchenbau der Christenheit initiierte und von Borromini architektonisch realisierte »renovatio«-Projekt, das mittels Sichtbarmachung der altehrwürdigen Bausubstanz die alte Historie und heilsgeschichtliche Dimension betont, wurde zum Ausgangspunkt für die vielen »Kirchenrenovierungen« im 17. und 18. Jahrhundert in Süddeutschland.



Abb.9
 Rom, s. Agnese in Agone,
 Fassade.
 Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sant%27Agnese_in_Agone_facade,_Rome,_Italy.jpg

Prototypische Bedeutung darf auch Borrominis (später veränderte) Fassade von S. Agnese (Abb. 9) in Anspruch nehmen – mit Doppeltürmen, konkavem Mittelteil und bekrönender Kuppel das Muster vieler barocker Kirchenfassaden. Ursprünglich hatten Girolamo und Carlo Rainaldi, nach deren Plänen die Kuppelkirche über griechischem Kreuz und abgeschrägten Ecken begonnen worden war, eine an St. Peter orientierte gerade Fassadenwand entworfen – mit einem von Doppelsäulen gerahmten Mittelportal, zwei von Doppelpilastern flankierten Seitenportalen und hoher Attika, welche die tambourlose Kuppel überschnitten hätte. Borromini, der im August 1653 die Bauarbeiten nach eigenen Pläne weiterführte, zog in mehreren Planstufen die Fassade deutlich in die Breite, senkte die Attika ab, stetzte mit Tambour die in Breite und Höhe gesteigerte Kuppel und gab ihr mit den zwei Flankentürmen einen optischen Kontrapunkt. Entscheidend war aber zwischen den konvex vorbauchenden Turmachsen die tiefe konkave Einziehung der Fassadenwand mit ihrem Dreisatz der Portale, die seitlich von eingestellten Säulen, in der Mitte von vorgestellten Doppelsäulen flankiert werden. Kraft und Dynamik vermitteln nicht nur der horizontale kon-

vex-konkav-konvex-Rhythmus und das vertikale Spannungsverhältnis zwischen Rückschwung der Fassade und Vorbauchen des Kuppeltambours, sondern vor allem auch der enge räumliche Dialog mit der langgestreckten Platzanlage.

Borrominis Fassade von S. Agnese ist Teil eines von Papst Innozenz X. anlässlich der Festdekoration des sog. »possesso« – der zeremoniellen Inbesitznahme des römischen Bischofsstuhls im Lateran – im November 1644 begonnenen repräsentativen Ausbaus der Piazza Navona und gleichzeitig beeindruckendes Zeugnis städtebaulicher Kontinuität. Das antike Stadium des Domitian, wo ein frühchristlicher Kirchenbau an das Martyrium der hl. Agnes erinnerte, wurde – unter Beibehaltung von Form und Dimension – zum päpstlichen Familienforum der Pamphilij. Der 1644 begonnene Palazzo Pamphilij, die rechts daneben (über den Grundmauern des frühchristlichen Vorgängerbaus) als Grablege für Innozenz X. projektierte Palastkirche S. Agnese und die zwischen den zwei Baukomplexen von Borromini errichtete Galerie in Form einer päpstlichen Benediktionsloggia waren die architektonischen Voraussetzungen, die päpstliche Residenz – wie von Innozenz X. im November 1654 angekündigt, aber durch seinen überraschenden Tod im Januar 1655 verhindert – vom Vatikan an die Piazza Navona zu verlegen. Der in Platzmitte, schräg vor S. Agnese, über Berninis Vierströme-Brunnen errichtete »Obeliscus Pamphilij« war ein Triumphzeichen Papst Innozenz', dem die Personifikationen der vier Weltteile huldigen.

Gian Lorenzo Bernini

Gian Lorenzo Bernini vertritt in seinem architektonischen Werk die klassizistische Gegenposition zu seinem Konkurrenten Francesco Borromini. Er zielte im Gegensatz zu jenem nicht auf einen Bruch mit der Tradition, sondern auf ihre Weiterführung. Seine wenigen theoretischen Äußerungen zur Architektur verraten, dass er Renaissance-Positionen vertrat.

1598 in Neapel geboren und seit 1604 in Rom, wurde Gian Lorenzo von seinem Vater Pietro Bernini zum Bildhauer ausgebildet. Von Papst Urban VIII. gefördert, der sich gleich nach seiner 1623 erfolgten Berufung auf den Stuhl Petri seinen eigenen Worten zufolge glücklich schätzte, dass sein Pontifikat in die Zeit des bedeutendsten Künstlers falle, wurde Bernini schnell zur beherrschenden Figur der römischen Kunstszene des 17. Jahrhunderts. Wie Michelangelo sollte Bernini – den Wünschen Urbans VIII. zufolge – als »neuer Michelangelo« nicht nur als Bildhauer arbeiten, sondern auch als Maler und Architekt tätig sein.

Noch bevor Bernini, der nie eine Architekturausbildung genoss, 1629 als Nachfolger Madernos mit dem Amt des St. Peter-Architekten ausgezeichnet wurde, übertrug ihm 1623 Urban VIII. die Ausführung des Vierungsaltars in St. Peter (*Abb. 10*), dessen künstlerische Gestaltung angesichts der riesigen Dimensionen des Innenraums Probleme bereitete. Bernini folgte Madernos Planung, derzufolge der Vierungsalter mit vier monumentalen Spiralsäulen ausgezeichnet werden sollte – ein Motiv, das er von den kleineren, den Altar von Alt-St. Peter schmückenden antiken Spiralsäulen übernahm, die der Legende nach vom Tempel Salomons in Jerusalem stammten. Bernini fertigte die Gussmodelle der Säulen, die auf Wunsch des



Abb.10
 Rom, St. Peter, Vierungsalter.
 Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Baldacchino_di_San_Pietro,_G_L_Bernini.jpg

Papstes in Bronze, gewonnen aus den zu diesem Zweck ausmontierten Beschlägen der Balkendecke der Pantheon-Vorhalle, ausgeführt wurden. Im Sommer 1627 über hohen Sockeln aufgestellt, wurden die Säulen angesichts der monumentalen Größe, des materiellen Werts und der reichen Dekoration mit Lorbeer und mit Bienen und Sonnen – den heraldischen Symbolen Urbans VIII – sogleich als Triumphsäulen päpstlicher Macht, konkret: als ›Säulen des Herkules‹ aufgefasst und Papst Urban als ›neuer Herkules‹ verherrlicht.

In der Entwurfsarbeit für die Bronzesäulen und die Baldachinbekrönung arbeitete Bernini eng mit Borromini zusammen. Bernini hatte in Rückbezug auf die antiken, auch für das Petrus-Grab in Alt-St. Peter bezeugten Zibo-

riumsbekrönungen von Märtyrergräbern über den Säulen zwei halbkreisförmige Diagonalbögen vorgesehen, die eine Christus-Statue tragen sollten; über den Säulenkapitellen stehende Engelsstatuen sollten den Baldachin darunter halten. Trotz des 1628 gefassten Entschlusses zur Ausführung dieses Projekts, des sogleich montierten Provisoriums aus vergoldetem Holz und des bereits fertigen Gusses der Engel folgten weitere Neuplanungen und Provisorien – bis 1631 die endgültige Lösung gefunden war: Die statisch wirkenden Diagonalbögen, die der dynamischen Aufwärtsbewegung der Säulen kein überzeugendes Widerlager entgegensetzen konnten, wurden durch vier, sich nach oben zu einer Krone zusammenschließenden Voluten, die Christusstatue durch den Globus mit Kreuz ersetzt. Der ebenfalls neu geplante Baldachin, der mit seitlichen konkaven Einschwüngen auf die bewegten Konturen der Säulen und Voluten antwortet, ist über den Säulen eingehängt. Verweist die plastische Kraft und die stupende handwerkliche Ausführung des Bronzeziboriums auf Berninis Meisterschaft als Bildhauer, so dürfte die endgültige architektonische Planfindung mit der harmonischen Ponderierung von Form und Bewegung sowie der exakten maßstabsgerechten Proportionierung in dem gigantischen Kuppelraum auf den Einfluss Borrominis verweisen.

Mit seinen ersten selbständigen Arbeiten als Architekt hatte Bernini, dessen Zusammenarbeit mit Borromini infolge ständiger Streitigkeiten ein Ende fand, zunächst wenig Glück: 1634–35 wurde an der Südwestecke des Palazzo della Propaganda Fide – dem am Dreikönigstag 1622 von Papst Gregor XV. gegründeten römischen Weltmissionszentrum zur Bekehrung der Heiden und Rückführung der »heretici« in den Schoß der Kirche – nach Berninis Entwürfen die Chiesa dei Re Magi errichtet. Der auf Betreiben Papst Urbans VIII. von seinem Bruder, Antonio Barberini, gestiftete Bau war eine künstlerisch wenig anspruchsvolle, von Pilastern gegliederte, querovale Kuppelkirche. Als 1646 Borromini von Papst Innozenz X. mit dem weiteren Ausbau des Palazzo della Propaganda Fide beauftragt wurde, führten die aufgezeigten Mängel der Bernini-Kirche – u. a. die schlechte Lichtführung und die fehlende Gruft für Grablegen – 1660 zum Abbruch. Sie wurde durch einen 1666 fertiggestellten Neubau Borrominis ersetzt, der durch Übernahme des zweijochigen Jesuitenbau-Typus nach dem Vorbild von S. Fedele in Mailand als äußeres Zeichen für die von den Jesuiten erfolgreich vorangetriebene Missionspolitik aufgefasst werden konnte. Auch dem 1637 von Papst Urban VIII. an Bernini erteilten Auftrag, St. Peter mit einer Zweiturfassade neu zu gestalten, war kein Erfolg beschieden: 1612 hatte Maderno auf Wunsch Papst Pauls V. die gerade fertiggestellte St. Peter-Fassade verbreitert, nicht aber die seitlich geplanten Glockentürme aufgesetzt. Nachdem der von Bernini neu geplante und 1638 begonnene südliche Turmaufsatz bis zum zweiten Stockwerk gediehen und das dritte Stockwerk probeweise als Holzmodell aufgesetzt war, zeigten sich 1641 Risse in der Fassade, die zu einer Bauunterbrechung führten. Die Probleme wurden ab März 1645 von Papst Urbans Nachfolger Innozenz X. in der Baukongregation von St. Peter diskutiert. Diese fasste im Februar 1646 – infolge der u. a. von Borromini vorgelegten Gutachten über statische Fehler – den Beschluss, Berninis Südturm wieder abzubrechen. Berninis eigentliche Karriere als Architekt begann erst unter Papst Alexan-

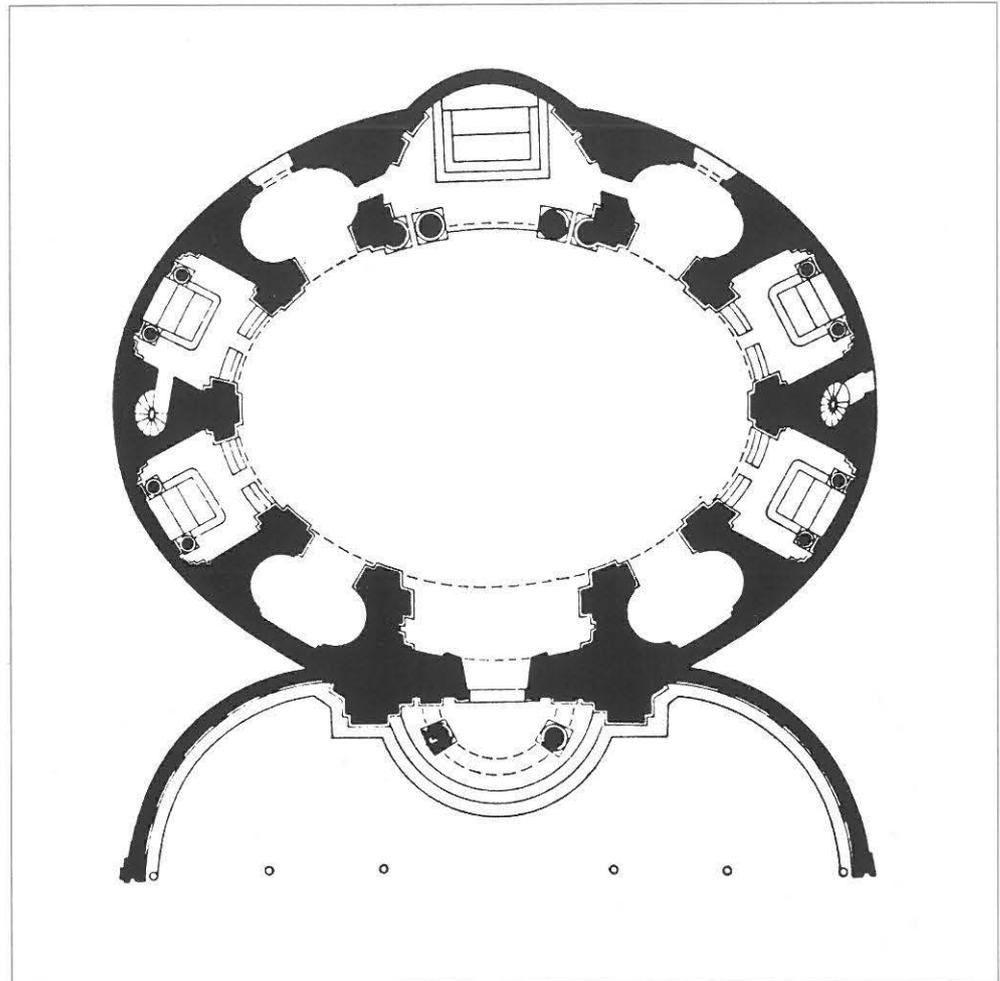


Abb. 11
 Rom, S. Andrea al Quirinale,
 Grundriss (nach Jacobo de
 Rubeis, 1684).
 Foto aus: Belser Stilgeschichte,
 a.a.O.

der VII., der – nach dem Vorbild der von Alexander dem Großen gegründeten Stadt Alexandria – die Stadt Rom zur »Roma Alessandrina« umgestaltete. Laut Tagebuch des Papstes war Bernini fast täglich bei ihm, und der architekturbesessene Pontifex notierte öfter: »Wir haben stundenlang entworfen.« Nach Berninis Plänen entstanden im Auftrag Papst Alexanders bzw. seiner Familie ab 1657 die Cattedra Petri in der Westapsis von St. Peter, ab 1662 die Wallfahrtskirche S. Maria dell' Assunzione in Ariccia, ab 1663 die Scala Regia.

1658 erhielt Bernini durch Vermittlung Papst Alexanders VII. den Auftrag für S. Andrea, die Kirche des – seit 1565 gegenüber der päpstlichen Residenz auf dem Quirinal liegenden – Noviziats der Jesuiten. Ihre Wünsche nach einem kleinen funktionellen Bau mit fünf Altarnischen befolgte Bernini zunächst mit einem fünfeckigen Grundrissentwurf. Da Papst Alexander das Projekt mit der Forderung zurückgewiesen hatte, den Kirchenbau so weit wie möglich von der Straße zurückzusetzen, legte Bernini einen – zwischen 1658 und 1670 realisierten – Ovalentwurf vor (Abb. 11). Damit griff er eine cinquecenteske – in der Theorie von Serlio, in der Praxis von Vignola präformierte – Raumform auf, die er aufgrund des schmalen Bauplatzes in die Querachse drehte.

S. Andrea ist die barocke Version der antiken Rotunde mit Kapellenkranz, hier vorgeführt mit querovalen Kernraum und konzentrischen Umfassungsmauern. Raumspannung geht von der unterschiedlichen Dynamik der Achsen aus: der kurzen Hauptachse, die durch die Größe von Eingangs-

raum und gegenüberliegendem, von vorgestellten Doppelsäulen plastisch gerahmtem Altarraum deutlich betont ist (Abb. 12); und der langen Querachse, die in ihrer Dynamik dadurch abgebremst wird, dass sie nicht (wie üblich) in Kapellen mündet, sondern auf Pilaster trifft. Beidseits der Pilaster öffnen sich große, in einem diagonalen Achsen-Kreuz aufeinander bezogene Altarkapellen, die von kleineren Nebenräumen flankiert werden. Sie rhythmisieren mit hohen Arkadenbögen bzw. niedrigen architravierten Durchgängen den klar fassbaren Kernraum, der über dem unverkröpften Gebälk von der ovalen Kuppel und Laterne geschlossen wird.

Der Kirchenpatron, auf den im Grundriss das Andreas-Kreuz der vier Seitenkapellen anspielt, ist im Kirchenraum theatralisch, in bühnengleicher Tiefenstaffelung in Szene gesetzt. Das Martyrium des Heiligen am Kreuz ist auf dem Altarbild (von Guglielmo Courtois) hinter dem Proszenium der Rahmenarchitektur in Distanz zu erleben. Engel, von einer unsichtbaren Lichtquelle in goldenem Glanz erstrahlend, scheinen das Bild von der Wand zu lösen und in die himmlische Sphäre zu entrücken. Über dem Gie-



Abb. 12

Rom, s. Andrea al Quirinale, Innenraum, Blick zum Altarraum.

Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roma._Sant%27Andrea_al_Quirinale._02.JPG



Abb.13
Rom, S. Carlo alle Quattro Fontane,
Fassade.
Foto: [https://commons.wikimedia.org/wiki/
File:Fachada_-_San_Carlo_alle_Quat-
tro_Fontane_01.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fachada_-_San_Carlo_alle_Quattro_Fontane_01.JPG)

belückschwung des Proszeniums, wo der Raum einen deutlichen Vertikalzug erfährt, werden die Gläubigen zu Zeugen des Wundergeschehens: Die Stuckfigur des Heiligen (von Antonio Raggi) schwebt mit erhobenen Armen auf einer Wolke gen Himmel. Der Übergang von der irdischen in die himmlische Realität wird durch die Zweifarbigkeit des Raumes zum anschaulichen Erlebnis: Aus der mit rotem und weißem Marmor verkleideten Wandzone schwebt die weiße Gestalt vor den reichen Vergoldungen der kassettierten Kuppel der »somma luce« entgegen.

Berninis S. Andrea al Quirinale setzt sich mit einfacher, klar gebauter, stereometrischer Räumlichkeit, klassischem Architekturvokabular, Bühnenhaftigkeit und polychromer Farbigkeit von der nur wenige Meter entfernten Borromini-Kirche S. Carlo alle Quattro Fontane ab (s. o.), die durch komplexe Grundriss- und Raumstrukturen, innovative Architekturdetails und eine monochrome »travertino-bianco« Wandfarbe bestimmt ist. Die künstlerischen Unterschiede werden auch an den Fassaden deutlich.

Borromini macht an der (nach seinem Tod fertiggestellten) zweigeschossigen Fassade von S. Carlo (Abb. 13) die formende Kraft des Innenraums sichtbar: Die konkav-konvex-konkav-Bewegung der Wand und die plastisch eingesetzten Akzente der Säulen variieren ein Thema des Innenraums, das im Obergeschoss der Fassade noch kompliziert wird. Hier drängt sich zwischen die rückschwingende Mittelachse und der über dem Gebälk vorbauchenden Balustrade ein durchfenstertes Ovaltempelchen, über dem ein von Engeln emporgetragenes ovales Bildnismedaillon des Kirchenpatrons das Hauptgebälk durchbricht und das von einer geschmeidig modellierten, dem klassischen Giebeldreieck widersprechenden Giebelform bekrönt wird.

In S. Andrea (Abb. 14) ist dem zylindrischen Baukörper eine monumentale Ädikula-Fassade aus zwei korinthischen Kolossalpilastern und klassischen Dreiecksgiebeln vorgeblendet, in deren Mitte die gleichförmig gestaltete, giebelbekrönte Portalrahmung einbeschrieben ist. Räumliche Dimension erhält die statisch feste und plane Fassadenwand durch den vorbauchenden, von zwei ionischen Säulchen gestützten halbkreisförmigen Vorbau, der sich nach oben mit dem halbkreisförmigen Fenster zu einem in die Fläche geklappten Kreis zusammenschließt, dem unten die konzentrischen Halbkreise des hohen Treppensockels antworten. Die konkave Gegenbewegung bilden die seitlich heranschwingenden Gartenmauern, die die Fassadenwand raumbildend umfassen.

Beim Petersplatz (Abb. 15), Berninis zwischen 1656 und 1666 geschaffenen Meisterwerk, dehnte er das Queroval zu monumentaler Größe. In seiner Planung hatte er eine Reihe urbanistischer, topographischer, funktionaler und liturgischer Vorgaben zu berücksichtigen: Es galt, zwischen dem gewaltigen Baukörper der Peterskirche, der kleinteiligen Struktur des sich davor ausbreitenden »Borgo« und den Baugruppen des nördlich angrenzenden Papstpalastes zu vermitteln und eine dem herausragenden Stellenwert der Peterskirche für die christliche Welt adäquate baukünstlerische Lösung zu finden. Ebenso galt es, den großen Niveauunterschied zwischen Platz und hoch gelegener Kirche zu bewältigen und die bereits bestehenden Fixpunkte – den 1586 von Domenico Fontana an seine heutige Stelle versetzten Obelisk aus dem Zirkus des Nero mit der Hl.-Kreuz-Reliquie auf



Abb.14
Rom, S. Andrea al Quirinale,
Fassade.
Foto: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:San_Andrea_al_Quirinale_\(Bernini\)_-_panoramio.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:San_Andrea_al_Quirinale_(Bernini)_-_panoramio.jpg)

der Spitze und den von Maderno auf der Nordseite geschaffenen Springbrunnen – in die Planung einzubeziehen. Weiter sollte der Platz einer großen Bevölkerungsmenge Raum sowie gute Sichtbedingungen zur Benediktionsloggia bieten, für Wallfahrten und Prozessionen geeignet sein und den Besuchern des Vatikanpalasts im an der Nordostecke liegenden Eingangsbereich Schutz vor Regen und Sonne bieten.

Papst Alexander VII. griff die erstmals von Papst Pius IV. (1559–65) erwogene Idee, den Petersplatz mit Portiken zu regulieren, im zweiten Jahr seines Pontifikats auf. Dem in der Baukongregation diskutierten Vorwurf, der Platz sei ausschließlich für »Pomp und Schmuck« bestimmt, versuchte Papst Alexander mit Hilfe Lucas Holstenius', des Bibliothekars der »Vaticana«, entgegenzutreten, der die antiken Quellen für Portiken vorzulegen hatte. Sein unter Bezugnahme auf Vitruv und andere Gewährsmänner vorgelegtes Ergebnis, sie seien griechischen Ursprungs und verschiedenen Quellen zufolge auch im antiken Rom gebaut worden, macht die Foren zum Vorbild für Berninis Planprojekt.

Bernini entwarf zwei miteinander verbundene Platzanlagen: die »Piazza recta«, einen trapezförmig zur Fassade sich weitenden Platz, was eine opti-

Abb. 15
 Rom, St. Peter und Petersplatz
 Foto: <https://www.flickr.com/photos/malfet/5031427801>



sche Korrektur ihrer immer wieder kritisierten Breite brachte; und die ›Piazza obliqua‹, ein an der Längsseite geöffnetes und an den Schmalseiten von vier Reihen monumentaler dorischer Säulen umschlossenes, von dem Obelisken zentriertes Queroval, das ursprünglich nach vorne von einem kurzen dritten Flügel abgeschlossen und mit einer Straße zum Tiber angebunden werden sollte. Die Säulenreihen werden von unverkröpften Gebälken und flachen Decken zu Kolonnaden zusammengefasst und von Balustraden und Heiligenfiguren bekrönt. Während die Stirnseiten der Ovalarme – deren breite Mittelspur den Kutschen, die schmalen Flankenspur den Fußgängern Platz bieten sollte – in Form von Ädikulen mit Dreiecksgiebeln gestaltet sind, werden die Durchgänge in der Mitte der Querachse von vorkragenden Doppelsäulen und Doppelpfeilern gerahmt. Die Positionierung der Säulenreihen erfolgte mittels Projektion, so dass sie von den zwei konstruktiven Mittelpunkten aus (zwischen Obelisk und Springbrunnen) in Deckung stehen, nach hinten dicker werden und zu den Seiten Verzerrungen an Basen, Kapitellen und Gebälken aufweisen.

Die antike Bautradition der Petersplatz-Kolonnaden, die als würdevolle und prachtvolle Vorbereitung auf die Glaubensoffenbarung und ebenso als absolutistischer Ehrenhof aufgefasst werden können, verweist auf die antiken Wurzeln des Christentums und des Papsttums. Bernini selbst machte mit seiner Skizze BAV Cod. Chigi J VI 205, auf der in die Gesamtanlage eine menschliche Figur eingezeichnet ist – den Kopf im Zentrum der Kirche und die ausgebreiteten Arme in den Ovalarmen – die Intentionen seines Planes deutlich: Er schuf ein architektonisches Symbol für die Macht und Liebe der katholischen Kirche.

- Auswahlbibliographie:
Rudolf Wittkower, Art and Architecture in Italy, 1600–1750. (The Pelican History of Art) Harmondsworth 1958.
Paolo Portoghesi, Borromini. Architettura come linguaggio. Milano 1967 (deutsche Ausgabe: Francesco Borromini, Stuttgart/Zürich 1977).
Franco Borsi, Bernini architetto. Milano 1980 (deutsche Ausgabe: Gian Lorenzo Bernini. Architekt, Stuttgart/Zürich 1982).
Richard Krautheimer, The Rome of Alexander VII, 1655–1667. Princeton/New Jersey 1985 (italienische Ausgabe: Roma di Alessandro VII, 1655–1667, Roma 1987).
Hermann Bauer, Barock – Kunst einer Epoche, Berlin 1992.

Dörte Kuhlmann

Raum, Macht & Differenz

Genderstudien in der Architektur

© Dörte Kuhlmann

Produktinformation

Taschenbuch: 246 Seiten

Verlag: Luftschacht; Auflage: 1 (2. Mai 2005)

Sprache: Deutsch

ISBN-10: 3902373733

ISBN-13: 978-3902373731

Verpackungsabmessungen: 21,8 x 14,6 x 1,9 cm

Kundenrezensionen: ★★★★★ 1 Sternebewertung

Amazon Bestseller-Rang: Nr. 562.210 in Bücher (Siehe [Top 100 in Bücher](#))
Nr. 4324 in [Architektur \(Bücher\)](#)

6 Gender in der Architekturtheorie

Über Carolus Linnaeus hieß es, Gott habe die Welt erschaffen, aber der Schwede habe ihr eine Ordnung gegeben. Der Naturforscher, im Jahr 1761 von der schwedischen Krone zu „Carl von Linné“ in den Adelsstand erhoben, war eine zentrale Figur in der systematischen Erfassung von Tieren, Pflanzen und Mineralien. In der zehnten Ausgabe seines Werkes *Systema naturae* gab er allen ihm bekannten Tieren, etwa 4400 Arten, binomische Namen (Gattung und Art). Er teilte die Tiere nach aristotelischem Vorbild in sechs Klassen ein: *Mammalia*, *Aves*, *Amphibia*, *Pisces*, *Insecta* und *Vermes*. Außer der ersten Klasse stammten die Kategorien von Aristoteles und bezogen sich auf verschiedene Charakteristiken der Tiere: *Aves* bedeutet Vögel und *Pisces* Fische, *Amphibia* verweist auf den Lebensraum dieser Tiere, *Insecta* auf die Unterteilung des Körpers, und *Vermes* kommt von der rotbraunen Farbe des Regenwurms. Der einzige originale Beitrag von Linné war die Einführung der Kategorie *Mammalia*. Interessanterweise war die Bezeichnung *Mammalia* für die Säugetiere auch der einzige Name, der die geschlechtsspezifischen Organe betrachtete. Bis dato hatte man die Tiere, die wir heute als Säugetiere kennen, einschließlich einiger Reptilien und Amphibien, als *Quadrupedia*, also „Vierfüßer“, bezeichnet.¹⁹²

Ursprünglich hatte Linné auch die Menschen unter den *Quadrupedia* eingeschlossen, aber diese Klassifikation wurde von einigen zeitgenössischen Kritikern abgelehnt, mit dem Verweis, daß Menschen keine Tiere sind und nicht die traditionellen Anforderungen von vier Beinen und einem haarigen Körper erfüllen. Linné antwortete auf diese Kritik durch die Herausstellung von Brüsten als universaler Charakteristik von Vierfüßern und versuchte eine noch komplexere Klassifizierung aller Vierfüßer zu erstellen, basierend auf der Anzahl und Position der Brustwarzen.¹⁹³ Das Problem, das von Linnés Konkurrenten Comte

de Buffon aufgezeigt wurde, nämlich daß Pferde keine Brüste und Brustwarzen haben, beweist, daß Brüste kein universales Merkmal von Vierfüßern sind. Die Wahl der Brüste als gemeinsames Merkmal dieser Gruppe ist umso erstaunlicher, als andere und bessere Kriterien bekannt waren. Auf deutsch werden die *Mammalia* als Säugetiere bezeichnet, und einen vergleichbaren Namen, etwa *Lactentia* oder *Sugentia*, hätte man auch auf lateinisch formulieren können, um auszusagen, daß all diese Tiere Muttermilch saugen. Das wäre eine naheliegende und linguistisch angemessene Entscheidung gewesen, zumal sich das lateinische Wort für Frau, *femina*, etymologisch vom indoeuropäischen **dhe(i)*-ableitet, was soviel bedeutet wie „säugen“ (lateinisch *felare*).

Linné hätte die Vierfüßergruppe auch als *Pilosa* oder „haarige Tiere“ bezeichnen können, da alle Säugetiere, einschließlich der Wale, Haare besitzen. Diese Bezeichnung war zum Beispiel von Peter Artedi vorgeschlagen worden, der ein Freund von Linnaeus war und das Wort *Trichozoologia* erfand (die „Wissenschaft von den haarigen Tieren“). Henri de Blainville wiederum verwendete den Begriff *Pilifera*, was soviel heißt wie „Haare haben“.

Londa Schiebinger weist darauf hin, daß Linné durchaus Alternativen hatte und dennoch ein Kriterium wählte, das nicht wirklich als unterscheidendes Merkmal funktionierte. Daher kann man vermuten, daß seine Entscheidung eher auf kulturellen oder politischen Gründen basierte.¹⁹⁴ Sie argumentiert, daß *Mammalia* als solche bezeichnet wurden, weil Linnaeus zusammen mit anderen Autoren wie Jean-Jacques Rousseau an einer Kampagne des 18. Jahrhunderts teilnahm, die mütterliches Stillen propagierte. Viele Frauen der Mittelklasse und Oberschicht schickten damals ihre Säuglinge zu Ammen aufs Land, wodurch eine hohe Kindersterblichkeit provoziert wurde. Die Angst, daß die Bevölkerung in Europa stark zurückgehen würde, alarmierte die Politiker, die mehr Arbeitskräfte und Soldaten für ihre militärischen und ökonomischen Expansionen brauchten.

Es ist auch bezeichnend, daß Linné in demselben Band, in dem er den Terminus *Mammalia* einführte, den Begriff *Homo sapiens* vorstellte. Mit anderen Worten, Weisheit wurde als jene Eigenschaft hervorgehoben, die den Menschen von den anderen Tieren in der Primatengruppe unterscheidet (Affen, Lemuren oder Fledermäuse zum Beispiel). Das Konzept erinnerte an Aristoteles' Definition vom Menschen als *animal rationale*. Aristoteles meinte, Verstand sei das, wodurch sich Menschen von Tieren unterscheiden, woraus zwar folgte, daß auch Frauen, Kinder und Sklaven einen gewissen Anteil davon hätten, doch waren sie bei

Aristoteles nicht alle gleichgestellt. Er behauptete, der Sklave besäße überhaupt keine Urteilsfähigkeit; die Frau besäße zwar welche, jedoch, wenn sie unverheiratet ist, ohne Autorität (aufgrund ihrer mangelnden Anerkennung durch die Gesellschaft oder innerhalb des *oikos*, wenn sie den Sklaven Anordnungen geben muß), und beim Kind sei sie unausgereift.¹⁹⁵ Laut Aristoteles verfügten Männer und Frauen zwar über die gleichen menschlichen Seelen, allerdings traf er auch hier eine Unterscheidung: demnach bekäme ein Kind von der Seite des Vaters eine rationale, denkende Tierseele und von der mütterlichen Seite eine irrationale Pflanzenseele. Beide Teile zusammen, der rationale und der irrationale, würden die menschliche Seele ausmachen.¹⁹⁶

Einer ganz ähnlichen Auffassung schien Linné zu folgen, als er ein weibliches Attribut (Brüste) wählte, um den Menschen mit den Tieren zu verbinden, und eine männliche Charakteristik (Verstand), um den spezifischen menschlichen Charakter herauszustellen.¹⁹⁷ Doch war dies nicht die einzige Stelle, an der Linné geschlechtliche Rollenbilder betonte. Sogar in bezug auf Pflanzen hatte Linné seine eigenen beziehungsweise die damals üblichen konservativen Vorstellungen von zwischenmenschlichen Beziehungen in die Kategorisierung einfließen lassen. So bestanden seine Pflanzen aus „Ehemann“ und „Ehefrau“, die beide „heirateten“. Es gab solche, die „heimlich heirateten“ und solche, die „mehrere Partner“ hatten. Das System von Linné bietet Evidenz für die These vieler feministischer Philosophinnen, daß Gender sogar in jenen Bereichen der Forschung wie den Naturwissenschaften, die man üblicherweise als sozial neutral und objektiv betrachtet, eine bedeutende Rolle spielt.¹⁹⁸ In den Diskursen, die unmittelbarer soziale Themen adressieren, sind einseitige Gender-Bezüge sehr viel offensichtlicher, ein Beispiel dafür ist die Architekturtheorie.

Der Ursprung der Architektur

In ihrer Studie *Sowing the Body* fragte Page duBois mit Blick auf die Psychoanalyse und antike Repräsentationen von Frauen, ob die Theorie grundsätzlich männlich sei. Sie führte an, daß das griechische Wort *theoria* soviel bedeutet wie „betrachten, sehen, schauen, beobachten, erkennen“ und vor allem ein „Zuschauer bei den öffentlichen Spielen zu sein“. Im antiken Griechenland waren die *theoroi* Botschafter oder Zeugen, die zu den Olympischen Spielen oder zum Orakel von Delphi als Repräsentanten des Staates gesandt wurden. In diesem Sinn wären Theorie und der prüfende Blick traditionell männlich. Natürlich haben die Frauen auch damals schon die Welt betrachtet, aber nur die männ-

lichen *theoroi* hießen offiziell „jene, die sehen“.¹⁹⁹

Widmet man sich der Geschichte der Architekturtheorie, so fällt auf, daß vor allem seit der Renaissance eine deutliche Hinwendung zum männlichen Geschlecht zu sehen ist, während frühere Interpretationen, Mythen und Deutungen eine recht ausgewogene Verteilung bezüglich beider Geschlechter beinhalten. Mögen auch unter den irdischen Beobachtern des antiken Griechenland nur die männlichen eine Bezeichnung erhalten haben, so traten in ihren Mythen durchaus zahlreiche Frauen oder Göttinnen, auch im Zusammenhang mit der Architektur, auf.

Im Mythos von Daidalos als Erfinder der Architektur tritt Pasiphae sozusagen als erste Bauherrin auf, zumindest als diejenige, die die Erfindung der Architektur überhaupt erst verursachte. Nach diesem Mythos überkam Pasiphae, die Gemahlin des Königs Minos auf Kreta, eines Tages der Wunsch, sich mit einem weißen Stier zu vereinen, den Poseidon an Minos geschickt hatte, damit dieser ihn opfere. Pasiphae verliebte sich in den Stier und verhinderte die Opfergabe. Sie beauftragte Daidalos, ihr ein Kuhkostüm anzufertigen, wodurch sich der Stier tatsächlich täuschen ließ. Die Frucht dieser Begegnung war das Ungeheuer Minotaurus, halb Mensch, halb Stier, der vor der Welt verborgen werden mußte. Zu diesem Zweck erfand Daidalos die Architektur, ein Labyrinth, aus dem das Untier nicht entkommen konnte. Doch mußte der Minotaurus alle neun Jahre mit sieben Jünglingen und Jungfrauen aus Athen gefüttert werden. Als Prinz Theseus diesem Treiben ein Ende bereiten wollte, kam ihm Ariadne, die Tochter von König Minos, zu Hilfe. Mit einem Wollfaden konnte das Rätsel des Labyrinths überwunden werden. Nach Ann Bergren gibt es hier eine erste Konfrontation männlich und weiblich konnotierter Künste. Sie erklärte, daß Ariadne die weibliche Kunst des Fadenspinnens erfand, um die männliche Baukunst zu enträtseln und zu zerstören.

Es gibt auch psychoanalytische Lesarten der griechischen Architektur, die einige ihrer geschlechtlichen Oppositionen hervorheben. Während sich der weibliche Raum im antiken Griechenland in erster Linie auf die dunklen Innenräume in den Privathäusern beschränkte, wurde der männliche Raum, dessen Essenz die offene *agora* war, durch die phallischen Kolonnaden der *stoa* charakterisiert, die aus architektonischer Sicht einen Mittler zwischen Innen- und Außenraum darstellt, wie Eva Keuls schrieb. In symbolischer Deutung zeige sich durch die Zuordnung der Frau zu einem Herd der Ausschluß der Frau vom öffentlichen Raum und ihr Status als Besitz eines Mannes, wohingegen die *stoa* für

die Transzendenz des Mannes steht, der zu allen Räumen Zugang hat. Der Tempel kann demnach als eine Überlagerung der männlichen und weiblichen Räume gesehen werden, indem der Innenraum dem Weiblichen zugeordnet wird und die Kolonnade an die männlich besetzte *stoa* erinnert.²⁰⁰ In der antiken Götterwelt Griechenlands schien das Verhältnis weiblicher und männlicher Gottheiten relativ ausgewogen zu sein, wodurch sich auch die Ausstattung der Tempel nicht sonderlich aufgrund der geschlechtlichen Zugehörigkeit der Götter unterschied. Der *Parthenon* war als wichtigster Tempel Athens immerhin der weiblichen Stadtgöttin Athene geweiht.

Indra Kagis McEwen argumentierte in *Socrates' Ancestor*, daß man in einer mythologischen und ikonologischen Deutung den *Parthenon* als symbolischen Herd und Webstuhl der Stadt Athen lesen kann und somit als männlich und weiblich konnotierten Ort. McEwen verwies zur Stützung ihrer These auf die etymologischen Verbindungen zwischen Schiffen und Tempeln, denn auch heute noch wird in vielen Sprachen wie beispielsweise im Deutschen von einem „Kirchenschiff“ (oder im Englischen „nave“) gesprochen. Der Säulenkranz eines griechischen Tempels wurde als *pteron* (Flügel) bezeichnet, ähnlich wie Segel, die entweder als *histia* oder, von altgriechischen Dichtern wie Hesiod, als *ptera* (Flügel) bezeichnet wurden. Da sowohl Ruder als auch Segel der Fortbewegung der Schiffe dienten und beide Varianten eine gewisse Analogie zu Vogelflügeln zeigen, ist es vielleicht nicht weiter erstaunlich, daß auch die Ruder der Galeeren in Homers *Odyssee* als Flügel beschrieben wurden. In diesem Sinne verleiht der *pteron* eines Tempels diesem Flügel, aber gleichzeitig ähnelt der Tempel in gewisser Weise einem Boot.²⁰¹ *Histia* bezeichnet die Segel und *histon* den Mast eines Schiffes, aber interessanterweise auch den Webstuhl, bei dem es ebenfalls ein „Schiffchen“ gibt, das durch die Ketten gleitet. Ein griechischer Webstuhl war vertikal aufgebaut, nicht horizontal wie die späteren Webstühle in Europa.

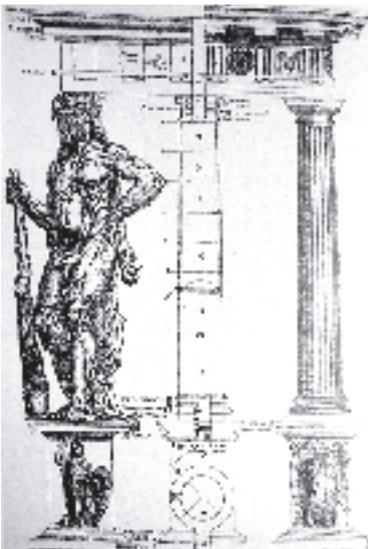
Jeder Haushalt oder *megaron* besaß einen Webstuhl, *histon*, und einen Herd, *histia*, der sich im Zentrum des Hauses befand.²⁰² In symbolischer Hinsicht stellte der Herd das Bindeglied zwischen dem erdverbundenen Haus und dem Himmel dar, denn der Rauch stieg vom Herd durch eine Öffnung im Dach in den Himmel auf. So war der Herd der Ort, an dem sich die drei Ebenen der Realität trafen – die menschliche, die chthonische und die uranische. An einem windstillen Tag mochte sich ein Bild ergeben, in dem die Rauchsäulen der Häuser der Stadt eine Säulenkolonnade am Himmel bilden, oder einen Webstuhl. In diesem

Sinne kann der *pteron* eines Tempels, wie etwa der des *Parthenon*, nach McEwen gleichzeitig als Webstuhl und Herd gelesen werden und damit als Zentrum der Stadt. Die Webkunst gehörte auch zum wichtigsten religiösen Ritual in Athen, der *Panathenaia*. Eine jährlich für die Göttin Athena neu gewebte Robe wurde bei dieser Feier wie ein Segel über einen Wagen (der eigentlich ein Boot auf Rädern war) ausgebreitet und in einer langen Prozession durch die Stadt gerollt. Am Schluß der Prozession wurde die Statue der Athena in ihre neue Robe gehüllt. Über dem Eingang zum *Parthenon* gibt es einen Fries, der die Übergabe der Robe an die Priesterinnen im Zuge der *Panathenaia* darstellt. Zahlreiche Mythen und Etymologien legen es nahe, wie Gottfried Semper argumentierte, daß der Ursprung der Architektur in der Weberei liegt.

Der Symbolismus der Säulenordnungen

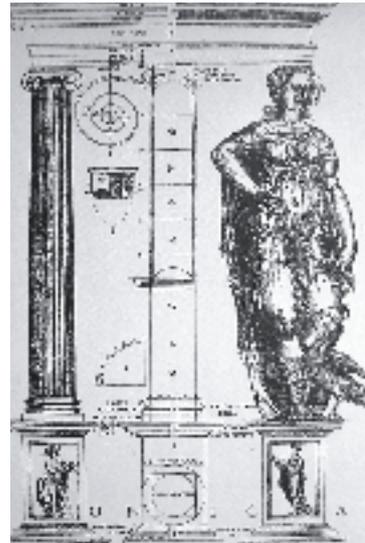
In symbolischer Hinsicht gab es schon lange Auseinandersetzungen mit den geschlechtlichen Zuschreibungen der Architektur, insbesondere hinsichtlich der traditionellen Säulenordnungen. Die unmittelbare Verbindung zwischen Körpern von Männern und Frauen und den Säulenordnungen wurde ausführlich in der ersten englischen Architekturabhandlung *First and Chief Groundes of Architecture* aus dem Jahr 1563 von John Shute erkundet. Obwohl Shute bei seiner Diskussion angeblich nur Serlio und dem französischen Vitruv-Experten Guillaum

Philandier folgte, scheint dieser zeichnerische Vergleich von Säulen und Körpern weitgehend Shutes eigener Beitrag zu sein.²⁰³ Die Idee ging auf den etwas abstrakteren Ansatz von Vitruv zurück, der die Säulenordnungen nach menschlichen Physiognomien unterschieden hatte; so hatte er die dorische Ordnung dem männlichen Körper zugeordnet und die ionische und korinthische dem weiblichen Körper.²⁰⁴ Darüber hinaus hatte Vitruv erklärt, die ionische sei von ihrer Proportion her mit einem Frauenkörper vergleichbar, während die schlankere korinthische eher dem zarten Körper einer Jungfrau entspreche. Zur Bestätigung dieser Analogie berichtete er in dem ersten Kapitel seines vierten Buches die Geschichte vom Ursprung der korinthischen Säule: „Die dritte Bauweise aber, die ‚korinthisch‘ genannt



wird, ahmt jungfräuliche Zartheit nach, weil die Jungfrauen, wegen der Zartheit ihres Alters mit zarteren Gliedern gewachsen, anmutiger im Schmuck wirken. Die erste Erfindung des Kapitells dieser Bauweise soll so vor sich gegangen sein: Eine jungfräuliche korinthische Bürgerin, schon für die Vermählung reif, wurde krank und starb. Nach ihrem Begräbnis sammelte ihre Amme die Spielsachen, an denen diese Jungfrau zu ihren Lebzeiten Gefallen gehabt hatte, legte sie in einen Korb, trug ihn zu dem Grabmal, setzte ihn oben darauf und legte, damit sich die Sachen unter freiem Himmel länger hielten, über den Korb einen Ziegel. Dieser Korb war zufällig über eine Bärenklauwurzel (*acanthus*) gesetzt. Mittlerweile, durch das Gewicht niedergedrückt, trieb in der Frühlingszeit die Bärenklauwurzel in der Mitte Blätter und Stengel. Ihre Stengel wuchsen an den Seiten des Korbes empor, wurden jedoch von den Ecken des Ziegels durch dessen Gewicht nach außen gedrängt und gezwungen, sich nach außen umzubiegen und an den Enden einzurollen. Damals bemerkte Kallimachos, der wegen seiner geschmackvollen und schönen Marmorarbeiten von den Athenern ‚Katatexitechnos‘ genannt worden war, beim Vorübergehen an diesem Grabmal diesen Korb und die ringsherum sprossenden zarten Blätter, und, bezaubert von der Art und Neuigkeit der Form, schuf er nach diesem Vorbild die Säulen bei den Korinthern und legte ihre Symmetrien fest.“²⁰⁵

In dieser Geschichte gibt es fünf zentrale Elemente: das Mädchen, den Tod und das Begräbnis, den Korb, Akanthus und den Frühling mit seinem Wachstum.²⁰⁶ Wahrscheinlich wurde das Mädchen außerhalb der Stadtmauern an einer Straße begraben. Gemäß dem üblichen Brauch wurde ein Grabstein über ihrem Grab errichtet, ein *momentum*, wie es bei Vitruv heißt. Es gab damals drei typische Sorten von Grabmälern: die Säule, die Stele oder eine Amphora. Alle drei Variationen gehen auf eine lange Tradition zurück, wobei im 6. Jahrhundert die Keramikbehälter auf den Gräbern der Reichen durch Marmoramphoren oder *lekythoi* ersetzt wurden. Auch Grabbeigaben waren weit verbreitet und zählten zu den Elementen des üblichen Totenkultes. Bei den Opfergaben konnte es sich sowohl um Tieropfer als auch um Früchte oder kleine Geschenke handeln. Mit dem Totenkult wurde im antiken Griechenland eine Reihe





von Pflanzen als Grabschmuck oder Gaben verbunden, etwa Majoran, Oregano, Selinon, Akanthus und andere.²⁰⁷ Wie die Darstellungen auf vielen antiken griechischen Vasen beweisen, war die von Vitruv beschriebene Anordnung durchaus normal. Handelte es sich bei dem Grabmal um eine Säule, so wurde oft ein Korb auf ihrer Spitze plaziert, der von einer kohlartigen Pflanze, meist wohl Akanthus, umrankt wurde.²⁰⁸

Eine weitere Zweideutigkeit verbirgt sich hinter dem Brauch und der Legende, denn *akanthos* bedeutet im Griechischen soviel wie „blühende Spitze“ und beschreibt somit bereits sehr treffend die korinthische Säule mit ihrem blättrigen Kapitell.²⁰⁹ Die Herkunft der korinthischen Säule aus der Grabarchitektur scheint durchaus plausibel, denn in der griechischen Friedhofsarchitektur tauchen steinerne Akanthusblätter bereits lange vor der ersten korinthischen Säule auf, oft in Verbindung mit einer Palmette oder einem stilisierten Bündel von Blättern. Als erste korinthische Säule in einem Tempel wird die Säule im Tempel von Apollo Epiturius in Bassae genannt. Es handelt sich um eine einzelne freistehende Säule in der *cella*, die, umrahmt von zwei ionischen Kolonnaden, die Position der Tempelstatue oder des *xoanon*, des künstlichen Baumes als Gottesbild, einnimmt.

thosblätter bereits lange vor der ersten korinthischen Säule auf, oft in Verbindung mit einer Palmette oder einem stilisierten Bündel von Blättern. Als erste korinthische Säule in einem Tempel wird die Säule im Tempel von Apollo Epiturius in Bassae genannt. Es handelt sich um eine einzelne freistehende Säule in der *cella*, die, umrahmt von zwei ionischen Kolonnaden, die Position der Tempelstatue oder des *xoanon*, des künstlichen Baumes als Gottesbild, einnimmt.

Anthropomorphismen

Vitruv berichtete bereits im ersten Kapitel seines ersten Buches über die Geschichte der Karyatiden auf der Akropolis, in der Meinung, hier würden menschliche Körper auf unehrenhafte Weise als Säulen dienen. Laut der Legende wurden die weiblichen *Karyatiden* des *Erechtheions* nach den Frauen der kleinen Stadt Carya am Peloponnes benannt. Die Stadt hatte sich während der Perserkriege neutral verhalten (oder sogar die feindliche Seite unterstützt). Nach der Niederlage der Perser wurden die Ehefrauen aus Carya durch die Griechen entführt und mußten Sklavendienste verrichten. Um ihre Schande zu verdeutlichen, mußten sie weiterhin die Zeichen reicher Ehefrauen tragen, vor allem ihre langen Kleider. An den öffentlichen Gebäuden setzten die Architekten, laut Vitruv, damals die *Karyatiden* als Säulen ein, damit sie schwere Lasten

tragen mußten. Vom *Erechtheion* aus blicken sie sogar ewig auf die Reste des durch ihre Schuld zerstörten Tempels der Athena.²¹⁰ Rykwert zeigte jedoch auf, daß die *Karyatiden* bei genauer Betrachtung nicht wirklich wie unterdrückte, leidende Sklavinnen aussehen und daß es eine große Diskrepanz zwischen der theoretischen Erklärung von Vitruv und der materiellen Darbietung gibt. Daher schließt Rykwert, daß es sich wahrscheinlich um Abbildungen von Tempeldienerinnen handelt, die auf der Akropolis von Athen lebten und hoch geachtet wurden: „Der Weiler *Carya* war in ganz Griechenland für etwas anderes als seine Schande im Persischen Krieg berühmt: er war Heimat des *Artemis Karneia* oder *Caryatis*-Kultes, dessen Hauptritual darin bestand, daß weibliche Anhängerinnen um einen heiligen Nußbaum tanzten. In der Tat war der Ausdruck *Karuatisein* (auf stättliche Weise tanzen‘ oder ‚einen Rundtanz durchführen‘) ein oft gebrauchtes Wort.“²¹¹ Außerdem gab es auch schon vor den Perserkriegen *Karyatiden* als Säulen, etwa in den Syphnischen und Knidischen Schatzkammern in Delphi. Sie tragen lächelnd ornamentverzierte Behälter auf ihren Köpfen, und es scheint sich hier ebenfalls nicht um unterdrückte Sklavinnen zu handeln.



Offenbar setzten die Griechen bei den männlichen *Koroi* und weiblichen *Koren* eine unterschiedliche Formensprache ein. So sind die *Koren* grundsätzlich bekleidet, im Gegensatz zu den männlichen *Koroi*, die meistens nackt dargestellt sind. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß die weiblichen *Koren* üblicherweise statisch und bewegungslos präsentiert werden, was durch die nebeneinandergestellten Füße ausgedrückt wird, wohingegen die männlichen Skulpturen meist einen Schritt andeuten. Die bekleideten *Karyatiden* des *Erechtheion* folgen diesem Schema: Sie wirken immobil und präsentieren eher die steifen, statischen Wächter des Tempels. Allerdings läßt sich diese Formensprache nicht generell auf alle Skulpturen übertragen. So gibt es auch nackte weibliche Figuren, wie die berühmte Aphrodite des Bildhauers Praxiteles auf Knidos, über die Plinius der Ältere berichtete.²¹² Die Frauen im *Parthenon*-Fries sind zwar bekleidet, zeigen aber keine statische Haltung, sondern wirken bewegt.²¹³

Dem Beispiel von Vitruv folgend, war Leon Battista Alberti ebenfalls davon überzeugt, daß sich die klassischen Säulenordnungen von den Proportionen des Menschen ableiteten, und meinte, daß sich diese Eigenschaft an den Bezeichnungen der einzelnen Elemente ablesen lasse. Er lehnte allerdings Vitruvs Bezeichnungen für die Säule ab

(*summa columna* als Spitze der Säule, *entasis* als Schwellung, *imma columna* als Basis der Säule) und führte seine eigenen Begriffe ein, die direkt vom Menschen abgeleitet waren: *caput* (Kopf), *venter* (Bauch) und *planta* (Fußsohle).²¹⁴ Von ähnlichen Gedanken getragen, schlug Filarete die Einteilung von Männern gemäß ihrem Körperbau vor, um die drei klassischen Säulenordnungen zu legitimieren.²¹⁵ Seine Klassifizierung sah zunächst einmal fünf Gruppen vor: Zwerge, Kleine, Mittlere, Große und Giganten. Zwerge und Giganten sollten aber ignoriert werden, da sie Monster seien und eine Travestie der Natur, geboren aus der Unmoral. Die übrigen Klassen seien normal und universal. Ganz der traditionellen Neigung folgend, bevorzugte Filarete große Männer, denn diese Qualität sei Adams Körper zu eigen gewesen, der, von Gott gestaltet, der schönste Mann gewesen sein muß. Die kleinen und mittleren Männer rechnete Filarete zwar zu den Schöpfungen der Natur, erkannte jedoch ihre Göttlichkeit nicht an. Adam besaß laut Filarete dorische Verhältnisse, und sein Kopf, der edelste und bestproportionierte Teil des Körpers, diene als Maßeinheit.²¹⁶

Die drei mittleren Klassen der Männer präsentierten bei Filarete die Proportionen der klassischen Ordnungen: Dorik korrespondierte mit großen Männern und der Länge von neun Köpfen (sieben als korrekte Höhe bei Vitruv); Ionik war die kleinste Ordnung mit nur sieben Köpfen (neun bei Vitruv und acht bei Alberti) und die korinthische Ordnung die mittlere mit einer Höhe von acht Köpfen (neun bei Alberti). Später änderte Filarete seine Meinung und verband die dorische und toskanische Ordnung mit nackten Männern, während er glaubte, daß Säulen mit Kanneluren von Frauen mit gefalteten Kleidern abgeleitet seien. Zum Abschluß formulierte er ein Regelwerk, wonach die korinthische Ordnung der „Jungfrau“ entspricht (mit den idealen Proportionen 2:1), die ionische der „Frau“ (mit dem Verhältnis 5:3) und die dorische dem „Mann“ (und der Proportion 3:2).

Es fällt auf, daß von den drei klassischen Säulenordnungen gleich zwei dem weiblichen Körper zugeschrieben wurden, was nahelegt, daß damals eine etwas andere Auffassung von den Geschlechtern vorherrschte als jene, die vor allem ab dem 17. Jahrhundert Gültigkeit erlangte. Während des Mittelalters und der Renaissance hatte man die Differenz der beiden Geschlechter als Kontinuum betrachtet und nicht als Gegensatz. Thomas Laqueur hob beispielsweise hervor, daß Galen von Pergamum einst behauptete, Frauen seien aufgrund ihrer geringeren Körpertemperatur unterentwickelte Männer. Um diese These zu beweisen, zeigte er Darstellungen von männlichen und weiblichen

Geschlechtsorganen, die in fast allen Elementen übereinstimmten, wobei die weiblichen Genitalien die nach innen gekehrte Variante der männlichen Genitalien waren.²¹⁷ Auch wenn spätere Argumentationen darauf hinausliefen, daß Männer und Frauen unterschiedliche Rollen bei der Reproduktion spielen, sahen die klassischen Denker ähnliche Differenzen bereits zwischen den Rollen von Jungfrauen und Müttern, die dadurch zwei verschiedene Klassen von Frauen darstellten.²¹⁸

Neben Filarete dachte auch Francesco di Giorgio Martini über Analogien von Säulenordnungen und menschlichen Körpern nach. Er sinnierte, daß die Frau zwar ein imperfektes Tier sei und, wie Aristoteles an zahlreichen Stellen bemerkte, ein defekter Mann (in Filaretos Worten *maschio occasionato*), doch sei sie trotzdem schöner als der Mann in ihrer Erscheinung, besonders wenn sie jung ist, und daher würden Säulen, die von der Frau abgeleitet sind, mehr Ornamentik aufweisen.²¹⁹ Er meinte auch, daß die Dorik, welche auf dem Mann basiere, im Gegensatz dazu eine höhere Perfektion aufweise. In anderen Worten: Um ein Gebäude *perfetto* zu bauen, müßte man nach Dorik verlangen, und um es *ornato* zu machen, nach Ionik oder Korinthik. Francesco kümmerte sich aber im Grunde nicht um die Einhaltung seiner Äußerungen und zeigte in seiner praktischen Tätigkeit eine sehr wechselhafte Haltung gegenüber seiner Theorie. So entschied er nach anderen Überlegungen, wann ein Gebäude eher *perfetto* oder eher *ornato* akzentuiert werden sollte. Allerdings legte er durchaus Wert darauf, daß bestimmte Kriterien eingehalten werden sollten: „Obwohl Dorische und Ionische Säulen seltener verwendet werden, als Korinthische, können sie dennoch korrekt eingesetzt werden, vorausgesetzt, daß die Dorische nicht innen und die Korinthische außen oder *vice versa* eingesetzt wird; aber da ein Gebäude ein künstlicher Körper ist, der den Menschen in vielerlei Hinsicht ähnelt, sollten gleiche Teile die gleichen Maße aufweisen und keine unterschiedlichen.“²²⁰

Die geschlechtliche Symbolik der Säulenordnungen beinhaltete auch eine Hierarchie bezüglich ihrer Wertigkeit. Aus theoretischer Perspektive wurde oft postuliert, daß die dorische Ordnung in ihrer Bedeutung als männliche Ordnung auch am wichtigsten sei und über der ionischen oder korinthischen Ordnung stünde. In einem oft zitierten Paragraphen seiner *Zehn Bücher der Architektur* hatte Vitruv geschrieben: „Der Minerva, dem Mars und dem Herkules werden dorische Tempel errichtet werden, denn es ist angemessen, daß diesen Göttern wegen ihres mannhaften Wesens Tempel ohne Schmuck gebaut werden. Für Venus, Flora, Proserpina und die Quellnymphen werden Tempel, die

in korinthischem Stil errichtet sind, die die passenden Eigenschaften zu haben scheinen, weil für diese Götter wegen ihres zarten Wesens Tempel, die etwas schlank, mit Blumen, Blättern und Schnecken (Voluten) geschmückt sind, die richtige Angemessenheit in erhöhtem Maße zum Ausdruck zu bringen scheinen. Wenn für Juno, Diana und Bacchus und die übrigen Götter, die ganz ähnlich sind, Tempel in ionischem Stil errichtet werden, wird ihre Mittelstellung berücksichtigt sein, weil sich die diesen Tempeln eigentümliche Einrichtung von der Herbheit des dorischen Stils und der Zierlichkeit des korinthischen Stils fernhält.“²²¹

In Kenntnis dieser Aussagen hatte Alberti ebenfalls behauptet, daß die Tempel der weiblichen Gottheiten Schönheit und Eleganz (*venustas, festivitas*) und die der männlichen Gottheiten dagegen Ernsthaftigkeit (*gravitas*) hervorheben sollten. Es hieß dazu bei ihm: „Hierher gehört noch, daß man sagt, der Venus, der Diana, den Musen, Nymphen und den zierlichen Göttinnen müsse man Heiligtümer weihen, die ihre jungfräuliche Schlankheit und die zarte Blüte ihrer Jugend versinnbildlichen. Dem Herkules, Mars und den mächtigen Göttern müsse man die Tempel so erbauen, daß sie mehr gewichtiges Ansehen infolge ihrer ernsten Würde als Anmut infolge ihrer Zierlichkeit gewähren.“²²²

Die höchste Qualität war für ihn *gravitas*, was charakteristisch für die dorische Ordnung war. So meinte er, wie Vitruv und Francesco, daß die wichtigsten Gebäude nach der dorischen Ordnung gebaut werden sollten, da diese ernsthaft und würdevoll sei, während er die reicher geschmückte korinthische als passend für Gartenpavillons und andere kleinere Bauten ansah.

Bei einer Analyse der existierenden Bauten zeigt sich aber ein eklatanter Widerspruch zwischen den Theorien von Vitruv, seinen späteren Anhängern wie Francesco di Giorgio oder Alberti und den architektonischen Fakten in der klassischen Tradition. Die Meinung der Theoretiker, daß die dorische Ordnung in ihrer Bedeutung am wichtigsten sei, weil sie den männlichen Körper darstellt, widersprach der üblichen Bau Praxis. Im allgemeinen wurden die wichtigsten öffentlichen Gebäude und Tempel in der korinthischen Ordnung oder der Kompositordnung gebaut, weil ein anderes, ökonomisches Argument besagte, daß die dekorativste Ordnung die teuerste und daher die wertvollste sei. Die beiden Auffassungen standen durch die Jahrhunderte stets im Widerspruch zueinander, aber es scheint, daß meistens die teuerste auch als die höchste Ordnung angesehen wurde und daß nicht der geschlechtlichen Wertung, daß sie „mädchenhaft“ und nicht „männlich“ sei, Rechnung getragen wurde.

Die unterschiedlichen Wertungen der Säulenordnungen symbolisierten auch die Unterscheidung von öffentlichen und privaten Räumen, innen und außen, wie es Francesco beschrieben hatte, beziehungsweise profanen und heiligen. So ist die öffentliche Seite der *Stoa von Attalos* im Erdgeschoß mit



dorischen Säulen ausgestattet, während die innen liegenden Räume und die oberen Geschosse mit ionischen und pergamon-korinthischen Säulen ausgestattet sind.

Menschliche Proportionen

Die klassische Theorie operierte mit einer Reihe von sichtbaren symbolischen Systemen, von denen einige geschlechtlich kodiert waren. Darüber hinaus gab es eine Reihe von weniger offensichtlichen Annahmen über die wahre Essenz der Architektur, die ebenfalls geschlechtlich kodierte Wertungen implizierten. Eine davon betrifft die Doktrin der Proportion.

Vor allem in der Renaissance gab es eine deutliche Bevorzugung der männlichen Körper, weil man den weiblichen Körper als minderwertig ansah. Die Schriften des römischen Architekten und Gelehrten Vitruv wurden zu dieser Zeit sehr populär, insbesondere seine Erläuterungen zum Thema der Proportionen. Im ersten Kapitel seines dritten Buches über die Architektur hatte Vitruv beschrieben, daß die Maße des Tempels von den perfekten Proportionen des menschlichen Körpers abgeleitet seien. Er forderte, daß die Baumeister bei der Errichtung ihrer Gebäude die Proportionsregeln in Anlehnung an den menschlichen Körper beherrschen sollten: „Die Formgebung der Tempel beruht auf Symmetrie, an deren Gesetze sich die Architekten peinlichst genau halten müssen. Diese aber wird von der Proportion erzeugt, die die Griechen *analogia* nennen. Proportion liegt vor, wenn den Gliedern am ganzen Bau und dem Gesamtbau ein berechneter Teil (*modulus*) als gemeinsames Grundmaß zu Grunde gelegt ist. Aus ihr ergibt sich das System der Symmetrien. Denn kein Tempel kann ohne Symmetrie und Proportion eine vernünftige Formgebung haben, wenn seine Glieder nicht in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen, wie die Glieder eines wohlgeformten Menschen.“²²³ Zur Unterstützung seiner These führte er an, daß sich ein Mensch mit ausgestreckten Armen in die beiden als vollkommen betrachteten geometrischen Figuren des Quadrates und des Kreises einfügen läßt.²²⁴ Obwohl Vitruv vom

menschlichen Körper im allgemeinen sprach, wurde die Figur von vielen späteren Theoretikern einseitig als Mann interpretiert.

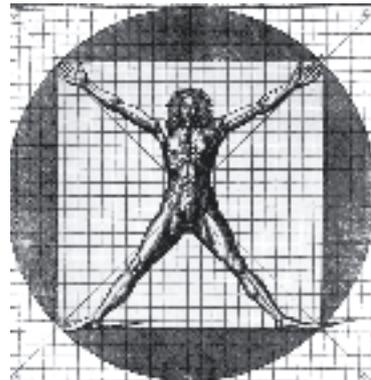
Die Ausgangsposition, daß der menschliche Körper das Maß aller Dinge in der Architektur darstellt, wurde zum Credo der westlichen Baugeschichte. Allerdings ging es dabei vor allem um den *männlichen* Körper, denn viele Philosophen und Theoretiker sahen den weiblichen Körper als fehlerhafte Variante des perfekten männlichen Körpers an. Interessanterweise ist die Proportion bei Vitruv zunächst auch weiblich, denn seine Charakterisierung der Säulenordnungen basierte, wie zuvor beschrieben, auf drei Systemen mit unterschiedlichen Proportionen. Das Verhältnis der Länge zur Höhe zeichnete die ionische Ordnung als die schlankere Ordnung gegenüber der dorischen aus und damit als weiblich, während die noch schlankere korinthische Ordnung dann als mädchenhaft oder jungfräulich gesehen wurde. Erst in der Erweiterung der Idee der Proportionierung auf seine Konzepte von *symmetria* und Schönheit kam die einseitige Bevorzugung der maskulinen Variante zum Tragen. Die meisten Renaissancetheoretiker und Künstler bevorzugten den männlichen Körper als Beispiel für gute Proportionierung. In Cennino Cenninis Handbuch über Malerei, geschrieben im 15. Jahrhundert, konnte man eine zur damaligen Zeit gängige Meinung lesen: „Merke dir, bevor wir weiter gehen, die genauen Maße eines Mannes, die ich dir jetzt angeben werde. Die der Frau übergehe ich ganz, denn sie hat keine vollkommenen Verhältnisse ... Über die unvernünftigen Tiere sage ich dir nichts, denn sie scheinen keine bestimmten Verhältnisse zu haben. So viel du kannst, skizziere und zeichne sie nach der Natur, und du wirst es selbst erfahren. Du bedarfst aber dazu vieler Übung.“²²⁵

Der weibliche Körper wurde durch solche Äußerungen degradiert und dadurch der Ausschluß der Frauen aus der Architektur und Kunst als naturgegeben gerechtfertigt. Der männliche Körper dagegen wurde aufgewertet und sollte als Modell für bedeutende Einzelgebäude, aber auch für ganze Stadtkompositionen, wie in den Vorschlägen von Francesco di Giorgio Martini, gelten.

Leonardo da Vincis berühmte Zeichnung illustrierte am anschaulichsten die durch Vitruv beschriebene Verbindung zwischen der menschlichen, allerdings männlichen, Anatomie und mathematischer „göttlicher“ Proportion. Diese Vorstellung



war von essentieller Bedeutung für die Architektur der Renaissance und wurde von zahlreichen Künstlern und Architekten aufgegriffen. Bereits Francesco di Giorgios Handschrift *Ashburnham 361* hatte sich mit dieser Darstellung befaßt und war später in den Besitz von Leonardo da Vinci gelangt, der Vitruvs Text noch genauer interpretierte.²²⁶ Leonardos Figur besteht aus zwei überlagerten Darstellungen eines Mannes, die jeweils in einen Kreis beziehungsweise ein versetztes Quadrat eingeschrieben sind und den menschlichen Proportionen recht nahe kommen: Einmal ist der „himmlische“ Nabel das Zentrum, das andere Mal der „irdische“ Penis.²²⁷ Fra Giocondo stellte beide Figuren, *homo ad quadratum* und *ad circulum*, getrennt dar, während Cesare Cesariano etwas ungeschickt versuchte, beide Gegensätze in einer Figur zu vereinen.²²⁸ Cesariano fügte seinen Zeichnungen einen ausgiebigen Kommentar bei, der in der Behauptung mündete, mittels des vitruvianischen Mannes könne man die gesamte Welt proportionieren.²²⁹ Die Vorstellung Cesarianos war nicht ungewöhnlich, denn ganz ähnliche Annahmen finden sich bei dem Mathematiker und Freund Leonardos, Luca Pacioli: „Zuerst wollen wir von den Proportionen des Menschen sprechen, weil vom menschlichen Körper sich alle Maße und ihre Bezeichnungen ableiten und in ihm alle Zahlenverhältnisse und Maßbeziehungen zu finden sind, durch welche Gott die tiefsten Geheimnisse der Natur enthüllt. (...) Nachdem die Alten das rechte Maß des menschlichen Leibes studiert hatten, proportionierten sie alle ihre Werke, besonders die Tempel, im Einklang damit. Denn im Menschenleib fanden sie die beiden Hauptfiguren, ohne welche kein Kunstwerk gelingen kann, nämlich den vollkommenen Kreis und das Quadrat.“²³⁰ Die Abhängigkeit Francesco di Giorgio Martinis von Vitruv zeigt sich in seiner Behauptung, daß jede Kunst und Berechnung *ragione* aus dem wohlproportionierten menschlichen Körper zu gewinnen sei.²³¹ Deshalb benutzte er bei seinen Kirchenentwürfen auf männlichen Proportionen basierende geometrische Raster und Quadratur, meist jedoch eine Kombination beider Methoden, wodurch die korrekten Größenverhältnisse



innerhalb des Entwurfes gewährleistet werden sollten.²³²

Francesco di Giorgio Martini bemühte sich als einer der führenden Verfechter des Renaissanceanthropomorphismus um die Anwendung dieser Theorien auf jeder Ebene der Architektur. So zitierte er im ersten Kapitel seines Traktates neben Vitruv Beispiele aus der Antike und der Natur, um den Aufbau einer Festung und den einer Stadt analog zum Körper eines Mannes zu rechtfertigen.²³³ Stadtpläne sollten seiner Meinung nach ebenfalls anthropomorph organisiert und angelegt sein, um optimal zu funktionieren, wobei Francesco das Argument fortführte, welches er in seiner Beschreibung befestigter Städte angefangen hatte. Seine Kernthese betraf die funktionale Beziehung zwischen Kopf und Körper: So wie die Augen, Ohren, Nase, Mund, Organe und andere innere und äußere Elemente des Körpers gemäß ihrer Funktion und Bedürfnisse angeordnet seien, so sollte die Organisation einer Stadt aufgebaut sein. Sofern die Stadt in ihrer Gestalt dem menschlichen Körper folge, seien ihr Versorgung, Schönheit und Gesetzmäßigkeit sicher.²³⁴ Ihm zufolge sollte eine Stadt wie ein großer Mann gestaltet werden. Als nobelstes Glied des Körpers galt der Kopf oder die Festung als *più nobile membro*, die Hände und Füße konstituierten sekundäre Plätze und Tempel. In den Mittelpunkt dieses „Stadtmannes“ plazierte er die Piazza, denn durch den Nabel erhält der Mensch in seinem Anfang Nahrung und Perfektion, und auf die gleiche Weise sollte dieser gemeinschaftliche Platz die anderen Orte bedienen.²³⁵

Auf der theoretischen Ebene kann man hierin einen weiteren Versuch sehen, den öffentlichen Raum vor allem durch maskuline Qualitäten zu prägen. Doch finden sich auch hier in der traditionellen Architekturtheorie eklatante Widersprüche zwischen den postulierten theoretischen Positionen und der tatsächlich erfolgten Baupraxis. Die ganze Proportionstheorie litt ohnehin an schwerwiegenden Problemen, was David Hume und Edmund Burke erfolgreich demonstrierten. In seinem Essay *Of the Standard of Taste* (1757) hatte David Hume auf die unterschiedlichen Sinnesempfindungen verwiesen und damit die zuvor angenommene Allgemeingültigkeit dieser proportional gerechtfertigten Ästhetik relativiert.²³⁶ Im gleichen Jahr veröffentlichte Edmund Burke sein *A Philosophical Enquiry into the Origin of our Ideas of the Sublime and Beautiful*, wo er sich ausgiebig der klassischen Proportionslehre widmete, um zu dem Ergebnis zu kommen, daß sich Schönheit nicht durch mathematische Regeln ausdrücken lasse.²³⁷ Zudem verändern sich – je nach Haltung des Körpers – die Proportionen, die man ohnehin schlecht messen kann, denn zunächst müßten die einzelnen Körperteile

genau individuiert werden. Das Problem besteht bereits darin, daß es keine festen Kriterien dafür gibt, die eindeutig besagen, wo bei jedem einzelnen Menschen die Hand oder das Knie endet. Da sich zudem die exakte Länge eines Unterarms oder eines Beines verändert, je nachdem, in welcher Position sie sich befinden, stellt sich die Frage, welche Position die richtige wäre. Abgesehen davon, läßt es sich bei einer Reihe von abstrakten Proportionsmaßen ohnehin nicht nachvollziehen, ob diese Maße (relativ willkürlich) von einem weiblichen oder männlichen menschlichen Körper abgeleitet wurden oder nicht. Insofern handelte es sich um eine rein intellektuelle Anschauung, die nichts mit einem empirischen Ansatz gemein hatte. Nach Burke seien die Vergleiche zwischen dem menschlichen Körper und der Architektur vornehmlich deshalb entwickelt worden, um den professionellen Status des Architekten zu erhöhen, anstatt das Ziel zu verfolgen, eine metaphysische Theorie der Proportion zu entwickeln.²³⁸

Der männliche Körper diente jedoch nicht nur als Basis des Renaissance-anthropomorphismus, sondern wurde in der funktionalistischen Moderne wieder aufgegriffen, insbesondere von Ernst Neufert und Le Corbusier. Um den männlichen Menschen als Maß aller Dinge zu etablieren, hatte Le Corbusier den *Modulor* entwickelt, einen fiktiven männlichen Durchschnittsmenschen mit der Größe von zunächst 1,75 und später 1,83 Meter. Die Größe des letzteren *Modulors* mit erhobenen Armen betrug 226 Zentimeter und dessen Nabelhöhe – als Hälfte dieses Maßes – 113 Zentimeter. Mit diesem Maß als Quadrat (Seitenlänge 1,13 Meter) entwickelte er durch die Fibonacci-Reihe die sogenannte „rote Reihe“ als Proportionsschema (eine Approximation des Goldenen Schnitts) und mit dem doppelten Quadrat (Seitenlänge 2,26 Meter) die „blaue Reihe.“ Daraus folgte, daß alle Dimensionen entweder auf den Goldenen Schnitt oder auf das Verhältnis 1:2 reduziert werden konnten. Obwohl sein *Modulor* auch nicht immer gleich groß war, wurde Le Corbusier nicht müde, nach außen hin diesen Maßstab als neues Universal zu verteidigen: „Die offiziellen französischen oder amerikanischen oder deutschen Normen sind vergänglich wie der Mensch selbst. Sie können irrig sein, sie können lähmend wirken. Dies habe ich bewiesen mit mathematischen Studien (...) und insbesondere durch die Schöpfung des *Modulors*, der heutzutage in der ganzen Welt von der Elite der Architekten und Ingenieure angewandt wird.“²³⁹ Allerdings handelte es sich beim *Modulor* um ein rein ästhetisches und ideologisches Dogma und nicht um den Wunsch, wirklich in Anlehnung an den Körper zu bauen. So wird die *Unité d'Habitation* in Berlin etwa

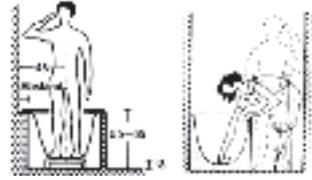


durch zehn sogenannte „Innenstraßen“ erschlossen, die eine Breite von 2,96 Metern bei einer Gesamtlänge von 140 Metern haben, und angesichts dieser Dimensionen fällt es schwer, diese Maße überhaupt auf irgendeinen menschlichen Körper zu beziehen.²⁴⁰ Zum anderen irrt Le Corbusier in seiner Annahme, die Renaissanceanthropomorphisten hätten ihre Proportionen in Anlehnung an den Goldenen Schnitt entwickelt, wobei auch Le Corbusiers Beeinflussung durch die Theosophie und sein Glaube an eine Zahlenmystik eine Rolle gespielt haben mögen.²⁴¹ Er hielt sich allerdings auch nicht immer an seine eigenen mathematisch ermittelten Proportionsregeln. William J. R. Curtis bemerkte, daß Le Corbusier nicht zögerte, selber vom *Modulor* abzuweichen, wenn die Proportionen seinem Auge mißfielen, und er war ärgerlich, wenn

Architekten in seinem Büro einen häßlich proportionierten Entwurf auf der Basis des *Modulors* zu rechtfertigen suchten. Deshalb durfte der *Modulor* sogar für einige Monate in seinem Atelier nicht verwendet werden.²⁴² Außerdem wurde schon früh erkannt, daß Le Corbusiers Ableitung des Goldenen Schnitts von den Diagonalen eines Rechtecks auf einem einfachen, aber fundamentalen geometrischen Fehler beruht, der jedoch nicht korrigiert werden kann. Le Corbusier wollte die Standardkonstruktion des Goldenen Schnitts mit seinem älteren Kompositionsprinzip, das auf dem „Ort des rechten Winkels“ basierte, verbinden. Sein Kompositionsprinzip basierte darauf, daß beispielsweise eine Fassade durch eine Reihe von Diagonalen, die in einem rechten Winkel zueinander stehen, strukturiert wird. Auf die gleiche Weise wollte Le Corbusier ein Doppelquadrat aus dem Goldenen Schnitt konstruieren, indem er zwei Diagonalen, verbunden durch einen 90-Grad-Winkel, zeichnete. Sowohl sein Assistent Hanning als auch die Mathematikerin M. Taton erklärten Le Corbusier, daß die Figur kein Doppelquadrat ergeben kann, sondern nur eine Annäherung, die um 0,0006:1 länger ist. Le Corbusier verstand dieses Argument offensichtlich nicht, sondern sah es als Beweis dafür an, daß sein Proportionssystem Poesie und Leben enthält.²⁴³

In Neuferts Ausführungen ging es ebenfalls nicht nur darum, die Höhen von Treppenstufen und die Breite von Badezimmern vom menschlichen Körper abzuleiten, sondern auch das zeitgenössische Bild der Idealfamilie mit ihren Geschlechterrollen zu propagieren. Kerstin Dörhöfer und Ulla Terlinden konstatierten: „In alle Räume zur Verrichtung von

Hausarbeit wurden Frauen eingezeichnet, in alle für Ausbildung und Beruf Männer. Neben dieser Arbeitsteilung zeigten die Zeichnungen auf sublimale Art und Weise, daß der Frau die sorgende und untergeordnete Rolle zugeordnet war.²⁴⁴ So wurde die Frau der Küche, den Kindern und dem Konsum zugeordnet, eine Zeichensprache, die erst in den 1980er Jahren verschwand. Bedenkt man, daß Neuferts *Bauentwurfslehre* von 1936 mittlerweile in über 30 Auflagen erschienen und weltweit zu einem Standardwerk für Architekten geworden ist, wird klar, wie einflußreich diese Auffassung über die idealen Maße und Proportionen des menschlichen Körpers in bezug auf die Architektur auch heute noch nachwirkt.



Frauen und die Raumkunst

So wie das Gender-Vorurteil in den Proportionstheorien nicht sofort offensichtlich ist, gibt es in der Architektur noch eine Reihe anderer grundlegender Ideen, bei denen eine vergleichbare Unausgewogenheit existiert. Eine davon betrifft die bedeutendste Annahme des Modernismus, die Auffassung, daß Raum die eigentliche Essenz der Architektur darstellt. Diese Idee ist relativ jung, denn sie geht auf das späte 19. Jahrhundert zurück, auf Architekten und Historiker wie Hans Auer und August Schmarsow. Die Theorie wurde zu einer Zeit unter den Architekten sehr populär, als der Architektenberuf davon bedroht wurde, seinen sozialen Status einzubüßen. In diesem Sinne kann sie als Selbstverteidigungsstrategie gegen die in das Architekturfeld eindringenden Künstler wie Peter Behrens oder Henry van de Velde gesehen werden.

Vor 1880 hatte man nicht angenommen, daß der Raum an sich die ästhetische Substanz der Architektur verkörpern könnte. Frühere Theorien sahen die Architektur oft in ikonographischer Weise als Präsentation von Religion, Staatsmacht, eines Mäzens usw. an oder, in funktionaler Hinsicht, als Inszenierung von Ritualen und Zeremonien sowie metaphysisch, als Repräsentation kosmischer Prinzipien, mathematischer oder anthropomorpher Qualitäten und vieles mehr. Die Reduzierung der Architektur auf eine visuelle Erfahrung des Raumes ist eine moderne Erfindung. Rückbezogen auf die historische Architektur, führte sie zu erschreckenden Schlußfolgerungen, wie der absurden Erklärung von Bruno Zevi, wonach der *Parthenon* keine Architektur ist, weil er keine großen Innenräume besitzt. Zevi meinte zunächst, daß die Archi-

tekten das Räumliche gegenüber dem Dekorativen in der Architektur nicht unterschätzen sollten, denn kein Werk ohne Innenraum könne als Architektur bezeichnet werden. Er schloß daraus, daß die Bewertung von Architektur vor allem die Bewertung des Innenraumes von Gebäuden sei.²⁴⁵ Zevi glaubte an die universale Gültigkeit dieser Theorie und forderte den Leser auf, Bücher über Architekturgeschichte und Ästhetik in dieser Hinsicht zu überprüfen.²⁴⁶ Diese Perspektive führte zu der ominösen Behauptung, daß weder der Triumphbogen von Titus noch das *Vittoriano* in Rom Architekturwerke darstellten. Zevi folgerte mit der gleichen Sicherheit, daß der *Parthenon* keine Architektur sein kann, denn die *cella* wäre nicht nur ein umschlossener, sondern im sprichwörtlichen Sinn ein geschlossener Raum gewesen, und ein solcher versiegelter Innenraum sei charakteristisch für Skulpturen. Insofern ist der *Parthenon* nur eine große Skulptur von Phidias!²⁴⁷ Nach der Theorie von Zevi ließe sich also ein architektonisches Gebäude durch das Verschließen der Türen in eine Skulptur verwandeln. Trotz seiner Ablehnung des *Parthenons* schlug Zevi vor, daß Baumgruppen durchaus die architektonische Funktion übernehmen könnten, Außenräume oder urbanen Raum zu definieren, mit anderen Worten, eine Reihe von Bäumen ist laut Zevi ein besseres Beispiel für Architektur als der *Parthenon*.²⁴⁸

Um einige der Implikationen zu erfassen, die mit der Theorie von Architektur als Raumkunst verbunden sind, ist es hilfreich, diese mit einer anderen Theorie zu vergleichen, die im deutschsprachigen Raum viele Anhänger hatte, nämlich Gottfried Semper's Theorie der vier Elemente der Baukunst. Semper sprach von den vier Elementen und Techniken der Urhütte und meinte, diese seien auch für spätere Architekturen von Bedeutung. Die vier Urtechniken waren Keramik, Zimmerei, Weberei und Mauerkunst, wobei die letztere nicht, wie man meinen könnte, dem Aufbau der Wände diene, sondern dem Fundament des Hauses.²⁴⁹ Statt dessen meinte er, daß die ursprünglichen Wände eher Teppiche waren, die der optischen Eingrenzung des Raumes dienten. Er unterschied sehr klar die tragende Funktion von Stützen oder Wandelementen, einschließlich weiterer Funktionen wie Sicherheits- oder Schutzfunktionen, und die optische, schmückende Aufgabe der Wände.²⁵⁰ Schon Vitruv hatte die Meinung vertreten, daß die Alten ihre Wände gewebt hätten.

Die Weberei gilt traditionell als weibliche Technik, und ist eine der wenigen Erfindungen, die sogar Freud den Frauen zuschreibt: „Man meint, daß die Frauen zu den Entdeckungen und Erfindungen der Kul-

turgeschichte wenig Beiträge geleistet haben, aber vielleicht haben sie doch eine Technik erfunden, die des Flechtens und Webens. Wenn dem so ist, so wäre man versucht, das unbewußte Motiv dieser Leistung zu erraten. Die Natur selbst hätte das Vorbild für diese Nachahmung gegeben, indem sie mit der Geschlechtsreife die Genitalbehaarung wachsen ließ, die das Genitale verhüllt. Der Schritt, der dann noch zu tun war, bestand darin, die Fasern aneinander haften zu machen, die am Körper in der Haut staken und nur miteinander verfilzt waren. Wenn Sie diesen Einfall als phantastisch zurückweisen und mir den Einfluß des Penismangels auf die Gestaltung der Weiblichkeit als eine fixe Idee anrechnen, bin ich natürlich wehrlos.“²⁵¹

Für Freud bestand die Essenz der einzigen weiblichen Erfindung, der Textilkunst, im Maskieren. Schon einige Zeit vor Freud war Semper zu demselben Schluß gekommen, wobei er sich die Frage stellte, ob das Maskieren eher dem Verstecken oder dem Akzentuieren dienen sollte.²⁵² Semper kam zu dem Schluß, daß die Textilien eher der Maskierung oder der artifiziellen Betonung von persönlichen Qualitäten dienen, und erklärte, daß der Beginn der Architektur mit dem Beginn der Textilkunst gleichzusetzen sei, unter der Annahme, daß die Textilkunst zuerst für architektonische Zwecke und erst später für Kleidung eingesetzt wurde.²⁵³ Um seine Thesen zu stützen, verwies Semper auf die etymologischen Beziehungen zwischen Wand und Gewand und Decke (als Zimmerdecke, Tischdecke oder Bettdecke), in denen er ein Indiz sah, daß Textilien und Bauelemente einen gemeinsamen Ursprung haben.²⁵⁴ „Dach“ leitet sich von *tegere* ab, das heißt „bedecken“, im Lateinischen *toga*, welche auch ein Kleidungsstück war. Die „Wand“ entwickelte sich aus dem „Winden“, „Umwickeln“. In etymologischer Hinsicht lassen sich auch enge Beziehungen zwischen „Haus“, „Hut“, „Hütte“ und „Haut“ aufzeigen.²⁵⁵

Interessanterweise erscheint die Verbindung des Textilen mit der Architektur nicht nur in der griechisch-lateinischen oder europäischen Tradition. Zum Beispiel behauptet Denise Arnold in ihrer Studie über die *Aymara*-Siedlungen der *Qaqachaka ayullu*, daß die Indianer in den Anden ihr Haus sowohl als „Nest“, „Weberei“ als auch „Bündel“ (*tejido* oder *atado*) bezeichnen. Nach Arnold beschreiben die Frauen der *Qaqachaka* den Einfluß und die Macht des Hauses als das „Gewebe der Mutter aus konzentrischen Hüllen, die völlig dem weiblichen Geschlecht zugeordnet sind“. Des weiteren stellt Arnold die These auf, daß die Frauen etwas beschwören, was sie als „Diskurs der Nähte“ bezeichnet, indem sie Macht an den Nahtstellen verschiedener aneinandergrenzender Stoff-



teile sehen.²⁵⁶

Kombiniert man die Theorien von Semper und Freud, hat sich also die Architektur aus der weiblichen Textilkunst des Webens entwickelt und stellt quasi als eine Art Kleidung die zweite Leibeshülle des Menschen dar. Viele bauliche Zeugnisse der Vergangenheit, archaische Bauten, die aus Flechtwerken bestehen, Zelte, Hütten, Baldachine etc., berühren Grenzgebiete, die sich nicht mehr eindeutig der einen oder anderen Gattung zuordnen lassen.

Sempers Idee der Maske kann auch als extreme Auslegung von Karl Böttichers Theorie der Kernform und Kunstform gesehen werden, bei der die Kern-

form das funktional und struktural Notwendige beinhaltet (und damit nicht-künstlerische Elemente) und nur die überflüssige Kunstform die kulturelle Leistung im Sinne von Kants Interesse- und Zwecklosigkeit darstellt. Die architektonischen Konsequenzen von Sempers Auslegung der Kunstform als Textilmaske wurden unter anderem von Otto Wagner und seinen Schülern, besonders von Josef Hoffmann und Josip Plecnik, gezogen. Die Fassade von Wagners *Majolikahaus* zeigt ein textilartiges, „supergrafisches“ Muster, das unabhängig von den Fensteröffnungen existiert. Seine *Postsparkasse* und die *Pumpenstation* am Donaukanal sind ebenfalls mit verschiedenen zweidimensionalen Muster dekoriert, die zwar geometrischer organisiert sind, aber ebenfalls wie „gewebt“ wirken. Das Textilthema wird noch deutlicher an den Ecklösungen in der Eingangshalle der *Postsparkasse* eingesetzt oder an der Fassade von Wagners Haus in der Neustiftgasse, das eine sehr grafische Auslegung des „Diskurses der Nähte“ darstellt: Wo sich hier zwei weiße Wandflächen treffen, werden sie an der Nahtstelle durch einen ornamentierten Saum eingefasst.

Diese unmittelbaren Hinweise auf die Textilkunst sind besonders deshalb interessant, weil sie traditionellerweise als weibliche Kunstrichtung gilt und damit einen Gegenpol zu maskulin konnotierten künstlerischen Techniken und Qualitäten darstellt, wie sie zum Beispiel von Adolf Loos propagiert wurden. Im Gegensatz zu Wagner und seinen Nachfolgern betonte Loos den Raum und deklarierte seinen dreidimensionalen Raumplan als kopernikanische Revolution in der Architektur. In „Ornament und Verbrechen“ wetterte Loos heftig gegen textile Qualitäten oder Tätowierungen von Oberflächen, wie sie bei Wagner oder den Entwürfen von Josef Hoffmann auftraten. Die Interpretati-

on dekorierte Fassaden und floraler Motive als „feminin“ und ungeschmückter Flächen und geometrischer Motive als „maskulin“ war zu dieser Zeit weit verbreitet. Von zeitgenössischen Kritikern wurden die Ornamente der unteren Geschosse des *Carson, Pirie & Scott-Warenhauses* von Sullivan in Chicago als „feminin“ interpretiert und sogar noch in den 1960er Jahren als „feminin“ gegenüber den schlichteren, „kräftigen zellenförmigen“, „maskulinen“ oberen Stockwerken herausgestellt. Eine ganz ähnliche Auffassung hatte Sullivan selber vertreten, denn seine Ornamentik war durch die Lehren Swedenborgs beeinflusst.²⁵⁷ Loos' Position, die Architektur als maskuline Raumkunst zu sehen, konnte sich als orthodoxe modernistische Auffassung in der Architektur durchsetzen. Der moderne Stil war durch Ornamentlosigkeit charakterisiert und befürwortete die Ehrlichkeit von Material und Struktur als Suche nach einem zeitlosen, objektiv wahren Ausdruck. Auch Le Corbusier verwies auf Parallelen zwischen der modernen Architektur und zeitgenössischer Herrenkleidung. Zu seinem Habitus gehörten das Tragen eines Anzugs von der Stange und seine prägnante Hornbrille, um sich äußerlich als Massenprodukt des Industriezeitalters zu präsentieren.²⁵⁸

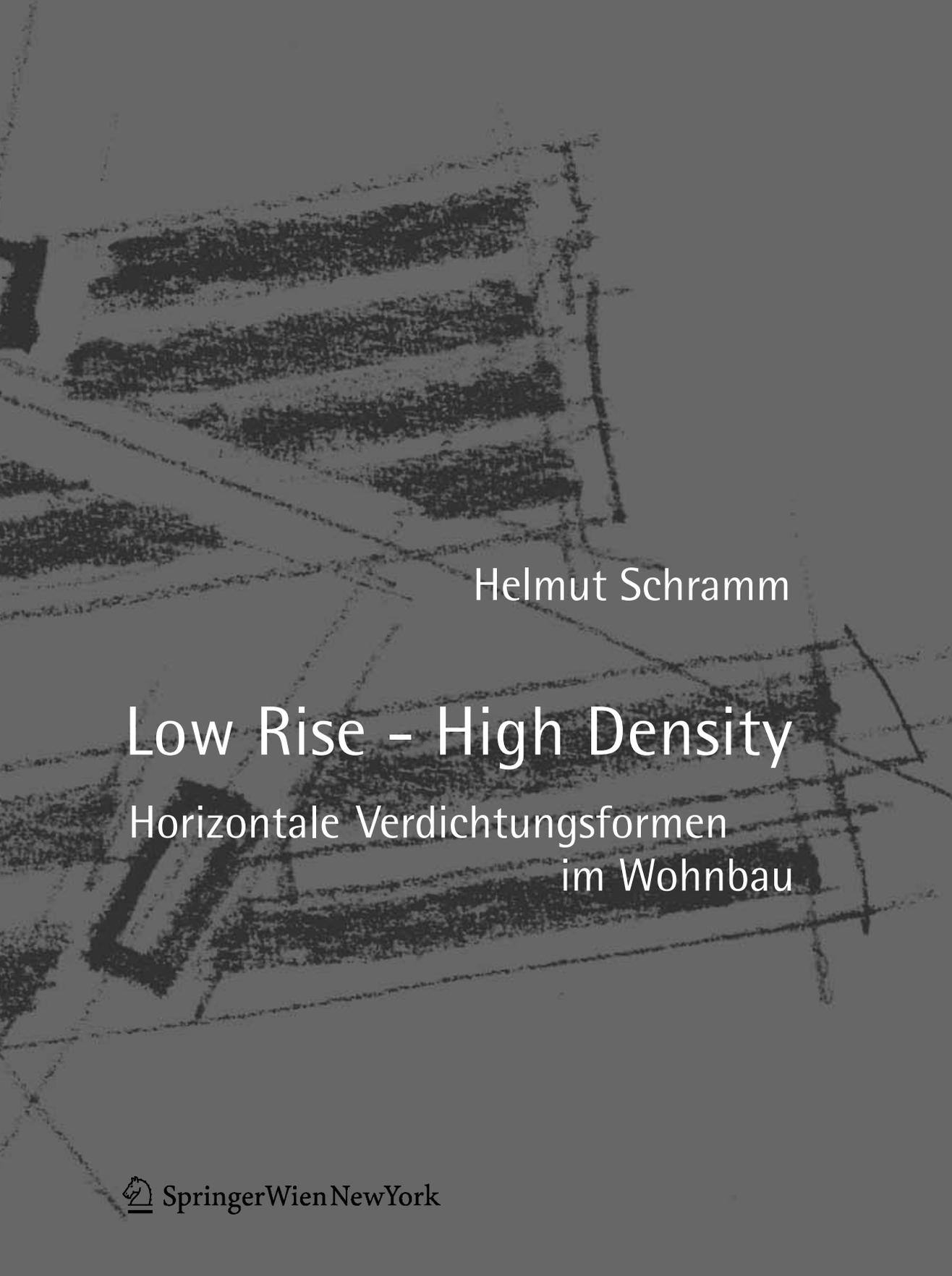


Er hob gerne hervor, daß die Herrenkleidung der erste Bereich sei, in dem man sich vom Ornament zugunsten einer einfachen, funktionalen Gestaltung gelöst hatte. Eine weiße, ornamentlose, hygienische Wand wurde von ihm mit dem weißen Oberhemd des Mannes assoziiert. Wie Mark Wigley feststellte, wurden diese Qualitäten traditionell als maskulin gewertet und ihre Oppositionen als feminin.²⁵⁹

Bevor die modernistische Bevorzugung des Raumes als maskulin erklärt werden kann, muß ein Gegenargument kurz betrachtet werden. Aus einer Perspektive im Sinne Freuds oder Jungs könnte man argumentieren, daß die Betonung der Innenräume feminine Qualitäten oder Archetypen reproduziert, eine Position, die, wie bereits erwähnt, von Olivier Marc vertreten wird. Daraus ließe sich folgern, daß die moderne Raumkunst feminine Werte eher zelebriert als abwertet. Diese Interpretation ist vielleicht etwas zu nachgiebig, denn mit dem gleichen Interpretationsmodell ließe sich behaupten, daß die Konstruktion von Innenräumen im Grunde der Simulation der Femininität oder der Substitution der archetypischen Mutter mit etwas Künstlichem dient. Damit würde die Theorie der „Architektur als Raumkunst“ die Frauen scheinbar völlig überflüssig machen, denn es gäbe ja Ersatzbefriedigun-

gen. Tatsächlich war für Sigmund Freud das Wohnhaus nach eigenen Worten „ein Ersatz für den Mutterleib, die erste, wahrscheinlich noch immer ersehnte Behausung, in der man sich sicher war und sich so wohl fühlte“.²⁶⁰

Anstelle dieses Problem durch psychoanalytisch inspirierte Texte lösen zu wollen ist es wohl sinnvoller, die zuvor diskutierten bekannten empirischen Studien heranzuziehen, gemäß denen Frauen im klinischen Kontext durchschnittlich eine geringere räumliche Vorstellungskraft als Männer besitzen. Ob diese Experimente irgendeine Bedeutung für die Kreation von Architektur besitzen, ist allerdings eine andere Frage. Fall es der Fall wäre, ließe sich festhalten, daß die Auffassung von Architektur als Raumkunst nicht nur die spezifischen Fähigkeiten der Jugendstilarchitekten (Malerei) abwertete, sondern auch die der weiblichen Architekten.



Helmut Schramm

Low Rise – High Density

Horizontale Verdichtungsformen
im Wohnbau

Helmut Schramm

Low Rise - High Density

Horizontale Verdichtungsformen
im Wohnbau

zweite, überarbeitete und ergänzte Auflage

SpringerWienNewYork

a.o.Univ.Prof.DI.Dr. Helmut Schramm, Technische Universität Wien, Österreich

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

zweite, überarbeitete und ergänzte Ausgabe

© 2008 Springer-Verlag / Wien

Printed in Austria

SpringerWienNewYork ist ein Unternehmen von Springer Science and Business Media

springer.com

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen. Eine Haftung der Autoren oder des Verlages aus dem Inhalt dieses Werkes ist ausgeschlossen.

Die Urheberrechte der Abbildungen konnten nicht in jedem Fall zweifelsfrei geklärt werden. Der Autor ersucht daher um Kontaktaufnahme.

Graphisches Konzept: Helmut Schramm

Umschlagbild: Skizze Helmut Schramm

Druck: Theiss GmbH., St.Stefan im Lavanttal

Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier - TCF

SPIN: 12098545

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Mit zahlreichen Abbildungen

ISBN 978-3-221-75793-2 SpringerWienNewYork

Dieses Buch ist seit 2015 über den Birkhäuser Verlag erhältlich, ISBN 978-3-90043-176-4

Vorwort	9
Einführung	11
1. Die Geschichte der horizontalen Verdichtung im Wohnbau bis 1934	
1.1. Flächige Verdichtung Die Geschichte des Hofhauses	15
1.2. Lineare Verdichtung Die Geschichte des Reihenhauses	19
2. Die Entwicklung nach 1945	
2.1. Roland Rainer und die Bedeutung von Puchenau I	37
2.2. Atelier 5 und die Bedeutung von Halen	41
3. Typologie	45
3.1. Hofhaustypologie	47
3.2. Reihenhaustypologie	58
4. Qualitätskriterien	
Flexibilität und Variabilität	69
Wegführung	71
Raumgefüge	72
Privatheit der Freibereiche	75
Hof- und Reihenhaus mit integrierter Garage	76
Niedrigenergiekonzepte	79
5. Städtebauliche Konzepte	
Wien	83
Amsterdam	87
Fukuoka	88
Re: American Dream	89
New Urbanism	90
6. Neue Strategien	93
Strategische Planungsprozesse	94
Landschaft	95
Artifizielle Landschaft	97
Natur	101
Extreme Verdichtung	102
Gebäudetypologie	107

7.	StudentInnenarbeiten	110
8.	Beispielsammlung	116
	Le Corbusier, Mart Stam, J.J.P. Oud: Weißenhofsiedlung Stuttgart (D)	118
	Adolf Loos, Gerrit Rietveld, Anton Brenner, André Lurcat: Werkbundsiedlung Wien (A)	122
	Arne Jacobsen: Hofhäuser, Klampenborg (DK)	126
	Roland Rainer: Gartenstadt Puchenau (A)	128
	Alvaro Siza: Quinta da Malagueira, Evora (P)	130
	Lang + Schwärzler: Atriumhäuser, Bregenz (A)	132
	Carl Pruscha: Hofhäuser Traviatagasse, Wien 23 (A)	134
	Rem Koolhaas: Nexus World, Fukuoka (J)	136
	Adolf Krischanitz: Haus S., Friedrichshof bei Zurndorf (A)	138
	West 8, Neutelings Riedijk Architecten, MVRDV, Atelier Zeinstra Van der Pol, Claus & Kaan: Borneo Sporenburg, Amsterdam (NL)	140
	Walter Stelzhammer: Wohnarche Atzgersdorf, Wien 23 (A)	144
	Pentaplan: Wohnanlage Teichhofweg, Graz (A)	146
	Franz E.Kneissl: Siedlung Simmeringer Haide, Wien 11 (A)	148
	Georg Schwalm-Theiss: Siedlung Kabelwerk, Wien 12 (A)	150
	Walter Stelzhammer: Hofhäuser, Langenlois, N.Ö. (A)	152
	Atelier 5: Siedlung Halen, Herrenschwanden (CH)	154
	Walter Stelzhammer: Siedlung Mühlgrundweg, Wien 22 (A)	156
	Rüdiger Lainer: Reihenhäuser Siegesplatz, Wien 22 (A)	158
	Herzog & de Meuron, Adolf Krischanitz, Otto Steidle: Siedlung Pilotengasse, Wien 22 (A)	160
	Margarethe Cufer, Walter Gruss, Johann Schandl Siedlung Othelloogasse, Wien 23 (A)	164
	Raimund Abraham: Siedlung Traviatagasse, Wien 23 (A)	168
	Nicholas Grimshaw: Reihenhäuser Grand Union Walk, London (GB)	170
	Neutelings Riedijk Architecten: Seeuferbebauung Huizen (NL)	172
	De Architectengroep Loerakker Rijnbouwt Ruijsnaars Hendriks Van Gameren Mastenbroek & MVRDV: Doppelhaus, Utrecht (NL)	174
	Abbildungshinweise, Literatur- und ArchitektInnenverzeichnis	176

Vorwort

Die "Horizontalen Verdichtungsformen im Wohnbau" begannen mich bereits während meines Studiums der Architektur an der TU Wien zu interessieren. Die Notwendigkeit von Strategien gegen das unaufhaltsame Wuchern der Einfamilienhäuser, die Faszination, die dichte urbane Stadtgefüge ausüben, die sich dauernd ändernden Anforderungen an eine Wohnung, aber auch die Tatsache, hier mit einem ganz alltäglichen Problem zu tun zu haben, übten und üben weiterhin eine gewisse Faszination auf mich aus.

Während meines Studiums die Begriffe Quartier und Nachbarschaft eng mit dem Thema der „horizontalen Verdichtung“ verbunden, so stehen heute die neuen, urbanen Herausforderungen im Mittelpunkt des Interesses. Urbanität als positiv besetzter Begriff in der Wohnbaudiskussion, Landschaft als manipulierbares Element des Städtebaus und die Individualität des dynamischen Stadtbewohners als Metapher für eine neue Form von Gesellschaft.

Da diese Publikation auch die Vorlesung "Horizontale Verdichtungsformen im Wohnbau", die ich an der TU Wien abhalte, begleiten soll, sind einige Passagen (z.B. die Geschichte des Deutschen Werkbunds) ziemlich genau gehalten, während andere Bereiche (z.B. Bauphysik usw.) sehr kurz abgehandelt werden. Einige Momente der Architekturgeschichte erscheinen mir in diesem Zusammenhang Wert, ausführlich erörtert zu werden, wogegen bauphysikalische und ähnliche Bereiche in anderen Publikationen (z.B. Martin Treberspurg: Neues Bauen mit der Sonne) fundiert behandelt werden.

Eine alle Themenbereiche der Architektur betreffende Abhandlung der "Horizontalen Verdichtungsformen im Wohnbau" ist Ziel meiner weiteren Forschung, würde aber den vorgegebenen Rahmen dieser Publikation sprengen.

Helmut Schramm



Abb.1

Einführung

Das freistehende Einfamilienhaus zählt wahrscheinlich nicht nur in Österreich am Beginn des 21. Jahrhunderts zur begehrtesten Wohnform. Die Motive dafür sind vielfältig. Der Besitz eines eigenen Hauses, die Selbstverwirklichung bei Planung und Einrichtung und ein großer, privater Garten, der auch Distanz zu den Nachbarn schafft, sind die Motive, die am häufigsten angegeben werden. Die aus der Verwirklichung dieser Wünsche resultierende Zersiedlung der Landschaft wird seit den 60er Jahren wahrgenommen, untersucht und erfolglos bekämpft.

Die Zersiedelung führt nicht nur zu einem enormen Verbrauch des beschränkt vorhandenen und somit kostbaren Guts Landschaft, sondern bereitet den Kommunen darüber hinaus hohe Kosten, da die Aufschließung der Einfamilienhausgebiete mit Straßen, Kanal, Strom, Gas und - nicht zu vergessen - mit öffentlichen Verkehrsmitteln, unverantwortlich aufwendig ist. Eine wesentlich dichtere Bebauung mit ähnlichen oder größeren Qualitäten wie die des Einfamilienhauses sollte das Ziel im Kampf gegen die Zersiedlung sein und dieses ist mit den Mitteln der horizontalen Verdichtungsformen zu erreichen. Darüber hinaus sind die horizontalen Verdichtungsformen im Wohnbau im urbanen Bereich eine Alternative zu den vertikalen Verdichtungsformen.

Bevor näher auf den Begriff der „Horizontale Verdichtungsformen im Wohnbau“ eingegangen wird, erscheint es sinnvoll, diesen Begriff zu definieren:

Alle Wohneinheiten werden nebeneinander angeordnet. Daraus folgt, dass sich übereinander nur Räume des gleichen Wohnungsverbandes befinden. Auf einer Parzelle befindet sich daher nur eine Wohneinheit.

Den horizontalen Verdichtungsformen im Wohnbau liegt, wie bereits im Titel enthalten, das Bedürfnis nach Verdichtung zu Grunde. Der Verdichtungsgrad wird über die Geschosflächenzahl definiert und durch das Verhältnis von Geschosfläche zu Grundstücksfläche ausgedrückt.

$GFZ = \text{Geschosfläche} / \text{Grundstücksfläche}$

Ein Beispiel: Ein Einfamilienhaus mit 130 m² Nutzfläche auf 650 m² Grundstücksfläche hat eine GFZ von 0,2.

Der Grad der Verdichtung richtet sich hauptsächlich nach städtebaulichen und kommerziellen Interessen und wird in schwache (GFZ 0,3-0,5), mittlere (GFZ 0,5-1,0) und starke Verdichtung (GFZ > 1,0) unterschieden, wobei die schwache Verdichtung eine Antwort auf die Zersiedelung im ländlichen und kleinstädtischen Bereich, die starke Verdichtung hingegen einen Gegenpol zu städtischen Bebauungsmodellen wie Blockrandbebauung und Zeilenbebauung darstellen soll.

Prinzipiell unterscheiden wir zwei verschiedene Arten von Verdichtung: die lineare Struktur (Reihenhaus) und die flächige Struktur (Hofhaus). Vor einer zu scharfen Abgrenzung zwischen den Kategorien muss jedoch gewarnt werden, da es natürlich auch gereimte Hofhäuser und flächige Strukturen mit Reihenhäusern gibt.

Ziele

Das Ziel dieser Publikation ist es, ein Grundwissen zu vermitteln, welches eine seriöse Auseinandersetzung mit dem Thema horizontale Verdichtungsformen im Wohnbau ermöglichen soll.

Die Beschäftigung mit der Geschichte des Hof- und Reihenhauses soll einerseits die Wurzeln dieser Gebäudetypen und deren Siedlungsformen aufzeigen und andererseits durch die Beobachtung der kontinuierlich stattfindenden Veränderungen die darin liegende Logik besser verständlich machen.

Roland Rainer und das Atelier 5 werden wegen ihrer Vorreiterrolle im Siedlungs- und Wohnungsbau ausführlicher behandelt. Die Siedlungen Puchenau und Halen zählen auch heute noch zu interessanten Beispielen, die noch lange ein Vorbild für die Bauaufgabe Hof- bzw. Reihnhaus abgeben werden.

Die Beschäftigung mit der Gebäudetypologie stellt einen wichtigen Abschnitt dar. Durch die beinahe akribische Analyse der einzelnen Typen soll ein Basiswissen erarbeitet werden, ohne den eine innovative Auseinandersetzung mit diesem Thema nicht angebracht erscheint.

Ein Basiswissen ist auch notwendig, um auf die Aspekte der Qualitätskriterien eingehen zu können. Die Bereiche Flexi-

bilität und Variabilität sowie die Qualität der Wegführung und des Raumgefüges gehören genauso dazu wie die Frage der Privatheit von Freibereichen und die Energiekonzepte.

Die horizontalen Verdichtungsformen im Wohnbau definieren sich nicht nur über die Gebäudetypologie, sondern auch durch Siedlungs- und Stadtentwicklungskonzepte. Ein Vergleich verschiedener Siedlungen in Wien, die alle an der Peripherie liegen, zeigen die unterschiedlichen städtebaulichen Konzepte auf und geben den Anlass, generell das Thema der Peripherie zu erörtern. Der Blick nach Amerika und auf die Strömung des „New Urbanism“ soll auf die unterschiedlichen Entwicklungen aufmerksam machen und die möglichen Auswirkungen auf die europäischen Städte ausloten.

Neue Strategien werden notwendig sein, um den komplexen Anforderungen am Beginn des 21. Jahrhunderts gerecht zu werden. Dabei werden Begriffe wie Landschaft und Natur sich genauso einer Neuinterpretation stellen müssen wie die Gebäude- oder Grundrisstypologie. Planungsprozesse werden aufgrund von neuen Technologien und vielleicht völlig anderen Rahmenbedingungen besser auf eine schnelllebige Zeit reagieren müssen.

Das „einfache“ Thema der horizontalen Verdichtungsformen im Wohnbau erscheint nach einer genaueren Betrachtung wesentlich komplexer als anfangs vermutet. Diese Publikation soll nicht nur Lösungen aufzeigen, sondern auch zu neuen Fragestellungen anregen.

Die Faszination, die Luftaufnahmen traditioneller persischer Städte nicht nur auf Architekten ausüben, "beruht weder nur auf der zeitgemäßen Neigung zur Nostalgie, noch auf kulturhistorischem Interesse allein. Man spürt vielmehr, dass hier auf einfachste Weise erreicht ist, was wir gegenwärtig mit einem ganzen Arsenal wirtschaftlicher, technischer und wissenschaftlicher Mittel nicht erreichen:" "...dass Ruhe, Räumlichkeit, Geborgenheit und menschliches Maß selbstverständlich sind" ¹⁾.

Roland Rainer



Abb.2 Kerman, Iran

1) Roland Rainer:
Anonymes Bauen
im Iran. S.21

1. Die Geschichte der horizontalen Verdichtung im Wohnbau bis 1934

Flächige Verdichtung: Die Geschichte des Hofhauses

Die Hofhäuser dieses Jahrhunderts unterscheiden sich sehr von den antiken Hofhäusern, da sie für kleinere Familien, ein komfortableres Leben und meist unter völlig anderen klimatischen, kulturellen und gesellschaftspolitischen Rahmenbedingungen gebaut wurden als ihre Vorgänger. Einige – vor allem amerikanische – Architekten sehen gerne einen sehr engen Zusammenhang zwischen den zeitgenössischen Hofhäusern und den antiken griechischen oder römischen Atriumhäusern bzw. den islamischen Hofhäusern und spanischen Patio-Häusern. Ich denke hingegen, dass diese tatsächlich nur einen geringen unmittelbaren Einfluss auf den Gebäudetyp des zeitgemäßen Hofhauses haben. Trotzdem folgt ein kurzer Abriss der Geschichte des Hofhauses.

Das Bedürfnis nach Schutz vor Wetter und Eindringlingen führte bereits bei den frühesten menschlichen Ansiedlungen zu Hausformen, bei denen sich verschiedene Räume um einen kleinen Hof gruppierten, der zugleich Erschließungsfläche, Aufenthaltsort und meist auch Kochstelle war. Die frühesten uns bekannten Hofhäuser wurden etwa 3000 v.Chr. errichtet und sind in Indien und China zu finden. Da gerade beim traditionellen, chinesischen Hofhaus die Beziehung Haus - Natur eine wichtige Rolle gespielt hat, stoßen diese Gebäude heute wieder auf reges Interesse²⁾. In Ur, Irak wurden um 2000 v.Chr. zweigeschoßige Hofhäuser (Abb.3) mit fast quadratischem Grundriss gebaut. Dieser aus gebrannten Ziegeln errichtete Bau hatte im Erdgeschoß die öffentlichen Räume und im Obergeschoß die Schlafräume. Dieser Hofhaustyp wurde von den Etruskern und Griechen entscheidend beeinflusst und stellt somit die Grundlage für das römische Atriumhaus dar. Die am besten erhaltenen römischen Wohnhäuser sind in Pompeji zu finden.

Seit Jahrhunderten ist das Hofhaus in Asien, Südeuropa, Nordafrika und später auch in Süd- und Mittelamerika der bestimmende Gebäudetyp. Speziell im islamischen Kulturbereich entsprechen fast alle Gebäude diesem Typus. Eine eindeutige Entwicklung kann jedoch nicht festgestellt werden. Diese würde auch nicht dem – eher zyklischen als linearen – islamischen Kulturverlauf entsprechen. Viele, einmal entwickelte Grundformen wurden beibehalten und in

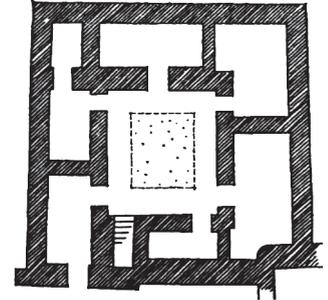


Abb.3 Hofhaus Ur, Irak. 2000 v.Chr.

2) Roland Rainer:
Die Welt als
Garten: China

Die Geschichte des Hofhauses

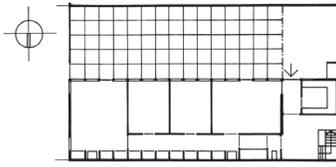
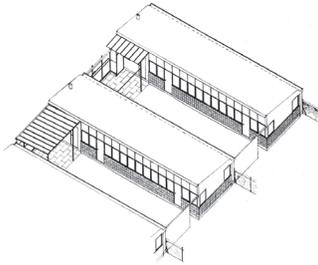


Abb.4+5 Hugo Häring
Hofhaus, 1928

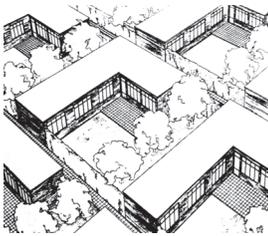


Abb.6 Ludwig Hilberseimer
L-Haus Typ 3, 1931

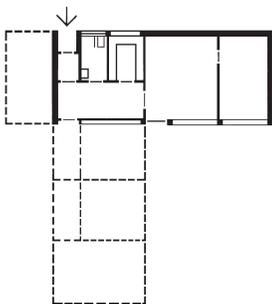


Abb.7 Ludwig Hilberseimer
L-Haus Typ E, 1931

mannigfaltigen Ausführungen immer wieder verwendet. Diese Entwicklungen waren von den archaischen Urformen, die der Religion entspringen, und der Vorbildwirkung der Bauten einzelner Dynastien geprägt.³⁾ Natürlich spielten die sich – langfristig – ändernden sozialen Verhaltensweisen und die zur Verfügung stehenden Baumaterialien genauso eine bedeutende Rolle. Bei all diesen Hofhaustypen – so unterschiedlich sie in den verschiedenen Ausführungen auch sein mögen – steht immer der Hof im Mittelpunkt: die abgeschlossene, nur dem Familienleben dienende Oase.

³⁾ Stefano Bianca:
Hofhaus und Paradiesgarten. S.220

In Mitteleuropa hat das Hofhaus eine vergleichsweise kurze Tradition. Erst in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts führte die Auseinandersetzung mit neuen Stadtmodellen zur Beschäftigung mit horizontalen Verdichtungsformen und in der weiteren Folge zur Beschäftigung mit dem Gebäudetyp Hofhaus.

Ein erstes Konzept stammt von Hugo Häring (Abb.4+5), der bereits 1928 Hofhausstudien machte. Das rechteckige Gebäude öffnet sich auf der Südseite großzügig zum Hof, der von der fensterlosen Nordseite des Nebengebäudes begrenzt wird. Eine geschoßhohe Mauer trennt den Hof von der Straße und bildet einen Zugangsbereich, der sich mit einem Glasdach versehen zu einem gedeckten Außenraum umwandeln kann. Der Gang, über den alle Räume erschlossen werden, besitzt an der Außenmauer bereits die typischen Schrankverbauungen, die den davorliegenden Individualräumen wertvollen Stauraum bieten.

1930 begann Ludwig Hilberseimer seine L-Haus-Varianten (Abb.6) zu entwickeln. Die Haustypen waren vorerst noch nicht aneinandergelagert, tragen jedoch bereits die charakteristischen Merkmale der flächigen Verdichtung, wie die konsequente Orientierung der Aufenthaltsräume auf den Hof. Bei diesem Gebäudetyp ist bemerkenswert, dass hier zum ersten Mal die Gemeinschaftsräume und die Individualräume in den beiden Flügeln des Hauses getrennt untergebracht wurden. Dies ermöglicht, den unterschiedlichen Anforderungen nach Licht und Sonne gerecht zu werden. Außerdem kann durch die Anordnung von Wohnraum, Küche und Bad in einem Flügel der zweite Flügel später gebaut bzw. ausgebaut werden (Abb.7).

Mies van der Rohe entwickelte ab 1931 Modelle für eine eingeschobige, verdichtete Bebauung in geschlossenen Höfen, die nicht wie bei Hilberseimer von der Reihung bzw. Addition gleicher Haustypen ausgeht, sondern eine freie Flächenaufteilung der Parzellen und Häuser zum Inhalt hat (Abb.8). Zahl, Größe und Zuschnitt der Höfe richtet sich nach der Größe und den Belichtungsbedürfnissen der einzelnen Häuser. Die geschoßhohen Außenmauern sowie die ausragenden Flachdächer betonen die fließenden Übergänge zwischen Innen und Außen und stehen ganz in der Tradition der Moderne.

Zur selben Zeit beschäftigte sich in Großbritannien Walter Segal mit Hofhäusern. Er entwickelte neben einen über den Innenhof zu betretenden L-Typ 1943 auch die interessante Variante eines zweigeschoßigen L-Typs (Abb.9), der sehr dem Entwurf Hannes Meyers für die Lehrer-Wohnhäuser der Bundesschule des Allgemeinen Deutschen Gewerkschaftsbundes ähnelt⁴⁾. Bei Segal ist der in die Tiefe gehende Trakt zweigeschoßig, während ein schmaler, eingeschobiger Trakt zur Straße hin abschließt. Die sich darauf befindende Terrasse ist auch direkt vom Hof erreichbar.

In Europa verhinderte die politische Entwicklung ab 1934, die viele Architekten zur Emigration zwang, eine Weiterentwicklung dieses nicht traditionellen Haustyps.

4) Duncan Macintosh:
The Modern Courtyard House, S.38

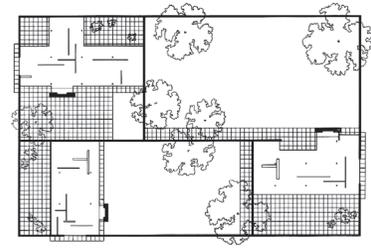


Abb.8 Mies van der Rohe
Gruppe von Hofhäusern, 1934

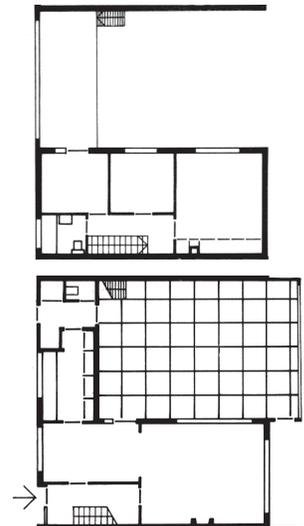


Abb.9 Walter Segal
Patio House Type 17a, 1943

"Unsere Arbeit ist experimentell; aber oft ist das Experiment wichtiger als der sichere Weg. Auch wir kennen die Mängel unserer Arbeit, und wir können sagen, daß wir an dieser Arbeit enorm gelernt haben" ⁵⁾

Ludwig Mies van der Rohe



Abb.10 Weißenhofsiedlung Stuttgart, 1927

5) M.v.d. Rohe in einer Rede vor Mitgliedern des Deutschen Werkbunds am 30.9.1927 in Stuttgart.

1.2. Lineare Verdichtung: Die Geschichte des Reihenhauses

Werksiedlungen, Arbeitersiedlungen und die Gartenstadtbewegung

Die Geschichte der linearen Verdichtung geht einher mit der Entwicklung des englischen Bürgerhauses und der Geschichte der Arbeitersiedlung. Das in der Nähe der Industriegebiete gelegene, jedoch emissionsunbelastete Reihnhaus mit Garten sollte dem Arbeiter und seiner Familie nicht nur Unterkunft geben, sondern auch die Selbstversorgung mit landwirtschaftlichen Produkten ermöglichen und den Arbeiter dadurch enger an den Betrieb binden.

Die 1519 errichtete Fuggerei in Augsburg wird in Fachpublikationen gerne als erste Werksiedlung bezeichnet. Für die Entwicklung der linearen Reihung sind jedoch erst die Ansätze der Paternalisten in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts von Bedeutung. In Siedlungen wie Ackroyden, Saltair oder Bournville in Großbritannien bzw. der Werksiedlung Krupp in Essen wurden unterschiedliche Modelle der linearen Verdichtung – teilweise auch mit inadäquaten architektonischen Mitteln – erprobt. So wurde Saltair im Stil der italienischen Renaissance errichtet ⁶⁾.

6) R. Gieselmann:
Wohnbau, S.60

Ebenezer Howard hat 1898 mit seinem Buch "Tomorrow. A Peaceful Path to Real Reform", das 1902 unter dem Titel "Garden Cities of Tomorrow" neu aufgelegt wurde,⁷⁾ ein neues gesellschaftspolitisches und urbanes Denken eingeleitet – die Idee der Gartenstadt. Die neu zu schaffenden Gartenstädte vereinen die positiven Aspekte von Stadt und Land. Die Größe einer solchen Gartenstadt soll überschaubar bleiben und ist mit 30.000 Einwohnern begrenzt. Das Gesamtgebiet der Gartenstadt gliedert sich in den nicht vergrößerbaren Stadtbereich und den umliegenden Grüngürtel, der zumeist landwirtschaftlich genutzt wird. Der von einem Eisenbahnring umgebene Stadtbereich ist somit exakt definiert, der Verdichtungsgrad vorgegeben. Howard gründet 1899 die Garden Cities Association und läßt 1903 von den Architekten Unwin & Parker die erste Gartenstadt Letchworth errichten. Die an gekrümmten Straßen aufgedelten Einzel- und Reihenhäuser lassen jedoch die abstrakte Klarheit des Howard'schen Grundkonzeptes vermissen.

7) Manfred Tafuri,
Francesco Dal Co:
Architektur der
Gegenwart, S.35

Um 1900 wiesen österreichische und deutsche Städte ein enormes Bevölkerungswachstum auf. Die damit verbundene

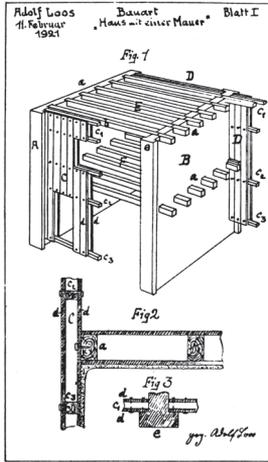


Abb.11 Adolf Loos
Haus mit einer Mauer, Wien
1921

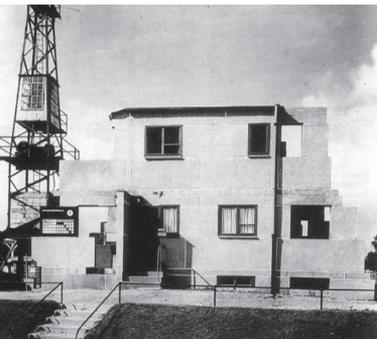


Abb.12 Großblockbauweise
System Stadtrat May
Haustyp 6, Frankfurt (D) 1926

Wohnungsnot versuchte man durch Stadterweiterungen zu bewältigen. Howards Gartenstadtidee – die Gründung neuer Städte – kam hier nicht zu tragen oder brachte mit Siedlungen wie Hellerau (Architekt Heinrich Tessenow) nur einfache vorstädtische Lösungen hervor.

Nach dem Ersten Weltkrieg war der Bedarf an Wohnungen enorm hoch. Die Wohnbautätigkeit wurde hauptsächlich von den Stadtverwaltungen übernommen. So plante die Stadt Wien den großen Wohnungsbedarf mit mächtigen Geschoßwohnbauten zu bewältigen. Die Bauten des "Roten Wien" lösten diese Aufgaben in bemerkenswerter Weise und fanden auch ihren Platz in der Architekturgeschichte. Parallel zu dieser Entwicklung errichtete die aus der Selbsthilfebewegung entstandene und später genossenschaftlich organisierte Wiener Siedlerbewegung eine Unzahl an Kleinsiedlungen. Sie war eine reale Alternative zum städtischen Wohnungsbau, da durch die Siedlerbewegung etwa 10% der neu entstandenen Wohneinheiten realisiert wurden⁸⁾. Die Bedeutung der genossenschaftlichen Organisationsform für das "Siedlungswesen" ist noch immer gegeben, auch wenn sie gerade heute wegen der geänderten Rahmenbedingungen nur durch einen Reformprozess aufrecht zu erhalten ist. Der Verdichtungsgrad all dieser Wiener Siedlungen ist relativ gering, denn die Gärten für die Eigenversorgung brauchen ihre Fläche. Innovativ hingegen ist das von Adolf Loos entwickelte Patent "Haus mit einer Mauer" (Abb.11), das billige Bauweise mit höchst möglicher Flexibilität verbindet und ansatzweise in der Heubergsiedlung umgesetzt wurde.

8) Novy/Förster:
Einfach Bauen, S.7

Im Gegensatz zu Wien versuchte die Stadt Frankfurt die Wohnungsnot ausschließlich durch den Siedlungsbau zu bewältigen. Ernst May wurde 1925 Leiter des Hochbau- und Siedlungsamtes und somit hauptverantwortlich für die Errichtung dieser Siedlungen, die er grünumschlossene "Vorstadttrabanten"⁹⁾ nannte. May legte das Hauptaugenmerk auf die Mechanisierung der Baustelle (Abb.12) und die Normierung und Typisierung von Bauelementen. Diese umfassten Wandelemente und Flachdachkonstruktionen genauso wie Fenster, Türen, Beschläge, Einrichtungsgegenstände oder Küchenelemente. Perfekte Detaillierung dieser Elemente und der dazugehörigen Funktionsabläufe führten z.B. zu der von Schütte-Lihotzky entwickelten "Frankfurter Küche".

9) Kurt Junghanns:
Das Haus für alle
S.125

Arbeitersiedlung Kiefhoek in Rotterdam

Die von J.J.P.Oud 1925 geplante und von 1928 - 1930 in Rotterdam errichtete Siedlung Kiefhoek hatte die "Wohnung für das Existenzminimum" zum Thema. Die Aufgabe, etwa 300 Wohnungen für weniger bemittelte, kinderreiche Familien zu planen, löste Oud mit zweigeschoßigen, nur 4,10 m breiten Reihenhäusern (Abb.13). Der Standardtyp mit 60 m² zeigt ein sehr offenes Erdgeschoß mit einer steilen, gewendelten Treppe ins Obergeschoß, in dem drei Schlafkammern für bis zu sieben Personen untergebracht waren. Der Begriff Minimum ist wegen der extrem niedrigen Baukosten leider auch für die Ausstattung zutreffend. So gab es für das Haus keine Warmwasserversorgung und bei den Schlafräumen im Obergeschoß keine Waschegelegenheit. Ausstattungen, die in vergleichbaren Siedlungen, wie z.B. Dammerstock, sehr wohl vorhanden waren, in Kiefhoek von Oud geplant jedoch von der Landesregierung als „Luxus“ abgelehnt wurden¹⁰⁾.

10) L. Ungers: Die Suche nach einer neuen Wohnform. Siedlungen der 20er Jahre damals und heute. S.140

J.J.P.Oud entwickelt durch knicken und biegen der linearen Reihenhäuserstrukturen ein blockähnliches Gebilde, das als Großform besticht und Identität gibt (Abb. 14). Die einzelnen Häuser werden durch das im Obergeschoß durchlaufenden Fensterband zu dieser Großform zusammengefasst. Dieses städtebauliches Konzept führt jedoch auch dazu, dass die Reihenhäuser eine Straßen- und Hofseite aufweisen und dadurch gleiche Reihenhaustypen unterschiedlich zur Sonne bzw. zum öffentlichen und privaten Außenraum orientiert sind.

Les Quartiers Modernes Frugés in Pessac

Le Corbusier wurde Mitte der 20 Jahre vom Industriellen Henry Frugés beauftragt, in Pessac mit einfachsten Mitteln eine Gartenstadt für seine Arbeiter zu errichten. Von den ursprünglich 200 geforderten bzw. 100 geplanten Häusern konnten schließlich nur 51 verwirklicht werden (Abb.15). Der Lageplan zeigt eine, für Le Corbusier eher untypische, lockere Bebauung. Die Häuser waren mit Gärten umgeben, die Terrassen bepflanzt. Es entstand dadurch mit den Mitteln der Modernen Architektur eine Arbeitersiedlung als Gartenstadt – jedoch mit einem sehr geringen Verdichtungsgrad.

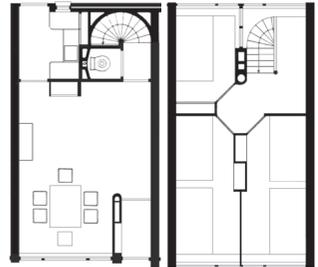


Abb.13+14 J.J.P. Oud
Kiefhoek, Rotterdam (NL) 1930

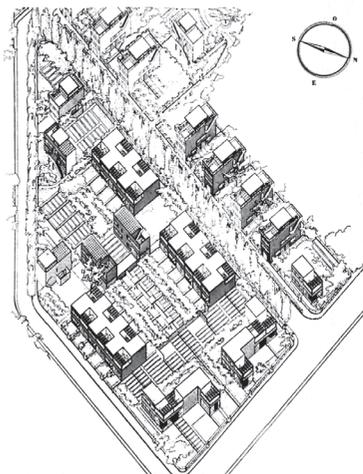


Abb.15 Le Corbusier
Quartier Moderne Frugés, Pessac (F)
1926

Die Geschichte des Reihenhauses



Abb.16 Le Corbusier
Quartier Moderne Frugés, Pessac (F)
1926



Abb.17 Walter Gropius
Siedlung Dammerstock (D) 1928

Um kostengünstige Wohnungen errichten zu können, konzipierte Le Corbusier einen Kubus von 5 x 5 m als Grundelement, welcher an- oder übereinandergesetzt oder auch auf 5 x 2,5 m halbiert werden konnte.¹¹⁾ Durch die unterschiedliche Verwendung dieser Standardtypen sollte die notwendige Individualität der Architektur erreicht werden. Dies gelang auch, obwohl die Siedlung nach ihrer Fertigstellung hart kritisiert ("Sultansstadt", "Marokkanische Siedlung") und wegen der fehlenden Infrastruktur lange Zeit nicht vollständig bewohnt wurde.

Die ungewöhnlichen Haustypen sind interessant und zeigen die unverwechselbare Handschrift Le Corbusiers. So das Doppelwohnhaus "Gratte-ciel" mit den Freitreppen zur Dachterrasse (Abb.16) oder die "Maison à arcades" mit dem die Gebäude verbindenden Tonnendach über der Terrasse. Grundrisslösungen, die im deutschsprachigen Raum zu dieser Zeit nicht zu finden waren.

Walter Gropius: Die Siedlungen Dessau-Törten und Karlsruhe-Dammerstock

Bemerkenswert an der in Dessau – der neuen Heimat des Bauhauses – errichteten Siedlung Törten (1926-28) ist Walter Gropius Versuch der kompletten Vorfertigung aller Bauteile. Wegen der hohen Kosten für die dafür erforderlichen Hebeanlagen musste dieses Konzept jedoch auf eine Teilvorfertigung mit leichten Elementen beschränkt werden. Obwohl es Vorbehalte gegen die Bauten gab, kann die Siedlung Törten als wichtiger Schritt für die Entwicklung der Vorfertigung bei der Errichtung von Reihenhäusern gesehen werden. Wenig später ging Walter Gropius bei dem im Juni 1928 ausgeschriebenen Wettbewerb "Dammerstock" als Sieger hervor.¹²⁾ Das städtebauliche Konzept (Abb.17) sieht – ähnlich den Siedlungen von Ernst May in Frankfurt – eine konsequente Zeilenbebauung vor. Gropius wollte dadurch zweifellos eine perfekt rationalisierte Baustellenabwicklung gewährleisten und die Erfahrungen der Siedlung Dessau-Törten umsetzen. Die horizontale Verdichtung ist klar durch die zweigeschoßigen Zeilen und die exakt bemessenen Zwischenräume definiert. Konstruktionsmethoden und Grundrisslösungen entsprechen den Vorstellungen, die mit dem Thema Kleinwohnungen ("Volkswohnungen") verbunden

11) L. Ungers: Die Suche nach einer neuen Wohnform. Siedlungen der 20er Jahre damals und heute.S.112

12) ebenda

sind. Der Großteil der Bebauung (ca. 80%) wurde mit Reihenhäusern ausgeführt. Die Entwürfe von Walter Gropius für ein Reihenhaus von 73m² Größe mit querliegender Treppe (Abb.18) und von Wilhelm Lochstampfer für ein Reihenhaus von 75m² mit punktförmiger Treppe (Abb.19) bestehen mit einer für die Aufgabenstellung unerwarteten Großzügigkeit.

Die konsequente Anwendung des Zeilenbaus und die Vereinheitlichung der architektonischen Gestaltungselemente hatte einen großen Einfluss auf die städtebauliche Entwicklung des Siedlungsbaus der nächsten Jahrzehnte.

Werkbundsiedlungen und Bauausstellungen

Für die Entwicklung des Reihhaustyps waren die Werkbundsiedlungen von enormer Wichtigkeit. Daher und wegen der Bedeutung, die die "Moderne" in der Architekturentwicklung des 20. Jahrhunderts hat, wird dieses Kapitel etwas ausführlicher behandelt.

Da die verschiedenen Werkbundsiedlungen unterschiedliche Themenstellungen hatten, kam es zu einer enormen Vielfalt an Lösungen. So war das Hauptaugenmerk in Stuttgart auf die "Rationalisierung und Typisierung" bzw. "auf die neuen Raumkonzeptionen" gerichtet, während es in Wien den "Siedlungshäusern mit Wohnungen kleinster Art" galt.

Der Deutsche Werkbund entstand 1907 als Vereinigung von Künstlern, Handwerkern und Industriellen, die sich – auf den Ideen von William Morris aufbauend – um eine bessere Formgebung von Gebrauchsgegenständen des Alltags bemühten. Entsprechend dem deutschen Vorbild entstand 1912 der Österreichische Werkbund und 1913 der Schweizer Werkbund. Schon 1933 lösten jedoch die Nationalsozialisten den Deutschen Werkbund auf. 1947 wurde der Deutsche Werkbund neu gegründet, erhielt jedoch nie wieder die Bedeutung, die er vor 1933 innehatte.

Die Weißenhofsiedlung in Stuttgart und die Bauausstellung "Die Wohnung"

Die Württembergische Arbeitsgemeinschaft des Deutschen Werkbundes stellte Anfang 1925 den Antrag für Stuttgart eine Ausstellung mit dem Thema "Die Wohnung" vorzubereiten¹³⁾. Dies sollte eine vollständig neue Art von Ausstellung



Abb.18 Walter Gropius
73m²-RH Dammerstock (D) 1928

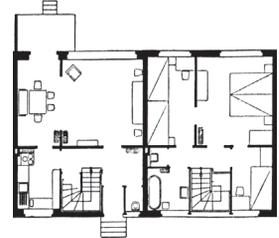


Abb.19 Wilhelm Lochstampfer
75m²-RH Dammerstock (D) 1928

13) J.Joedicke:
Weißenhofsiedlung Stuttgart, S.7



Abb.20 Plakat für die Werkbundausstellung "Die Wohnung" in Stuttgart 1927

sein, bei der ein von einer Kommune initiiertes Bauprogramm benutzt wird, um die Absichten des Deutschen Werkbundes auf diesem Gebiet zur Anschauung zu bringen.

Die Erwartungen, die an dieses Projekt geknüpft wurden, waren von vornherein außerordentlich hoch. Die Mitglieder des Werkbundes erwarteten sich stark richtungsweisende Lösungen und hofften mit dieser Ausstellung in Stuttgart einen Anziehungspunkt zu schaffen, der über Jahre und Württemberg hinausgeht. Wie bereits in der Niederschrift des Gemeinderates der Stadt Stuttgart vom 26.10.1925 zu lesen ist, erwartete man, "... dass hier etwas ganz Neues, vom Hergebrachten Abweichendes erstrebt werde"¹⁴. Man verspürt die Aufbruchstimmung jener Zeit, den Optimismus, mit dem neue Aufgaben angegangen wurden. Und diese waren nicht, wie bisher üblich, Bauten für eine Elite – wie Paläste oder Kirchen – sondern zum ersten Mal in der Geschichte der Siedlungs- und Wohnbau.

14) ebenda, S.7

"Die Wohnung" sicherlich unter dem Aspekt einer neuen Form, aber verbunden mit einem sozialen Anliegen. Natürlich ist darin genügend Zündstoff enthalten, sollten einerseits doch Wohnhäuser entstehen, die nach Schluss der Ausstellung den Bewohnern übergeben werden sollten, andererseits bestand die große Versuchung, das Herkömmliche zu überschreiten, etwas Neues zu erschaffen. Gefordert wurde "... für den Bau von Wohnungen wie für den Wohnbetrieb selbst die Verwendung solcher Materialien und solcher technischer Einrichtungen, die auf eine Verbilligung der Wohnanlagen und des Wohnbetriebs sowie auf eine Vereinfachung der Hauswirtschaft und eine Verbesserung des Wohnens selbst abzielen".¹⁵

15) Vorläufiger Plan zur Durchführung der Werkbundausstellung "Die Wohnung", 27.6.1925

Vorweggenommen, das Ziel, billige Häuser zu errichten, wurde nicht erreicht – oder besser – konnte nicht erreicht werden. Dafür gab es mehrere Ursachen: Den bereits erwähnten Konflikt, Bauten für eine Ausstellung zu errichten, die später als Wohnungen vermietet werden sollten. Oder die Knappheit der zur Verfügung stehenden Zeit. So wurde z.B. die endgültige Liste der einzuladenden Architekten erst knapp acht Monate vor der Eröffnung der Ausstellung von der Bauabteilung des Gemeinderates festgelegt. Eine übliche Ausschreibung und Vergabe war daher nicht möglich. Außerdem war die Durchführung mittels eines Generalun-

ternehmers sicherlich mit ein Grund für die Verteuerung der Siedlung.

Die künstlerische Oberleitung für die Weißenhofsiedlung hatte Ludwig Mies van der Rohe, von dem 1925 auch das erste Bebauungsmodell (Abb.21) erarbeitet wurde. Bereits dieser erste Entwurf rief eine Kontroverse hervor, die heute wahrscheinlich schwer nachvollziehbar ist, denn die Anordnung der Gebäude – seitlich die höheren Gebäude von Le Corbusier und Behrens, die abgetreptten niedrigen Gebäude in der Mitte "gekrönt" vom Geschoßbau Mies van der Rohes – erscheint heute eher vorbildlich. Damals stellte der Bebauungsplan jedoch einen Bruch mit dem traditionellen Architekturverständnis dar.

Die Reaktionen auf Mies van der Rohes Entwurf waren sehr heftig. Bereits damals fiel der zynische Vergleich mit der Vorstadt von Jerusalem. Der Versuch über Alternativvorschläge andere Entwürfe einzubringen scheiterte jedoch an der Bauabteilung des Gemeinderats, die diese wie folgt ablehnten. "Die Bauweise Döckers und Schmitthenners ist hier genug bekannt... damit ist nichts Neues geboten. Auch ein Kompromiss ist nicht durchzuführen, da bei den verschiedenen Auffassungen der Architekten eine Zwitterlösung herauskäme".¹⁶⁾ Diese von Vertretern einer kommunalen Behörde getätigte Aussage ist beeindruckend und in der heutigen Zeit schier unvorstellbar. In Stuttgart führte sie zum Bruch im Deutschen Werkbund. Bonatz und Schmitthenner traten wegen Meinungsverschiedenheiten aus, wobei sich ein Großteil der Mitglieder zu Mies van der Rohes Vorschlag – für die Ausstellung charakteristische Vertreter der modernen Bewegung in der Architektur einzuladen – bekannte¹⁷⁾. Dennoch sind nicht alle Kriterien für die Auswahl der Architekten nachvollziehbar. Warum zum Beispiel Adolf Loos, Hugo Häring und Erich Mendelsohn ausgeschieden ist nicht bekannt. Bekannt ist jedoch, dass Le Corbusier erst nach zweimaliger Intervention des Werkbundes offiziell nominiert wurde.

Was war nun das Neue in der Modernen Architektur? Natürlich spielte die Form eine wichtige Rolle – wie z.B. Flachdach oder Steildach. In Stuttgart stand hinter diesen Formen eine neue Auffassung von Raum – oder besser Raumkontinuität – eine der großen, bleibenden Leistungen dieser

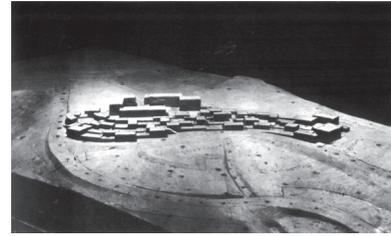


Abb.21 Mies van der Rohe
Bebauungsmodell Weißenhof-
siedlung, Stuttgart (D) 1925

16) Gemeinderat Beer
in der Niederschrift
der Bauabteilung
des Gemeinderates
der Stadt Stuttgart
vom 5.5.1926

17) Karin Kirsch: Die
Weißenhofsiedlung



Abb.22 J.J.P.Oud
RH Weißenhofsiedlung,
Stuttgart (D) 1927



Abb.23 Mart Stam
RH Weißenhofsiedlung
Stuttgart (D) 1927

Zeit. Diese Verbindung von offenem und geschlossenem Raum drückt sich auch im Verhältnis Innen und Außen aus. Nicht der nach außen abgeschlossene Raum, sondern der sich nach außen öffnende und sich trotzdem abgrenzende Raum war das Ziel. In Stuttgart war natürlich das Bekenntnis zu neuen Konstruktionen und Materialien ein ebenso wichtiger Bestandteil, wobei Mies van der Rohe diese Anliegen in seiner charakteristischen Art und Weise so beschrieb: "Das Problem der Rationalisierung und Typisierung ist nur ein Teilproblem. Rationalisierung und Typisierung sind Mittel, dürfen niemals Ziele sein. Das Problem der Neuen Wohnung ist im Grunde ein geistiges Problem und der Kampf um die Neue Wohnung nur ein Glied in dem großen Kampf um neue Lebensformen".¹⁸⁾ Was sich in der Weißenhofsiedlung als neue Wohnform darbot, war durchaus unterschiedlich.

18) L. Mies van der Rohe
Ausstellungskatalog
1927.

Die zweigeschoßigen Reihenhäuser von Oud und Stam sind für diese Untersuchungen von Interesse. Bei den fünf Reihenhäuser von J.J.P. Oud (Abb.22, sowie S.117) richtet sich dieser an die Möglichkeiten und Bedürfnisse von Mietern mit eher geringem Einkommen. Die beidseitige Erschließung von zwei gleichwertigen Straßen aus vermeidet aufwendige Erschließungsflächen und das Podest der Treppe ermöglicht bei Waschküche und Wirtschaftsraum niedere Raumhöhen. Eine Maßnahme, die die Beziehung zwischen Funktion und Raumhöhe thematisiert und darüber hinaus auch die Plastizität der eher geschlossen wirkenden Nordfassade enorm steigert.

Bei den drei an einer Geländekante stehenden Reihenhäusern von Mart Stam (Abb.23, sowie S.116) werden zwei unterschiedliche Haustypen mit gleicher Qualität angeboten. Der Arbeitsraum, der beim dreigeschoßigen Typ einen direkten Zugang zum Wohnraum aufweist fügt sich beim zweigeschoßigen Typ seitlich unter der Terrasse an. Der freie Grundriss im Erdgeschoß ist eine weitere Besonderheit dieses Gebäudes.

Le Corbusier plante zwei Gebäude für die Weißenhofsiedlung, wobei auf das Doppelhaus – aufgrund seiner Affinität zum Reihnhaus – besonders eingegangen wird. Spricht man über Bauten von Le Corbusier, so sind zuerst seine "fünf Punkte einer neuen Architektur" zu erwähnen. Dies sind:

- die Pilotis oder Säulen: Damit entsteht eine Trennung der tragenden und nichttragenden Elemente eines Gebäudes. Das Erdgeschoß bleibt frei, dadurch wird die Erdfeuchtigkeit den Räumen entzogen. Der Garten kann unter dem Haus durchgehen.
- die Dachgärten: Der Dachgarten wird zum bevorzugten Ort im Haus. Prinzipiell bedeuten die Dachgärten für die Stadt die Wiedergewinnung der gesamten verbauten Fläche.
- die freie Grundrissgestaltung: Die Säulen tragen die Zwischendecken und gehen durch bis zum Dach. Die Zwischenwände können je nach Bedürfnis beliebig hineingestellt werden, wobei kein Geschoß an das andere gebunden ist.
- das Langfenster: Durch die Säulen oder Pfeiler ergibt sich die Möglichkeit von langgestreckten Fenstern. Diese erlauben eine gleichmäßige Belichtung von Wand zu Wand und einen großzügigen Ausblick.
- die freie Fassadengestaltung: Durch das Auskragen der Deckenkonstruktion über die Säulen hinaus verliert die Außenmauer jegliche Tragfunktion und besitzt somit eine freie Gestaltungsmöglichkeit.

Das revolutionäre an Le Corbusiers Doppelhaus (Abb.24 & S.114) ist neben der Umsetzung oben erwähnter Punkte die Anwendung des Kabinengrundrisses. Die Schlafkabinen sind tagsüber geöffnet und Teil des Wohnraums, während sie nachts im geschlossenen Zustand ein minimaler, individueller Rückzugsbereich sind.

Weiters bemerkenswert ist der in Skelettbauweise ausgeführte Geschoßwohnbau von Mies van der Rohe. Der Skelettbau ist für Mies van der Rohe das ideale Konstruktions-system. Er ermöglicht eine rationelle Herstellung und lässt der inneren Raumaufteilung jegliche Freiheit. Lediglich Küche und Bad werden im Geschoßwohnbau der Weißenhofsiedlung ihrer Installationen wegen als eigene Räume ausgebildet.

Nach Abschluss der Arbeiten an der Weißenhofsiedlung entstand bei den mitwirkenden Architekten das Bedürfnis, eine internationale Vereinigung als Forum für die Ideen des "Neu-



Abb.24 Le Corbusier
Doppelhaus Weißenhofsiedlung
Stuttgart (D) 1927



Abb.25 Ausstellungsplakat zur Werkbundsiedlung. Entwurf: Österr. Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum

en Bauens" zu schaffen. Diese wurde ein Jahr später in La Sarraz unter dem Namen CIAM, dem "Congres Internationaux d'Architecture Moderne" gegründet. Was hier und auf den nachfolgenden Kongressen - 1933 mit der Charta von Athen als Höhepunkt - bis zum letzten 1959 in Otterlo diskutiert und beschlossen wurde, hat die Architekturszene nachhaltig beeinflusst¹⁹⁾. Eine zweite und genauso wichtige Auswirkung der Weißenhofsiedlung war die Vorbildwirkung für andere Werkbundsiedlungen wie die in Basel, Brünn, Breslau, Karlsruhe, Prag, Wien und Zürich.

Die Stuttgarter Weißenhofsiedlung wurde von 1981-1987 denkmalgerecht saniert und restauriert.

Die Wiener Werkbundsiedlung

"Die Wiener Werkbundsiedlung ist das Projekt einer realen Utopie, die Artikulation einer Hoffnung, der am Beginn der dreißiger Jahre bereits die Fundamente zerstört wurden."²⁰⁾

Auch die Wiener Werkbundsiedlung war eine gebaute Ausstellung und von den direkten Vorbildern - vor allem der Weißenhofsiedlung in Stuttgart - geprägt. Hinzu kommt, dass mit dieser Siedlung die städtebaulichen und wohnungspolitischen Tätigkeiten der Stadtgemeinde um den Bereich Gartenstadt- und Siedlerbewegung verstärkt werden sollten. Der Entschluss für eine Werkbundsiedlung fiel nach der Zusage des Deutschen Werkbundes, die Einladung der österreichischen Delegation, die nächste Hauptversammlung in Wien abzuhalten, anzunehmen. Josef Frank, eine zentrale Figur in der Wiener Siedlerbewegung und erfolgreicher Teilnehmer in Stuttgart, übernahm die künstlerische Leitung. Frank lud 31 Architekten ein, zum Thema "Siedlungshäuser mit Wohnungen kleinster Art" Beiträge zu leisten²¹⁾ (Abb.25, sowie S.118).

Die Auswahl der Architekten wurde anscheinend von Frank selbst vorgenommen, erfolgte jedoch einer klar erkennbaren architekturideologischen Haltung. Frank hatte eine nicht unkritische Haltung gegenüber der "Neuen Moderne", die er auch 1930 bei der Deutschen Werkbundtagung in Wien mit dem Vortrag: "Was ist modern?"²²⁾ ausdrückte. So war die Einladung von Hugo Häring, er galt bereits in Stuttgart als Außenseiter, André Lurcat und Gerrit Thomas Rietveld

19) S.Giedion: Raum, Zeit, Architektur S.420

20) Friedrich Achleitner: Die Wiener Werkbundsiedlung: Dokumentation einer Erneuerung.

21) Krischanitz / Kapfinger: Die Wiener Werkbundsiedlung Dokumentation einer Erneuerung S.18

22) ebenda

eine Alternative und Ergänzung zu Stuttgart, während der Kreis der Wiener Teilnehmer die sich im Gemeindebau profilierenden Wagner-Schüler ausschloss und eher dem Umfeld von Adolf Loos und Josef Hoffmann anzurechnen ist. Außerdem wurde die Gruppe um die Auslandsösterreicher Richard Neutra und Arthur Grünberger erweitert.

Für Friedrich Achleitner besteht das Programm der Werkbundsiedlung aus dem Vorhaben, mit einem Minimum an Raumaufwand ein Optimum an Wohnlichkeit zu erzeugen.²³⁾ Gefordert waren Haustypen mit 3 ½ - 5 Zimmern, Küche, Bad und einem befestigten Freibereich ("Zimmer im Freien"). Die Qualität der Siedlung liegt in erster Linie in der räumlichen und typologischen Durchbildung der Häuser. Bautechnische Innovationen waren dabei kein Thema. Die Einzel-Doppel- oder Reihenhäuser sind zwischen 53 m² (Walter Loos) und 101 m² (Rietveld) groß und zeigen – in ebenerdiger, zwei- oder dreigeschoßiger Ausführung – sehr minimalistische Züge. Um ein einigermaßen einheitliches Erscheinungsbild der unterschiedlichen Haustypen zu erreichen, wurden einige formale Elemente wie Flachdach, die Ausführung der Fassaden in Putz und die Art der Umzäunung bestimmt.

Die drei ebenerdigen Reihenhäuser von Brenner (63 m²), Häring (76 bzw. 62 m²) und Hoffmann (57 bzw. 71 m²) zeigen sehr unterschiedliche Entwurfsideen. Hugo Härings Haus (Abb.26) kann als das innovativste bezeichnet werden. Durch die Orientierung der Räume nach Süden kann die passive Sonnenenergie über die fast vollständig verglaste Südfassade ansatzweise genützt werden. Dagegen wirken die Häuser von Josef Hoffmann etwas nobler. Die Anhebung des Erdgeschoßes über das Gartenniveau, das Ignorieren des Geländes sowie die zur Dachterrasse hochgezogenen Stiegenhäuser sind die besonderen Elemente dieses Gebäudes. Anton Brenner schuf einen L-förmigen Reihenhäusertyp mit Hofhauscharakter und übt damit auch Kritik an der in den Zwanzigerjahren stark verbreiteten linearen Reihung. Dieser Typ vereinigt den ökonomischen Vorteil der Reihung mit der Qualität des Wohnens auf einer Ebene.

Etwa die Hälfte der Wohnhäuser sind zweigeschoßige Reihenhäuser oder lassen sich einfach zu diesem Typ addieren bzw. modifizieren. Hervorzuheben sind die Häuser von Wal-

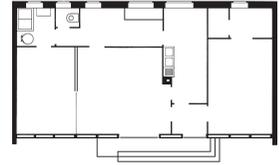


Abb.26 Hugo Häring
RH Werkbundsiedlung
Wien, 1932

23) ebenda



Abb.27 Walter Loos
RH Werkbundsiedlung, Wien
1932

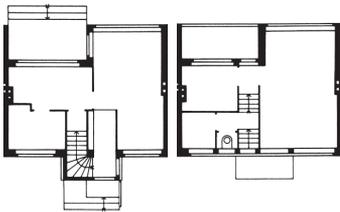


Abb.28 Ernst A. Plischke
RH Werkbundsiedlung, Wien
1932



Abb.29 Adolf Loos, Heinrich Kulka
Doppelhaus Werkbundsiedlung
Wien, 1932



Abb.30 Gerrit Th. Rietveld
RH Werkbundsiedlung, Wien
1932

ter Loos, Oscar Wlach und Ernst A. Plischke. Walter Loos konzipierte das mit 53 m² kleinste aber sicher effizienteste Haus (Abb.27) der Werkbundsiedlung. Die Qualitäten sind die Minimierung der Erschließungsflächen, ein heller, großer Wohnraum und ein perfekt organisierter Schlafraum-Bad-Bereich im Obergeschoß. Ernst A. Plischke wiederum legte bei den Häusern in der Veitingerstraße (Abb.28) Bad und WC auf ein Art Zwischenpodest zwischen Wohnbereich im Erdgeschoß und Schlafbereich im Obergeschoß. Dies wird durch das Herausziehen des Eingangs- und Stiegenbereichs ermöglicht und führt zu einer geringeren Höhe des Dienstabenzimmers aber auch zu einer größeren Höhe im Wohnraum. Weiters erwähnenswert ist das Doppelhaus von Oscar Wlach, mit dem breiten, zum Garten hin orientierten und zwei Treppen tiefer gelegenen Wohnraum.

Einen Sonderfall stellen die von Adolf Loos und Heinrich Kulka gestalteten Doppelhäuser (Abb.29, sowie S.120) dar. Optisch wirken sie eher zweigeschoßig, trotzdem sind es, bedingt durch die gekonnte Raumaufteilung, drei Nutzungsgeschoße. Loos setzt hier seine Theorie des "Raumplans" vollendet um. Jeder Raum hat neben seiner notwendigen Fläche auch die funktionell angemessene Höhe. Die optimale Lage der unterschiedlichen Räume zueinander ergibt trotz Einsparung von Volumen eine räumliche Spannung und Großzügigkeit. Unterstützt wird dies durch eine abwechslungsreiche Wegführung.

Gerrit Th. Rietveld differenzierte bei den dreigeschoßigen Reihenhäusern in der Woinovichgasse (Abb.30 & S.121) die Räume ähnlich wie Adolf Loos, seine Vorgangsweise war jedoch, geprägt durch die neoplastische Auffassung von Raum der Künstlergruppe "DeStijl", eine völlig andere. Horizontale und vertikale Schnitte durch den Baukörper und die Teilung der dabei entstandenen Flächen führen zu unterschiedlichen Raumhöhen. Im Erdgeschoß der Wohnraum und, spiralförmig an der durch Glastüren und Oberlichtbänder erhellten Wendeltreppe positioniert, die Individualräume.

Das Kennzeichen der Werkbundsiedlung bilden an der Veitingerstraße die dreigeschoßigen Reihenhäuser von André Lucrat (Abb.31 & S.118). Die vorspringenden Wölbungen der Stiegenhäuser an der Nordfassade geben dem Gebäude eine

dominierende Plastizität und einen abweisenden Charakter. Die Südfassade ist durch die der "Moderne" verpflichteten Fensterbänder geöffnet. Das Gebäude ist aufgeständert, wobei im Erdgeschoß ein gedeckter Platz und in Ermangelung eines Kellers die Nebenräume untergebracht sind. Der Wohnraum im ersten Obergeschoß, die Schlafräume im zweiten und die großzügige Dachterrasse lassen das Haus wesentlich größer als die tatsächlichen 68 m² erscheinen.

Die Beurteilung der Wiener Werkbundsiedlung war in der internationalen Presse durchgehend wohlwollend. "Die vielfältigen räumlichen Qualitäten bei kleinsten Ausmaßen und der undogmatische Grundgestus wurde als spezifische Leistung gewürdigt."²⁴⁾ In der Lokalpresse war das Echo weniger wohlwollend – aber ist das in Wien nicht immer der Fall?

24) Krischanitz / Kapfinger: Die Wiener Werkbundsiedlung Dokumentation einer Erneuerung S.40

Die Werkbundsiedlung "Zürich-Neubühl"

"Zürich-Neubühl" (Abb.32) - als einzige Werkbundsiedlung von einem Team aus sieben Architekten geplant – besteht durch die hybride Bebauungsform. Die am Lageplan monoton wirkende Zeilenbebauung erhält durch das abfallende Gelände und die Einbeziehung der Natur einen hohen Grad an mikroräumlicher Differenzierung²⁵⁾. Die Siedlung ist weder städtisch noch vorstädtisch, sondern ein außerstädtisches Ensemble mit hoher Qualität. Eine Qualität, die man erst Jahrzehnte später in der Siedlung "Halen" von Atelier 5 wiederfinden wird. Natürlich profitiert die Siedlung von der Hanglage und dem vorhandenen Naturraum genauso wie von der Tatsache, dass sie zu einem Zeitpunkt errichtet wurde, da das Auto noch kein Massenverkehrsmittel darstellte.

25) R.Gfeller Corthésy (Hg.): Atelier 5: Siedlungen und städtebauliche Projekte S.15

Die Architekten Artaria, Haefeli, Hubacher, Moser, Roth, Schmidt und Steiger schufen eine Vielzahl an Wohnungstypen (1 bis 6 Zimmer) bei einer maximalen Höhe von zwei Geschoßen plus ausgebautem Dachgeschoß. Nur die neun Blöcke mit den Geschoßwohnungen sind dreigeschoßig. Außergewöhnlich die anspruchsvolle technische Detaillierung bzw. der Ausstattungsgrad der Wohnungen: Hohlkörperdecken, Zentralheizung, Schiebefenster mit Holzrahmen, Doppelverglasung, Einbauschränke. Dies war nötig, da die Siedlung Neubühl als Mittelstandsiedlung konzipiert war,

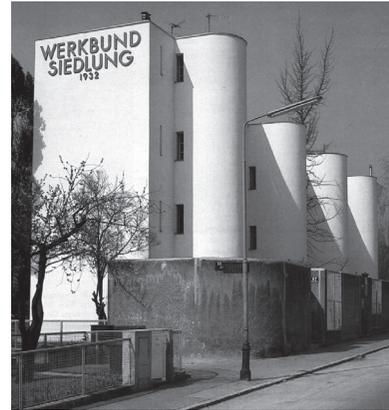


Abb.31 André Lurcat
RH Werkbundsiedlung, Wien
1932



Abb.32 Max Bill. Plakat für die
Wohnausstellung im Neubühl (CH)
1931



Abb.33 Typ A, Werkbund-siedlung Neubühl (CH) 1932

die nicht von der Kommune, sondern von städtischen Banken und privaten Investoren finanziert wurde ²⁶⁾.

26) Alfred Roth: Die Neue Architektur S.74

Der Gebäudetyp A (Abb.33) ist sicherlich der interessanteste. Hier wird perfekt das abfallende Gelände genutzt um einerseits einen Sichtschutz zur benachbarten Dachterrasse zu gewährleisten und andererseits trotzdem einen Blick über die Dächer zu haben. Im Erdgeschoß ist trotz der querliegenden Treppe eine gewisse Großzügigkeit möglich. Darunter im Kellergeschoß gibt es die Trennung in einen privaten Keller, von dem aus es einen direkten Zugang ins Erdgeschoß gibt, und einen halböffentlichen Bereich. Die einzelnen Wohngärten sind dem Gelände entsprechend leicht terrassiert, wobei die Grünflächen durch keine starren oder massiven Abgrenzungen zerstückelt werden, sodass der Ausblick auf See und Gebirge gewahrt bleibt.

1.3. Zusammenfassung

Die Entwicklung der horizontalen Verdichtungsformen im Wohnbau hat bis 1934 in drei unterschiedlichen Bereichen stattgefunden: städtebaulich, konstruktiv und grundriss-typologisch.

Die städtebaulichen Konzepte entsprangen weniger dem Bedürfnis nach einer hohen Verdichtung, sondern richteten sich vielmehr nach einer ökonomischen Baustellenabwicklung (Karlsruhe-Dammerstock), nach topographischen Gegebenheiten (Stuttgart-Weißenhofsiedlung) oder nach reinen gestalterischen Aspekten (Wien). Der Verdichtungsgrad der besprochenen Siedlungen ist daher sehr unterschiedlich. Zudem war in Europa bei der Planung von Siedlungen das Auto bzw. dessen Unterbringung im Gebäude kaum ein Thema.

Anders in den USA, wo bis 1934 zwar selten Planungen für verdichtete Wohnbebauungen zu finden sind, bei den wenigen Entwürfen ist die Unterbringung des Autos jedoch sehr wohl Grundvoraussetzung. Albert Frey ging z.B. bei seinem interessanten Entwurf für die "Real Estate Subdivision For Low-Cost Housing" ²⁷⁾ (Abb.34) von zwei unterschiedlichen städtebaulichen Konzepten aus und entwickelte dafür einen Gebäudetyp, der einen gedeckten Abstellplatz im Erdgeschoß vorsah. Vorbild dafür war sein 1924 entwickel-

27) J.Rosa: Albert Frey Architect. S.30

28 J.Rosa: Albert Frey
Architect. S.29

tes "Aluminaire"-Haus. Nicht nur der Stellplatz, sondern auch die gleichen, diagonal versetzten Freiflächen und das Erschließungssystem sind bei beiden Gebäuden ähnlich konzipiert. Das "Aluminaire"-Haus war das erste gebaute Aluminiumhaus in Amerika.²⁸⁾ und sollte in der Fassung für die "Real Estate Subdivision For Low-Cost Housing" als Prototyp weiterentwickelt werden.

Das Thema der Vorfertigung und die daraus resultierenden Möglichkeiten für den Wohnbau zeigt sehr drastisch, wie die politische Situation in Europa in den 30er Jahren auch diese, gerade auf einem sehr hohen Niveau befindliche, Bauweise abrupt stoppte. Alle Ansätze bezüglich Vorfertigung, Skelettbauweise oder experimenteller Konstruktion, wie z.B. 1926 von Marcel Breuer mit dem "Kleinen Metallhaus" oder 1927 von Gropius mit dem Einfamilienhaus in der Weißenhofsiedlung angedacht, wurden durch die geänderten politischen Machtverhältnisse zunichte gemacht. Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkt die Entwicklung in den USA, so sieht man dort eine kontinuierliche, aber auch sehr experimentierfreudige Auseinandersetzung mit diesem Themenkomplex. Vom bereits angesprochenen "Aluminaire"-Haus von Albert Frey über Fred Keck's Beitrag von 1933 zu der "House of Tomorrow"-Ausstellung (Abb.35) in Chicago, dem ersten vollständig verglasten Gebäude in den USA, bis hin zu Buckminster Fuller's "Dymaxion"-Haus gibt es starke Berührungspunkte zwischen Architekten, Ingenieuren und Produzenten.

Die Weiterentwicklung der Grundrisstypologien und Raumkonzepte sowie die Umsetzung der "neuen" Anforderungen nach Luft, Licht, Sonne und Hygiene waren sicherlich die wichtigsten Beiträge dieser Zeit. Die Bauten weisen in dieser Hinsicht teilweise Qualitäten auf, die noch heute bei weitem die gestellten Anforderungen erfüllen.

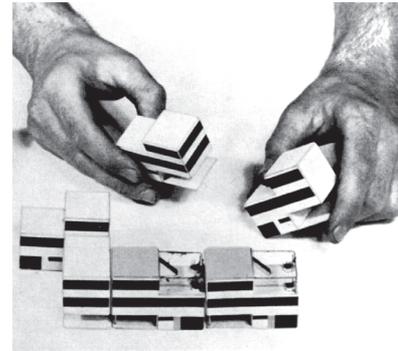


Abb.34 Albert Frey
Real Estate Subdivision For
Low-Cost Housing, 1932

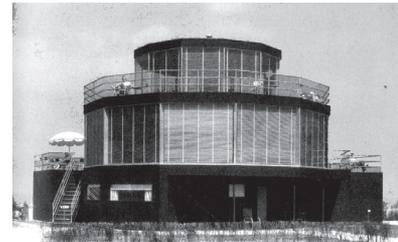


Abb.35 Georg Fred Keck
"House of Tomorrow"
Chicago (USA) 1933

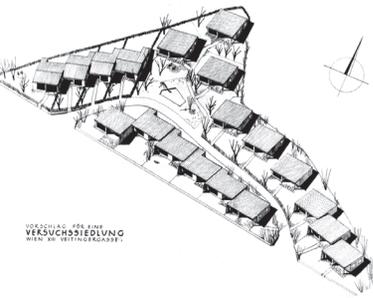


Abb.36 R. Rainer, C. Auböck
Fertighausssiedlung Wien, 1952

Entwicklung seit 1945

Die Nachkriegszeit war geprägt von den enormen Zerstörungen des 2. Weltkriegs und der damit verbundenen großen Wohnungsnot in den Städten. Die Wohnbautätigkeit bestand hauptsächlich aus Wiederaufbau – Ergänzung der zerstörten Strukturen – und der Stadterweiterung, die mittels Geschoßwohnbauten durchgeführt wurde. Die Zielsetzung, in kürzester Zeit soviel Kubatur wie möglich zu errichten, galt für die meisten europäischen Städte. Siedlungen mit Hof- oder Reihenhäusern waren dabei kein Thema. Während in den USA mit dem "Case Study Program" und durch die Arbeiten von Buckminster Fuller der Stahlbau und damit die Vorfertigung eine enorme Weiterentwicklung erfuhren, gibt es in Europa in diesem Bereich kaum Ansätze. In Österreich ist hier die Fertigteilsiedlung Veitingergasse (Abb.36) von Roland Rainer und Carl Auböck erwähnenswert. Mittels Holzwandtafeln mit einem Ausmaß von 1 x 2,5 m wurden unterschiedliche Wohnungstypen hergestellt, die trotz professioneller Konstruktion, hervorragender Wirtschaftlichkeit und großer Akzeptanz jedoch keine Spuren in der österreichischen Fertigteilhaushausproduktion hinterlassen haben²⁹⁾.

29) Roland Rainer:
Arbeiten aus 65
Jahren, S.35

Im nächsten Kapitel wird die Bedeutung von Roland Rainers Siedlung Puchenau für die Entwicklung des Hofhauses bzw. die Bedeutung der Siedlung Halen vom Atelier 5 für die Entwicklung des Reihenhauses angesprochen. Natürlich sind zeitgleich auch andere, für die Entwicklung maßgebliche Projekte entstanden. Zu erwähnen sind u.a. die Teppichsiedlung in Karlsruhe von Reinhard Gieselmann (1961), die Siedlung Fredensborg von Jorn Utzon (1963) aber auch Projekte wie die Hofhäuser für die Per-Albin Hansen Siedlung in Wien von Windprechtner (1960) und die Diagoon Häuser in Delft (1967) von Herman Hertzberger bzw. sein Beitrag für die „Documenta Urbana“ in Kassel (1979).

Einige Aspekte im Werk von Herman Hertzberger erscheinen hier besonders erwähnenswert, da sie nichts an Aktualität verloren haben. Hertzberger konzipierte Wohngebäude, die nicht neutral sondern räumlich stark gegliedert sind und vom Bewohner trotzdem individuell benutzt bzw. erobert werden sollen. Um diese Eroberung möglich zu machen, spricht Hertzberger von der Notwendigkeit, Häuser

30) Herman Hertzberger:
1959-86 Bauten u.
Projekte, S.14

„inkomplett“³⁰⁾ zu planen, wobei „inkomplett“ nicht als unvollständig sondern als weiter veränderbar verstanden werden soll. Die Forderung Hertzbergers, eine möglichst große Verschiedenheit von Raumqualitäten anzubieten – also helle und dunkle Bereiche, hohe und niedere Räume, Aussicht und Abgeschlossenheit –, war dem Raumplan von Adolf Loos verbunden, jedoch nicht in einem ästhetischen Sinn sondern vielmehr als Ergebnis seiner Benutzungsmöglichkeiten.

"Was bedeutet es für diese vergrößstädterte Welt, wenn die Bewohner bei jeder Gelegenheit aus der Großstadt flüchten – in Welten entgegengesetzten Charakters, in die freie Landschaft, aufs Dorf oder in Orte vorindustrieller Kultur, – um sie durch Wochenendverkehr und Zweitwohnungen rasch und sicher zu zerstören." ³¹⁾

Roland Rainer



Abb.37 Roland Rainer. Siedlung Puchenau

31) Roland Rainer im
Architekturjournal
Wettbewerbe, Heft
141/142-1995. S.14

2.1. Roland Rainer und die Bedeutung von Puchenau

Roland Rainer (1910-2004) zählt zu den bedeutendsten österreichischen Architekten des 20. Jahrhunderts. Durch seine Tätigkeit als Stadtplaner von Wien (1958-63) und als Professor an der Akademie der Bildenden Künste in Wien (1958-80) prägte er das Erscheinungsbild Wiens und die Architekturauffassung unzähliger Architekten. Roland Rainers Publikationen wie z.B. „Die Welt als Garten: China“ oder „Anonymes Bauen im Iran“, sind heute Standardwerke zum Themenbereich „Horizontale Verdichtung“. Der breiten Öffentlichkeit als Architekt der Wiener Stadthalle (1954-58) bekannt, galt er unter den Architekten lange als „Grand Seigneur“ des Architekturgeschehens und als vehementer Verfechter der „Horizontalen Verdichtung im Wohnbau“.

Um die Schwerpunkte der Arbeit Roland Rainers besser verstehen zu können, sind einige seiner Zitate, die aus dem Katalog der Ausstellung „Vitale Urbanität“³²⁾ entnommen sind, angebracht:

32) Eine Ausstellung im Museum für Angewandte Kunst Wien 1995

„Ein großer Teil der Wiener Wohnungen liegt immer noch in Zinskasernen, die die Bodenspekulation vor 100 Jahren nicht zum Wohnen, sondern zur Realisierung künstlich hochgetriebener Bodenpreise gebaut hat, zwischen einem für Pferdefuhrwerke geplanten Straßenraster, der heute mit seinem Nebeneinander von Fußgängern, Radfahrern, Straßenbahnen, Autobussen, Autos und Lastfahrzeugen aller Art zu einer Hölle von Lärm und Abgasen geworden ist, die auch die Wohnhäuser ringsum unbrauchbar macht.“³³⁾

33) Roland Rainer im Architekturjournal Wettbewerbe, Heft 141/142-1995, S.14

„Im Banne der Gewohnheit identifizieren wir das, was wir täglich sehen, mit dem Wesen der Stadt an sich und prolongieren diese Welt in unsere Vorstellungen, Planungen und Vorschriften weiter in die Zukunft, ...“³⁴⁾

34) ebenda

Diese Zitate zeigen beeindruckend die Auseinandersetzung Roland Rainers mit dem Thema Stadt und der intensiven Suche nach einer notwendigen Neuinterpretation. Nach der kleinmaßstäblichen Mauerbergsiedlung in Wien 23, die Rainer 1956-1963 verwirklichen konnte, war die Entwicklung von Puchenau I (Abb.38 & S.124) ein Schlüsselwerk in seinem Schaffen. Dort konnte er seine innovativen städtebaulichen und grundrisstypologischen Konzepte umsetzen.

Der fast ebene Bauplatz der 1963-65 projektierten und zwischen 1965 und 1967 verwirklichten Siedlung Puchenau I

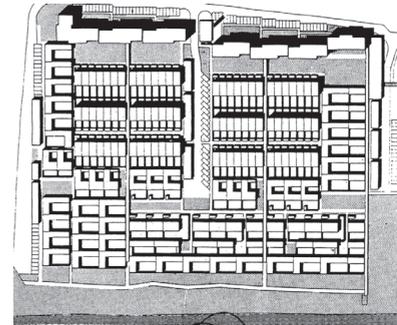


Abb.38 Roland Rainer
Siedlung Puchenau I, 1965-67



Abb.39 Roland Rainer
Siedlung Puchenau I, 1965-67

liegt zwischen der Mühlkreisbahn und der Bundesstraße im Norden und den Donauauen im Süden. Diese Lage ermöglichte eine südorientierte, naturverbundene und für einen Großteil der Wohneinheiten auch lärmgeschützte Bebauung. Dafür sorgt ein an der Bundesstraße angeordneter südorientierter Geschoßwohnbau, der eine Schallmauer für die zweigeschoßige und ebenerdige Bebauung bildet. Bei diesen Hof- und Reihenhäusern sind die freien Hofseiten mit einer 1,8 m hohen Mauer geschlossen. Die Autos werden an der Nordseite und in zwei Stichstraßen abgestellt. Von dort aus sind die Gebäude über gepflasterte Fußwege zu erreichen. Rainer plante somit 1965, zu einer Zeit, als das Auto noch ein Symbol für Freiheit und Individualität darstellte, die erste – fast – autofreie Siedlung Österreichs.³⁵⁾ Dazu ist erwähnenswert, dass der Bau von Tiefgaragen damals nicht gefördert wurde.

35) Roland Rainer:
Arbeiten aus 65
Jahren, S.139

Was sind nun die Qualitäten der Siedlung Puchenau I. Das städtebauliche Konzept erscheint auf den ersten Blick einfach. Zur lauten Bundesstraße werden die viergeschoßigen Mehrfamilienhäuser angeordnet, südlich anschließend die zweigeschoßigen Reihenhäuser und mit den ebenerdigen Hofhäusern wird ein Übergang zur angrenzenden Aulandschaft hergestellt. Dieser Übergang ist fließend, die Ausführung feinfühlig. Die Distanzen zwischen den Gebäuden sind unterschiedlich, genauso wie die Freiraumqualität der öffentlichen Flächen. Die Hierarchien in der fußläufigen Erschließung sind nachvollziehbar und verständlich, wobei eine differenzierte Wegführung und Weggestaltung (teilweise mit Flugdächern) die Orientierbarkeit erleichtert.

Die Grundrisse sind äußerst vielfältig und variantenreich. Es wurden nicht nur alle gängigen Hofhausformen – vom "Rechteckhofhaus" über den L-Typ bis zum Semiatrium (Hofhaustypologie S.47) – in unterschiedlichen Erschließungsvarianten errichtet, sondern auch 84 Reihenhäuser aus zwei verschiedenen Typen (Reihenhaustypologie S.58). Die Hofhäuser zeigen mit den großzügigen, offenen Bereichen für das Wohnen, Essen und Kochen und den kleinen Zellen der Individualräume Roland Rainers unverwechselbare Handschrift.

Puchenau I war die erste "Atriumsiedlung" in Österreich und für Jahrzehnte alleiniges Vorbild für alle Bauaufgaben

dieser Art. Keine Wunder, dass ab 1977 Puchenau II, mit gleichem Konzept, jedoch in einem viel größeren Maßstab, folgte. Die Tatsache, auf einem ziemlich kleinen Grundstück relativ dicht und dadurch kostengünstig zu wohnen und dies trotzdem individuell und in Ruhe tun zu können, war anscheinend für eine größere Bevölkerungsschicht überzeugend. In Wien errichtete Roland Rainer die Siedlung Tamariskengasse (1985) und die Gartenheimsiedlung Ebling. (1998)

Kein Buch zum Thema „Atriumhäuser“ kann geschrieben werden, ohne in Analysen und Hinweisen die Siedlung Puchenau und den Architekt Roland Rainer wertzuschätzen.

"Kleinere, größere, manchmal riesige Überbauungen, zusammengesetzt aus mehr oder weniger beziehungslos hingestellten Wohnblocks, verlorene Miethäuser, Einfamilienhäuser, einzeln oder in Gruppen frei übers Land gestreut, umschließen Städte und Dörfer und bestimmen damit unsere nächste Umgebung. Die gebaute Katastrophe ist zur Selbstverständlichkeit geworden, mehr noch, das Wohnen in solchen Gebieten ist für manchen sogar das erklärte Ziel." ³⁶⁾

Anatole du Fresne, Atelier 5



Abb.40 Atelier 5. Siedlung Halen

36) Atelier 5:
Siedlungen, S.15

2.2. Das Atelier 5 und die Bedeutung von Halen

Dem Atelier 5 gelang es durch einen Großteil seiner Bauten den Begriff "Siedlung" neu und sehr exakt zu definieren. Das Nebeneinander beliebiger Einzelbauten wird verhindert, es werden Orte geschaffen, die "in ihrer gesamtlichen Qualität Gegenstand der Identifikation und Zuneigung der Bewohner sein können"³⁷⁾ Seit der Siedlung "Halen", dem ersten und wohl bekanntesten Projekt, entstanden zwischen 1955 und 1961, und heute sind etwa 40 Jahre vergangen. Jahrzehnte der Auseinandersetzung mit dem Thema Siedlung, d.h. viele neue Eindrücke, neue Erfahrungen, Überdenken von Entwurfsansätzen und ständiges Argumentieren gegen Vorurteile und falsche Vorstellungen. Eine Auseinandersetzung, die nicht nur das Anliegen einzelner Architekten sein sollte, sondern zu den Anliegen der Gesellschaft zählen müßte.

37) Atelier 5: Siedlungen. S.15

Die Siedlung Halen (Abb.41, Et S.146) bei Herrenschwanden, ca. 5 km nördlich von Bern gelegen, zählt sicherlich zur meistbesuchten, meistverehrten und meistpublizierten, aber auch meistumstrittenen Siedlung Europas. So begeisterte sich Norman Foster über die "völlig privaten Außenräume mit Ausblick über grasbewachsene Dachlandschaften und die Bereiche, die so intim und geschützt sind, dass man draussen duschen konnte"³⁸⁾, während für Richard Rogers die Siedlung Halen die Idee vom verdichteten Flachbau beeinflusst hat wie Le Corbusiers Unité d'Habitation die Vorstellungen von Wohnhochhäusern verändert hat.³⁹⁾

38) a+u atelier 5 S.21

39) a+u atelier 5 S.36

Um die Geschichte und die Bedeutung der Siedlung Halen verstehen zu können ist es notwendig, den Prozess der Entstehung darzustellen. Dies geschieht in einer Zusammenfassung einer Beschreibung, die das Atelier 5 im Buch „Siedlungen und städtebauliche Projekte“ veröffentlichte.

Begonnen hat die Geschichte von Halen mit dem Wunsch von vier jungen Architekten, endlich einmal etwas zu bauen. Da kein Bauherr oder Bauauftrag in Aussicht stand, vielleicht sogar für sich selbst. Ein Grundstück in wunderbarer Lage war rasch gefunden, bedauerlicherweise viel zu groß für ein paar Häuser. Trotzdem, die ersten Skizzen für eine größere Siedlung entstanden und mit Fortgang des Prozesses stieg auch die Zuversicht, dies alles verwirklichen zu können. Das Atelier 5, Erwin Fritz, Rolf Hesterberg, Hans Hostettler, Alfredo Pini und Samuel Gerber, wurde somit

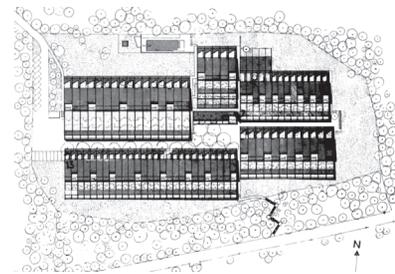


Abb.41 Atelier 5
Siedlung Halen bei Bern (CH)
1961



Abb.42 Atelier 5
Siedlung Halen bei Bern (CH)
1961

gegründet (1955). Mit der Vorstellung, der Wunsch modern und billig zu wohnen werde sicherlich von vielen geteilt und angesichts der rapiden Bevölkerungszunahme in der Schweiz ging man rasch an die Realisierung. Das Grundstück war bald vertraglich gesichert und das Bewilligungsverfahren eingeleitet. Zudem waren kompetente Persönlichkeiten gefunden, denen es gelang allfällige Bedenken wegen „dem modernen Zeugsdä“ zu zerstreuen.⁴⁰⁾ Als jedoch im Juni 1956 die Baubewilligung erteilt wurde, war die Gesellschaft, die Grundstückserwerb und erste Projektierungskosten übernehmen sollte, zahlungsunfähig. Auf Empfehlung von Rudolf Steiger, einem Architekten der Siedlung Neubühl, wurde der Kontakt mit dem Züricher Unternehmer Ernst Göhner hergestellt. Dieser stellte sofort Geld für die Verlängerung der Option auf das Grundstück zur Verfügung und als diese nicht gelang, gestattete dieser dem Atelier 5 einen großzügigen Kredit. Die Baugenossenschaft Halen wurde gegründet, weitere notwendige Kredite von den Banken jedoch nicht gegeben. Zu ungewöhnlich waren anscheinend die 4m bzw. 5m schmalen Wohnungen, um finanzierungswürdig zu sein. Auch die breit angelegte Werbekampagne war ein Reinfall. Von den annähernd tausend Interessenten, die Pläne und Modell gesehen hatten, unterschrieb nur einer den Vertrag.

40) Das Atelier 5: Siedlungen und städtebauliche Projekte S.30

Trotzdem verlängerte Göhner bis Mai 1958 den Kredit. Gerade in dieser kritischen Situation wagte der Vizedirektor einer Bank das Risiko und genehmigte Teil zwei und drei der Finanzierung, wodurch auch das erste Drittel endlich sichergestellt war. Zu dieser Zeit konnte das Atelier 5 bereits vierzig Kaufabsichtserklärungen vorweisen. Somit konnte im Frühjahr 1959 mit dem Bau begonnen werden. Noch im selben Jahr standen drei Musterhäuser. Bis ins Jahr 1963, zwei Jahre nach der Fertigstellung der Siedlung, sollten 30.000 Interessenten diese Musterhäuser bzw. nach 1961 die fertige Siedlung besuchen, erst dann war die letzte Wohnung vergeben.

Betrachten wir den Lageplan von Halen, so sehen wir den sehr strengen Entwurf von einem in sich geschlossenen, in einer Waldlichtung liegenden Ensemble (Abb.42). Die Garage mit einer inzwischen geschlossenen Tankstelle liegt an der Zufahrt, die Siedlung ist somit autofrei. Der öffentliche

Platz mit den Läden ist zentral angeordnet und das Schwimmbad begrenzt die Anlage im Norden. Jeder Käufer erwirbt mit seinem Haus ein 79stel der gesamten öffentlichen Anlagen als Miteigentum. Das Hauptaugenmerk galt der Verdichtung, dem ökonomischen Umgang mit Bauland. In Halen bedeutete dies, soviel wie nur möglich an Fläche den Häusern zuzuschlagen und die Bereiche zwischen den Häusern nicht als hübsch gestaltete Bauwiche auszuweisen, sondern brauchbare Außenräume anzubieten.

Betrachten wir ein typisches, dreigeschoßiges Wohngebäude (Abb.43), so wird dieses von Norden durch einen von einer Mauer geschützten Gartenhof im mittleren Geschoß betreten. Dort befindet sich neben dem Eingang die Küche, von der aus der Essplatz im Gartenhof ideal zu bedienen ist. In dieser Ebene gelangt man über den Wohnraum und die für das Atelier 5 typischen Außentreppe in den zweiten, eigentlichen Gartenbereich, der auch über die Individualräume im untersten Geschoß erreicht werden kann. Der Garten liegt im Süden und ist stark mit der dreigeschoßigen "Südfassade" verflochten.

Spätestens hier ist das Naheverhältnis des Atelier 5 zu der Arbeit Le Corbusiers nicht mehr zu verleugnen. Hier zeigt sich all die Aufmerksamkeit und Zuwendung, die die Architekten der Bewahrung der Privatheit im Außen- und Innenbereich zuwenden (Abb.44): der großzügig verwendete, sehr dominante "brise-soleil", der sowohl vor neugierigen Blicken als auch vor der Sonne schützt, weiters die mit Gitterwerk gefüllten Betonbrüstungen oder der horizontale Sonnenschutz am Ende des langen Hofes, der weit weg vom Gebäude noch Privatheit ermöglicht und Schatten schafft. Alles wird unternommen, um die Räume vor Einblick zu schützen. Es werden damit die 1933 in der Charta von Athen gestellten Forderungen nach Luft, Licht und Sonne um den Begriff Privatheit erweitert.

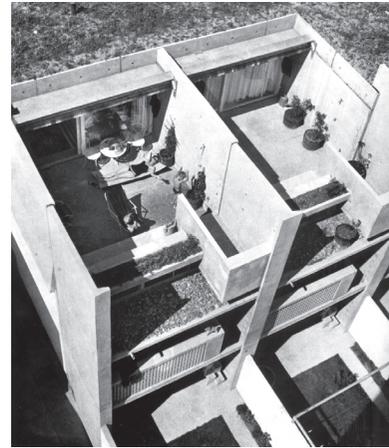
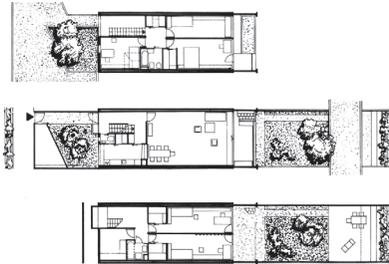


Abb.43+44 Atelier 5
Siedlung Halen bei Bern (CH) 1961

Bildnachweis

1 Quaderns 214.1996 2 Geographische Gesellschaft Iran 3 Paulhans Peters: Atriumhäuser, München 1961, S.34
4 Jürgen Joedicke: Hugo Häring, Stuttgart 1975, S.107 5 Duncan Macintosh: The Modern Courtyard Houses, London 1973, S.28; 6 ebenda, S.32 7 ebenda, S.32 8 Arthur Drexler: Ludwig Mies van der Rohe, Ravensburg, 1960 9 Duncan Macintosh: The Modern Courtyard House, S.38; 10 Landesmedienzentrum Baden-Württemberg
11 Albertina, Wien 12 IRS Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung, Erkner 13 NAI, Rotterdam
14 NAI, Rotterdam 15 Fondation Le Corbusier, Paris 16 Archiv S.Giedion, Institut gta / ETH Hönningerberg Zürich
17 Liselotte Ungers: Die Suche nach einer neuen Wohnform, Stuttgart 1983, S.130 18 Baumeister 12.1929, S.399
19 Baumeister 12.1929, S.401 20 Dt. Werkbund (Hg.): Bau und Wohnung, Stuttgart 1927 21 Arthur Drexler:
Ludwig Mies van der Rohe, Ravensburg, 1960 22 NAI, Rotterdam 23 Jürgen Joedicke: Weißenhofsiedlung
Stuttgart, S.79; 24 Archiv der Mercedes-Benz AG, Stuttgart 25 Archiv der Universität für Angewandte Kunst
26 Kapfinger/Krischanitz: Die Wiener Werkbundsiedlung - Dokumentation einer Erneuerung, S.61; 27 ebenda,
S.90 28 ebenda, S.76; 29 Margherita Spiluttini 30 Margherita Spiluttini 31 Margherita Spiluttini 32 Archiv
U.P.Wieser, Eglisau 33 Emil Roth, Archive ER und SG / Institut gta 34 Joseph Rosas: Albert Frey, Architect, S.45;
35 H.W.Jandl: Yesterday's Houses of Tomorrow, Washington 1991, S.129; 36 Roland Rainer 37 Roland Rainer
38 Roland Rainer 39 Roland Rainer 40 Albert Winkler 41 Atelier 5 42 Balthasar Burkhard 43 Atelier 5 44
Albert Winkler 45 ACTAR (Gausa, Gelpi, Perez, Raveau, Santos) 46 Duncan Macintosh: The Modern Courtyard
House, London 1973, S.36; 47 ebenda, S.36; 48 Roland Rainer 49 Roland Rainer 50 Roland Rainer 51 Roland
Rainer 52 Roland Rainer 53 Roland Rainer 54 Roland Rainer 55 Arne Jacobsen 56 Roland Rainer 57 Duncan
Macintosh: The Modern Courtyard House, London 1973, S.26; 58 Werner Blaser: Mies van der Rohe, Zürich 1972,
S.38; 59 Roland Rainer 60 F.Schneider: Grundrissatlas Wohnbau, S.265; 61 Helmut Wimmer 62 Helmut
Wimmer 63 Adolf Krischanitz 64 Alvaro Siza 65 Roberto Collovà 66 Carl Pruscha 67 Angelo Kaunat 68
Walter Stelzhammer 69 Walter Stelzhammer 70 West 8 / Adriaan Geuze 71 Claus & Kaan 72 Atelier Zeinstra
van der Pol 73 MVRDV 74 MVRDV 75 Tadao Ando 76 Rem Koolhaas / OMA 77 Richard Barnes 78 Roland
Rainer 79 Roland Rainer 80 Walter Stelzhammer 81 Adolf Krischanitz 82 Peter Zumthor 83 Atelier 5 84
Margarethe Cufer 85 Herbert Neuhauser 86 Rüdiger Lainer 87 Adolf Krischanitz 88 Tanja Schindler 89
Margarethe Cufer 90 Nicholas Grimshaw 91 Raimund Abraham 92 Otto Steidle 93 Baumschlager & Eberle
94 Fonatti & Hempel 95 Christoph Thetter 96 Krischanitz/Kapfinger: Die Wiener Werkbundsiedlung. S.90; 97
Atelier 5 98 Walter Gruss 99 MVRDV 100 Steinmann & Schmid 101 Hans Huber 102 Herzog & de Meuron
103 Atelier 5 104 Roland Rainer 105 Teun Koolhaas Ass. 106 Balthasar Burkhard 107 Heidulf Gerngroß 108
Herman Hertzberger 109 Walter Stelzhammer 110 De Architectengroep Loerakker Rijnbouwt Ruijssenaars
Hendriks Van Gameren Mastenbroek bv: Bjarne Mastenbroek mit Floor Arons Michiel Raaphorst und MVRDV: Winy
Maas, Jacob van Rijs, Nathalie de Vries mit Mike Booth, Jost Glissenaar 111 Stijn Brakkee 112 Adolf Bereuter 113
Terence du Fresne 114 Atelier 5 115 Jan Derwig 116 Fonatti & Hempel 117 Neutelings Riedijk Architecten;
118 Pentaplan 119 Atelier Zeinstra van der Pol 120 Norbert van Onna 121 Hans Pattist 122 Margherita
Spiluttini 123 Christoph Reinhold 124 West 8 / Adriaan Geuze 125 Claude Kühne 126 Margherita Spiluttini
127 Baumeister 2.1992, S.12 128 Luftreportage Hausmann 129 L.Waechter-Böhm (Hg.): Siedlung Othello-gasse.
S.6; 130 Filmmuseum Berlin - Deutsche Kinemathek 131 West 8 / Adriaan Geuze 132 Richard Barnes 133
COA Central Office of Architecture 134 COA Central Office of Architecture 135 Guthrie + Buresh 136 Guthrie
+ Buresh 137 Bauwelt 12.2000, S.51 138 Le K-Architectures 139 Le K-Architectures 140 Transbanana
Architects 141 Hrvoje Njiric 142 daf Architects 143 cero 9 144 urbanfish.architects 145 www.ma0.it 146
Soriano / Palacios 147 Marco Angéil 148 Jacob + MacFarlane 149 Bernd Knies [b&tk+] 150 NL Architects
151 Francois & Lewis 152 Piet Vollaard 153 Kazuyo Sejima 154 Lacoste & Robain 155 Xaveer De Geyter
Architects 156 Van Berkel & Bos 157 Van Berkel & Bos 158 Geurst & Schulze 159 Van Sambeek Van Veen
160 NL Architects 161 Walter Stelzhammer 162 Raumwerk 163 Roman Hutter 164 Markus Berger 165
Markus Berger 166 Robert Zolles 167 Robert Zolles 168 Robert Zolles 169 Helmut Schramm 170 Robert
Zolles 171 Roman Hutter 172 Ömer Selcuk Baz

Akademie der Bildenden Künste Wien (Hg.): *Roland Rainer – Arbeiten aus 65 Jahren*. Wien 1990. Banham, Reyner: *Brutalismus in der Architektur*. Karl Krämer Verlag Stuttgart 1966. Bayerisches Staatsministerium des Innern. Oberste Baubehörde München (Hrsg.): *Wohnmodelle Bayern*. 3 Bände. Callwey, München 1990-1999. Bianca, Stefano: *Hofhaus und Paradiesgarten*. München 1991. Blaser, Werner: *Mies van der Rohe*. Verlag Artemis. Zürich 1986. Blaser, Werner: *Atrium. Lichthöfe seit fünf Jahrtausenden*. Wepf & Co. Verlag, Basel 1985. Boyce, Robert: *Keck & Keck*. New York 1993. Cerver, Francisco Asensio: *The Architecture of Multiresidential Buildings*. Hearts Books International, New York 1997. Cramer / Gutschow: *Bauausstellungen. Eine Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts*. Verlag W.Kohlhammer, Stuttgart 1984. Derwig, Jan; Mattie, Erik: *Functionalism in the Netherlands*. Architectura & Natura, Amsterdam 1995. European Österreich: *European 4. Die Stadt über der Stadt*. European, Wien 1998. Faller, Peter: *Der Wohngrundriss. Entwicklungslinien 1920-1990, Schlüsselprojekte, Funktionsstudien*. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1997. Ferrand / Feugas / Le Roy / Vayret: *Le Corbusier: Les Quartiers Modernes Frugès*. Basel 1998. Gausa, Manuel: *Housing - new alternatives, new systems ! Gfeller Corthésy; Roland (Hg.): Atelier 5: Siedlungen und städtebauliche Projekte*. Braunschweig 1994. Giedeon, S.: *Walter Gropius. Mensch und Werk*. Max Neuenchwander, Zürich, 1954. Giedeon, Sigfried: *Building in France, Building in Iron, Building in Ferroconcrete*. The Getty Center Publication Programs, Santa Monica 1995. Gool, Rob van / Hertelt, Lars / Raith, Frank-Bertolt / Schenk, Leonhard: *Das niederländische Reihenhäuser. Serie und Vielfalt*. DVA, Stuttgart 2001 Gössel Peter / Leuthäuser Gabriele: *Architektur des 20. Jahrhunderts*. Benedikt Taschen Verlag, Köln 1990. Groihofer, Brigitte: *Raimund Abraham (un)built*. Springer Verlag, Wien 1996. Hafner, Wohn, Rebholz-Chaves: *Wohnsiedlungen. Entwürfe, Typen, Erfahrungen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Birkhäuser Verlag, Basel 1998. Hertzberger, Herman: *Vom Bauen. Vorlesungen über Architektur*. Aries Verlag, München 1995. Herzog & de Meuron / Steidle / Krischanitz: *Siedlung Pilotengasse Wien*. Artemis Verlag, Zürich 1992. Isphording / Reiners: *Individuelle Doppel & Reihenhäuser*. Verlag Callwey, München 2000. Joedicke, Jürgen: *Weißenhofsiedlung Stuttgart*. Karl Krämer Verlag, Stuttgart 1989. Joedicke, Jürgen / Lauterbach, Heinrich: *Dokumente Moderner Architektur – Hugo Häring*. Verlag Krämer. Stuttgart 1965. Junghanns, Kurt: *Das Haus für alle. Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland*. Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1994. Kyong, Suh (Hg.): *Remix of Reality – NL Architects*, Seoul 2005. Lüchinger, Arnulf: *Herman Hertzberger. Bauten und Projekte 1959-86*. Arch-Edition, Den Haag 1987 Macintosh, Duncan: *The Modern Courtyard House. Architectural Association*. London 1973. Marbach, Ueli / Rüegg, Arthur: *Werkbundsiedlung Neubühl*. gta Verlag, Zürich 1990. Novy, Klaus / Förster, Wolfgang: *einfach bauen*. Katalog zu einer wachsenden Ausstellung. Verein für moderne Kommunalpolitik, Wien 1985. Peters, Hanspaul: *Atriumhäuser*. Verlag Georg D.W.Callwey, München 1961. Posch, Wilfried: *Die Wiener Gartenstadtbewegung. Reformversuch zwischen erster und zweiter Gründerzeit*. Edition Tusch, Wien 1981. Roland Rainer: *Anonymes Bauen im Iran*. Akad. Druck- u.Verlagshaus. Graz 1977. Rainer, Roland: *Kriterien einer wohnlichen Stadt*. Rainer, Roland: *Die Welt als Garten – China*. Akadem. Druck- und Verlagsanstalt. Graz 1976. Rebois, Didier (Hg.): *European 4, Europäische Ergebnisse*. Verlag European Paris 1997. Rebois, Didier (Hg.): *European 5, Europäische Ergebnisse*. Verlag European Paris 1999. Rosas, Joseph: *Albert Frey, Architect*. New York 1990. Stamm, Günther: *J.J.P.Oud. Bauten und Projekte 1906-1963*. Verlag Florian Kupferberg, Mainz 1984. Tafuri, Manfredo / Dal Co, Francesco: *Weltgeschichte der Architektur – Architektur der Gegenwart*. Verlag Electa. Mailand 1976. Taverner, Ed / Wagenaar, Cor / de Vletter, Martien: *J.J.P. Oud, 1890-1963. The Complete Works*. NAI Rotterdam 2001 Ungers, Liselotte: *Die Suche nach einer neuen Wohnform. Siedlungen der zwanziger Jahre damals und heute*. Stuttgart 1983 Wüstenrot Stiftung (Hrsg.): *Geschichte des Wohnens*. Bände 4 und 5. Ludwigsburg 1996/1999.

Architektur Aktuell 112.1986, 204.1997, 239.2000, 241.2000. Architektur & Bauforum 147.1991, 172.1995, 180.1996, 200.1999 Architectural Review 10.1989 Archithese 1.1998 Arch+ 133.1996, 148.1999, 158.2001 Baumeister 2.1992, 3.1996, 2.1999, 26-27.1999 Bauwelt 28/29.1992, 11.1996, 6.1999, 26/27.1999, 12.2000 Daidalos 50.1993, 73.1999 Domus 730.1991, 731.1991, 778.1996 El Croquis 53.1992, 94.1999 Lotus 103.1999 Quaderns 211.1996, 213.1997, 214.1997, 217.1997, 220.1998 Werk, Bauen + Wohnen 1/2.1999, 3.1999, 4.2002 Wettbewerbe 165/166.1997



Während sich in der Debatte rund um das Wohnen die Bilder des Einfamilienhauses und seines Antipoden, des Wohnhochhauses, breit machen, verliert man nur allzu leicht eine traditionell starke Alternative aus dem Auge: das Hof- und Reihenhhaus.

Einleitend wird die Geschichte dieser Gebäudetypen abgehandelt. Die Kernstücke sind eine akribische typologische Analyse, sowie eine Sammlung neuer Strategien die aufzeigen, wie man mit dem Hof- und Reihenhhaus komplexen Anforderungen des Städtebaus und neuen Formen des Wohnbedarfs auf flexible Art gerecht werden kann.

Grundrissanalysen, Qualitätskriterien und städtebauliche Konzepte sowie ein umfangreicher Beispielteil realisierter Bauten bedeutender Architektinnen und Architekten ergänzen dieses einmalige Werk.

2. Auflage
978-3-211-75793-2



springer.at

Entwicklung von Holzleichtbeton-Verbundkonstruktionen

Development of Wood Lightweight Concrete Composite

Von A. Fadai, W. Winter, J. N. Nackler und A. Borska, Wien

Mit 19 Abbildungen und 6 Tabellen



Associate Prof.
Dipl.-Ing. Dr. Alireza Fadai



Univ.-Prof. DDipl.-Ing.
Wolfgang Winter



Dipl.-Ing. (FH)
Dipl.-Ing. Dr. Joachim
Nathanael Nackler



Dipl.-Ing.
Andrea Borska

Kurzfassung

Im Vergleich zu heute wurde um 1900 in Mitteleuropa etwa die zehnfache Menge an Massivholz in der Baukonstruktion eingesetzt. Seit den 1970er-Jahren ist eine langsame „Wiederentdeckung“ des Holzes als tragendes Baumaterial für den Rohbau auch beim mehrgeschossigen urbanen Bauen zu beobachten. Materialübergreifend hat sich der Fachbereich „Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau“ (ITI) an der Technischen Universität Wien (TU Wien) primär zum Ziel gesetzt, neue nachhaltige und effiziente bauliche Lösungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz bei baulichen Maßnahmen im urbanen Kontext, die durch den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen insbesondere von Holz erzielt werden können, zu entwickeln.

In den laufenden Forschungsprojekten des ITI werden industriell erzeugte, schon seit Jahrzehnten bekannte Holzleichtbeton (HLB)-Produkte, in denen organische Zuschlagsstoffe wie Hackschnitzel, Sägemehl, Holzwolle, etc. in Verbindung mit anorganischen Bindemitteln verwendet werden, eingesetzt.

Die Forschungsprojekte setzten sich zum Ziel, im Sinne der Entwicklung eines CO₂-neutralen Gebäudesektors wirtschaftlich umsetzbare, emissionsoptimierte Wand- und Deckensysteme in Holzleichtbeton-Verbundbauweise zu entwickeln und diese an Demonstrationsgebäuden (Neubau und Sanierung) umzusetzen. Die Entwicklung von HLB Systemen führt zu einer neuen Generation von polyvalenten Konstruktionselementen. Durch die Nutzung erneuerbarer Ressourcen, Abfallprodukte der Forstwirtschaft und der Herstellung von Holzprodukten bietet diese Technologie statisch und energieeffiziente Komponenten für Niedrigenergiekonstruktionen.

Abstract

Within several research projects and with the aim to optimize ecological characteristics of structural building components the Department of Structural Design and Timber Engineering (ITI) at the Vienna University of Technology (TU Wien) developed several wood-based composite systems, which combine timber products with other conventional building materials and components.

As a representative example for these developments, the application of wood lightweight concrete (WLC) composites illustrates the extent of interrelationships in the development of complex system solutions when focusing on the increase of resource efficiency.

The aim is to develop a multi-layer wall and floor system composed of WLC, timber and concrete to gain and use advantages of each used material – lightweight, structural, thermal storage and insulation, ecological and economic benefits – to name the most important ones.

The development of WLC systems will lead to a new generation of polyvalent multi-material building components. By using renewable resources, waste products of the forest industry, and manufactured wood products, this technology provides statically and energy-efficient components for low-energy constructions. The environmental assessment illustrated in this paper shows the ecological advantages of WLC compared to conventional construction elements and underlines the potential for further developments.

1. Einleitung

Unter Holzbetonverbundkonstruktion versteht man unterschiedliche Materialmischungen und Konstruktionsweisen. Bei Decken werden heute öfters Verbundsandwiche aus einer oberliegenden druckfesten Schicht aus Normalbeton, das heißt, Zement mit mineralischen Zuschlägen, und einer „verlorenen“ Schalung und gleichzeitigen Zuglage aus Holz (Schnittholz, Brettschichtholz, Brettspertholz etc.) eingesetzt.

Durch eine schubfeste Verbindung (meist Formschluss oder metallische Verbindungsmittel) zwischen Beton und Holz wird die Tragfähigkeit des Sandwiches erhöht. Einsparungsmöglichkeiten bestehen durch schlankere Holzzuglagen, durch einfachere Verbindungstechniken und durch Gewichtsreduktion beim Beton. Der Einbau von Holzleichtbeton (HLB) mit ca. 1/4 bis 1/3 des Gewichts eines Normalbetons, der hauptsächlich aus Nebenprodukten der Forst- und Holzindustrie wie z.B. Holzwolle oder Hackschnitzel besteht, würde das Gewicht des Deckensystems erheblich reduzieren. Dazu können industriell vorgefertigte HLB-Platten, u.a. gepresste zementgebundene

Holzspanplatten oder die vor Ort hergestellten Holzleichtbetone, angewendet werden.

Zementgebundene Holzprodukte werden heutzutage vor allem für nicht tragende Zwecke eingesetzt, etwa als Schall- oder Brandschutzplatten. Dabei wäre Holzleichtbeton in neuartiger Zusammensetzung auch in Decken- und Wandelementen einsetzbar, und könnte damit einen Beitrag an den Tragwiderstand leisten. Gegenwärtig sind die Kenntnisse für eine praktische Anwendung von Tragelementen mit Holzleichtbeton jedoch noch zu gering. Es fehlen insbesondere Angaben dazu, welche Zusammensetzung der Holzleichtbeton für einen bestimmten Einsatzzweck aufweisen sollte, welcher Art die verwendeten Verbindungsmittel sein sollen, wie ganze Decken- oder Wandelemente wirtschaftlich konzipiert werden, und mit welchen Methoden solche Bauteile bemessen werden können.

Gerade im Hinblick auf die europäischen Klimaziele im Sinne des Pariser Übereinkommens [1], kann durch den Einsatz von wiederverwertbaren Baustoffen ein wichtiger Beitrag zur Erfüllung dieser Ziele geleistet werden.

Aus diesem Grund werden am Fachbereich „Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau“ (ITI) an der Technischen Universität Wien (TU Wien) ressourcenschonende Tragkonstruktionen in Form von Holzleichtbeton-Verbundelementen entwickelt (Abb. 1), welche neben den statischen Anforderungen auch ökologische Aspekte in hohem Maße berücksichtigen.

1.1. Holzleichtbeton als ökologisch innovativer Baustoff

In den laufenden Forschungsprojekten des Fachbereiches ITI werden industriell erzeugte, schon seit Jahrzehnten bekannte Holzleichtbeton-Produkte, in denen organische Zuschlagsstoffe wie Holzwolke, Hackschnitzel, Sägemehl, etc. in Verbindung mit anorganischen Bindemitteln, verschiedenen Additiven und Wasser verwendet werden, eingesetzt.

Bei den Zuschlägen handelt es sich um Nebenprodukte aus der Holzgewinnungs- bzw. Holzverarbeitungsindustrie.

Durch die Kombination verschiedener Stoffanteile konnte im Zuge der Forschungsarbeit ein neuer gießfähiger, selbstverdichtender Baustoff erforscht werden, welcher positive bauphysikalische als auch ökologische Kriterien miteinander verbindet [2]. Der Fokus in der Entwicklung des Materialgemischs lag dabei einerseits in der Optimierung der Materialeigenschaften des Baustoffs, wie beispielsweise der Festigkeitseigenschaften, des Gewichts, der Wärme- bzw. Schalldämmung oder der Brandschutzeigenschaften, und andererseits auch auf den daraus resultierenden Umweltauswirkungen.

Ökologischen Mehrwert bieten Holzleichtbetone auch nach ihrem Einsatz am Ende ihres Lebenszyklus, da sie trotz guter Brandschutzeigenschaften im verbauten Zustand problemlos in Form von Verbrennung recycelt werden können. Ermöglicht wird das durch den erhöhten Heizwert, den die Platten besitzen.



Abb. 1: Holz-HLB-Verbund Deckensystem (links), Wandsystem (rechts)

Fig. 1: Timber-WLC composite floor system (left), wall system (right)

Wie sich aus den erwähnten Charakteristika erkennen lässt, bietet der Einsatz von HLB als Teil von Tragkonstruktionen viele Vorteile in Bezug auf die Nachhaltigkeit, sie lassen sich daher weitergehend als höchst konkurrenzfähiges Produkt im Bereich der ökologisch optimierten Bauteilkomponenten bezeichnen.

Die entwickelten Bauteile zeichnen sich im Besonderen durch den Vorteil von geringem Gewicht und geringer Wärmeleitfähigkeit bei gleichzeitiger Lastabtragungsfähigkeit aus. Da der Zuschlag aus Rest- und Abfallstoffen besteht, wird weiterhin die Erzeugung von statisch effektiven Konstruktionen bei nur geringem Energieverbrauch bzw. geringer CO₂-Emission möglich.

1.2. Tragelemente auf Basis von Holzleichtbeton

Einer der Forschungsschwerpunkte liegt in der Entwicklung von innovativen Tragkonstruktionen in Verbundbauweise.

Die Anordnung der einzelnen Konstruktionsschichten erfolgt nach den spezifischen Materialeigenschaften und Lastabtragungsfähigkeiten der jeweiligen Materialien. Je nach Zusammensetzung der verwendeten Holzleichtbetone ergeben sich unterschiedliche Eigenschaften des Verbundbauteils. Daraus resultieren weiterführend auch variierende Lastabtragungseigenschaften in Form von unterschiedlich aufnehmbaren Druck- und Zugspannungen der Verbundkonstruktionen. Der Einsatz von HLB hat vor allem positive Auswirkungen hinsichtlich des Brand- und Schallschutzes der Verbundkonstruktion.

Bei den entwickelten Systemen werden Holzelemente verschiedener Bauart mit tragenden Holzleichtbeton-Elementen kombiniert. Angestrebt werden Wand- und Deckenbauteile mit guter Verbundwirkung sowie optimaler Zuordnung der Materialien entsprechend den Beanspruchungszonen im Verbundquerschnitt bei gleichzeitiger Berücksichtigung der ökologischen Erfordernisse (siehe Abb. 1). Daher ist das vordringliche Ziel der Forschungsprojekte, aufbauend auf vorhandenen Grundlagen die Kenntnisse von wesentlichen Parametern der Materialeigenschaften zu erweitern.

Folgende statischen und bauphysikalischen Untersuchungen sowie deren Auswertungen (Kapitel 2 und Kapitel 3) werden ausführlich in [3] erläutert.

2. Untersuchungen zum statischen Tragverhalten

Die relevanten Materialeigenschaften von HLB wurden anhand von Versuchen ermittelt. Das Ziel der Versuchsreihen war es den HLB in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften und Verarbeitbarkeit zu optimieren (Abb. 2; vgl. auch Abb. 19).

Es wurden basierend auf den Versuchen die Einsatzmöglichkeiten der HLB-Verbundbauweise näher untersucht. Dabei wurden die relevanten Leistungsmerkmale bei der Ausführung: Aufwand für die Detailplanung, Logistik, Montagezeiten, wirtschaftliche Machbarkeit und Ökologie sowie Optimierungsansätze erfasst.

2.1. Mechanische Eigenschaften von Holzleichtbeton

Ein zentraler Teil der Bauteilentwicklungen liegt in der Untersuchung der mechanisch relevanten Eigenschaften von HLB (Dichte, E-Modul, Zug- und Druckfestigkeiten, etc.).

Weiters wurden experimentelle Untersuchungen in Form von Schubversuchen an vorgefertigten Holzleichtbetonelementen durchgeführt (Abb. 2).

Der Schubwiderstand der HLB-Verbundkonstruktionen hängt dabei von drei wesentlichen Faktoren ab:

- der Steifigkeit der Verbindungen zwischen den einzelnen Schichten
- der Belastbarkeit der Schubverbinder und
- den Materialeigenschaften der verbindenden HLB-Schichten, welche hauptsächlich auf Schub beansprucht werden.

Daraus folgend ergeben sich die wichtigsten Materialparameter von HLB in Form des Schubmoduls, sowie der maximal zulässigen Schubspannung.

Die besten Resultate zeigt die Verbindung von vorgefertigten und geklebten HLB-Platten in Kombination mit Schrauben als mechanisches Verbindungsmittel, sie werden daher für weitere Untersuchungen verwendet. Im Vergleich zu Proben mit geklebten HLB-Platten ohne mechanische Verbindungsmittel lässt sich eine signifikant erhöhte Tragfähigkeit in Bezug auf das Schubversagen und eine ebenfalls wesentlich erhöhte Steifigkeit der Verbindung feststellen. Aus diesem Grund werden für den Grenzzustand der Tragfähigkeit weitere Untersuchungen an den Verbindungsmitteln zwischen Holz und Beton durchgeführt.

2.2. Statisches Tragverhalten

Bei der statischen Dimensionierung von Holz-HLB-Verbundkonstruktionen stellt sich unter der Berücksichtigung der jeweiligen Verbindungstechnik die Frage ob, und wenn ja zu welchem Anteil, der Holzleichtbeton an der Lastabtragung beteiligt ist. Aus statischer Sicht bewirkt der Verbund von Holz und Beton eine Verteilung der äußeren Spannungen in beide Bereiche. Es wurde eine rechnerische Parameterstudie anhand von Brettsperrholzwandelementen in Verbindung mit geklebten HLB-Platten durchgeführt (Abb. 3). Die Berechnung der einzelnen Tragkonstruktionen erfolgte dabei mittels des „Gamma-Verfahrens“ bzw. des „erweiterten Gamma-Verfahrens“ nach EC 5 [4, 5]. Aufgrund der Vielfalt an HLB-Zusammensetzungen ist es möglich ein breites Spektrum an verschiedenen Verbundkonstruktionen zu entwickeln. Einen wesentlichen Anteil an den daraus resultierenden Materialeigenschaften bilden neben den verwendeten Betonzuschlägen auch die zusätzlich verwendeten Additive. Für bestimmte Anwendungen konnte bei speziellen Mischungen von Zuschlägen und Additiven ein relevanter Beitrag zur Lastabtragung durch Holzleichtbeton nachgewiesen werden. Durch die Verteilung der Spannungen in allen Schichten des Querschnitts (in Abhängigkeit der jeweiligen Steifigkeit), sowie einer Erhöhung des effektiven Flächenträgheitsmoments I_{eff} und einer Reduzierung der Schlankheit λ , wurde die Ausführung von HLB-Verbundkonstruktionen mit einer erhöhten Lastabtragung ermöglicht. Die Steigerung der Lastabtragungsfähigkeit ist dabei von den Materialeigenschaften der Verbundschichten (HLB) abhängig. Die entwickelten Wandsysteme für den mehrgeschossigen Hochbau sollen zukünftig innerhalb mehrerer Pilotprojekt implementiert und weiteren Untersuchungen unterzogen werden.

3. Untersuchungen zu bauphysikalischen Eigenschaften

Zur Beurteilung der bauphysikalischen Eigenschaften von HLB-Tragelementen werden in einem ersten Schritt Messungen der thermischen Bauteileigenschaften in Bezug auf Wärmedämmeigenschaften und Wärmespeicherkapazität durchgeführt. In einem weiteren Schritt werden die daraus gewonnenen Ergebnisse weiterführend zu Simulationen des thermisch dynamischen Gebäudeverhaltens bzw. des hygrothermischen Bauteilverhalten verwendet.

3.1. Messungen der thermischen Eigenschaften

Um realitätsnahe Randbedingungen für die numerischen Simulationen sicherzustellen, wurden mehrere Messungen an den vielversprechendsten HLB-Decken- und Wandelementen durchgeführt. Die Messung des Wärmestroms erlaubt dabei eine Ableitung des Wärmedurchgangswiderstands R_T [m^2K/W], sowie der Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] = d/R_T einer Wandkonstruktion der Dicke d , welche üblicherweise für eine bauphysikalische Analyse erforderlich ist.



Abb. 2: Schubversuche an HLB-Verbundkonstruktionen
Fig. 2: Shear tests on WLC composites

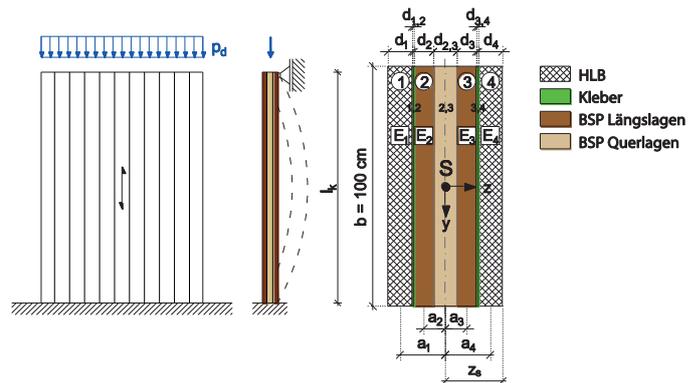


Abb. 3: HLB-Brettsperrholz-Wandverbundkonstruktion
Fig. 3: WLC-Cross Laminated Timber composite wall system

Weiterführend ist der Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstands R_T der sogenannte U-Wert, eine wichtige Größe des bauphysikalischen Spektrums.

3.1.1. Bauphysikalische Anforderungen

Die nationalen Anforderungen an den Wärmeschutz in Österreich und Deutschland sind in Tab. 1 ersichtlich.

Tab. 1: Anforderungen an den Wärmeschutz
Table 1: Thermal insulation requirements

	AUT [6]	GER
U-Wert Wände gegen Außenluft [W/m^2K]	$\leq 0,35$	$\leq 0,28$
U-Wert Decken gegen Außenluft [W/m^2K]	$\leq 0,20$	$\leq 0,20$

3.1.2. Versuchsdurchführungen zu den Wärmedämmeigenschaften

Die Wärmedämmeigenschaften wurden an einer vorgefertigten HLB-Element (Schallschutzplatte WSD 50, Typ A in Tab. 2) und vier verschiedenen Verbundkonstruktionen bestehend aus Holz- und geklebten vorgefertigten HLB-Elementen (Schallschutzplatten WSD 50, Typ B2 und C2 in Tab. 2), sowie auch an losen HLB-Elementen ohne zusätzliche Verbundmaterialien (Typ B1 und C1 in Tab. 2) durchgeführt.

Bei den getesteten HLB-Elementen handelt es sich um mineralisierte Schallschutzplatten mit erhöhter Rohdichte und hoher dynamischer Steifigkeit gemäß ÖNORM B 6022 [7] für Innen-, Außen- oder Wohnungstrennwände, bei welchen hohe Anforderungen an den Schallschutz gestellt werden.

Die Versuche wurden gemäß ÖNORM EN ISO 8990 [8] durchgeführt (Abb. 4).

3.1.3. Versuchsergebnisse zu den Wärmedämmeigenschaften

Die Ergebnisse zu den Messungen der Wärmedämmeigenschaften sind in Tab. 2 abgebildet. Folgende HLB-Typen wurden untersucht:

- Typ A: 50 mm HLB;
- Typ B1: 50 mm HLB, 27 mm Holz;
- Typ B2: 50 mm HLB, 5 mm Klebstoff, 27 mm Holz;
- Typ C1: 50 mm HLB, 27 mm Holz, 50 mm HLB;
- Typ C2: 50 mm HLB, 5 mm Klebstoff, 27 mm Holz, 5 mm Klebstoff, 50 mm HLB

Tab. 2: Wärmedämmeigenschaften von Wandelementen in Holz und HLB

Table 2: Thermal insulation properties of wall elements out of timber and WLC

Typ	Dicke d [m]	$R_{T,Test}$ [m ² K/W]	U_{Test}^{**} [W/m ² K]	λ_{Test} [W/mK]	$R_{T,Calc}^*$ [m ² K/W]	$U_{Calc}^{*/**}$ [W/m ² K]
A	0,050	0,421	2,375	0,119	0,400	2,500
B1	0,077	0,643	1,555	0,120	0,656	1,524
B2	0,082	0,616	1,623	0,133	0,660	1,516
C1	0,127	0,973	1,028	0,107	0,990	1,011
C2	0,137	0,929	1,076	0,147	0,997	1,003

* berechnet nach Herstellerangaben [9]

** ohne Wärmeübergangswiderstände

Aus den Ergebnissen in Tab. 2 ist ersichtlich, dass die Wärmedämmeigenschaften des getesteten vorgefertigten HLB-Materials zwischen den Eigenschaften von konventioneller Wärmedämmung und Holz liegen (z.B. $\lambda \approx 0,04$ W/mK für Mineralwolle bzw. $\lambda \approx 0,11 - 0,13$ W/mK für Fichte). Die Berechnungen zeigen, dass die Herstellerangaben mit den gemessenen Werten bis auf kleine Abweichungen von 2–5% übereinstimmen. Dieses Ergebnis stellt unter der Berücksichtigung von Rechenfehlern und statistischer Verteilung eine zufriedenstellende Bandbreite dar.

Des Weiteren zeigen die Ergebnisse in Tab. 2, dass die experimentell bestimmten Wärmedämmeigenschaften von reinem

HLB (Typ A) wesentlich bessere Werte als in den Herstellerangaben erzielen ($\lambda = 0,119$ W/mK).

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen zeigen grundsätzlich einen wesentlichen Beitrag von HLB zur Wärmedämmung von Gebäuden. Des Weiteren besteht dadurch auch ein Potential zum Einsatz in thermisch aktivierten Deckenelementen. Vergleichbare Ergebnisse werden für gießbare Holzleichtbetone für Wandelemente abgeleitet.

3.1.4. Versuchsdurchführungen zur Ermittlung der Wärmespeicherkapazität

Neben den Untersuchungen der Wärmedämmeigenschaften wurden weitere Versuche zur Bestimmung der Wärmespeicherkapazität von vorgefertigten Holzleichtbetonen durchgeführt. Dazu erfolgten experimentelle Untersuchungen an zwei Versuchskörpern (Abb. 5).

Die Ergebnisse der Messungen zur Wärmespeicherkapazität sind in Tab. 3 dargestellt. Die Tabelle ist zusätzlich durch die Wärmeleitfähigkeit ergänzt und vergleicht HLB mit konventionellen Baustoffen.

Die Ergebnisse in Tab. 3 zeigen, dass die spezifische Wärmekapazität von HLB-Platten weit über der Kapazität von Stahlbeton und Mineralwolle liegt ($c = 1,08$ kJ/kgK bzw. $c = 1,03$ kJ/kgK). Sie liegt im Bereich von Fichtenholz, bei einer allerdings wesentlich höheren Dichte.

3.2. Thermisch dynamische Gebäudesimulation

Mit den in Kapitel 3.1 gewonnenen Ergebnissen erfolgt eine thermisch dynamische Gebäudesimulation, bei der eine Gebäudestruktur einfacher Geometrie bestehend aus HLB-Elementen mit gleichen Gebäudestrukturen unterschiedlicher Bauweise (Massiv- und Leichtbauweise) hinsichtlich Heizwärmebedarf und sommerlicher Überwärmungsstunden verglichen werden. Das Simulationsmodell besitzt Außenmaße von 8 mal 8 Metern bei einer Höhe von 3 Metern (siehe Abb. 6).

3.2.1. Eigenschaften des Simulationsmodells

Die gewählte Raumgröße resultiert aus der maximalen Spannweite der HLB-Decken, welche bei 8 m liegt. Alle vier Wände grenzen an den Außenraum; Fußboden und Decke grenzen an Räume mit denselben thermischen Konditionen wie der analysierte Raum. Die untersuchte Gebäudestruktur verfügt über drei



Abb. 4: Versuchsaufbau zur Messung der Wärmedämmeigenschaften (Wärmeleitfähigkeit)

Fig. 4: Test set-up for thermal insulation measurements (thermal conductivity)



Abb. 5: Versuchsaufbau zur Messung der Wärmespeicherkapazität
Fig. 5: Test set-up for thermal storage capacity measurements

Tab. 3: Wärmespeicherkapazität von vorgefertigten HLB im Vergleich mit konventionellen Baustoffen

Table 3: Thermal storage capacity properties of prefabricated WLC in comparison with conventional building materials

	Holz (Fichte)	Stahlbeton	Mineralwolle	HLB Dämmplatte WS50	HLB Schallschutzplatte WSD35
Dichte ρ [kg/m ³]	430	2400	90–150	560*	750*
Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	0,11–0,13 quer zur Faserrichtung	2,50	0,035 –0,040	0,10*	0,125*
Spezifische Wärmekapazität c [kJ/kgK]	1,60	1,08	1,03	1,74	1,64

* Herstellerangaben [9]

Stück dreifachverglaste Holzrahmenfenster ($U_g = 1,23 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,59$), jeweils 3 m² in Richtung Ost, Süd und West. Die unterschiedlichen Außenwände erfüllen alle die Anforderungen an die OIB Richtlinie 6 [6] bei einem U-Wert von 0,33 W/m²K. Die Fenster haben keinen Sonnenschutz, da ansonsten die Überhitzungsstunden ohne weiteres auf null reduziert werden könnten (speziell bei den massiven Konstruktionen) – um eine bessere Vergleich zu ermöglichen, wird in diesem Fall auf den Sonnenschutz verzichtet, der in der Praxis in jedem Fall zu empfehlen wäre.

Während der Heizperiode wird der Raum auf 20 °C beheizt, im Sommer wird eine natürliche Nachtlüftung durch die geöffneten Fenster simuliert, wenn die Außentemperatur unter der Raumtemperatur liegt, um die Maxima der Innenraumtemperatur zu reduzieren.

Interne Lasten werden auf einer konstanten Basis gewählt, um den Verlauf der operativen Raumtemperatur klarer zu verdeutlichen. Ein permanenter Bewohner mit einer internen Last von 90 W wird festgelegt, als auch 2 W/m² Wärmeleistung durch Geräte. Die Infiltrationsrate wird mit 0,1 h⁻¹ spezifiziert. Das Außenklima bezieht sich auf den Ort Wien-Schwechat, wobei eine ASHRAE 2001 IWEC Wetter Datei angewendet wird.

3.2.2. *Verwendete Konstruktionen in der Simulation*

Die aus den Messungen ermittelten thermischen Eigenschaften (λ und c) werden weiterführend für die Simulation der HLB-Konstruktionen verwendet. Die HLB-Aufbauten werden mit sehr leichten Holzrahmenbau Konstruktionen als auch mit zwei weiteren Massivkonstruktionen (monolithische Hochlochziegelwand und Beton mit Wärmedämmverbundsystem WDVS) verglichen.

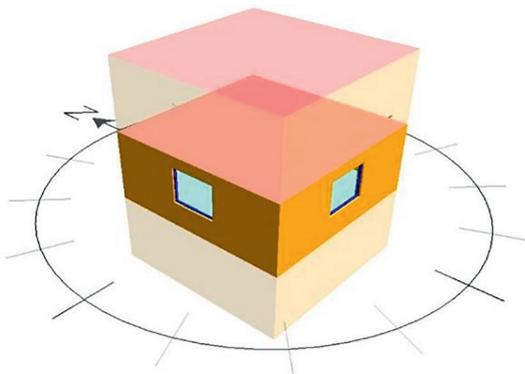


Abb. 6: Simulationsmodell

Fig. 6: Simulation model

Die verwendeten Materialabkürzungen OSB und MDF bedeuten hierbei Oriented Strand Board (Grobspanplatte), sowie Medium Density Fiberboard (Mitteldichte Holzfaserverplatte).

Wandkonstruktionen

Die Wandaufbauten sind so ausgelegt, um die österreichischen Anforderungen an den Wärmeschutz ($U_{\text{eff}} \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$) [6] zu erfüllen.

Tab. 4: Verwendete Wandkonstruktionen in der Simulation

Table 4: Wall constructions used in simulation

Variante ITI/TU Wien Wand (HLB), $U = 0,329 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Abbildung	Schicht	λ [W/(mK)]	d [mm]
	Lehmputz	0,820	10
	HLB WSD50	0,120	50
	Brettsper Holz Fichte	0,120	120
	HLB WSD50	0,120	50
	Holzfaserverplatte	0,040	40
	Werkputzmörtel	0,670	15
Variante Leichtbau Wand, $U = 0,335 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Abbildung	Schicht	λ [W/(mK)]	d [mm]
	Gipsputz	0,290	10
	OSB 3	0,130	15
	Glaswolle 90%	0,040	120
	Holz 10%	0,120	10
	MDF	0,100	10
	Werkputzmörtel	0,670	15
Variante Massivbau Wand Ziegel, $U = 0,330 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Abbildung	Schicht	λ [W/(mK)]	d [mm]
	Gipsputz	0,290	10
	Hochlochziegel	0,114	320
	Werkputzmörtel	0,670	15
Variante Massivbau Wand Stahlbeton (STB), $U = 0,327 \text{ W/m}^2\text{K}$			
Abbildung	Schicht	λ [W/(mK)]	d [mm]
	Gipsputz	0,290	10
	Stahlbeton	2,300	180
	EPS-F Dämmung	0,040	110
	Werkputzmörtel	0,670	15

Deckenkonstruktionen

Aufgrund der gleichen thermischen Gegebenheiten der angrenzenden Räume und des untersuchten Raums, erfüllen die Deckenaufbauten keine speziellen Anforderungen an den Wärmeschutz.

Tab. 5: Verwendete Deckenkonstruktionen in der Simulation

Table 5: Floor constructions used in simulation

Variante ITI Decke (HLB), U = 0,402 W/m²K			
Abbildung	Schicht	λ [W/(mK)]	d [mm]
	Beton	1,650	60
	3 x HLB WSD50	0,120	150
	Brettsperrholz Fichte	0,120	120
Variante Leichtbau Decke, U = 0,518 W/m²K			
Abbildung	Schicht	λ [W/(mK)]	d [mm]
	Holzbooden	0,120	5
	Gipsfaserplatte	0,400	18
	Trittschalldämmung	0,035	20
	OSB 3	0,130	15
	Luftraum 81 %	0,900	240
	Holz 19 %	0,120	
	Glaswolle 81 %	0,040	40
	Holz 19 %	0,120	
	MDF	0,100	10
Werkputzmörtel	0,670	15	
Variante Massivbau Decke STB, U = 1,002 W/m²K			
Abbildung	Schicht	λ [W/(mK)]	d [mm]
	Holzbooden	0,120	5
	Gipsfaserplatte	0,400	18
	Trittschalldämmung	0,035	20
	Stahlbeton	2,300	270
	Werkputzmörtel	0,670	15

3.2.3. Durchführung der Simulation

Es war ursprünglich vorgesehen, die thermisch dynamische Gebäudesimulation mit der Simulationssoftware TRNSYS 17 und dessen Multizonen Gebäudesimulationsmodul Type 56 durchzuführen. Speziell für den beabsichtigten Zweck, entweder sehr leichte oder sehr massive, hoch wärmespeichernde Konstruktionen zu verwenden, stößt der Berechnungsalgorithmus von Type 56 allerdings an seine Grenzen und es können keine Ergebnisse berechnet werden. Aus diesem Grund wurde die Simulation mit der Simulationssoftware EDSL TAS 9.3.1 durchgeführt.

3.2.4. Ergebnisse der Simulation

Die HLB-Konstruktionen zeigen eine sehr gute wirksame Speicherkapazität, welche zwischen der massiven Betonkonstruktion (WDVS) und der massiven Hochlochziegel-Konstruktionen eingeordnet werden kann. Die thermisch dynamischen Eigenschaften der HLB Wand (Var. ITI/ TU Wien) nach ÖNORM EN 13786 [10] sind in Tab. 6 aufgelistet. Die thermische Masse dieser Konstruktion beträgt 56,13 kg/m².

Der Einfluss der unterschiedlichen Konstruktionen und deren unterschiedliche wirksame (innere) Wärmekapazität auf die operative Raumtemperatur ist in Abb. 7 ersichtlich und stellt einen Ausschnitt der heißesten Sommerperiode des Jahres dar (Maxima des jährlichen Außentemperaturverlaufs). Das jährliche Maximum der operativen Raumtemperatur des simulierten Raumes resultiert bei HLB-Konstruktionen mit 29,4°C und liegt somit zwischen den massiven Betonkonstruktionen (29,1°C) und den monolithischen Hochlochziegel-Konstruktionen mit Betondecken (30,3°C). Die sehr leicht gewählten Holzrahmenkonstruktionen führen zu einem Maximum von 31,5°C. Der

Tab. 6: Thermisch dynamische Eigenschaften der HLB Wand – Var. ITI/TU Wien (exkl. | inkl. R_{si} und R_{se})

Table 6: Thermal dynamic properties of the WLC wall – Var. ITI/ TU Wien (excl. | incl. R_{si} and R_{se})

Eigenschaft	Betrag		Zeitverschiebung [h]	
	excl.	incl. R _{si} und R _{se}	excl.	incl. R _{si} und R _{se}
Wärmeaufnahme Innen γ11 [W/(m²K)]	4,276	3,081	3,75	2,45
Wärmeaufnahme Außen γ22 [W/(m²K)]	2,183	2,102	4,05	3,78
Dynamische Wärmeaufnahme γ12 [W/(m²K)]	0,033	0,023	9,27	7,68
Flächenbezogene Wirksame Wärmekapazität Innen χ1 [kJ/(m²K)]	58,751	42,303	-	-
Flächenbezogene Wirksame Wärmekapazität Außen χ2 [kJ/(m²K)]	29,889	0,328	-	-
Wärmedurchgangskoeffizient U [W/(m²K)]	0,348	0,328	-	-
Decrement f	0,093	0,069	-	-

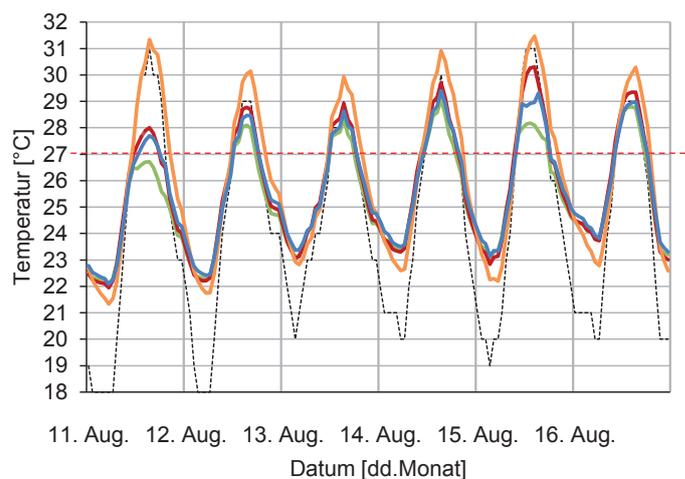


Abb. 7: Operative Raumtemperatur bei verschiedenen Konstruktionen und Außentemperatur bei heißer Sommerperiode

Fig. 7: Operative room temperatures at different constructions and ext. temperature at hot summer period

Wärmedurchgangskoeffizient U ist bei allen Außenwänden gleich bei 0,33 W/(m²K), so kann die Differenz von 2,4 K Maximum rein auf die Wärmespeicherfähigkeit zurückgeführt werden. Gemäß ÖNORM B 8110-3 [11] herrscht sommerliche Überhitzung vor, wenn die operative Raumtemperatur mehr als 27°C erreicht. Abb. 8 zeigt die Anzahl der Stunden pro Jahr, in welchen die operative Raumtemperatur höher als 27°C ist. Unter den Simulationsbedingungen können die Überhitzungsstunden auf weniger als die Hälfte reduziert werden, wenn man statt der Leichtbau-Konstruktionen (209 h) die HLB-Brettsperrholz-Konstruktionen (102 h) verbaut. Auch hier findet sich die

HLB-Konstruktion zwischen massivem Beton (82 h) und den Hochlochziegel Konstruktionen (122 h).

Überdies ist die Auswirkung der Wärmespeicherfähigkeit auf den Heizwärmebedarf untersucht worden. Abb. 9 zeigt den jährlichen Heizwärmebedarf des simulierten Raumes. Der Unterschied der Verwendung von HLB-Brettsperrholz-Konstruktionen gegenüber Leichtbau beträgt 130 kWh/a, während der Unterschied zu den mineralischen Massivkonstruktionen vernachlässigbar klein ist.

Um die HLB-Brettsperrholz-Konstruktion weiter hinsichtlich Wärmespeicherfähigkeit zu optimieren, könnte Hartholz statt Weichholz, wie Fichte, für das tragende Element verwendet werden. Viel mehr Auswirkung zeigt bei der 24 h Periode jedoch – und somit auch zu besserem sommerlichen Verhalten führend – die Optimierung der inneren, raumseitigen Schichten. Die Verwendung der WSD 50 Schallschutzplatte ist bereits eine Verbesserung gegenüber der standardmäßigen Dämmplatte WS 50. Die geringere Dichte der WS 50 führt nämlich nicht nur zu vermindertem Schallschutz, sondern in Kombination mit der geringeren Wärmeleitfähigkeit auch zu geringeren wirksamen Wärmespeicherfähigkeit. Ein Tausch zu der WS 50 Platte (und damit verbunden die Reduzierung der Dicke der Holzfaserdämmung um 6 mm um denselben Wärmedurchgangswiderstand zu erreichen) bei der HLB-Brettsperrholz Außenwand führt zu folgendem Ergebnis: Jährliches Maximum der operativen Raumtemperatur: 30,1 °C, jährliche Überhitzungsstunden: 108 h, jährlicher Heizwärmebedarf: 1268 kWh/a.

Verwendet man hingegen 35 mm Lehmputz statt 10 mm zeigt dies folgende Verbesserung:

- Jährliches Maximum der operativen Raumtemperatur: 29,3 °C,
- jährliche Überhitzungsstunden: 95 h,
- jährlicher Heizwärmebedarf: 1245 kWh/a.

Diese Maßnahme erhöht die thermische Masse der Wand von 56,13 kg auf 86,0 kg. Eine zusätzliche Erhöhung der Dicke der Betonschicht des ITI-Bodens/Decke von 60 mm auf 80 mm führt zu keiner wesentlichen Verbesserung (Verringerung der Überhitzungsstunden: 2 h).

Die Wärmespeicherfähigkeit an der Innenseite könnte zusätzlich durch Phasen-Änderungs-Materialien (Phase Change Materials – PCM) erhöht werden, wurde in diesem Fall aber nicht beabsichtigt, da die Verwendung von natürlichen Baumaterialien im Vordergrund stand. Die spezifische Wärmekapazität von Fichte wurde auf 1,6 kJ/kgK festgelegt, einige Messungen an der TU Wien weisen sogar höhere Werte von bis zu 2,0 kJ/kgK auf, abhängig von der Dichte des Holzes. Das zeigt, dass die Ergebnisse der präsentierten ITI/TU Wien Variante in der Praxis sogar besser ausfallen können. Der Abschnitt behandelt vorwiegend die Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile – es sei jedoch angemerkt, dass für einen optimierten sommerlichen Wärmeschutz vorerst Fenster und Verschattungseinrichtungen derart zu planen sind, dass der Tagesmittelwert der Temperatur deutlich unter 27°C zu liegen kommt. Erst in einem zweiten Schritt sollte durch Wahl einer geeigneten Bauweise die Tagesschwankung der Temperatur reduziert werden. Auch mit Leichtbau ist die beste Klasse des sommerlichen Wärmeschutzes A+ (ÖNorm B8110-3 [11]) erreichbar. Für Analysen bietet sich das kostenlos zugängliche Online-Simulationstool Thesim 3D unter www.thesim.at an.

3.3. Bauteilbasierte hygrothermische Simulation

3.3.1. Rahmenbedingungen und Durchführung der Simulation

Das Normverfahren zur Berechnung des Kondensats innerhalb einer Konstruktion stellt das Glaserverfahren nach ÖNORM B 8110-2 [12] dar, welches jedoch rein auf einer

Berechnung des Wasserdampftransports durch Dampfdiffusion basiert und wichtige Parameter daher nicht inkludiert. Die DIN EN ISO 13788 [13] führt folgende Punkte für einen gesamtheitliche Herangehensweise an: kapillare Saugwirkung von Materialien, hygroskopische Eigenschaften, veränderliche Materialeigenschaften (z.B. λ bei unterschiedlichem Feuchtegehalt), Konvektion, veränderliche Randbedingungen, solare Strahlung, Schlagregen und Weitere. Dies führt zu einer Untersuchung mittels der numerischen Berechnungssoftware Wufi 2D. Als klimatische Randbedingung werden halb-synthetische Klimadaten [14] des Standortes Wien – Hohe Warte verwendet. Exemplarisch wird der Standard ITI/TU Wien Aufbau der HLB-Wand hinsichtlich des dynamischen hygrothermischen Verhaltens untersucht.

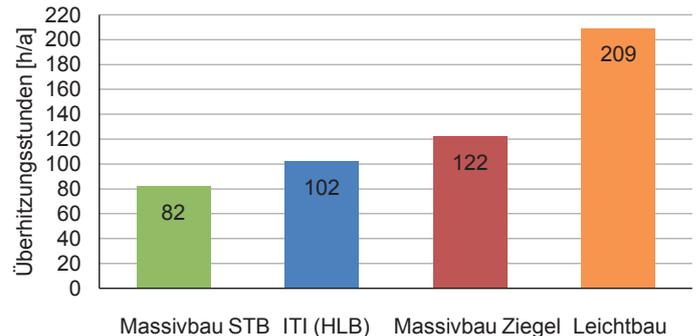


Abb. 8: Jährliche Überhitzungsstunden

Fig. 8: Annual overheating hours

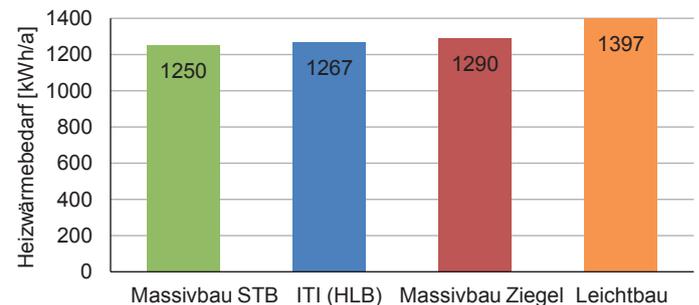


Abb. 9: Jährlicher Heizwärmebedarf

Fig. 9: Annual heating energy demand

3.3.2. Ergebnisse der Simulation

Sowohl die vereinfachte Glaser-Methode als auch die hygrothermische Simulation zeigen keine Kondensationsprobleme im Bauteil bei Anwendung der Wiener Klimarandbedingungen. Der absolute Wassergehalt in der Konstruktion akkumuliert nicht über die Simulationsdauer von 10 Jahren. Eine nordorientierte Wand (minimaler solarer Eintrag) als auch eine westorientierte Wand (größter Schlagregeneintrag an diesem Ort) wurden untersucht. Bauteile beider Orientierungen sind über die gesamten Simulationsdauer hinsichtlich Kondensat, Schimmelpilzbildung oder Verrottung im unkritischen Zustand. Die maximale Holzfeuchte im 10. Simulationsjahr, und im somit eingeschwungenen Zustand, liegt in den Holz- und holzwerkstoffbasierten Schichten bei 6% oder darunter, und somit weit unter den üblicherweise kritisch genannten 20%. Die Analyse bezieht sich auf den Standardquerschnitt der Konstruktion und stellt somit eine eindimensionale Berechnung dar. Um eine genügende Planungssicherheit bei Anschlussdetails (Wärmebrücken) hinsichtlich Dauerhaftigkeit gewährleisten zu können, sind daher noch zusätzliche 2D- bzw. 3D-Simulationen notwendig.

4. Ökologische Bewertung

Die entwickelten Wand- und Deckenkonstruktionen wurden einer ökologischen Bilanzierung sowie einem ökologischen Vergleich mit herkömmlichen Konstruktionen des Massiv- und Leichtbaus unterzogen. Eine detaillierte Auswertung der durchgeführten Untersuchungen werden in [15] beschrieben.

Die ökologische Bewertung wurde anhand von zwei Methoden durchgeführt:

Methode 1: Unter dieser Methode der Ökobilanz werden die Herstellungsphase (Module A1–A3) und die Entsorgungsphase (Module C3–C4) betrachtet (Abb. 10). Dabei werden drei ausgewählte und separat ausgewiesene Parameter zur Beschreibung der Umwelteinwirkungen und des Ressourceneinsatzes, basierend auf den Datensätzen der ÖKOBAUDAT [16], berücksichtigt:

- Treibhauspotential (*GWP*) – Wirkungskategorie: Globale Erwärmung, Einheit: *kg CO₂-Äquivalente*.
- Versauerungspotential (*AP*) – Wirkungskategorie: Versauerung von Boden und Wasser, Einheit: *kg SO₂-Äquivalente*
- Gesamteinsatz nicht erneuerbarer Primärenergie (*PERNT*), Einheit: *MJ*, unterer Heizwert.

Um eine Transparenz der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde die Ökobilanz nach ÖNorm EN 15804 [17] durchgeführt.

Das Modul D „Vorteile und Belastungen“, welches sich laut [17] außerhalb der Betrachtungsgrenze befindet, aber für einzelne Materialien zusätzliche Informationen über das Verwertungspotential an deren Lebensende liefert, wurde bei den Berechnungen extra ausgewiesen und im breiteren Zusammenhang der qualitativen Analyse mitberücksichtigt. In Abb. 10 sind alle Phasen des Lebenszyklus sowie die Module zur Beschreibung des Gebäudes nach [17] schematisch dargestellt. Die untersuchten Module aus Methode 1 sind farbig gekennzeichnet.

Methode 2: Unter dieser Methode der Ökobilanz wird die Herstellungsphase betrachtet. Daher wurden ausschließlich die Module A1–A3 (Abb. 11) untersucht und der *OI3*-Indikator zur Beurteilung nach [18] herangezogen. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde der Ökoindikator bei der Betrachtung von 1 m² Konstruktion inklusiv zusätzlicher Aufbauten *OI3_{KON}* eingeführt. Der Ökoindikator *OI3_{KON}* errechnet sich aus der Summe von jeweils einem Drittel des Ökoindikators der nicht erneuerbaren Primärenergie *OI_{PEIne}*, des Ökoindikators des Treibhauspotentials *OI_{GWP}* und des Ökoindikators der Versauerung *OI_{AP}*. Nach [18] lautet die Berechnungsformel wie folgt:

$$OI3_{KON} = 1/3 OI_{PEIne} + 1/3 OI_{GWP} + 1/3 OI_{AP}$$

In Abb. 11 sind alle Phasen des Lebenszyklus sowie die Module zur Beschreibung des Gebäudes nach [17] abgebildet. Die untersuchten Module aus Methode 2 sind farbig gekennzeichnet. Die ökologischen Werte einzelner Materialien wurden für beide Methoden der Datenbank ÖKOBAUDAT [16] entnommen. In Fällen, wo kein entsprechender Datensatz zur Verfügung stand, wurden zur Identifikation der ökologischen Werte für Holzleichtbeton WSD50 Daten von [19] und für Glaswolle Werte von [20] verwendet.

4.1. Ökobilanz mit Betrachtung der Herstellungsphase und der Entsorgungsphase

Die Herstellungsphase eines Baumaterials/Bauproduktes gliedert sich in mehrere Teilprozesse – konkret in Rohstoffbereitstellung, Transport und Herstellung des Materials bis zum fertigen Produkt am Werkstor. Der in dieser Arbeit betrachtete Teil der Entsorgungsphase besteht aus der Abfallbewirtschaftung und Deponierung. Die Unterteilungen der einzelnen Lebenszyklusphasen sind in Abb. 10 und Abb. 11 ersichtlich.

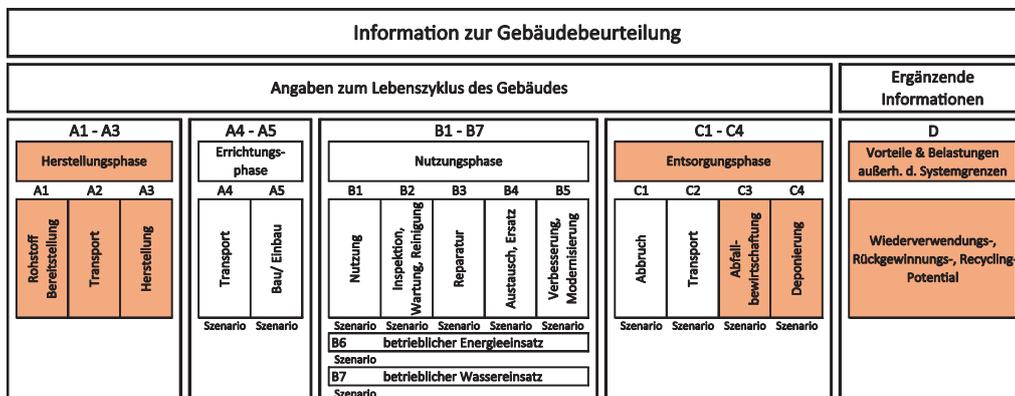


Abb. 10: Phasen des Lebenszyklus und Module für die Beschreibung und Beurteilung des Gebäudes (Methode 1)

Fig. 10: Life cycle stages and modules for the building assessment (Method 1)

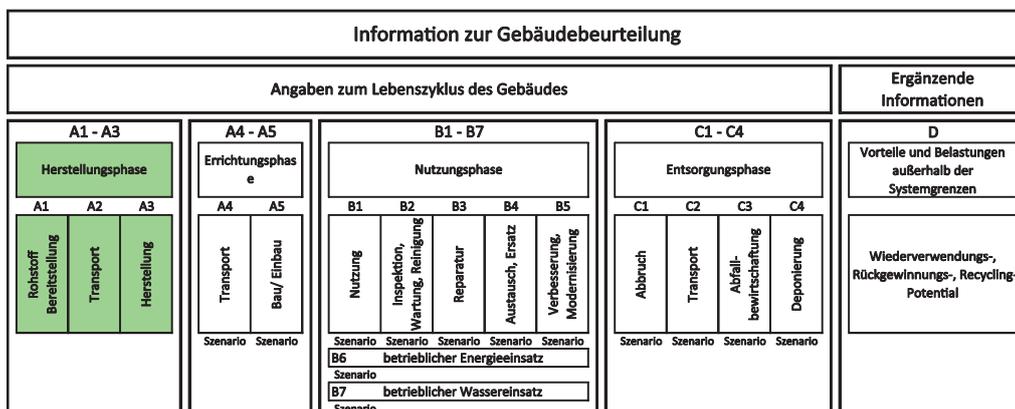


Abb. 11: Phasen des Lebenszyklus und Module für die Beschreibung und Beurteilung des Gebäudes (Methode 2)

Fig. 11: Life cycle stages and modules for the building assessment (Method 2)

4.1.1. Treibhauspotential

Um das Treibhauspotential *GWP* (engl.: Global warming potential) anhand eines Beispiels zu erläutern, werden bei der Herstellung eines Holzbaustoffes zu dem im Holz gespeicherten CO_2 (Minuswert = Gutschrift) die, aus der Herstellung entstandenen Emissionen wie auch die durch den Transport entstandenen Emissionen (Pluswert = Belastung) addiert.

Bei der Entsorgung des Materials (Standardszenario Verbrennung) wird die im Material gespeicherte CO_2 Menge freigesetzt, wobei zu dem gesamten Entsorgungs-*GWP*-Indikator auch die Emissionen der einzelnen Prozesse und der notwendigen Transporte addiert werden. Der *GWP*-Wert der Herstellungsphase kann aus diesen Gründen dem *GWP*-Wert der Entsorgungsphase nicht entsprechen, daher betrifft die CO_2 -Neutralität des Holzes nur die Menge des im Material gespeicherten CO_2 und dessen Freigabe in die Umgebung nach der Verbrennung.

Doch die Entsorgungsprozesse des Holzes verursachen nicht nur Emissionen, sondern tragen auch zur thermischen Verwertung des Materials unter Produktion von Wärme und Strom bei. Das im Rahmen dieser Untersuchung separat ausgewiesene D-Modul (Gutschriften und Belastungen aus der thermischen Verwertung) zeigt das Potential der nachwachsenden Rohstoffe. Durch die Substitution mit fossilen Energieträgern kommt es in dieser Phase zu einer Gutschrift (Minuswert) von CO_2 , daher wird durch die Verbrennung des Holzes an seinem Lebensende ein Anteil an fossilen Energieträgern gespart, welcher im Regelfall zur Herstellung des nicht erneuerbaren Anteils der Wärme- und Strommenge notwendig wäre.

Das Treibhauspotential *GWP* bei der Herstellung und Entsorgung von HLB-Wandelement weist einen um 20% besseren Wert als der Massivbau Stahlbeton (STB) Wand und bei der Mitbetrachtung des Potenzials der thermischen Verwertung (D-Modul) einen ähnlichen Wert wie die Holz-Leichtbau Konstruktion, einen um 90% besseren Wert als die Massivbau Ziegel Wand und einen um 95% besseren Wert als die Massivbau STB Wand auf (Abb. 12).

Abb. 13 zeigt ebenfalls die ökologische Vorteile des entwickelten HLB-Deckenelements gegenüber der Massivbau STB Decke (20% Unterschied und bei der Mitbetrachtung des Potenzials der thermischen Verwertung (D-Modul), verbessert sich die Ökobilanz gegenüber dem STB Massivbau um mehr als 85%).

4.1.2. Primärenergieinput aus nicht erneuerbaren Ressourcen

Der Primärenergieinput aus nicht erneuerbaren Ressourcen *PEI n. e.* wird für folgende Untersuchung dem *PERNT* aus ÖKO-BAUDAT [16] gleichgestellt. Der meiste Verbrauch der Primärenergie bei der Herstellung von einfachen Holzprodukten entsteht bei deren Trocknungsprozess. Obwohl der nicht erneuerbare Anteil durch die Nutzung der Abfallprodukte des Sägeprozesses reduziert werden kann, stellt sich die Frage, ob diese Holzreste nicht bedeutungsvoller, nämlich als Ausgangsstoff anderer Bauprodukte, verwertet werden sollten. Aus diesem Grund wird am ITI bei laufenden Dissertationen [21] auch das Thema eines stärkeren Einbeziehens der natürlichen Trocknung in die Trocknungsprozesse der Holz-Bauprodukte untersucht.

Nach der thermischen Verwertung am Lebensende des Materials zeigt Holz ein enormes Potential (Modul-D) als energetische Quelle, was sich auch beim Vergleich der untersuchten Wand- und Deckenkonstruktionen widerspiegelt.

Der Primärenergieinput nicht erneuerbar Ressourcen *PEI n. e.* bei der Herstellung und Entsorgung des HLB-Wandelements einen ähnlichen Wert wie die Massivbau STB Wand aufweist (Abb. 14). Bei der Mitbetrachtung des Potenzials der thermischen Verwertung (D-Modul) wird der ökologische Wert sogar um 90% besser als der Wert von Holz-Leichtbau-Konstruktion,

welche ohne der Betrachtung des D-Moduls einen, um 60% besseren Wert als die HLB-Wand aufweist.

Bei der Herstellung und Entsorgung des entwickelten HLB Deckenelementes wird um 20% weniger *PEI n. e.* benötigt als bei der Herstellung einer Massivbau STB Decke (Abb. 15). Bei der Mitbetrachtung des Potentials der thermischen Verwertung (D-Modul) wird der ökologische Wert um mehr als 90% besser als der Wert einer Holz-Leichtbau-Konstruktion. Die HLB-Deckenvariante ist die einzige von den untersuchten Varianten, welche in Summe der Herstellungs- und Entsorgungsmodule zusammen mit dem D-Modul eine deutliche Gutschrift (Minuswert) von *PEI n. e.* aufweist.

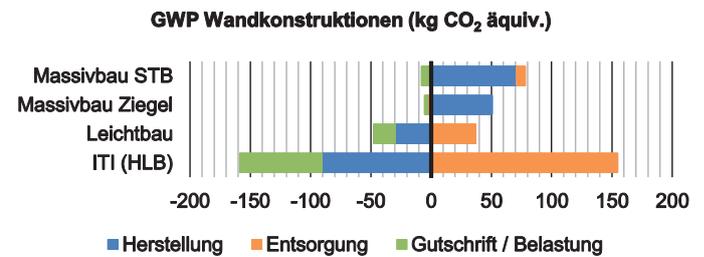


Abb. 12: Treibhauspotential (GWP) von 1 m² Wandkonstruktion

Fig. 12: Global warming potential (GWP) of 1 m² wall construction

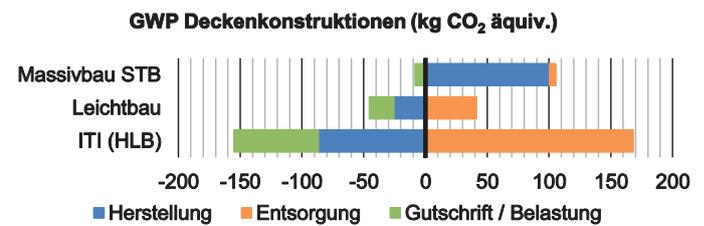


Abb. 13: Treibhauspotential (GWP) von 1 m² Deckenkonstruktion

Fig. 13: Global warming potential (GWP) of 1 m² floor construction

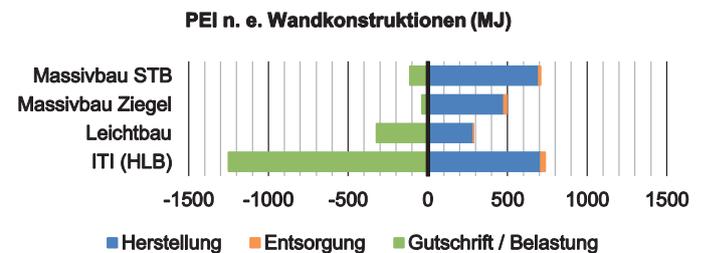


Abb. 14: Primärenergieinput nicht erneuerbar Ressourcen (PEI n. e.) von 1 m² Wandkonstruktionen

Fig. 14: Primary energy input of non-renewable resources (PEI n. e.) of 1 m² wall construction

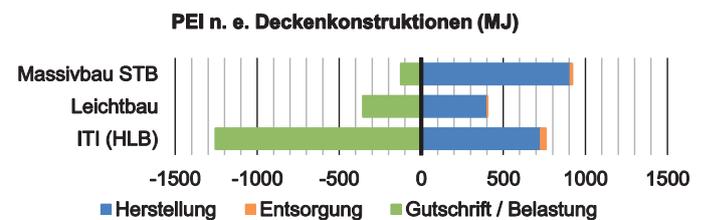


Abb. 15: Primärenergieinput nicht erneuerbar Ressourcen (PEI n. e.) von 1 m² Deckenkonstruktion

Fig. 15: Primary energy input of non-renewable resources (PEI n. e.) of 1 m² floor construction

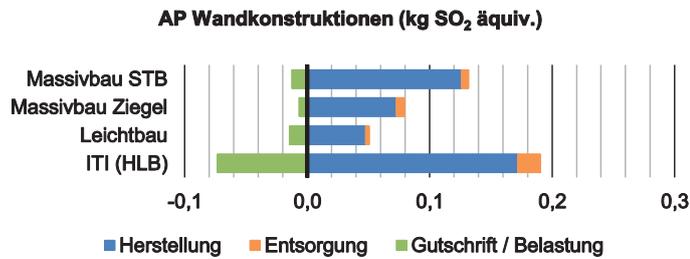


Abb. 16: Versauerungspotential (AP) von 1 m² der untersuchten Wandkonstruktionen

Fig. 16: Acidification potential (AP) of 1 m² wall construction

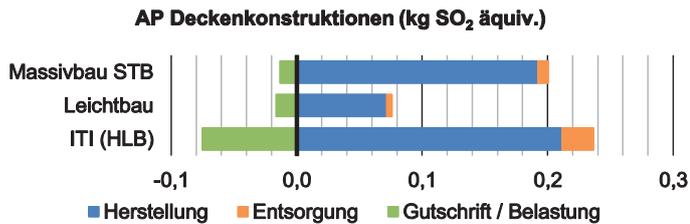


Abb. 17: Versauerungspotential (AP) von 1 m² der untersuchten Deckenkonstruktionen

Fig. 17: Acidification potential (AP) of 1 m² floor construction

4.1.3. Versauerungspotential

Das Versauerungspotenzial AP (engl.: Acidification potential) gibt die Auswirkung versauernder Emissionen an. Versauerung wird hauptsächlich durch die Wechselwirkung von Stickoxid-(NO_x) und Schwefeldioxidgasen (SO₂) mit anderen Bestandteilen der Luft verursacht. Zu den eindeutig zugeordneten Folgen zählt die Versauerung von Seen und Gewässern, welche zu einer Dezimierung der Fischbestände in Zahl und Vielfalt führt [18].

Der Vergleich der untersuchten Wand- und Deckenelemente zeigt, dass die Holzleichtbau-Konstruktion, bezüglich des AP der Herstellung und Entsorgung, die besten ökologischen Wert aufweist. Bei der Mitbetrachtung des Potenzials der thermischen Verwertung (Substitution der fossilen Energieträgern beim D-Modul) erreicht das vom entwickelte HLB-Wandelement einen gering besseren Wert als die Massivbau STB Wand (Abb. 16) und das entwickelte HLB-Deckenelement um 15% besseren Wert als die Massivbau STB Decke (Abb. 17).



Abb. 19: Schichtaufbauten der durchgeführten 4-Punkt-Biegeversuche

Fig. 19: Selected layer structures tested in the 4-point flexure tests

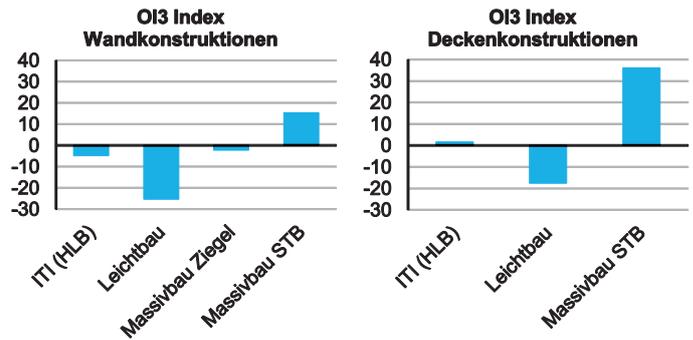


Abb. 18: OI3-Indikator der untersuchten Wandkonstruktionen (links) und Deckenkonstruktionen (rechts)

Fig. 18: OI3-Indicator of wall (left) and floor constructions (right)

4.1.4. OI3-Indikator

Der OI3-Index wurde ursprünglich für die Salzburger Wohnbauförderung im Jahre 2003 entwickelt und fand später Einzug in die Wohnbauförderungsmodelle von mehreren Bundesländern Österreichs. [22]

Bei dieser Ökobilanz werden die Baustoffe stufenkumuliert bis zum Zeitpunkt „Produkt ab Werk“ bilanziert. Somit werden alle vorgelagerten Prozesse bis zum auslieferfertigen Produkt berücksichtigt. [23]

Die ökologische Qualität der Konstruktionen wird nach [18] durch den Ökoindikator OI_{3 KON} in einem Bereich von 0–100 Punkten wiedergegeben. Die ökologisch stark optimierten Konstruktionen weisen Minuspunkte auf. Wie schon in der Beschreibung der Bilanzierungsmethoden erklärt, gehen bei der Betrachtung von 1 m² einer Konstruktion der OI_{PEIne}, der OI_{GWP} und der OI_{AP} jeweils zu einem Drittel in den Ökoindikator OI_{3 KON} ein. Die erreichten Punkte erlauben deswegen nur eine beschränkte qualitative Analyse der Ergebnisse.

Das entwickelte HLB-Wandelement weist Minuswerte des OI3-Indikators auf und erreicht eine bessere Bewertung als beide Massiv-Wandkonstruktionen (Ziegel und STB) (Abb. 18, links). Auch das HLB-Deckenelement weist einen deutlich besseren OI_{3 KON}-Wert als die Massivdecke aus Stahlbeton auf (Abb. 18, rechts).

5. Conclusio

Im Rahmen des laufenden von dem Wissenschaftsfonds FWF – Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung – ge-



förderten Forschungsprojektes „Tragende Massivholzelemente mit mineralisch gebundenen Holzleichtbetonlagen | WooCon (Wood-based concrete: building construction with composite elements of wood-concrete compounds and timber)“ werden tragende Bauteile, die aus Holz und Holzleichtbeton bestehen, entwickelt (Abb. 19).

Neben der verbesserten statischen Tragfähigkeit können diese neuartigen Bauelemente auch wirtschaftliche und ökologische Vorteile (Gewichtsreduktion, Wärme- und Schallsolation, Brandbeständigkeit, Wärmespeicher, Wiederverwendbarkeit in der Strom- und Energiegewinnung) bieten.

Das Forschungsprojekt „WooCon“ zielt darauf ab, Leichtbetonmischungen mit unterschiedlich vorbehandelten Holzbestandteilen zu entwickeln und deren Eignung als tragender Baustoff zu prüfen (z.B. Abb. 19). Die Ergebnisse gehen in einen konzeptionellen Tragwerksentwurf von Decken- und Wandelementen ein und werden mit Versuchen an Verbindern für die einzelnen Komponenten ergänzt.

Mit Hilfe von entwickelten Bemessungsmethoden prognostizieren die Verfasser das Tragverhalten ganzer Bauteile bis zum Bruch und prüfen es in Belastungsversuchen im Großmaßstab (Abb. 19). Aus den Resultaten leiten sie praxisnahe Bemessungsansätze ab. Über weitere Vorversuche und Fallstudien beurteilen sie die weiter zu erwartenden Vorteile, beispielsweise für die Wärmeisolation und -speicherung, für den Brand- und Schallschutz und in Bezug auf die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit.

Die durchgeführten numerischen Simulationen zeigen die Vorteile von HLB-Konstruktionen hinsichtlich der Wärmekapazität sowie der Wärmedämmung. Die HLB-Konstruktionen liegen hinsichtlich der effektiven Wärmekapazität zwischen den Massivbau-Konstruktionen aus Beton und denen aus Hochlochziegeln. Die Langlebigkeit der HLB-Konstruktionen in Betracht auf den Feuchtigkeitsschutz wurde mit hygrothermischen Simulationen untersucht und zeigt hervorragende Ergebnisse.

Der HLB ermöglicht die Nutzung von Nebenprodukten (Abfallprodukten) der Holzindustrie und verbessert so die Ausnutzung der Fertigungskette von Forstprodukten. Die ökologischen Beurteilungskriterien, das relative Treibhauspotential (GWP), auch als CO₂-Äquivalent bekannt, und der Bedarf an nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen (*PEI n. e.*), zeigen die ökologischen Vorteile dieser Bauweise gegenüber konventioneller Stahlbetonbauweise.

Die gewonnenen Erkenntnisse zeigen, dass der konstruktive Holzleichtbeton eine Reihe interessanter Optionen vor allem im Bereich des ressourcenschonenden Bauens aufweist. Der Einsatz der Wand- und Deckensysteme in HLB-Verbundweise mit geringem Gewicht ist sowohl bei der Althausanierung „Versteifung von bestehenden Bauten“ als auch beim mehrgeschossigen Neubau, realisierbar. Bauteile in HLB-Verbundbauweise können durch ihre besseren ökologischen Eigenschaften einen positiven Beitrag zur Erreichung der umwelt-, energie- und klimapolitischen Ziele liefern.

Danksagung

Dieser Fachaufsatz entstand im Rahmen der geförderten Forschungskoooperation des ITI/TU Wien und der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (CEA-FR) der Fachhochschule Westschweiz (HES-SO).

An dieser Stelle wird dem Wissenschaftsfonds FWF (www.fwf.ac.at, Projektnummer I 2196-N30), dem Schweizerischen Nationalfonds (www.nrp66.ch, Projektnummer 406640_136918/1) sowie der TU Wien und HES-SO für die finanzielle Unterstützung, ebenso den Industriepartnern ERNE AG und VIAL SA für ihre Unterstützung, die Kompetenz in der konzeptionellen Gestaltung und die Bereitstellung von Versuchsmaterial gedankt.

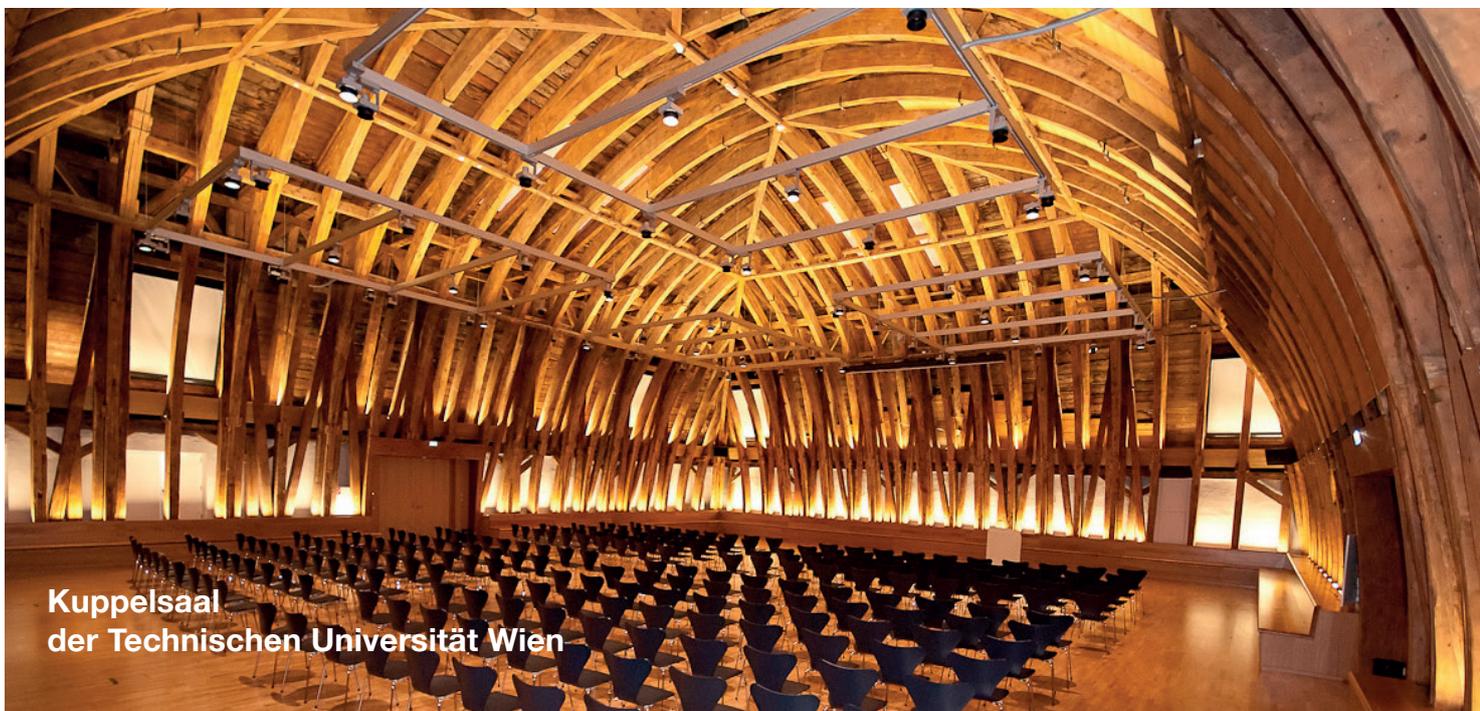
Literatur

- [1] Parlament der Republik Österreich, „Bericht des Unterausschusses über die Regierungsvorlage (1193 und Zu 1193 der Beilagen): Übereinkommen von Paris,“ Parlamentsdirektion, Wien, 2016.
- [2] Alireza Fadai & Wolfgang Winter, „Ressourceneffiziente Konstruktionen in Holzleichtbeton-Verbundbauweise,“ Bautechnik 91, pp. 753-763, 10 2014.
- [3] Alireza Fadai, Christoph Radlherr, Sepehr Setoodeh Jahromy, Wolfgang Winter, „Multifunctional composite wall elements for multistory buildings made of timber and wood-based lightweight concrete“ in Vortrag: World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016), Vienna; 22.08.2016 – 25.08.2016;“ in “CD-ROM Proceedings of the World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016)“, J. Eberhardsteiner, W. Winter, A. Fadai, M. Pöll (Hrsg.), Vienna, Vienna University of Technology, 2016, ISBN: 978-3-903039-00-1.
- [4] ÖNORM EN 1995-1-1: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, 2015.
- [5] ÖNORM B 1995-1-1: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Nationale Festlegungen, 2015.
- [6] OIB Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz, 2015.
- [7] ÖNORM B 6022: Dämmstoffe für den Wärme- und/oder Schallschutz im Hochbau – Holzspan-Dämmplatten WS, WSD und Holzspan-Mehrschicht-Dämmplatten WS-C, WSD-C, 2009.
- [8] ÖNORM EN ISO 8990: Wärmeschutz – Bestimmung der Wärmedurchgangseigenschaften im stationären Zustand – Verfahren mit dem kalibrierten und dem regelten Heizkasten (ISO 8990:1994), 1996.
- [9] „VELOX Werk GesmbH,“ Juni 2015. [Online]. Available: <http://www.velox.at>.
- [10] ÖNORM EN 13786: Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen – Dynamisch-thermische Kenngrößen – Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13786:2015), 2009.
- [11] ÖNORM B 8110-3: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung, 2012.
- [12] ÖNORM B 8110-2: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz – Formblatt für die Temperatur- und Wasserdampfdiffusions-Berechnung, 2010.
- [13] DIN EN ISO 13788: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren (ISO 13788:2012), 2013.
- [14] K. Kreč, „Büro für Bauphysik,“ [Online]. Available: <http://www.krec.at/index.php?id=10>. [Zugriff am 15.06.2015].
- [15] Alireza Fadai, Andrea Borska, Wolfgang Winter, „Wood lightweight concrete composites structural elements: ecological impact“ in Vortrag: World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016), Vienna; 22.08.2016 – 25.08.2016;“ in “CD-ROM Proceedings of the World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016)“, J. Eberhardsteiner, W. Winter, A. Fadai, M. Pöll (Hrsg.), Vienna, Vienna University of Technology, 2016, ISBN: 978-3-903039-00-1.
- [16] BMUB-Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, ÖKOBAUDAT, 2016.
- [17] ÖNORM EN 15804: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, Wien: Austrian Standards, 2014.
- [18] IBO-Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, OI3-Indikator – Leitfaden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude, Wien, 2016.
- [19] IBO-Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, „Berechnung der Ökologischen Kennzahlen für die Holzspanplatten zementgebunden,“ Wien, 2007.
- [20] IBU-Institut Bauen und Umwelt e.V., „Umwelt-Produktdeklaration: climo-wool Glaswolle (EPD-SDT-2012112-D),“ Berlin, 2012.
- [21] A. Borska, Optimierung des ökologischen Fußabdruckes von kleinvolumigen ressourceneffizienten Holzbauten – Schwerpunkt graue Energie, Wien, in Bearbeitung.
- [22] IBO-Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, Der OI3-Index, Wien, 2006.
- [23] IBO, „www.ibo.at,“ [Online]. Available: <http://www.ibo.at/de/oekokennzahlen.html>. [Zugriff am 25.01.2017].

Associate Professor Dipl.-Ing. Dr. Alireza Fadai
 Univ.-Prof. DDipl.-Ing. Wolfgang Winter
 Dipl.-Ing.(FH) Dipl.-Ing. Dr. Joachim Nathanael Nackler
 Dipl.-Ing. Andrea Borska
 Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau
 Technische Universität Wien,
 Karlsplatz 13/259-2, 1040 Wien
 +43-1-58801-25424
 fadai@iti.tuwien.ac.at



BAUEN MIT HOLZ



Kuppelsaal
der Technischen Universität Wien

Inhalt / Contents

	Seite		Seite
Editorial	1	G. Kandler, M. Lukacevic und J. Füssl, Wien: Ein Algorithmus zur Rekonstruktion von 3D Astgeometrien und die Einbettung dieser Information in stochastische Konzepte für Brettschichtholz <i>From the knot morphology of individual timber boards to the mechanical properties of glued laminated timber</i>	
H. Brandl und P. Reichel, Wien: 100 Jahre Ingenieurgesetz 1917–2017 <i>100 Years Engineers' Law 1917–2017</i>			
Mit 5 Abbildungen	5	Mit 12 Abbildungen	105
H. Brandl, Wien: Der Ingenieur in der Gesellschaft – Was zeichnet die Ingenieure aus, die Europa braucht? <i>The Engineer in Society – What skills should engineers have that Europe needs?</i>		T. Moosbrugger, Kiens (I), H. Krenn, Teufenbach-Katsch und T. Bogensperger, Graz: Kippen wandartiger Bauteile aus Brettspertholz mit drehelastischer Stabendquerschnittsbettung <i>Lateral torsional stability of cross laminated timber beams with flexible restraint ends</i>	
Mit 5 Abbildungen	11	Mit 8 Abbildungen und 1 Tabelle	115
M. Lukacevic, J. Füssl und J. Eberhardsteiner, Wien: Eine numerische Methode zur Beschreibung von Holzversagen – von der Holzzelle bis zu Holzprodukten <i>A numerical approach to describe failure of wood – from the wood cell level up to wood-based products</i>		R. Maderebner, G. Stecher und M. Flach, Innsbruck: Einfach gekrümmte Brettspertholz-Elemente <i>Simply curved CLT-elements</i>	
Mit 9 Abbildungen	17	Mit 15 Abbildungen und 2 Tabellen	123
T. K. Bader, Växjö (SE), M. Schweigler, G. Hochreiner und J. Eberhardsteiner, Wien: Ingenieurmodelle für die Strukturmodellierung und Nachweisführung von stiftförmigen Verbindungen im Holzbau <i>Engineering models for the structural design and verification of dowel-type connections in timber structures</i>		G. Jeitler, Sachsenburg, W. Steiner, Spittal/D. und M. Augustin, Graz: BBV – Brettspertholz-Beton-Verbund – Ermittlung der mechanischen Eigenschaften <i>CCC – CLT-Concrete-Composite – Determination of mechanical Properties</i>	
Mit 8 Abbildungen und 1 Tabelle	25	Mit 12 Abbildungen und 2 Tabellen	131
W. Winter, K. Tavoussi, F. Riola-Parada und A. Bradley, Wien: Holz-Stahl-Hybridträger für mehrgeschossige Gebäude: Endbericht <i>Timber-steel hybrid beams for multi-storey buildings: Final report</i>		G. Jeitler, Sachsenburg und M. Augustin, Graz: Mechanische Eigenschaften und Pilotprojekte aus Birke BSH&BSP <i>Mechanical Properties and Pilot Projects of Birch GLT&CLT</i>	
Mit 12 Abbildungen und 16 Tabellen	35	Mit 12 Abbildungen und 9 Tabellen	141
A. Fadai, M. Rinnhofer, W. Winter, Wien: Holz-Glas-Verbundkonstruktionen: Entwicklung und Anwendung <i>Load bearing timber-glass components: Development and application</i>		St. Zöllig, Thun, A. Frangi, Zürich, St. Franke, Biel und M. Muster, Zürich (CH): Timber Structures 3.0 – Neue Technologien für mehrachsige, schlanke Hochleistungs-Holzstrukturen <i>Timber Structures 3.0 – New Technology for multi-axial, slim high performance Timber Structures</i>	
Mit 16 Abbildungen und 1 Tabelle	45	Mit 27 Abbildungen und 3 Tabellen	149
A. Fadai, W. Winter, J. N. Nackler und A. Borska, Wien: Entwicklung von Holzleichtbeton-Verbundkonstruktionen <i>Development of Wood Lightweight Concrete Composite</i>		A. Petutschnigg, M. Barbu, E. Tudor, G. Berger, G. Tondi und G. Kain, Kuchl: Neue Baumaterialien für nachhaltige Konstruktionen <i>New building materials for sustainable constructions</i>	
Mit 19 Abbildungen und 6 Tabellen	57	Mit 6 Abbildungen	159
R. Woschitz und J. Zotter, Wien: Holzhochhaus HoHo Wien – Das Tragwerkskonzept <i>High-rise Timber Building HoHo Vienna – The structural Concept</i>		W. Billensteiner, Markersdorf: Entwicklung eines Bemessungsverfahrens für Dachscheiben aus großformatigen Dachelementen <i>Development of a calculation method for roof diaphragms made of large-sized roof panels</i>	
Mit 11 Abbildungen	69	Mit 23 Abbildungen	165
A. Teisinger, Wien/Tulln: Möglichkeiten und Grenzen von Holz im Bauwesen <i>Opportunities and limits of timber in construction</i>		H. Kaufmann, Schwarzach/München (D): Struktur und Konstruktionsprinzipien moderner Holzbauten <i>Structure and constructive principles of modern timber buildings</i>	
Mit 7 Abbildungen und 1 Tabelle	75	Mit 7 Abbildungen	175
G. Hochreiner, G. Styhler-Aydın, Wien und G. Eßer, Krems: Neue Methoden des Ingenieur-Holzbaues im Kontext historischer Holzkonstruktionen <i>Modern Timber Engineering Methods in the Context of Historical Timber Structures</i>		R. Abrahamsen, Moelv (N): Mjostårnet – Construction of an 81 m tall timber building <i>Mjostarnet – Die Errichtung eines 81 m hohen Gebäudes aus Holz</i>	
Mit 14 Abbildungen	83	Mit 14 Abbildungen	181
Ch. Huber und K. Deix, Wien: Verstärkung von Holzbalken mit Aramid- und Betonstahlstäben <i>Reinforcement of timber beams with aramid and concrete steel bars</i>		B. Nusser und P. Pirch, Wien: Das Akustik Center Austria – von der Planungsphase zur Umsetzung <i>Akustik Center Austria – from planning stage to realization</i>	
Mit 13 Abbildungen und 2 Tabellen	95	Mit 11 Abbildungen	187