



# Fenster aus Eisen, Stahl und Aluminium

## Äußerst langlebig und dennoch im Bestand gefährdet

*3800 t Gusseisen, 700 t Eisen, 83 600 qm Glas, 330 km Glasrahmen und der vollständige Verzicht auf tragendes Mauerwerk – mit diesen „Zutaten“ war der 1851 in London innerhalb weniger Monate gebaute Kristallpalast das größte jemals hergestellte „Eisenfenster“ der Welt. Weitere, nach dem Vorbild von Gewächshäusern erbaute Glaspaläste in München, Paris und anderen Metropolen folgten. Diese modernen Ausstellungshallen, die nahezu vollständig aus Eisen und Glas erstellt wurden, revolutionierten im 19. Jahrhundert die noch biedermeierliche beziehungsweise historistische Vorstellung vom Bauen. Die damalige Neuheit, die Verwendung von Gusseisen, später dann Eisen und Stahl, für den Fensterbau, hatte Folgen. Bis heute werden von den jährlich 13 Millionen hergestelltenistereinheiten gut 22 Prozent aus Metall gefertigt, vor allem in öffentlichen Gebäuden und Bürohäusern. Hierbei hat das Aluminium den Stahl längst abgelöst und erreicht einen Anteil von über 90 Prozent.*

Hermann Klos

### Die „hölzernen“ Zeiten sind vorbei

Die Zeiten, in denen Fenster ausschließlich aus Holz oder Eisen und Stahl gefertigt wurden, sind endgültig vorüber. Aktuelle Zahlen zur Materialität heutiger Fenster sprechen eine deutliche Sprache. Die Anteile der verschiedenen Rahmenmaterialien sind seit einigen Jahren konstant: Kunststoff liegt bei 58 Prozent, Aluminium unverändert bei fast 20, Holz erreicht nur noch 17 und die Kombination Holz-Metall 3 Prozent. Bis Mitte des 20. Jahrhunderts bestand das übliche Fenster in Wohnge-

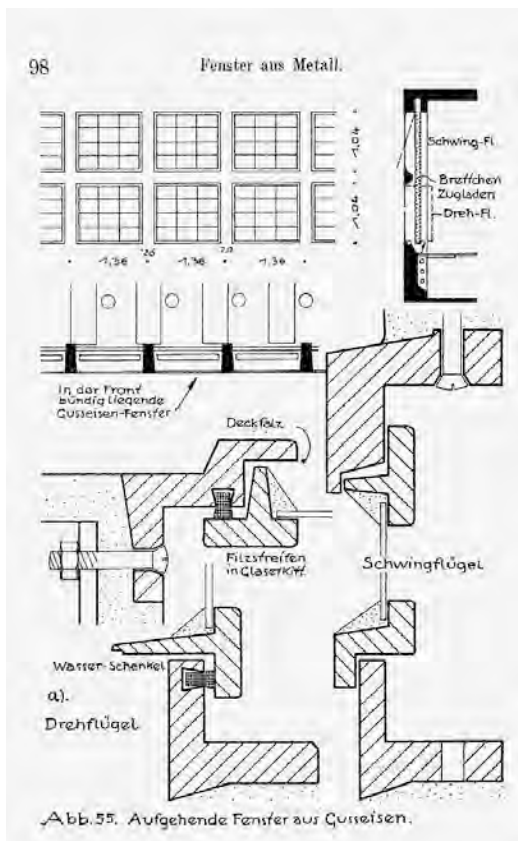
bäuden aus Holz. Für Fenster mit besonderen materiellen, konstruktiven und gestalterischen Ansprüchen bevorzugte man Eisen oder Stahl. Ge- läufig sind uns gusseiserne Dachfenster auf alten Dächern oder die Fenster in ländlichen Gebäuden und Ställen, häufig mit Schwingflügeln zur guten Durchlüftung. Über Jahrzehnte wurden gewerblich und industriell genutzte Bauten überwiegend mit robusten, unverwüstlichen Stahlfenstern verglast. Diese wurden jedoch auch gerne in der anspruchsvollen, hochwertigen oder kommerziellen Architektur verbaut, so zum Beispiel bei Schaufensterfassaden, Treppenhäusern oder Wintergärten. Begeistert waren die Architekten und Bauherren von deren filigranen Gliederungen, die sich selbst bei Fensterelementen mit großen Abmessungen erzielen ließen. Auch die kostengünstige Instandhaltung trug zur Beliebtheit dieser Konstruktionen bei (Abb. 1).

### Mit Gusseisen fing es an

Die Geschichte der Metallfenster beginnt mit dem Gusseisen. Seine Verwendung als Baumaterial geht bis ins frühe Mittelalter zurück. Jedoch erst im Zuge der Industrialisierung konnte Gusseisen wirtschaftlich und in größerer Menge für das Baugewerbe zur Verfügung gestellt werden. Die Kombination von Gusseisen und Glas ermöglichte moderne, bis dahin ungekannte architektonische



1 Wiesbaden, Konrad-Adenauer-Ring. Mehrgeschossiges Treppenhausfenster aus Walzprofilen, filigran und stabil.



Konstruktionen, die vor allem im Nichtwohnbereich – bei Gewächshäusern, Fabriken, öffentlichen Bauten, Bahnhöfen oder Ausstellungshallen – neue Akzente setzten. Überall dort, wo man viel Licht benötigte und glaubte, das Brandrisiko minimieren zu können, kam nun Eisen zum Einsatz. Nach gusseisernen Fenstern mit neogotischem Maßwerk folgten bald fest verglaste Fenster für Fabriken, aber auch bereits standardisierte Eisenfenster mit Öffnungsflügeln für die Alltagsarchitektur, für Dachböden, Scheunen und Ställe. Die Industrielle Revolution führte alsbald zu wahren Quantensprüngen bei der Durchfensterung und Verglasung: Kristallpaläste wurden zu den neuen Ikonen der Glasarchitektur – leider mit begrenzter Lebensdauer. Die meisten dieser Glaspaläste sind schon lange abgebrannt, zerstört oder abgerissen. Auch die hohen Herstellungskosten trugen letztlich dazu bei, dass Fenster aus Guss-eisen nicht zur Massenware wurden (Abb. 2).

Guss- und schmiedeeiserne Fenster verloren mit der Erfindung der Walzentechnik an Relevanz. Die ersten Walzprofile wurden in Deutschland um 1870 in Form von T- oder L-Profilen hergestellt. Mit diesen einfachen Profilen war es möglich, komplette Fenster einschließlich Lüftungsflügeln, so genannten Einsatzflügeln, anzufertigen. Im Laufe weniger Jahre stand bereits eine große Bandbreite an aufwendigen Sonderprofilen für den Fensterbau zur Verfügung, zum Teil angelehnt an gebräuchliche Holzfenster-Profile wie den „Wolfsrachen“ oder den „Quetsch- bzw. S-Falz“. Auch Holz-Metall-Kombinationen ergänzten das Programm. So wurden Eisenprofile zur besseren Däm-

mung mit Holz ausgefüllt. Eisenflügel wurden an eichene Rahmen angeschlagen, wie zum Beispiel bei der Hochschule für Gestaltung in Pforzheim. Holzfenster erhielten eiserne Sprossen, entweder zur Minimierung der Querschnitte oder aus Sicherheitsgründen, wie bei den Fenstern der Psychiatrien in Wiesloch oder Achern. Innerhalb weniger Jahrzehnte entwickelte sich eine große Vielfalt an Profilen. Bereits 1905 war die Herstellung aufwendiger Verbundfensterkonstruktionen mit mehreren Anschlägen und Dichtungsebenen möglich. Bei Fenstern für Wohnräume blieb man jedoch fast ausschließlich bei Holz, Ausnahmen wie die Weißenhofsiedlung bestätigen die Regel. Dem Gestaltungsanspruch der klassischen Moderne konnte das traditionell gefertigte Holzfenster nicht mehr genügen. Zudem kamen Überlegungen zur Serien- und Vorfertigung ins Spiel. Neuartig waren bündig in die Fassade eingesetzte Stahlfenster. Architektonisch und konstruktiv boten Metallkonstruktionen weitaus bessere Gestaltungsmöglichkeiten, sei es bei Geschäftshausfassaden, Treppenhäusern, Wintergärten oder Laubengängen (Abb. 3–5; 6).

### Neuer Fensterwerkstoff Aluminium

In der Zeit des Wiederaufbaus prägten Aluminiumfenster und -türen die typische Architektur der 1950er Jahre und wurden, da technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, in großem Umfang eingesetzt. Aus 4 t Bauxit, 1,3 t Braunkohle und einem Stromaufwand von rund 20000 kWh wird eine Tonne Aluminium gewonnen. Anschließend können daraus im Strangpressverfahren Fensterprofile geformt werden. In Deutschland wird für die Aluminiumherstellung genau so viel Strom verbraucht wie für Kochen und Licht. Diese im Vergleich mit anderen Materialien teuersten Fenster und Türen erfreuen sich vor allem in Nichtwohngebäuden bis heute großer Beliebtheit, in Verwaltungsgebäuden und Schulen genauso wie im Industrie- und Gewerbebau. Grund dafür sind ihre herausragenden Eigenschaften: die sehr hohe Beständigkeit gegen atmosphärische Einflüsse und



2 Walther Wickop: Konstruktionszeichnung für ein gusseisernes Fenster.

3 Julius Hoch: Walzstahlprofile in T- und L-Form zur Herstellung einfacher Festverglasungen mit optimiertem Lichteinfall.

4 Julius Hoch: Aufwendige, kombinierte Walzstahlprofile, nach Vorbild traditioneller Holzfensterprofile geformt.





5 Wiesloch, Psychiatrisches Landeskrankenhaus. Die Sprossierung der Holzfenster bestand aus Sicherheitsgründen aus Stahlprofilen.

6 Mainz, Kleine Frankfurter Straße. Vorgesetzte filigrane Laubenverglasung. In der modernen Architektur nennt man solche Konstruktionen heute Doppelglasfassade.



die gute Stabilität bei minimierbaren Querschnitten. Darüber hinaus amortisiert sich der höhere Anschaffungspreis über die Jahre durch die reduzierten bis kaum notwendigen Instandhaltungsarbeiten.

Die 1959 erschienene Broschüre „Aluminiumfenster“ bietet uns für das Bauen in den 1950er Jahren einen hervorragenden Einblick in die Geschichte und Verwendung dieses Fenstertyps. Alle damals führenden Hersteller werden mit jeweils einem exemplarischen Projekt vorgestellt. Auffällig ist, dass es sich nahezu ausschließlich um öffentliche Gebäude aus den Bereichen Verwaltung und Schule handelt. Auf einen „Fensterverlust“ aus den Reihen der vorgestellten Projekte sei hier verwiesen. Am Rathaus in Stuttgart wurden bei der letzten Instandsetzung 2004 die bauzeitlichen Holz-Alu-Schwingflügel Fenster mit dem Hinweis auf technische Mängel und Funktionsstörungen ausgetauscht und durch neue Fenster ersetzt. Eine bedauerliche Entscheidung, die sich mit dem heutigen Wissen über die hohe Qualität dieser Generation von Nachkriegsfenstern vermutlich nicht wiederholen würde. Bei den am Stuttgarter Rathaus 1953 bis 1956 eingebauten Fenstern handelte es sich um hochwertige Holz-Alufenster der Marke Neuffer-Kreitler, einer Firma, die schon im 19. Jahrhundert die Fenster fürs alte Rathaus gebaut hatte. Vom Hersteller wird in der oben genannten Imagebroschüre hervorgehoben, dass die altbewährten Eigenschaften des Holzfensters uneingeschränkt zur Geltung kommen, während die außenseitige Aluminiumverkleidung die gewünschte ästhetische Wirkung erzeugt und gleichzeitig für lange Oberflächenbeständigkeit sorgt. Das Stuttgarter Rathaus war damals eines der frühesten Beispiele mit dieser neuen Materialkombination, noch dazu in der Sonderform mit Schwingflügeln (Abb. 8).

Aluminium prägt in der Tat durch formschöne Profile mit schmalen, glatten und fein profilierten An-

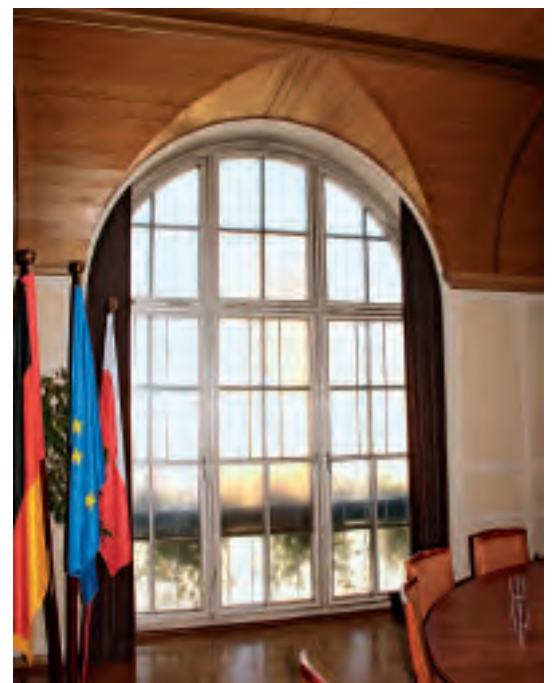
sichtsflächen die Gestaltung der Fenster. Weitere Eigenschaften wie stumpf einschlagende Konstruktionen und geradlinige, scharfkantige und exakte Details tragen zur fortdauernden Beliebtheit bei Bauherren und Gestaltern bei. Bei den denkmalpflegerischen und restauratorischen Anstrengungen um Erhaltung dieser Fenster sollten nicht zuletzt auch ihre ursprünglichen Herstellungskosten angemessen Berücksichtigung finden.

### Die Überlistung der „Dämmschwächen“

Die Wärmeleitfähigkeit (Kennwert für den Wärmetransport in Materialien/Baustoffen) von Aluminium übertrifft diejenige von Holz um mehr als das 1000-Fache. Für die Baupraxis bedeutet dies, dass kaum ein Material schlechtere Dämmeigenschaften besitzt als Aluminium. Da erst in den 1960er Jahren thermisch getrennte Metallprofile entwickelt wurden, lässt sich die erste Generation von Aluminiumfenstern derzeit nur durch den Einsatz einer zweiten Fensterebene energetisch sanieren.

Während die Wärme- und Schallisolierung von Holzfenstern im Laufe von Jahrhunderten durch

7 Winterlingen, Rathaus. Rundbogenfenster im Ratssaal – ein Aluminium-Flachkastenfenster mit aufwendig gestalteter Bleiverglasung.

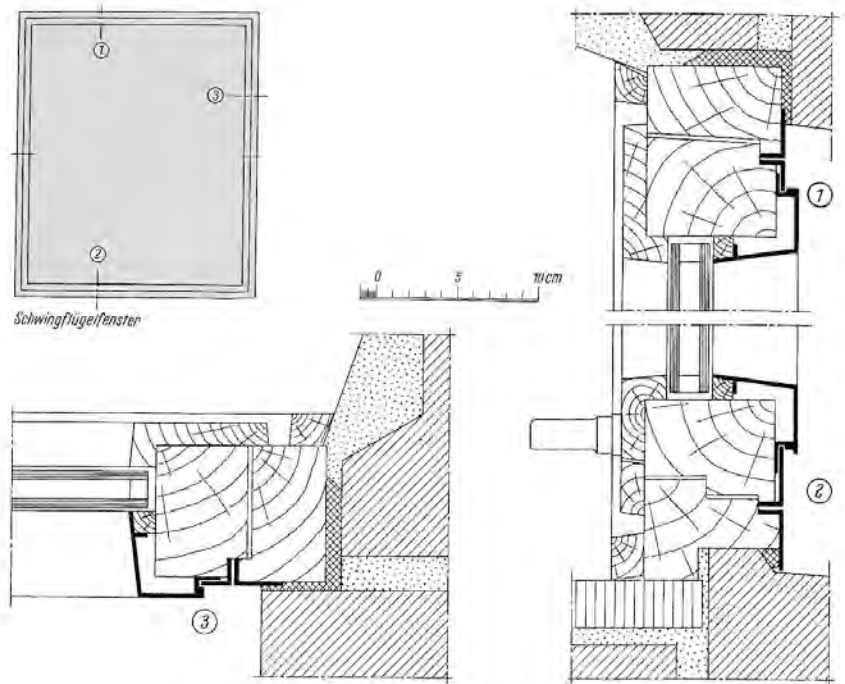


technische Neuerungen wie Mehrfachanschläge, Quetschfälze, Wolfsrachen, Filz- oder später Gumdichtungen immer weiter verbessert wurden, entwickelte sich das Aluminiumfenster innerhalb weniger Jahre zum Hightech-Produkt. Bereits in den 1950er Jahren wurden konstruktive Details entwickelt, um die Dämmeigenschaften von Aluminiumfenstern erheblich zu steigern. Auch der Dichtschluss wurde optimiert. So konstruierte man einen zweifachen, zum Teil dreifachen, metallischen Anschlag und entwickelte einfache oder doppelte Dichtungsebenen mit Gummi- oder Kunststoffanschlägen – beim „System Scholz“ sogar auf drei Ebenen erweitert. Die Profile dieser Aluminiumfenster konnten bereits die modernen Thermopane- oder Cudo-Isolierverglasungen aufnehmen. Rechteckige und gerundete Hohlkammerprofile erzielten selbst bei großen Fensterabmessungen eine ausreichende Formstabilität.

Bald ging man dazu über, die Hohlkammerprofile der Fensterrahmen und -flügel in einem Spezialverfahren mit Kunststoff auszuschäumen. Damit verbesserte sich die Wärme- und Schallisolierung, und auch die Kondensatbildung auf der Rauminnenseite wurde verhindert. Zugleich erhöhte sich die Verwindungssteifigkeit der an sich „weichen“ Aluminiumprofile. Bei Verbundfensterkonstruktionen, so zum Beispiel beim „System Ing. Grill und Großmann“, wurde die Wärmeleitung des Aluminiums durch Kunststoffeinlagen zwischen den Flügeln unterbrochen; ein raffiniert konstruiertes Wandanschlussprofil garantierte Zug- und Schlagregenfreiheit. Viele Hersteller bemühten sich um technische Optimierungen, wie etwa das „System Fiesler“, bei dem die Innenflächen der Rahmen mit Holzleisten abgedeckt wurden, um der Schwitzwasserbildung entgegenzuwirken und eine „handwarme“ Oberfläche zu präsentieren (Abb. 9).

### Stand der Forschung

Wie bei den Holzfenstern gibt es auch bei Eisen- und Stahlfenstern nur wenige Autoren, die sich im 20. Jahrhundert ausgiebiger mit dem Thema beschäftigt haben. Die „Baukunde der Architekten“ (1905) steht Konstruktionen aus Eisenrahmenteilen eher kritisch gegenüber. Das Bauhandbuch weist darauf hin, dass es bei Eisen- und Stahlkonstruktionen temperaturbedingt zu Längen- und Volumenveränderungen kommen kann, die zu großen Undichtigkeiten führen. Daher seien eiserne Fenster nur zu akzeptieren, wenn gleichzeitig die Fugen durch das Einlegen von elastischen Gummischnüren oder geölten Filzstreifen abgedichtet werden. Die hohe Wärmeleitfähigkeit dieser Materialien führe zur verstärkten Kondensatbildung und auf Dauer unweigerlich zu Rostfraß.

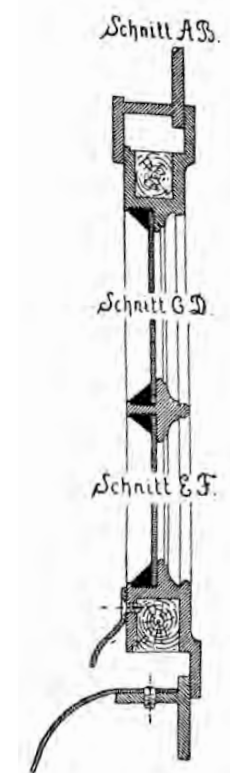


Trotz allem würdigt der Verfasser die Vorteile von Stahlfenstern mit ihrer insgesamt hohen Nutzungserwartung, dem geringen Pflege- und Instandhaltungsaufwand und begrüßt die Möglichkeit der schmalen Profilausbildung. Auch erhalten die Architekten Hinweise auf eine Sonderkonstruktion, die ebenfalls am Bau der Hochschule für Gestaltung in Pforzheim ausgeführt ist. Es handelt sich um kombinierte Holz-Eisenfenster: die Rahmen aus Holz, Sprossen und Flügel aus Walzprofilen (Abb. 10).

Walther Wickop (1935/1955) empfiehlt gusseiserne Fenster vor allem für Industriebauten und landwirtschaftliche Gebäude und betont, dass sie aufgrund ihrer Gusshaut deutlich weniger rosten als Fenster aus Schmiedestahl. Gusseisen ist zwar formsteif, jedoch wegen seiner geringen Elastizität weniger belastbar, da das Material als spröde einzustufen ist. Bei Gussfenstern handelt es sich in der Regel um normierte, in Gießereien vorgefertigte Bauteile, die nach Katalog ausgewählt und bestellt werden können. Aber auch zum schmiedeeisernen Fenster äußert er sich positiv, weist jedoch auf die hohe Anfälligkeit für Rostfraß hin. Vor allem durch die damals hohe Entwicklung der Walztechnik werden Profile in bester Qualität hergestellt, sodass nun auch eiserne Fenster den Holzfenstern Konkurrenz machen können. Nach Wickops Einschätzung ist der Wärmedurchgang bei eisernen Fenstern nur 14 Prozent ungünstiger als bei Holzfenstern. Als einziger der namhaften Autoren zu Metallfenstern beschreibt er eine besondere Schutzummantelung für Holzfenster mit einem Metallüberzug aus verzinktem Stahl- oder Bronzeblech. Er empfiehlt diese Bauart vor allem für den Einsatz in besonders nässebelasteten Gebäuden wie Schlachthöfen, Wäschereien oder Ba-

8 Stuttgart, Neues Rathaus. Konstruktionszeichnung der bauzeitlichen Holz-Aluminium-Fenster von 1956 in der Ausführung als Schwingflügel-fenster.

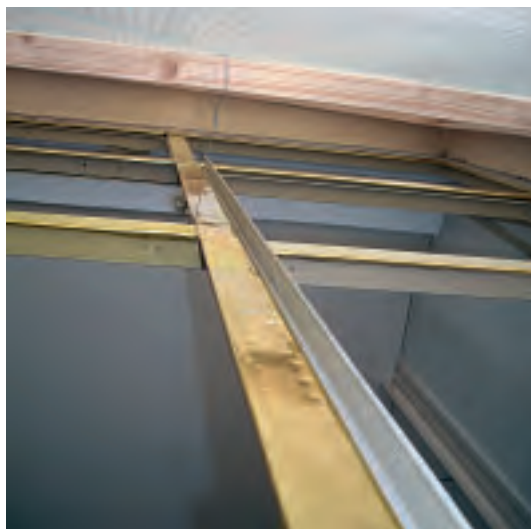
9 Julius Hoch: Beispiel eines Fensters aus hohlen Walzstahlprofilen, zur besseren Wärmedämmung mit einer Holzeinlage ausgefüllt.





10 Pforzheim, Hochschule für Gestaltung. Detail eines bauzeitlichen Metallfensters in einem Eichenrahmen mit Ablaufröhrchen für raumseitiges Kondenswasser.

11 Pforzheim, Hochschule für Gestaltung. Die Fensterprofile aus Walzstahl wurden bauzeitlich mit einem Bronzeblech ummantelt. In der „Goldstadt“ Pforzheim hatte dies auch symbolische Bedeutung.



## Glossar

### Strangpressen

Industrielles Umformverfahren für alle Metalle, insbesondere jedoch für Aluminium, zum Herstellen unterschiedlich und auch kompliziert geformter Profile, Rohre oder Stäbe; das Rohmaterial wird auf Umformtemperatur erhitzt und unter dem Druck eines Stempels durch eine Matrize mit der gewünschten Profilform gepresst (ähnlich der Herstellung weihnachtlichen Spritzgebäcks).

### Walzen von Stahl

Die Umformung von Rohstahl zwischen zwei oder mehreren rotierenden Walzen; beim kraftsparenden Warmwalzen hat das Walzgut Stahl eine Temperatur von über 700 °C, sonst spricht man vom Kaltwalzen; die Erfindung des Walzens erleichterte gegenüber dem Hämmern und Schmieden die industrielle und später automatisierte Massenherstellung von Stahlprofilen, Platten oder Blechen.

deanstalten. Man könnte von den Vorläufern der ab den 1950er Jahren gebauten Holz-Alu-Fenster sprechen. Eine wenn auch bisher nur singulär bekannte, vergleichbare Konstruktion zeigen die mit Bronzeblech ummantelten bauzeitlichen Fenster an der schon wiederholt genannten Hochschule in der „Goldstadt“ Pforzheim (Abb. 11).

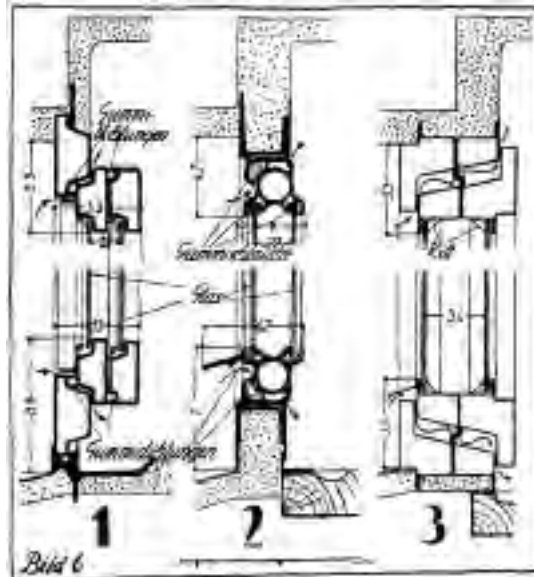
Cornelius Esser (1935) behandelt in seiner Dissertation unter anderem die Sonderkonstruktion der ab 1890 hergestellten Blechfenster. Erhaltene Exemplare gibt es heute jedoch keine mehr, denn die dünnwandigen Bleche begannen häufig schon nach wenigen Jahren zu rosten und wurden bald nicht mehr gefertigt. Im Jahr 1908 wurde die Verwendung von Blechfenstern an Bauten des Militärs und der Eisenbahn von der zuständigen Baubehörde sogar verboten. Konkret weist Esser in seinem Plädoyer für das Stahlfenster darauf hin, dass es eine bis zu 30 Prozent bessere Lichtausbeute habe. Bezüglich der Winddichtigkeit „der damals neuen“ Stahlfenster aus Spezialprofilen verweist er auf Vorschriften des Verbandes für die Zentralheizungsindustrie und ordnet diesen Fenstertyp der Kategorie „Fenster mit abgedichteten Fugen“ zu. Ansonsten beruft er sich im Wesentlichen auf seine

Autorenkollegen und bestätigt insbesondere deren Ergebnisse zur Dichtigkeit von Stahlfenstern. Mit seiner Dissertation legt Hermann Rupprecht Dürr (1940) die umfassendste und detaillierteste Darstellung zum Stahlfenster vor. Angefangen bei der geschichtlichen Entwicklung des Stahlfensters über material- und konstruktionstechnologische Gesichtspunkte liefert er eine genaue Betrachtung und Bewertung der Funktionalität von Stahlfenstern für Bauwirtschaft und Architektur. Bezüglich der Funktionswerte ergeben die von Dürr selbst durchgeführten Untersuchungsreihen, dass bei Stahlverbund- und Stahldoppelfenstern der auf die Fugendurchlässigkeit entfallene Anteil am Gesamtwärmeverlust nur 15 Prozent beträgt. Beim Holzverbundfenster berechnet er einen deutlich höheren Anteil von fast 30 Prozent. Schwitzwasserbildung bei Stahlfenstern wird ähnlich wie bei Holzfenstern bewertet. Bei Stahlverbundfenstern ist eine Schwitzwasserbildung am Metallrahmen nahezu ausgeschlossen, da Glasscheiben mit einem k-Wert (heute U-Wert = Wärmedurchgangskoeffizient) von 5,02 einen deutlich größeren Wärmeverlust haben als die Stahlrahmen mit einer k-Zahl von 3,92 und sich daher Schwitzwasser auf den Scheiben und nicht auf dem Rahmen niederschlägt. Dürr hält ein überzeugendes Plädoyer für das Stahlfenster, das im Gegensatz zu seiner großen Verbreitung in anderen Ländern wie dem skandinavischen und angloamerikanischen Raum bei uns bis heute mit großer Zurückhaltung verwendet wird. In seinen wichtigsten Kapiteln zur funktionstechnischen Betrachtung kommt er zum Ergebnis, dass Stahlfenster bezogen auf die Wärme- und Schalldämmung, Funktion und Nutzung absolut gleichwertig zu Holzfenstern sind. Sehr aussagekräftig ist auch seine Darstellung der Entwicklung von Walzprofilen, von einfachen T- und L- Profilen festverglaster Fenster um 1870 bis hin zu komplexen Verbundfenster-Profilen mit dreifachem Falzanschlag und Dichtungsebenen in den 1930er Jahren.

Der interessante Beitrag von Martin Raikowsky (1950) im Fachblatt für Bautechnik und Bauwirtschaft wirbt für den Einsatz von Metallfenstern im sozialen Wohnungsbau. Der Autor vertritt die Auffassung, dass durch die Fortschritte in der Stahlveredelung und Metallverarbeitung auch bei Stahlfenstern bessere Qualitäten erreicht werden können. Außerdem strebt er die Anpassung der Normierung von Fensteröffnungen an, da Metallfenster bei einer etwa 20 Prozent geringeren Größe den gleichen Lichteinlass wie Holzfenster gewährleisten. Unter seinen vorgestellten Metallfenstern finden sich unter anderem Doppelfenster mit einer oder mehreren Dichtungsebenen, die eine für damalige Verhältnisse mehr als ausreichende Wärmedämmung erreichen (Abb. 12).

## Funktionalität

1932 wurden zum ersten Mal vergleichende wissenschaftliche Untersuchungen und Messungen zur Luftdurchlässigkeit von Holz- und Stahlfenstern an der Technischen Hochschule in Danzig durchgeführt. Unter Laborbedingungen wurden sieben verschiedene Fenstertypen untersucht, die alle die gleiche Größe hatten und 18 Monate in Gebrauch waren. Die aufwendige Reihenuntersuchung wurde von R. Sigwart in einem detaillierten Bericht festgehalten. Man kam zu dem für den Laien überraschend erscheinenden Ergebnis: Stahlfenster sind weniger luftdurchlässig als Holzfenster. Trotz dieser positiven Bewertung, die durch nachfolgende Untersuchungen immer wieder bestätigt wurde, hält sich bis heute hartnäckig das Vorurteil, Stahl- und Eisenfenster wären per se undicht. Dies trifft allenfalls auf die frühen Fenster aus Gusseisen zu. Alle jüngeren Fenster aus Walzeisen, Stabeisen und stranggepressten Aluminiumprofilen sind jedoch mit so hoher Präzision gefertigt, dass die Luftdichtigkeit für diese Fenster kein Problem darstellt. In einzelnen Beispielen, etwa bei den in den 1950er Jahren eingesetzten Alu-Fenstern im Freiburger E-Werk (um 1900 erbaut), verwendete man bereits doppelte Dichtungsebenen. Aber selbst die nachträgliche Optimierung durch eingeklebte Dichtungen ist möglich und wurde schon vor 15 Jahren bei der Fenstersanierung der ehemaligen Bosch-Werke in der Stuttgarter Seidenstraße ausgeführt (Abb. 13). Nach wie vor ist der Wärmedurchgang bei Metallfenstern ein „Totschlag-Argument“, mit dem oft genug die „Abgängigkeit“ dieser Fenster herbeigeredet wird. Die Wärmeleitfähigkeit (oder Wärmeleitzahl:  $= W/[m K]$ ) von Holz liegt unter 0,2, die von Glas beträgt 0,76, von Stahl etwa 50 und für Aluminium liegt der Wert bei über 200  $W/(m K)$ . Dies bedeutet bei der zurzeit sehr rigide geführten Diskussion über Energieeinsparungen, dass gerade ältere, ungedämmte Stahlfenster sowie Aluminiumkonstruktionen keine Ak-



12 Martin Raikowsky, *Fenstertypen aus Stahl:*  
1. Busenius-Doppelfenster; 2. Magnewin-Verbundfenster; 3. DHS-Doppelkammer-Hohlstahlverbundfenster.

zeptanz finden. Unter diesen Voraussetzungen ist die Erhaltung solcher Metallfenster nur durch eine additive, innen oder außen vorgesezte zweite Fensterebene zu erreichen. Leider wird die bei historischen Holzfenstern inzwischen ebenso selbstverständliche wie erfolgreich praktizierte funktionstechnische Verbesserung bei Stahl- und Aluminiumfenster noch kaum umgesetzt. Nur in Einzelfällen werden Stahlfenster mit einem neuen, inneren Fenster durch Sonderbeschläge gekoppelt, wie zum Beispiel im Prinzregentenpark in Freising erfolgreich ausgeführt oder an der einstigen Großviehhalle des ehemaligen Schlachthofs in Düsseldorf-Derendorf geplant (Abb. 14; 15).

## Oberflächen

Stahlfenster zeichnen sich durch sehr gute Haltbarkeit und Langlebigkeit aus. Eine Gefahr besteht durch die mögliche Rostbildung, die durch Schwitzwasser und Kondensatbildung begünstigt wird – eine nicht seltene Folge der hohen Wärmeleitfähigkeit des Materials. Stahlfenster wurden üblicherweise noch im Herstellungswerk mit einer Rostschutzgrundierung auf der Basis von Blei-

Wärmedurchgangskoeffizient oder Wärmedämmwert

Maßeinheit:  $U$  (früher:  $k$ ), wird in Watt je Quadratmeter und Kelvin gemessen:  $U=W/(m^2 K)$

Materialkennwert in der Bauphysik für den Wärmestromdurchgang durch Materialien: Je höher der Wärmedurchgangskoeffizient, desto schlechter die Wärmedämmeigenschaft eines Materials bzw. eines Bauteils.

Wärmeleitfähigkeit oder Wärmeleitzahl

Maßeinheit: wird in Watt je Kelvin und Meter gemessen:  $= W/(m K)$ ;

Wärmeleitfähigkeit ist eine Materialkonstante und bezeichnet die Fähigkeit eines Festkörpers (einer Flüssigkeit, eines Gases), thermische Energie durch Wärmeleitung zu transportieren: Je höher die Wärmeleitfähigkeit, desto größer die Wärmeübertragung bzw. bei Bauteilen der Wärmeverlust.

13 Stuttgart, Seidenstraße, ehemaliges Bosch-Verwaltungsgebäude. Das Erdgeschoss besitzt noch die bauzeitlichen Metallverbundfenster.

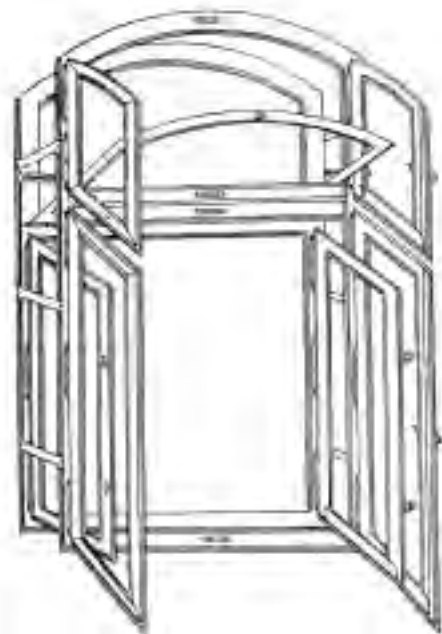




14 Wannweil. In der stillgelegten Fabrikanlage findet sich das seltene Beispiel eines Kastenfensters in Metallkonstruktion.



15 Entwurfszeichnung für ein Kastenfenster in Metallkonstruktion. Durch die gewählte Profilierung sollte das Erscheinungsbild einem Holzfenster entsprechen.



mennige versehen. Bleimennige bildet als Pigment für den Grundanstrich einen außerordentlich widerstandsfähigen Schutzfilm. Die weiteren Anstriche entsprachen hinsichtlich Aufbau, Materialien und Verarbeitung dem üblichen Standard bei Fenstern. Auch auf Stahlfenster wurde ein dreimaliger Anstrich aufgetragen, bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts in der Regel auf der Basis von Ölfarben. Der Aufbau beginnt mit einem mageren Grundanstrich, dem dann fetter werdende Deckanstriche folgen. Zwei „eiserne“ Grundsätze für die Ausführung von Anstrichen waren – und sind auch heute noch – eine Gewähr für Langlebigkeit: – Sorgfältige Entrostung im Herstellerwerk vor dem Aufbringen des ersten, werkseitigen Rostschutzanstrichs (Bleimennige). – Möglichst geringe Stärke jeder der einzelnen Anstrichschichten, da diese dann besser trocknen und weitgehend spannungsfrei im späteren Gebrauch sind.

16 Pforzheim, Hochschule für Gestaltung. Stahlfenster mit Mennige-Grundierung, grauen und weißen Anstrichen.



Gerade bei Stahlfenstern kommt der Qualität der Anstriche eine große Bedeutung zu, da sie gerne in industriell und gewerblich intensiv genutzten Räumen und Anlagen eingesetzt werden und einer erhöhten mechanischen und physikalischen Beanspruchung unterliegen. Ähnlich wie bei Holzfenstern wurden ab den frühen 1950er Jahren die Leinöl- und Standölfarben durch synthetische Farben auf Basis von Kunstharzen verdrängt (Abb. 16).

### Aus der Nische zum technisch-architektonischen Highlight

Anfangs wurden Metallfenster in Ställen und Scheunen, in Gewächshäusern oder zum Beispiel als schmiedeeiserne Dachfenster eingesetzt. Sie dienten Nutzungen, bei denen Komfort und Wärmedämmung nicht im Vordergrund standen oder regelbare Durchlüftung ermöglicht werden sollte. Dafür brauchte man lange haltbare und robuste

Konstruktionen. Erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts beschleunigte die fortschreitende Industrialisierung den Einsatz von Metallfenstern. Dafür waren Robustheit und Langlebigkeit ebenso gefordert wie eine optimierte Belichtung durch reduzierte Querschnitte, verbunden mit großflächiger Bauart. Gerade die vergleichsweise einfache und normierbare Herstellung großer, fest verglaster Metallfenster führte zu ihrer hohen Akzeptanz in gewerblichen und industriellen Bauten. Bei Büro- und Verwaltungsräumen wurden jedoch nach wie vor Holzfenster bevorzugt.

Neben dem breiten und bald standardisierten Einsatz von Metallfenstern aus Eisenguss und Stahl entstanden viele Einzel- und Sonderkonstruktionen, aber auch Materialkombinationen. Es sei hier nur verwiesen auf die in Holzrahmen angeschlagenen Metallflügel der Pforzheimer Hochschule für Gestaltung oder die bleiverglasten Metallflügel einer Villa in Frauenfeld. Mit zierlichen Profilen konnten Lüftungsflügel unauffällig in eiserne Sprossenfelder gezaubert werden. Sonderbauteile wie etwa großflächige, belichtungsoptimierte Treppenhausverglasungen waren technisch und architektonisch weitaus besser mit Metallkonstruktionen zu verwirklichen.

Der breite Einsatz von Metallfenstern begann allerdings erst mit den dicht schließenden Aluminiumfenstern ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Sie wurden schnell zum festen Bestandteil moderner bis avantgardistischer Architektur der 1950er Jahre, in Schul- und Verwaltungsbauten ebenso wie in Geschäfts- und Wohnhäusern (Abb. 17; 18).

### Historische Metallfenster und ihre noch zu entdeckende Schönheit

Auf den Erhalt von historischen Holzfenstern hat sich mittlerweile eine ganze Reihe von Firmen spezialisiert, und es stehen gute Möglichkeiten zur

Verfügung, sie energetisch zu verbessern. In dieser Aufsatzreihe zum Fenster des 20. Jahrhunderts hat der Verfasser zahlreiche Lösungen beschrieben. Das Metallfenster erweitert die Palette, die Augen eines Hauses zu gestalten, um viele formale, konstruktive und materielle Details, die jedoch noch zu wenig wertgeschätzt werden. Das historische Fenster aus dem „warmen“ Baustoff Holz, mit seinen kunstvoll gefertigten Beschlägen, den fein detaillierten Profilen, mit ansprechenden Binnengliederungen und seiner gesamten Verspieltheit findet deutlich mehr Gefallen als das technisch-industriell durchgeplante, eher sachlich „kühle“ Metallfenster. Es bleibt zu hoffen, dass auch Metallfenster ob ihrer vielfach bewiesenen Beständigkeit und ihrer überzeugenden ästhetisch-optischen Qualität in Zukunft genauso die Begeisterungsfähigkeit und Leidenschaft von Bauherren, Konservatoren und Architekten wecken: Das Metallfenster ist viel mehr als nur der Verschluss einer Öffnung (Abb. 19)!

## Literatur

Hermann Nägele: Die Restaurierung der Weißenhofsiedlung 1981–1987. Stuttgart 1992.

Aluminiumfenster. Hrsg. Aluminium-Zentrale e.V. Düsseldorf 1959.

Martin Raikowsky: Fenster aus Metall für den sozialen Wohnungsbau, in: Fachblatt für Bautechnik und Bauwirtschaft, 2. Novemberheft 1959.

Walther Wickop: Fenster, Türen, Tore aus Holz und Eisen. Vierte überarbeitete Auflage, Berlin 1955.

Hermann Rupp: Neuzeitlicher Fensterbau in Holz und Metall für Werkstatt, Schule und Architekten. Stuttgart 1954.

Hermann Rupprecht Dürr: Das Stahlfenster in der Bauwirtschaft. Berlin 1940.

Cornelius Esser: Das Stahlfenster. Köln 1932.

R. Sigwart: Luftdurchlässigkeit von Holz- und Stahlfenstern. München 1932.



17 Frauenfeld, Ringstraße. Die Bleiverglasung mit Stahlrahmen und -flügel ist in ein Holzfenster eingebaut.

Baukunde des Architekten (Deutsches Bauhandbuch). Hrsg. Deutsche Bauzeitung und Deutscher Baukalender. Fünfte wesentlich umgearbeitete und vermehrte Auflage, Berlin 1905.

Julius Hoch (Hrsg.): Der praktische Schlosser. Ein Handbuch für Schlosser, Bauhandwerker und Fachschüler. Leipzig 1901.

Theodor Krauth/Franz Sales Meyer: Die Kunst- und Bauschlosserei in ihrem gewöhnlichen Umfange mit besonderer Berücksichtigung der kunstgewerblichen Form. Leipzig 1897.

Gustav Adolf Breymann: Allgemeine Baukonstruktionslehre mit besonderer Beziehung auf das Hochbauwesen. III. Teil: Konstruktionen in Eisen, Leipzig 1890.

**Hermann Klos**  
Neckartal 159, Jakobskirche  
78628 Rottweil

18 Arbon, Schlossgasse 4, Fabrikgebäude Saurer. Geschützt und geschätzt werden die Fenster im Hintergrund. Die Schönheit des Aluminiumfensters im Vordergrund gilt es noch zu entdecken.



19 Stuttgart, Rosenbergstraße, Konfirmandengebäude der Rosenberkkirche. Die Fassade der fünfziger Jahre wird von filigranen Stahlfenstern mit Wendeflügeln geprägt.