

 SpringerWienNewYork

Baukonstruktionen
Band 11

Herausgegeben von
Anton Pech

Anton Pech
Georg Pommer
Johannes Zeininger

Fenster

unter Mitarbeit von
Christian Pöhn
Angelika Zeininger
Michael Chval

SpringerWienNewYork

Dipl.-Ing. Dr. techn. Anton Pech
Dipl.-Ing. Georg Pommer
Dipl.-Ing. Johannes Zeininger
Wien, Österreich

unter Mitarbeit von

Dipl.-Ing. Dr. Christian Pöhn
Dipl.-Ing. Angelika Zeininger
Michael Chval
Wien, Österreich

Der Abdruck der zitierten ÖNORMen erfolgt mit Genehmigung des Österreichischen Normungsinstitutes, Heinestraße 38, 1020 Wien.
Benutzungshinweis: ON Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1020 Wien, Tel. ++43-1-21300-805, Fax ++43-1-21300-818, E-mail: sales@on-norm.at.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

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

© 2005 Springer-Verlag/Wien
Printed in Austria

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 dürften. Produkthaftung: Sämtliche Angaben in diesem Fachbuch/wissenschaftlichen Werk erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung und Kontrolle ohne Gewähr. Insbesondere Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Eine Haftung der Herausgeber, der Autoren oder des Verlages aus dem Inhalt dieses Werkes ist ausgeschlossen.

Textkonvertierung und Umbruch: Grafik Rödl, 2486 Pottendorf, Österreich
Druck und Bindearbeiten: Druckerei Theiss GmbH, 9431 St. Stefan, Österreich

Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier – TCF
SPIN: 10999905

Mit zahlreichen (teilweise farbigen) Abbildungen

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISSN 1614-1288

ISBN-10 3-211-21500-X SpringerWienNewYork
ISBN-13 978-3-211-21500-5 SpringerWienNewYork

VORWORT ZUR 1. AUFLAGE

Die Fachbuchreihe Baukonstruktionen mit ihren 17 Basisbänden stellt eine Zusammenfassung des derzeitigen technischen Wissens bei der Errichtung von Bauwerken des Hochbaues dar. Es wird versucht, mit einfachen Zusammenhängen oft komplexe Bereiche des Bauwesens zu erläutern und mit zahlreichen Plänen, Skizzen und Bildern zu veranschaulichen. Dieser Band behandelt den Bauteil „Fenster“ als Öffnung in der Wand. Ausgehend von einer architektonischen Betrachtung wird ein struktureller Überblick der gebräuchlichen Fenstertypen gegeben. Das Fenster wird systematisch nach seinen Bauelementen, konstruktiv, normativ und bauphysikalisch betrachtet. Dabei wird versucht, der technologischen Entwicklung Rechnung tragend, die Vielzahl an modernen Fensterkonstruktionen und deren Baukörperanschlüssen in eine Genealogie des Fensters einzureihen.



Fachbuchreihe **BAUKONSTRUKTIONEN**



Band 1: Bauphysik



Band 2: Tragwerke



Band 3: Gründungen



Band 4: Wände



Band 5: Decken



Band 6: Keller



Band 7: Dachstühle



Band 8: Steildach



Band 9: Flachdach



Band 10: Treppen / Stiegen



Band 11: Fenster

- ▶ Grundlagen
- ▶ Typenentwicklung
- ▶ Funktionen und Anforderungen
- ▶ Verglasungs- und Beschlagstechnik
- ▶ Baukörperanschlüsse



Band 12: Türen und Tore



Band 13: Fassaden



Band 14: Fußböden



Band 15: Heizung und Kühlung



Band 16: Lüftung und Sanitär



Band 17: Elektro- und Regeltechnik

INHALTSVERZEICHNIS

110.1	Grundlagen	1
110.1.1	Die Öffnung in der Fassade	1
110.1.1.1	Fenster – Wand	2
110.1.1.2	Das Fenster in der Moderne	2
110.1.2	Fenstertypen im Kontext des Entwurfs	5
110.1.2.1	Das Lochfenster	5
110.1.2.2	Das Bandfenster	6
110.1.2.3	Das Fenster als Schlitz	8
110.1.2.4	Das Fenster als transparente Wand	8
110.1.2.5	Das Fenster in der nachhaltigen Planung	9
110.1.3	Das Bauelement Fenster	10
110.1.3.1	Die Lage des Fensters in der Leibung	10
110.1.3.2	Der Anschlag des Fensters	14
110.1.3.3	Der Einbau des Fensters	16
110.1.4	Terminologie	18
110.1.5	Abmessungen	20
110.1.6	Vorschriften	21
110.2	Typenentwicklung	25
110.2.1	Fenstertypen, Öffnungsarten	25
110.2.1.1	Drehflügel Fenster	25
110.2.1.2	Stulpfenster	26
110.2.1.3	Dreiflügeliges Fenster ohne Pfosten	26
110.2.1.4	Drehkipfenster	26
110.2.1.5	Schiebefenster	26
110.2.1.6	Schwingflügel Fenster	27
110.2.1.7	Wendefenster	27
110.2.1.8	Fenstertüren	27
110.2.1.9	Hebedrehtüren	27
110.2.1.10	Kipp-Schiebe-Elementfenster	28
110.2.2	Konstruktionen	28
110.2.2.1	Falzausbildungen	28
110.2.2.2	Fenster mit Einfachverglasung	29
110.2.2.3	Kastenfenster	30
110.2.2.4	Verbundfenster	31
110.2.2.5	Fenster mit Isolierverglasung	31
110.2.2.6	Dachflächenfenster	31
110.2.3	Materialien	32
110.2.3.1	Holz und Holzwerkstoffe	32
110.2.3.2	Aluminium	40
110.2.3.3	Holz-Aluminiumprofile	41
110.2.3.4	Kunststoff	43
110.2.3.5	Stahl	46
110.2.3.6	Holz-Kunststoff	47
110.2.3.7	Kunststoff-Aluminium	47
110.2.3.8	Verbundwerkstoffe	48
110.2.3.9	Hochwärmegedämmte Profile	49
110.3	Funktionen und Anforderungen	55
110.3.1	Widerstandsfähigkeit bei Windwirkung	55

110.3.2	Luft- und Schlagregendichtheit	57
110.3.3	Licht- und strahlungstechnische Eigenschaften	62
110.3.3.1	Doppelscheiben- und Isolierglaseffekt	62
110.3.3.2	Beschichtungstechnologie	63
110.3.4	Belichtung	64
110.3.5	Sonnen- und Blendschutz	65
110.3.5.1	Sonnenschutz	65
110.3.5.2	Markisen	70
110.3.5.3	Rollladen	70
110.3.5.4	Lamellen- oder Raffstore (Jalousien)	71
110.3.5.5	Fensterläden	72
110.3.5.6	Blendschutz	72
110.3.5.7	Lichtlenksystem mittels Lamellen	73
110.3.6	Bauphysik	75
110.3.6.1	Wärmeschutz	75
110.3.6.2	Schallschutz	83
110.3.6.3	Brandschutz	88
110.3.6.4	Feuchtigkeitsschutz	88
110.3.7	Statik	91
110.3.7.1	Mechanische Beanspruchung	92
110.3.7.2	Festigkeit	92
110.3.7.3	Bedienkräfte	93
110.3.8	Sonderfunktionen	94
110.3.8.1	Lawinenschutzfenster	94
110.3.8.2	Schusssicherheit	95
110.3.8.3	Selbstreinigung	96
110.4	Verglasungs- und Beschlagstechnik	105
110.4.1	Glasarten	105
110.4.1.1	Mehrscheiben-Isolierglas	109
110.4.1.2	Zweifach-Isolierglas mit Wärmedämmbeschichtung	110
110.4.1.3	Dreifach-Isolierglas	110
110.4.1.4	Drahtglas	110
110.4.1.5	Einscheibensicherheitsglas „ESG“	111
110.4.1.6	Emailliertes Glas	111
110.4.1.7	Verbundsicherheitsglas „VSG“	112
110.4.1.8	Teilvorgespanntes Glas „TVG“	113
110.4.1.9	Brandschutzglas der Feuerwiderstandsklasse „G“	113
110.4.2	Glaseinbau	114
110.4.3	Glasstatik	116
110.4.3.1	Senkrechte Verglasungen	117
110.4.3.2	Schrägverglasungen	119
110.4.4	Beschläge	121
110.4.4.1	Material für Beschläge	122
110.4.4.2	Einteilung der Beschläge	122
110.4.4.3	Bänder	123
110.4.4.4	Oliven	125
110.4.4.5	Verriegelungen	126
110.4.4.6	Dreh-Kipp-Beschlag	126
110.4.4.7	Kipp-Schiebe-Beschlag	127
110.4.4.8	Dachflächenfenster	128
110.5	Baukörperanschlüsse	135
110.5.1	Befestigungstechnik	136

110.5.1.1	Toleranzen bei der Montage	139
110.5.1.2	Stockmontage	140
110.5.1.3	Blindstockmontage	140
110.5.2	Anschlussfuge Fenster-Wand	141
110.5.2.1	Abdichtungssysteme	143
110.5.2.2	Dämmung der Anschlussfuge	146
110.5.2.3	Fensterbänke	147
	Quellennachweis	149
	Literaturverzeichnis	151
	Sachverzeichnis	155

110.1 GRUNDLAGEN

Fenster sind Elemente der Außenhaut eines Gebäudes, deren primäre Aufgaben in der natürlichen Belichtung bzw. (bei öffenbaren Fenstern) in der Belüftung eines Raumes liegen. In bauphysikalischer Hinsicht stellen sie aufgrund ihrer besonderen Aufgabenstellung Schwachstellen in der Bauwerkshülle dar. Dies erfordert die sorgfältige Ausbildung der Fensterkonstruktion selbst wie auch deren Anschluss an die raumumschließenden Elemente. Zusammengefasst sind folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- Definition der Lage und Proportion in der Wandkonstruktion,
- Auslegung der Belichtung in Abhängigkeit von der Raumnutzung,
- Beständigkeit gegen Witterungsbeanspruchung von außen,
- Beständigkeit gegen Wasserdampfbeanspruchung von innen,
- mechanische Festigkeit zur Aufnahme der Windlast,
- Wärmeschutz,
- Schallschutz,
- Blendschutz,
- Brandschutz.

Moderne Fensterkonstruktionen mit Mehrfachverglasungen sind dabei in der Lage, die teilweise entgegengesetzt gerichteten Forderungen aus großer Belichtungsfläche und hohem Schall- und Wärmeschutz weitgehend zu erfüllen. Sie stellen infolgedessen ein wesentliches Element im bauphysikalisch optimierten Neubau und bei der Revitalisierung der Altbausubstanz dar.

Für die Raumkunst sind Fenster ein wesentliches Gestaltungselement, mit der in der Architektur Außen- und Innenbezug zwischen Räumen hergestellt wird. Der architektonische Entwurf nutzt das Thema Wand – von der einfachen Öffnung bis hin zur transparenten Wand –, um differenzierte Raumstimmungen zu schaffen.

110.1.1 DIE ÖFFNUNG IN DER FASSADE

Die Anordnung der Fenster in den Wänden prägt entscheidend die architektonische Erscheinung des Gebäudes. Sie beeinflussen sowohl die Struktur des Fassadenaufbaus als auch den Raumeindruck der dahinter liegenden Räume. Die Wirkung von Öffnungen ist daher bei der Planung nach beiden Seiten hin zu berücksichtigen.

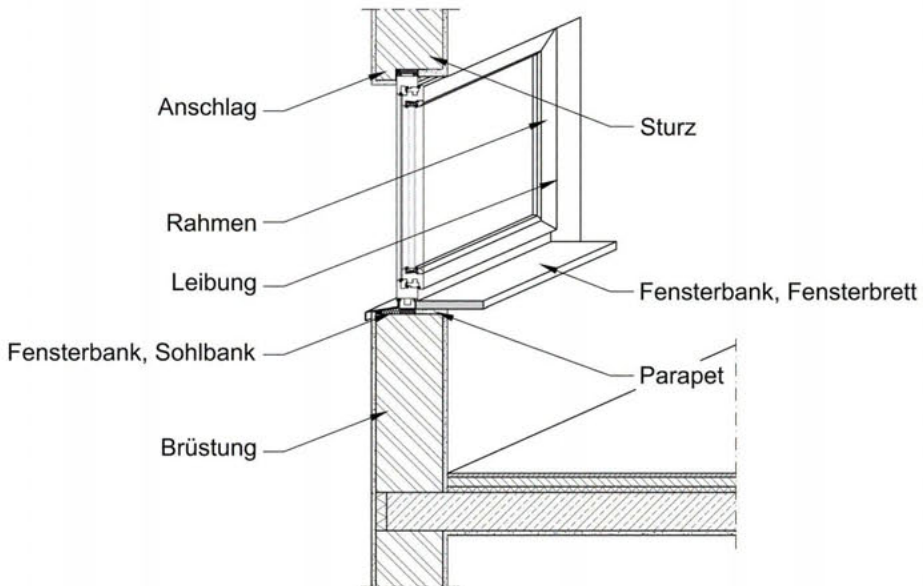
Wesentliche Aspekte für das Fenster als Gestaltungselement sind:

- dessen Lage in der Gebäudeansicht,
- dessen Lage in der Ansicht aus dem Innenraum,
- dessen Lage im Fassadenquerschnitt,
- dessen Abmessungen im Verhältnis zu den Gebäude-/Raummaßen,
- die Unterteilung der Glasfläche,
- die optischen Eigenschaften des Glases (Reflexionsgrad, Färbung etc.),
- die Ansichtsbreiten der Rahmenkonstruktionen,
- die Lage der Glasebene in Bezug zum Fensterprofilschnitt,
- die Ausrüstung mit Zusatzausstattungen für Sonnenschutz, Verdunklung etc.

110.1.1.1 FENSTER – WAND

Aussparungen in Wänden, Decken und Dächern werden als Öffnungen bezeichnet. Öffnungen verbinden Räume, d.h. sie stellen Verbindungen in funktioneller und/oder visueller Hinsicht zwischen ansonst abgeschlossenen Räumen her, Fenster bilden den Abschluss von Öffnungen. Das öffnbare Standardfenster besteht zumindest aus einem Stock- und Flügelrahmen, wovon ersterer in die Öffnung der Wand „angeschlagen“ wird. Mit Anschlag ist damit die Kontaktfläche zwischen Fenster und Bauwerk gemeint. Dieser Anschlag kann unterschiedlich erfolgen. Fensterelement und Leibung „bilden ein konstruktives Junktim“ [38], gemeinsam werden sie konstruktiv und gestalterisch wirksam.

Abbildung 110.1-01: Regelschnittbereiche einer Fensterkonstruktion

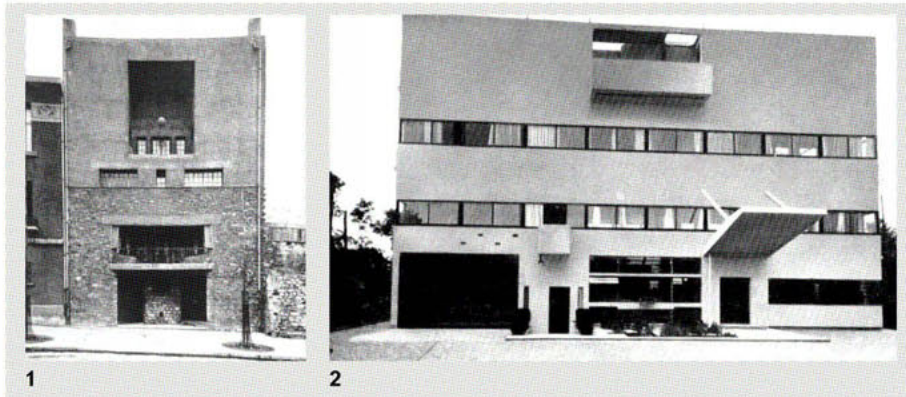


Durch die Gestaltung und Dimensionierung der Fensteröffnung wird das Verhältnis zwischen außen und innen wesentlich definiert. Durch die Wahl des Rahmenmaterials und der Konstruktion sowie der Verglasung werden Aspekte des Sichtbezugs und der Ausleuchtung mit Tageslicht zusätzlich beeinflusst. Im Entwurfskonzept spielt die „Lichtführung“ bei der Raumgestaltung eine wesentliche Rolle. Licht, das direkt oder diffus einstrahlen kann, wird dabei gelenkt, dosiert, gefiltert und/oder reflektierend eingesetzt. Der Leibung und ihrer Ausbildung ist dabei besonderes Augenmerk zu schenken.

110.1.1.2 DAS FENSTER IN DER MODERNE

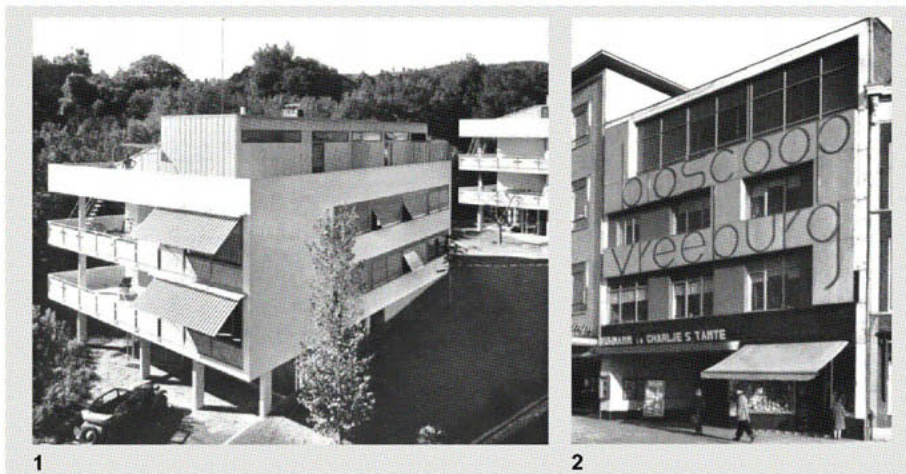
Bis zum 20. Jahrhundert war das traditionelle, vertikal orientierte Fenster für die Öffnungsgestaltung maßgeblich. Konstruktive Randbedingungen wie große Mauerstärken, geringe Spannweiten im Überlagerbereich durch Balken oder Bögen und kleine Glasscheiben haben diesen Typus geformt. Mit dem technologischen Fortschritt und neuen Baumaterialien, allen voran den konstruktiven Möglichkeiten des Eisenbetons wurden, diese Fesseln gesprengt.

Beispiel 110.1-01: (1) Villa Tzara, Paris (FR), Adolf Loos 1926–27 [13]
 (2) Villa Stein de Monzie, Garches (FR), Le Corbusier & Jeanneret 1927 [13]



Mit Beginn der Moderne wurde das Fenster als Grundelement von Architektur einer grundsätzlichen Debatte unterzogen, in der die Ausformung von Öffnungen in der Fassade kontroversiell abhandelt wurden. Le Corbusier, als einer der wichtigsten Neuerer, sah im „Langfenster“, ein von ihm eingeführter Begriff, einen revolutionären Aspekt neuen Bauens. In der Debatte wurden technische Argumente zu den Themen Licht, Luft und Sonne, der Teilung der Funktionen des Fensters in Aussicht, Belichtung und Lüftung, der technischen Innovation bei der Baustruktur, der Materialtechnologie und Konstruktionsweise eingesetzt. Die Wirkung der Fensterform auf den Raumeindruck kann in Fenstertypen strukturiert werden.

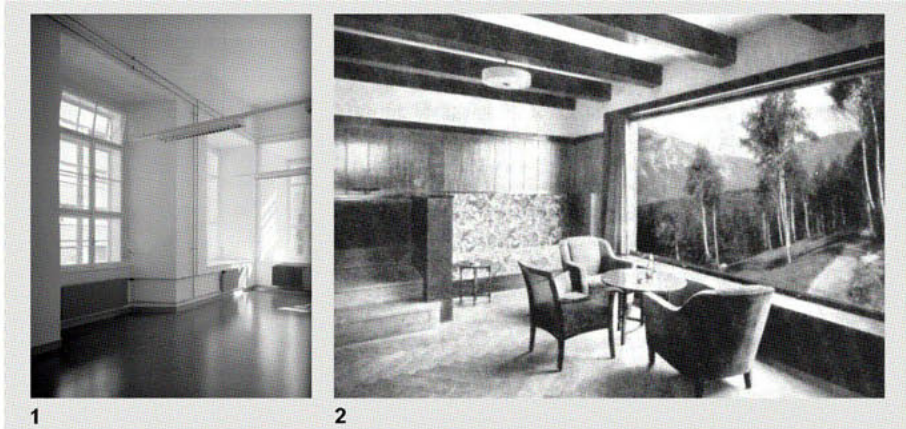
Beispiel 110.1-02: (1) Mehrfamilienhäuser, Zürich (CH), M. Bräuer, A & E Roth 1935–36 [13]
 (2) Bioscoop-Gebäude, Utrecht (NL), Gerrit T. Rietveld 1934–36 [13]



Dem traditionellen Fenster, das ungebrochen über Epochen und Kulturen hinweg als vertikal orientierte Rechtecköffnung Verwendung findet, wird anthropomorphe Affinität zur aufgerichteten Gestalt des Menschen zuerkannt. In der Form des hochgestellten Rechtecks kann ein „harmonischer“ Ausblick in die Außenwelt genommen werden. Basis dieser Empfindung ist ein seit der Renaissance praktizierter Bildaufbau in Vorder-, Mittel- und Hintergrund entsprechend den Gesetzen der Linienperspektive, der Tiefenschärfe für den Betrachter entstehen lässt. Die Fensteröffnung wird als

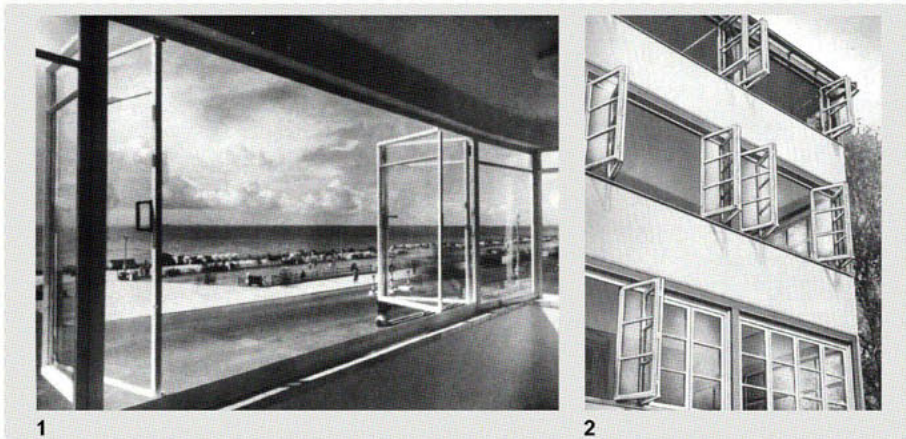
Rahmung eines Guckkastens in die Welt formuliert. Das Außen-/Innenverhältnis ist als Schwelle klar definiert. Aus einer behausten Situation ermöglicht der Blick durch das Fenster eine gesicherte Kontaktaufnahme mit den Objekten draußen in der Tiefe der Außenwelt. Garten, Straße, Personen im Vordergrund, Häuser, Bäume, Natursilhouetten im Mittelgrund und das Firmament im Hintergrund.

Beispiel 110.1-03: (1) Altes AKH, Wien (A), 1884, Umbau 1991–97 [35]
(2) Villa Kuhner, Semmering (A), Adolf Loos 1931 [35]



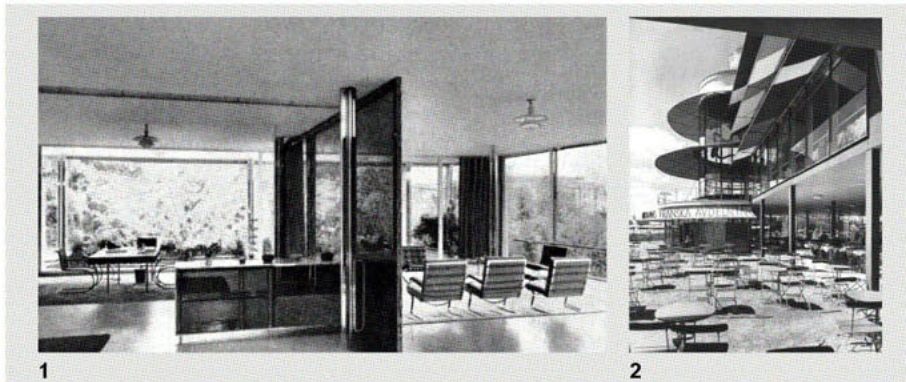
Das Bandfenster (Langfenster), im Idealfall ansatzlos die Gesamtbreite des Innenraums einnehmend, vermittelt dem Betrachter dagegen ein Panoramabild der Außenwelt. In seiner horizontalen schlitzhafte Abwicklung fokussiert es den mittleren Bereich des traditionellen Bildausschnitts und wird durch die Rücknahme der Tiefenschärfe zum flächigen Bildträger der Außenwelt. Ähnliche Tendenzen sind in der Entwicklung der modernen Malerei am Weg zur abstrakten Darstellung festzustellen. Durch den Verzicht auf vedoutenhafte Bildrahmung, auf perspektivgetreuen Bildaufbau und die Rücknahme einer stofflich gerechten Darstellung wird im Bildaufbau der Weg für eine flächenhafte Darstellung einge ebnet.

Beispiel 110.1-04: (1) Miethaus Embassy Court, Brighton (GB), Wells & Coates ~1936 [31]
(2) Kinderheim, Bad Imnau (D), 1952 [31]



Mit der Auflösung ganzer Wände und Fassaden in transparente Hüllen wird die Schwelle weiter zurückgenommen, ohne jedoch den Gegensatz von Außen- und Innenraum zur Gänze auflösen zu können. Die Verschärfung dieser Paradoxie des Fensters als öffnendes, Einlass gebendes und doch zugleich trennendes Objekt steigert die emotionale Aufladung als Architekturelement und macht die Fenstergestaltung zu einem der ausdrucksstärksten Mittel der Architektur.

Beispiel 110.1-05: (1) Haus Tugendhat, Brünn (CZ), Mies van der Rohe 1930 [13]
(2) Stockholmer Ausstellung (S), E. Gunnar Asplund 1930 [13]



110.1.2 FENSTERTYPEN IM KONTEXT DES ENTWURFS

Bei der Gebäudekonzeption nimmt die Fassadengestaltung und damit auch das Konzept der Öffnungen einen wesentlichen Stellenwert ein. Der Außen-/Innenbezug muss auf konstruktiver, energetischer, gestalterischer, belichtungstechnischer und emotioneller Ebene bewältigt werden. Es lassen sich bei der Dimensionierung von Fenstern mehrere Typenlösungen unterscheiden.

110.1.2.1 DAS LOCHFENSTER

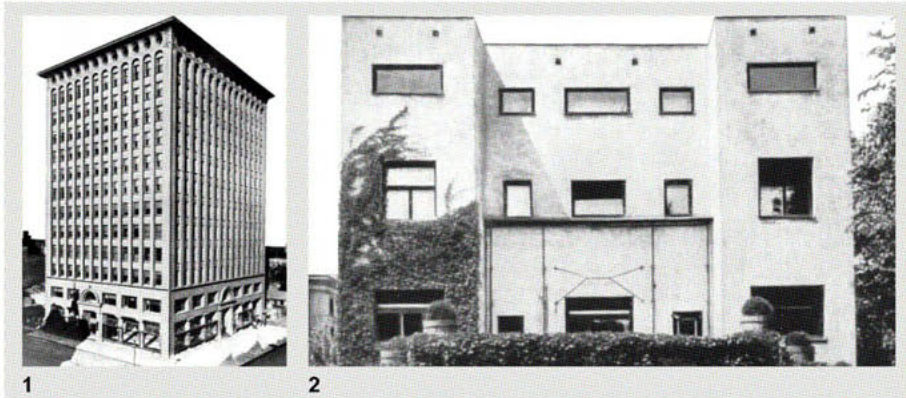
Als traditionelle Form, lange vorwiegend als stehendes Rechteck eingesetzt, sind heute, durch bautechnologischen Fortschritt, auch liegende und freie Formen möglich.

Beispiel 110.1-06: Erweiterung Rathaus, Göteborg (S), E. Gunnar Asplund 1934–37 [13]



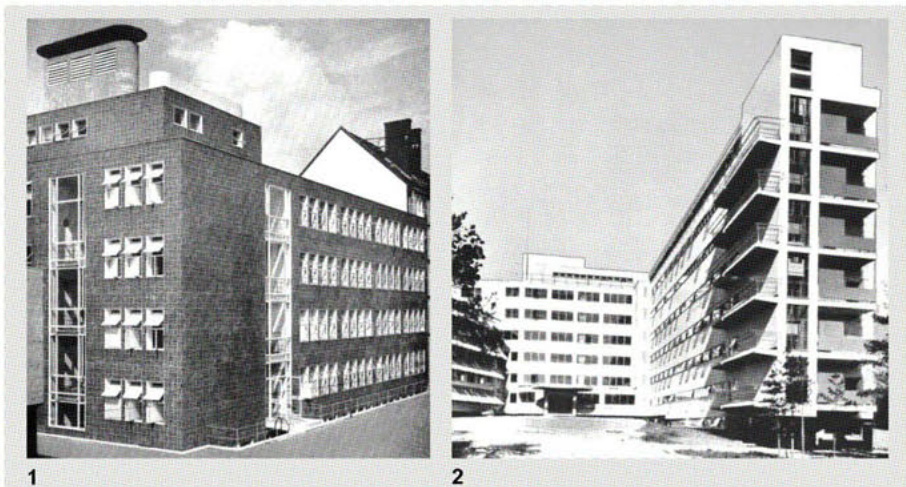
Auf einer ersten Bedeutungsebene ist das Lochfensters als Ergebnis einer „Stanzung“ in der Wand zu sehen. Auf einer zweiten Ebene verweist der Canon der Öffnungswiederholung auf die stilistische und baukulturelle Architekturentwicklung. Auf der Feinebene ist die Art der Stanzung von Bedeutung. Diese wird bestimmt von der Wandstärke, dem Wandaufbau, der Ausbildung der Wandleibung, der Lage der Fensterebene in Bezug auf Fassaden- und Innenwandebene und der Fensterkonstruktion und deren Ausrüstung selbst.

Beispiel 110.1-07: (1) Guaranty Trust Building, Chicago (US), Louis Sullivan 1895 [13]
(2) Haus Steiner, Wien (A), Adolf Loos 1910 [13]



Durch eine serielle Reihung von Lochfenstern (meist bedingt durch eine skeletthafte Auflösung der Wandkonstruktion) wird ein Übergangstypus zum Bandfenster geschaffen, bei dem der Zusammenhalt der Fassadenfläche noch gewahrt bleibt.

Beispiel 110.1-08: (1) Industriebau (D), Egon Eiermann 1938 [31]
(2) Lungensanatorium, Paimio (SF), Alvar Aalto 1929 [13]



110.1.2.2 DAS BANDFENSTER

Durch die Fassade schlitzzartig durchschneidende Bandfenster wird die Auflösung des klassischen tektonischen Aufbaus der Fassadenwand zu Gunsten einer Trennung in