

Dipl.-Ing. (FH) Gabriele Tengler

Dipl.-Ing. (FH) Ingo Leuschner

ift Rosenheim

ift Rosenheim – 50 Jahre im Dienst der Branche

Teil 5 (Zeitfenster 1986 bis 1990):

Konstruktionsmerkmale für Fenster; Kunststofffenster

Das Institut für Fenstertechnik e.V. (ift Rosenheim) feiert 2016 sein 50-jähriges Bestehen. Unter dem Motto „ift Rosenheim – 50 Jahre im Dienst der Branche“ wird in einer 10-teiligen Fachartikelserie die technische Entwicklung vorgestellt. Die einzelnen Beiträge beziehen sich auf Zeitfenster von 5 Jahren ab der Institutsgründung. Sie ermöglichen einen kurzen Blick ins „damalige“ Zeitgeschehen, greifen als Schwerpunkt ein wegweisendes Forschungsprojekt aus diesem Zeitfenster auf, erläutern kurz Ziele, Inhalte sowie Ergebnisse und veranschaulichen dann die weitere Entwicklung sowie deren Auswirkungen auf die Branche und den aktuellen Stand der Technik.

1 Bedeutende Ereignisse (1986 bis 1990)

Nicht nur für Deutschland, sondern für ganz Osteuropa ist die zweite Hälfte der 80er-Jahre eine geschichtsträchtige Epoche. In der Sowjetunion verwirklichen einzelne Staaten ihre Unabhängigkeit und ihre Abkehr vom diktatorischen Regime des Kommunismus. In der DDR etabliert sich vorsichtig eine Friedensbewegung unter dem Motto „Schwerter zu Pflugscharen“. Eine friedliche Revolution führt am 9. November 1989 zum Fall der Berliner Mauer. Aus der Parole „Wir sind das Volk“ wird bald „Wir sind ein Volk“. Am Ende des Jahrzehnts wird ein neues Kapitel der Weltgeschichte aufgeschlagen: beide deutsche Staaten sind wiedervereinigt.

Tabelle 1 Chronologische Auswahl an Ereignissen aus dem Zeitgeschehen (1986 bis 1990)

Jahr	Zeitgeschehen
1986	<ul style="list-style-type: none">– US-Raumfähre „Challenger“ bricht kurz nach dem Start auseinander. Beim schwersten Unglück in der Geschichte der bemannten Raumfahrt sterben 7 Menschen.– Sowjetischer Parteichef Michail Gorbatschow schlägt dem Westen die Abrüstung aller Kernwaffen bis zur Jahrtausendwende vor.– Im Kernkraftwerk Tschernobyl (Ukraine) ereignet sich durch die Explosion des Reaktorgehäuses der bisher folgenschwerste atomare Unfall.– In Schweden wird Ministerpräsident Olof Palme auf offener Straße von einem Attentäter erschossen.
1987	<ul style="list-style-type: none">– Beim Kentern des Fährschiffs Herald of Free Enterprise (Großbritannien) vor dem Hafen von Zeebrugge sterben 193 Menschen.– Affäre um CDU-Politiker Uwe Barschel und sein ungeklärter Tod erschüttern die BRD.– US-Präsident Ronald Reagan und sowjetischer Staatspräsident Michael Gorbatschow unterzeichnen Abrüstungsvertrag zum Abbau aller nuklearen Mittelstreckenwaffen.
1988	<ul style="list-style-type: none">– Steffi Graf gewinnt als erste Deutsche alle vier Grand-Slam-Turniere.– Durch ein Bombenattentat stürzt ein US-Flugzeug über dem schottischen Lockerbie ab. 270 Tote sind zu beklagen.– Erster Golfkrieg zwischen Iran und Irak endet mit einem Friedensabkommen.
1989	<ul style="list-style-type: none">– Chinesische Armee schlägt Studentenproteste auf dem Platz des Himmlischen Friedens in Peking blutig nieder.– Öffnung der innerdeutschen Grenzen durch den Fall der Berliner Mauer am 9. November.
1990	<ul style="list-style-type: none">– Die Zwei-Plus-Vier-Gespräche ebnen den Weg zur Wiedervereinigung von BRD und DDR. Die Volkskammer beschließt den Beitritt der DDR zur Bundesrepublik.– In Südafrika endet nach Jahrzehnten die Epoche der Apartheid.– Die Vereinten Nationen verurteilen die Annexion Kuwaits durch den Irak und drohen mit Waffengewalt.

2 Konstruktionsmerkmale für Fenster

2.1 Aktueller Stand Ende der 80er-Jahren

In der Vergangenheit bestimmten neben den klimatischen Bedingungen die technischen Möglichkeiten und Wünsche an den Wohnkomfort die Entwicklung der Fenster. Aufgrund der Umgebungseinflüsse gab es landschaftlich gesehen unterschiedliche Entwicklungen, die sich über Jahre hinweg manifestierten. Die von Bauplaner oder Bauleiter gewonnenen Erfahrungen reichten als Entscheidungshilfen aus. Erst die Aufbauphase nach dem 2. Weltkrieg brachte mit der notwendigen Serienfertigung neue Techniken, neue Werkstoffe und neue Anforderungen an das Bauteil Fenster. Keiner der am Bau Beteiligten konnte mit seinen Kenntnissen den Gebrauchswert der neuen Fenstergeneration beurteilen.

Die sich neu entwickelnden Bewertungskriterien für Gebäude erforderten auch die Anpassung der technischen Regelwerke an die neuen Gegebenheiten. Um das notwendige

Wissen in relativ kurzer Zeit gezielt verbreiten zu können, versuchte man, alle technischen Details in Normen zu regeln. Natürlich schränkten die festgeschriebenen technischen Einzelheiten auch die freie Entwicklung ein. Im Lauf der Zeit wurden die Vorgaben wieder gelockert. Es sollte lediglich der Freiraum für technisch richtiges Verhalten abgegrenzt werden.

2.2 Ziel des Forschungsprojekts

Auf dem neuen Weg in der Entwicklung der Fenster sollte nur mehr Grundsätzliches normativ festgelegt werden, was allerdings mehr Fachwissen vom Einzelnen fordert. Bauherr, Bauplaner und Bauleiter müssen über die notwendigen Kenntnisse verfügen, um im Normalfall die richtigen Entscheidungen ohne einen Sachverständigen treffen zu können. Die bis dahin übliche Ausbildung konnte das Wissen nicht im notwendigen Umfang vermitteln. Das Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau beauftragte daher das ift Rosenheim mit der Zusammenstellung der wesentlichen Merkmale zur Konstruktion von Fenstern.

2.3 Ergebnisse des Forschungsvorhabens und Ausblick

Die Entwicklung zum „aufwendigeren Fenster“ stand in der Kritik – sowohl hinsichtlich Rahmen und Beschlag als auch Aussehen. Kritisiert wurde im Wesentlichen die Kostenentwicklung. Was das Fenster der achtziger Jahre aus damaliger Sicht unnötig verteuerte, waren nicht die technischen Belange, sondern zu hohe Anforderungen an die Oberfläche und das ästhetische Detail, die Architektur der gegliederten Fenster und „überhöhte“ technische Anforderungen. Einerseits standen Bauherr und Architekt mit einer sehr hohen Erwartungshaltung und dem Wunsch nach kostengünstigen Produkten; in der Regel fehlten dem Bauherrn jedoch objektive Entscheidungshilfen. Andererseits musste der Fensterhersteller die Qualität seines Bauteils sicherstellen. Mit dem Forschungsprojekt „Konstruktionsmerkmale für Fenster“ sollte eine Basis für eine gemeinsam tragbare Lösung gefunden werden.

Der im Jahr 1986 veröffentlichte Forschungsbericht „Konstruktionsmerkmale für Fenster“ [3] ist eine Ergänzung zum Bericht „Entscheidungskriterien zur Auswahl von Fenstern“ [2]. Er bietet eine Unterstützung bei der täglichen Arbeit hinsichtlich funktionaler Leistungsbeschreibungen, bei der Fixierung von Anforderungen und bei der detaillierten Konstruktion. Grundlegende Angaben zu Werkstoffen und Zubehörteilen sowie zu Fensterarten und -Systemen schaffen eine gute Basis für weitere Planungen. Ein breiter Raum ist den Einflüssen technischer Anforderungen auf die Konstruktion der Fenster gewidmet. Nur eine systematische und vollständige Berücksichtigung aller genannten Faktoren und Einflüsse ermöglicht eine fachmännische Beurteilung. Beispiele ergänzen den Bericht ebenso wie eine Zusammenstellung der vom ift Rosenheim erarbeiteten Richtlinien und Tabellen, beispielsweise zu Verglasung, Anstrich, Lamellierung, Verträglichkeit und Statik.

ift-Forschungsprojekte von 1986 bis 1990

- 1986** Lamellierung von Holzfensterquerschnitten aus Seitenbrettern
- 1986** Konstruktionsmerkmale für Fenster
- 1988** Untersuchung über die Veränderung der Schalldämmung durch Kurzzeitprüfungen entsprechend der gebrauchsmäßigen Nutzung
- 1989** Fenstereinbau mit Zargen
- 1989** Fenster in der Stadtsanierung
- 1989** Rahmenverbindungen an Holzfenstern und Holztüren

3 Kunststofffenster gewinnt Marktanteile

Die ersten Kunststofffenster aus einem mit Weich-PVC überzogenen Stahlrahmen wurden 1956 angeboten. Im Jahr 1959 folgten Fenster aus PVC hart (heute PVC-U). Profilgeometrien und -konstruktionen waren noch nicht werkstoffgerecht ausgebildet und orientierten sich an den Holzfenstern. Die Vielzahl der in der Folgezeit entwickelten Systeme suchte sich aus Wettbewerbsgründen zu differenzieren. Unterscheidungsmerkmale waren Anzahl und Anordnung der Dichtungen sowie die Anzahl der Hohlkammern in den Profilen.

In den 60er- und 70er-Jahren wurden auch Profile aus glasfaserverstärktem Polyester, aus Polyurethan und aus Holz-Kunststoff angeboten. Eine gewisse Marktbedeutung erlangte davon nur Polyurethan.

In den 60er-Jahren war der α -Wert die einzige objektive Beurteilungsgröße. Speziell bei Kunststofffenstern wurde er – unabhängig von weiteren notwendigen Eigenschaften – als alleiniges Qualitätsmerkmal hervorgehoben. Eine Weiterentwicklung setzte durch die Möglichkeit ein, auch andere Eigenschaften prüfen und beurteilen zu können. Begünstigt wurde dies Ende der 70er-Jahre durch die RAL-Gütesicherung [4].

Ebenso bildeten Ergebnisse aus ift-Forschungsarbeiten u.a. zu Falzausbildung [5] und Verglasung [6] eine Basis für die Weiter- und Neuentwicklung von Kunststofffenstersystemen (Bild 1).

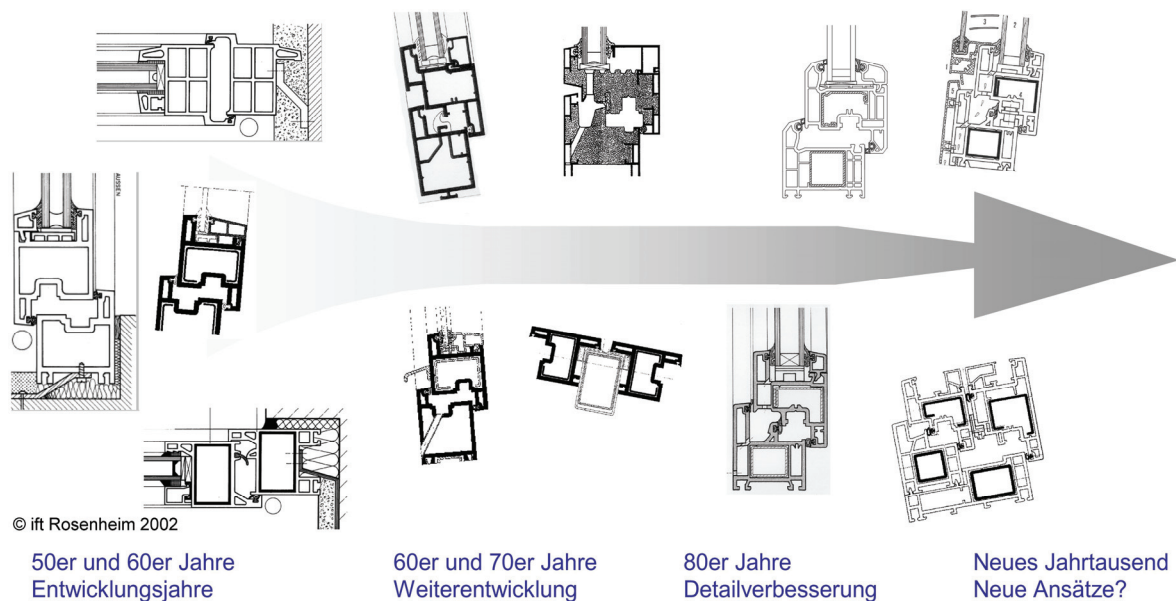


Bild 1 Entwicklungsabschnitte beim Kunststofffenster [10]

Aufgrund des steigenden Marktanteils und eines hohen Anteils in der Altbausanierung war es notwendig, technische Regeln für den Einbau und die Abdichtung der Kunststofffenster zu erarbeiten. Auf Grundlage von ift-Forschungsberichten [7, 8] wurden vom ift Rosenheim die „Einbaurichtlinien für Kunststofffenster“ erstellt [9]. Kurz darauf entstand die Richtlinie „Prüfung von mechanischen Verbindungen bei Kunststofffenstern“, um eine Beurteilungsgrundlage für mechanische Verbindungen bei Pfosten- und Riegelprofilen zu schaffen. Die genannten Richtlinien wurden aktualisiert und besitzen nach wie vor ihre Gültigkeit.

Die Entwicklungen führten zu einer Angleichung der Konstruktionen, welche über die 80er- und 90er-Jahre Bestand hatten:

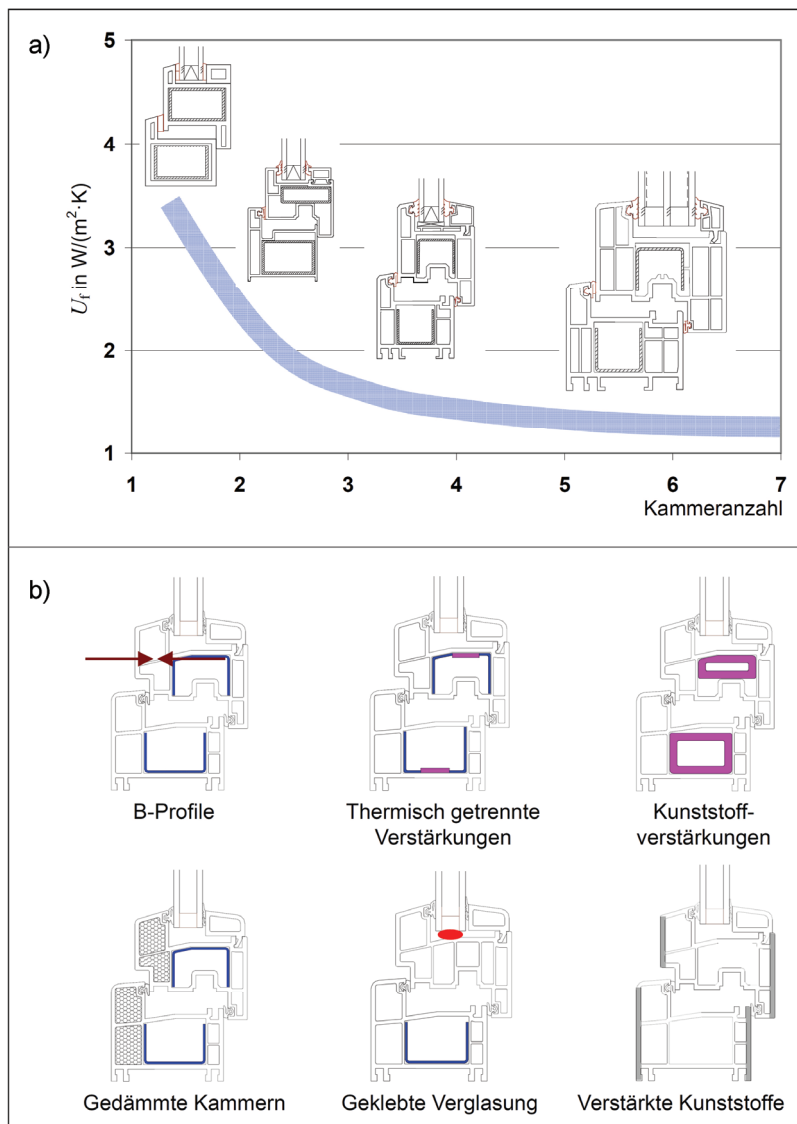
- Fenster aus extrudierten, harten PVC-Profilen,
- mit einer Hauptkammer inkl. metallischem Verstärkungsprofil sowie
- mindestens einer Vorkammer,
- Farbgebung überwiegend weiß.

Dieses Prinzip hat sich sehr lange bewährt und am Markt durchgesetzt. Für Kunden wurde es allerdings durch die Ähnlichkeit der Systeme und die schwer erkennbaren Detailverbesserungen zunehmend schwieriger, Qualitätsmerkmale einzelner Profile zu erkennen. Mit der immer kürzeren Abfolge von Aktualisierungen der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnung begannen die Profile zu „wachsen“. Der Begriff der „Kammerolympiade“ wurde in diesem Zeitraum geprägt. Die Erweiterung der Profile durch zusätzliche Kammern oder die Unterteilung bestehender Kammern erzeugte mehr oder weniger große Fortschritte beim U_F -Wert, dem Wärmedurchgangskoeffizienten des Profils. Der

Marketingaspekt durch die leicht zu vermittelnde Formel „je mehr Kammern desto besser“ lief aber irgendwann ins Leere, und tiefgreifende Veränderungen am Kunststoffprofil wurden möglich. Neben der Profildicke und der Unterteilung in Luftkammern haben

- die geometrische Ausführung und
- das Material der Verstärkung,
- die Ansichtsbreite (und damit der Glasanteil),
- die Unterteilung des Falzraums mit Dichtungen und
- Profilwandungsdicken

ebenfalls großen Einfluss auf den U_f -Wert des Kunststofffensters (Bild 2).



a) Einfluss von Kammeranzahl (und Profildicke) auf den U_f -Wert

b) Weitere Maßnahmen zur Verbesserung des U_f -Werts

Bild 2 Der Kampf ums Zehntel: Maßnahmen zur Optimierung des U_f -Werts

Dadurch wurden Mitte der 2000er-Jahre Techniken wie die Glasklebung interessant. Damit konnte durch die mittragende Wirkung des Glases speziell bei großen Flügeln mit geringen Profilansichtsbreiten der Einsatz von massiven Verstärkungen begrenzt werden.

4 Kunststofffenster heute

Wie alle Fenster stehen auch Kunststofffenster vor den Herausforderungen der Gegenwart. Dies sind

- großformatige Flügel und hohe Flügelgewichte,
- Zusatzfunktionen wie Lüftung, Sonnenschutz, zu integrierende Sicherheitsaspekte,
- Vielfalt an Gestaltungsmöglichkeiten bezüglich Oberfläche, Formen, ...
- Transparenz bei Wirkungen bzgl. Umwelt und Gesundheit.

Durch die Fokussierung auf den Wärmeschutz entwickelten sich auch stark asymmetrische Profilgeometrien, bei denen die aussteifenden Elemente (Armierungen) in den Innenbereich rückten. Zusätzlich stieg der Anteil an farbigen Profilen; er nimmt mittlerweile 30 bis 40 % der abgesetzten Kunststofffenster in Deutschland ein. Durch die weiteren thermischen Verformungen wie Schwindung und Längenausdehnung kommt es zu erhöhten Bedienkräften und Undichtigkeiten unter Differenzklima (Bild 3). Diese können Funktionseinschränkungen bewirken wie

- höhere Bedienkraft beim Öffnen und Schließen (Element klemmt),
- geringere Luft- und Schlagregendichtigkeit,
- geringere Schalldämmwerte.



Bild 3 Aufgrund Differenzklima verformter Fensterflügel (siehe Lichtspalt) mit Einschränkungen bei der Bedienung

Normative Grenzwerte für die maximale Verformung aufgrund thermischer Belastung bei Kunststofffensterprofilen existieren zwar nicht; die Funktion muss aber in jedem Fall auch nach klimatischen Belastungen sichergestellt sein. Die Systemhäuser von Kunststofffenstern kennen diesen Effekt und geben in den Systembeschreibungen und Verarbeitungsrichtlinien klare Vorgaben hinsichtlich Fertigung und Montage, beispielsweise

- Reduzierung von Maximalgrößen in Abhängigkeit von der Farbe,
- Verwendung von geeigneten Verstärkungsprofilen (andere Geometrie und Wanddicke, besondere Stähle etc.),
- zusätzliche Belüftungsbohrungen,
- Befestigung zur Wand.

Dabei existiert natürlich in der Praxis der Konflikt, dass z. B. bei Abstrichen an Elementgrößen zusätzliche Kosten für konstruktive Maßnahmen selten akzeptiert werden.

Durch den Einsatz von 3fach-Isolierglas erhöhen sich die Flügelgewichte ganz erheblich. Dies führt dazu, dass Standardbeschläge bereits bei normalen Aufbauten (3 × 4 mm Glas) und großen Flügelformaten an ihre Grenzen stoßen. Bei Sondergläsern für den Schallschutz oder im Sicherheitsbereich wie z. B. bei der Einbruchhemmung können schnell die maximalen Belastbarkeiten erreicht werden. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Anbindung der Beschläge an das Kunststoffprofil zu legen. Die handwerkliche Ausführung der Schraubverbindungen mit der Einhaltung der vorher ermittelten Verarbeitungsparameter (Eindrehmomente/Überdrehmoment und Einschraubtiefe) ist elementar für die Nutzungssicherheit der Fenster.

Die Hohlkammern und das Baukastensystem mit einer Vielzahl von Profilen ermöglichen die Integration von Zusatzfunktionen und Zusatzbauteilen. Die variable Ausstattung mit Lüftern, Gläsern, Beschlägen mit Zusatzfunktionen ist bereits möglich. Kombinationen mit Aluminiumschalen, Integralfenster, Verbundaufbauten decken einen großen Gestaltungs- und Leistungsbereich ab (Bild 4).

Die freie Kombination von Modulen zur Gestaltung des Wunschfensters ist allerdings noch Utopie. Dazu ist die Trennung von Funktionen z. B. Tragstruktur sowie Wärmeschutz und Gestaltung noch nicht konsequent vollzogen. Die aktuell wichtigste Zusatzfunktion Einbruchhemmung ist mit Kunststoffprofilen jedoch seit längerem konstruktiv gelöst. Optimierungspotenzial ist nach wie vor bei der Montage gegeben. Konstruktive Schwachstellen an Kopplungen oder auch Erleichterungen beim Einbau bzgl. Befestigung und Abdichtung sind Schwerpunkte der Entwicklung.

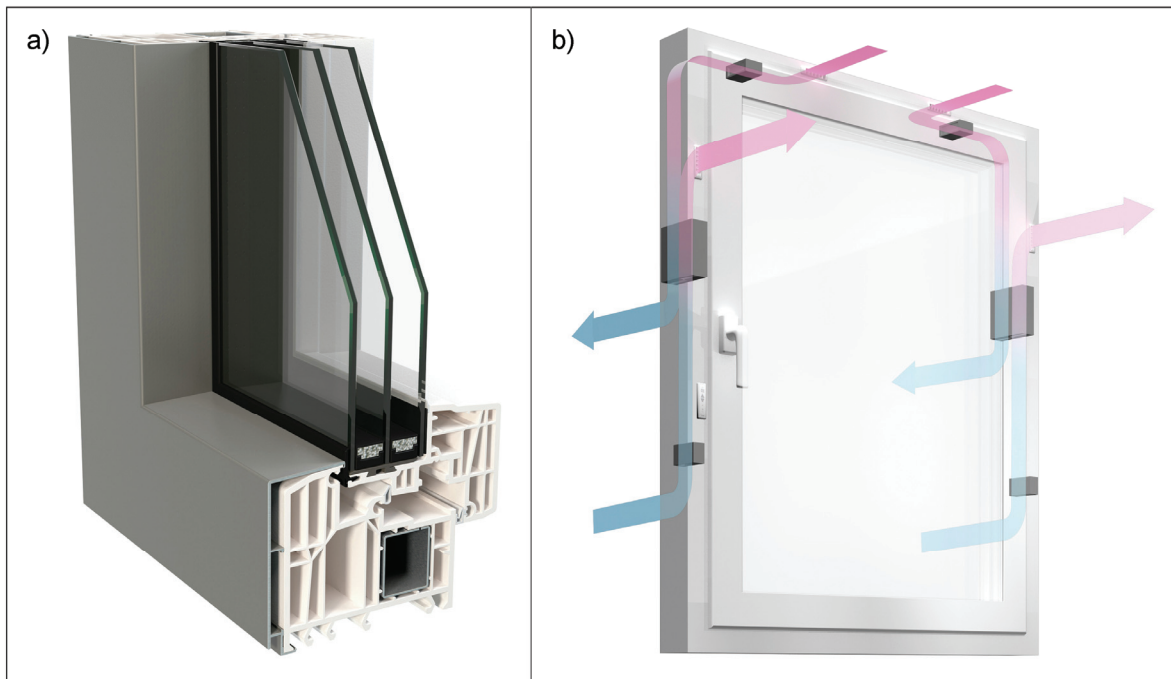


Bild 4 a) Integralfenster mit Aluminium-Vorsatzschale (Quelle: Finstral GmbH)

b) Beispiel eines in das Fensterprofil integrierten Lüftungssystems (Quelle: Rehau AG + Co)

Aktuell ist auch die Umweltverträglichkeit ein Kernthema. Dies wird es auch durch zunehmende Knappheit der Rohstoffe, Unbeständigkeit der Preise und wegen der Verantwortung für kommende Generationen in Zukunft bleiben. Im Wettbewerb zwischen PVC und Holz punkten Kunststofffenster bzgl. Dauerhaftigkeit und Preis, während Holz als der natürliche Rahmenwerkstoff ins Rennen geht. Tatsächlich haben beim Kunststofffenster auf der Materialseite der Chloranteil und Schwermetall-Stabilisatoren wie Blei zu einem Handlungsbedarf geführt. Alternative Stabilisatoren und das Etablieren von Verwertungskonzepten für Altfenster und Produktionsabfälle helfen, diesbezügliche Nachteile zu kompensieren. Forschungsprojekte zu evtl. vorhandenen VOC-Emissionen und Auswaschungen haben zudem keine auffälligen Ergebnisse geliefert [12, 13].

5 Zusammenfassung

Kunststofffenster haben in den vergangenen Jahrzehnten eine erstaunliche Entwicklung erfahren. Treibende Kraft war wie so oft die Verbesserung des Wärmeschutzes. Mittlerweile sind flexibel gestaltbare und unterschiedlich ausstattbare Fenster das A und O im Bauwesen. Die Kunststofffenstertechnik bietet dafür gute Voraussetzungen. Weiterentwicklungen in diesem Bereich, aber auch die weiterhin hohen Anforderungen bzgl. Umweltwirkungen und Nachhaltigkeit werden Ziele für die Zukunft sein. Ein ökonomisch und ökologisch verknüpftes Handeln ist in jedem Fall angesagt.

Literatur

- [1] 25 Jahre Institut für Fenstertechnik e.V.; Ein Überblick.
Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1991
- [2] Froelich, H.:
Entscheidungskriterien zur Auswahl von Fenstern.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1981
- [3] Froelich, H.; Hepp, B.; Löffel, G.; Schmid, J.:
Konstruktionsmerkmale für Fenster.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1986
- [4] Güte- und Prüfbestimmungen für Kunststoff-Fenster RAL-RG 716/1.
RAL Ausschuss für Lieferbedingungen und Gütesicherung, Frankfurt/Main, Mai 1977
- [5] Schmid, J.; Stiell, W.:
Falzausbildung am Fenster.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1976
- [6] Feldmeier, F.; Heinrich, R.; Schmid, J.; Stiell, W.:
Alterungsverhalten von Mehrscheiben-Isolierglas.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1984
- [7] Seifert, E.; Daler, R.; Heine, F.:
Fenster bei Altbauerneuerung.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1979
- [8] Blaschke, K.; Schmid, J.; Stiell, W.:
Anschluss der Fenster zum Baukörper.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1977
- [9] Einbaurichtlinien für Kunststoff-Fenster.
Hrsg.: ift Rosenheim und RAL, Bonn (als Bestandteil der Güte- und Prüfbestimmungen für Kunststoff-Fenster RAL-RG 716/1) 1985
- [10] Leuschner, I.:
Entwicklungstendenzen bei Kunststofffenstern.
ift Rosenheim, 2002
- [11] Lass, J. P.:
Kunstwerk Kunststoff-Fenster.
Tagungsband Rosenheimer Fenstertage, ift Rosenheim 2011
- [12] Bliemetsrieder, B.:
VOC emissions of plastic windows.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 2015
- [13] Bliemetsrieder, B.; Kaube, M.; Scherer, C.; Schwerd, R.; Schwitalla, C.; Externbrink, F.:
Auswaschungen von Bauelementen.
ift Rosenheim und Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Standort Holzkirchen, 2016

Autoren



Dipl.-Ing. (FH) **Gabriele Tengler** ist stellvertretende Leiterin der Abteilung PR & Kommunikation und seit 1978 als Mitarbeiterin am ift Rosenheim tätig. Viele Jahre war sie zuständig für die Technische Auskunft und organisierte über 20 Jahre auch die Rosenheimer Fenstertage. Seit über 35 Jahren betreut sie die Pressearbeit des ift, um das erarbeitete Wissen zielgruppenorientiert und mediengerecht aufzubereiten und der Branche zur Verfügung zu stellen.



Dipl.-Ing. (FH) **Ingo Leuschner** ist seit 1997 Mitarbeiter am ift Rosenheim. Seine Tätigkeiten umfassten die technische Assistenz der Institutsleitung und die Leitung von div. Forschungsprojekten (Holzfassaden, Beschlagtechnik, Verbundaufbauten, Oberflächentechnik). Er hält Schulungen, Seminare sowie Vorträge und ist seit 2014 Leiter des ift Sachverständigenzentrums.

Über das ift Rosenheim

Das ift Rosenheim ist eine europaweit notifizierte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle und international nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Im Mittelpunkt steht die praxisnahe, ganzheitliche und schnelle Prüfung und Bewertung aller Eigenschaften von Fenstern, Fassaden, Türen, Toren, Glas und Baustoffen. Ziel ist die nachhaltige Verbesserung von Produktqualität, Konstruktion und Technik sowie Normungsarbeit und Forschung. Die Zertifizierung durch das ift Rosenheim sichert eine europaweite Akzeptanz. Das ift ist der Wissensvermittlung verpflichtet und genießt als neutrale Institution deshalb bei den Medien einen besonderen Status – die Publikationen dokumentieren den aktuellen Stand der Technik.