

Entwicklung einer Hauseingangstür aus Holz mit integrierter Schutzfunktion gegen Hochwasser und Starkregen

Development of a wooden front door with integrated protection against floods and heavy rainfall

Projektleiter

Project leader:
Rodger Scheffler

Projektbearbeiter

Project team:
Lutz Neugebauer

Fördermittelgeber

Sponsor:
BMW i (INNO-KOM)

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Bei den derzeit eingesetzten Türkonstruktionen mit Hochwasserschutz Eigenschaften handelt es sich oft um Stahlkonstruktionen, die an Schiffstüren erinnern und bzgl. gestalterischer Eigenschaften nicht den Nutzerbedürfnissen entsprechen. Gleiches gilt für dauerhaft vor die eigentliche Eingangstür montierte Hochwasserschutz-Elemente. Insbesondere im Altbau- und Denkmalsbereich finden diese Lösungen keine Akzeptanz.

Vordergründig besteht die Problematik der Dimensions- und Verformungsänderung sowie der Dauerhaftigkeit infolge von Feuchte- und Wasserbeanspruchung. Quelleffekte und resultierende Verformungen innerhalb der Türkonstruktion können den Dichtschluss zwischen Türflügel und Blendrahmen beeinträchtigen.

Projektgegenstand war daher die Entwicklung einer Hauseingangstür aus Holz mit nutzerunabhängiger, permanent vorhandener Schutzfunktion gegen Hochwasser- und Starkregenereignisse sowie integrierter Evakuierungsöffnung.

VORGEHENSWEISE

Zur Gewährleistung der Wasserdichtheit der Gesamtkonstruktion wurden sowohl einzelne Konstruktionselemente (z. B. Kantenwerkstoffe, Beschichtungssysteme, Bänder) als auch die gesamte Türkonstruktion (1- und 2-flügelige Varianten) untersucht.

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

Currently used door designs with flood protection properties are often steel constructions resembling doors on ships, but not being satisfactory to users' needs in terms of design properties. The same applies to flood protection elements permanently mounted in front of the actual entrance door. Especially in historic or listed buildings, these solutions are not accepted.

At first glance, there is the problem of dimensional and deformation changes as well as durability due to moisture and water stress. Swelling effects and resulting deformations inside the door construction can hamper the water-tight seal between the door leaf and the frame.

Hence, the object of the project was the development of a wooden entrance door with a user-independent, permanent protective function against flooding and heavy rain events as well as an integrated evacuation opening.

APPROACH

To ensure watertightness of the overall construction, both individual construction elements (e.g., scantling materials, coating system, hinges) and the entire door construction (one-leaf and two-leaf variants) were examined.

As part of a vulnerability analysis, a standard wooden entrance door in panel con-



Abb. 1: 2-flügelige Mustertür im Hochwasserprüfstand
 Fig. 1: : Two-leaf door sample in the flooding test stand

Im Rahmen einer Schwachstellenanalyse erfolgte die Fertigung einer Standard-Holz-Hauseingangstür in Plattenbauweise und deren Prüfung auf Wasserdichtheit im Gebrauchstauglichkeitsstand bei einem Wasserpegel von 300 mm. Für identifizierte Leckagestellen konnten material- und konstruktionsseitig Lösungen erarbeitet werden. Die überarbeiteten Türmuster wurden in einem eigens für das Projekt gebauten Hochwasserprüfstand bei einem Wasserpegel von i. d. R. 900 mm für 24 h und später auch bis zu 14 Tage auf Wasserdichtheit untersucht (Abb. 1). Aus der Veränderung des Wasserpegels konnte auf die Durchflussmenge rückgeschlossen werden. Ebenso lag ein Schwerpunkt der Prüfungen auf evtl. auftretenden makroskopisch sichtbaren Verfor-

struction was manufactured and tested in the usability test stand for watertightness at a water level of 300 mm. Material-related and design solutions could be worked out for identified leakage points. The reworked door samples were subjected to watertightness testing at a water level of usually 900 mm for 24 h and later also up to 14 days (Fig. 1) in a flood test stand built especially for the project. The flow rate could be deduced from the change in water level. The tests also focused on probable macroscopically visible deformations and damage (delamination) to the door construction.

Furthermore, to visualise possible leakage points, thermal images were taken in the differential climate cell (cold side: -15 °C,

mungen und Schäden (Delaminierungen) der Türkonstruktion.

Darüber hinaus wurden zur Visualisierung möglicher Leckagestellen u. a. Wärmebildaufnahmen in der Differenzklimazelle (Kaltseite: -15 °C, Warmseite: 23 °C, 50 % rel. LF) erstellt, Feuchtemessungen mit TDR-Sensorik im Doppelfalz durchgeführt sowie Rauchkerzen im Rahmen von Winddichtheits-Messungen eingesetzt.

ERGEBNISSE

Um den hohen hydrostatischen Drücken infolge einer Hochwasserbeanspruchung zu begegnen und ein Versagen der Schließbereiche des Mehrfachverriegelungs-Systems zu verhindern, wurde eine nach außen öffnende Tür mit einer Türblattdicke von mindestens 85 mm eingesetzt. Da sowohl der Neu- als auch Altbau abgedeckt werden sollte, wurden Abmessungen (Blendrahmen) von [2.300 x 1.100] mm und [2.000 x 1.100] mm gewählt. Eine Schwellenhöhe von 32 mm und ein 15er Doppelfalz sorgten für ausreichend Anschlagfläche und Dichtschluss zwischen Türflügel und Blendrahmen. Das umlaufende Silikon-Dichtungssystem im Türblatt mit gespleißten (weichen) Dichtungsecken verringerte mit der eingesetzten Schwellenlösung mit variablem Anschlag (entsprechend Falzgeometrie) erheblich die Wassereintrittsmengen. Mit dem verwendeten 3D-Band konnte auf vorhandene Fertigungstoleranzen reagiert werden, so dass ein gleichmäßiger Dichtschluss zwischen Türflügel und Blendrahmen ermöglicht wurde. Die entwickelte Silikonabdichtung für die Bohrlöcher im Falz (Bandjustierung) verhinderte das Eindringen von Wasser in den Falz durch die Bandtasche.

warm side: 23 °C, 50 % relative humidity), moisture was measured by TDR sensors in the double seam, and smoke candles were used as part of wind tightness measurements.

RESULTS

In order to counter the high hydrostatic pressures due to flood exposure and to prevent failure of the locking areas of the multipoint locking system, an outward-opening door of a door leaf thickness of at least 85 mm was used. As both new and old buildings were to be regarded, dimensions (frame) of [2,300 x 1,100] mm and [2,000 x 1,100] mm were chosen. A threshold height of 32 mm and a 15 mm double rebate provided for sufficient contact surface and a tight seal between the door leaf and the frame. The circumferential silicone sealing system in the door leaf with spliced (soft) sealing corners, together with the threshold solution with a variable stop (corresponding to the rebate geometry), reduced the water intrusion quantities considerably. The 3D tape used helped to react to existing manufacturing tolerances, so that the seal between the door leaf and the frame was uniformly tight. The silicone seal developed for the drill holes in the rebate (hinge adjustment) prevented water from entering the rebate through the hinge pocket.

With the final one-leaf and two-leaf door variants in both panel and frame design, water intrusion rates far below the requirement value of 10 l/h (max. 240 l in 24 h) according to ift guideline FE-07/1 and PfB guideline for flood-resistant house entrance doors could be achieved while re-

Mit den finalen 1- und 2- flügeligen Türvarianten sowohl in Platten- als auch Rahmenbauweise konnten, bei Erhalt der Grundfunktionen und Basiseigenschaften, Wassereintrittsmengen weit unter dem Anforderungswert von 10 l/h (max. 240 l in 24 h) gemäß ift-Richtlinie FE-07/1 und PFB-Richtlinie für hochwasserbeständige Hauseingangstüren erreicht werden. Die eingesetzten gespleißten Silikon-Dichtungsecken minimierten den Wassereintritt erheblich, jedoch lässt sich dieser aufgrund der Verformung der Dichtungsecken bei Komprimierung nicht vollständig vermeiden.

Generell ist auf eine hohe Beschichtungsqualität (wasserbasiertes 3-faches Beschichtungssystem) der Sichtflächen, aber insbesondere der Ausfräsungen (z. B. Bandtaschen, Dichtungsuten), zu achten, um bei Wassereintritt in diese Bereiche Quellerscheinungen zu verhindern bzw. zu minimieren. Die fertigungsbedingten Bereiche einer Holz-Hauseingangstür, durch die Wasser in die Türkonstruktion eindringen kann (z. B. Konstruktionsfugen, Glasfalzbelüftung), sind vor der Applikation des Beschichtungssystems mit geeigneten Dichtstoffen zu verschließen.

Bei der Auswahl der Kanteln ist auf entsprechende Materialqualität zu achten und ggf. ist vor der Fertigung ein Nachsortierung (Jahrringlage, kein Splintholz) vorzunehmen. Die Holzarten Amerikanische Eiche und Meranti zeigten sich als geeignet. Kanteln, bei denen alle Lamellen aus Accoya aufgebaut sind, sind hinsichtlich des Verhaltens gegenüber Wasserbeanspruchung (geringes Quell- und Schwindverhalten) zu bevorzugen, jedoch kostenintensiver.

taining the basic functions and properties. The spliced silicone sealing corners used minimised water intrusion considerably, but this cannot be avoided completely due to the deformation of the sealing corners during compression.

In general, a high coating quality (water-based triple coating system) of the visible surfaces, but especially of the milled-out areas (e.g., hinge pockets, sealing grooves), must be ensured to prevent or minimise swelling in case of water intrusion into these areas. The production-related areas of a wooden entrance door through which water can penetrate the door construction (e.g., construction joints, glazing rebate ventilation) must be sealed with suitable sealants before applying the coating system.

When selecting the scantlings, appropriate material quality must be taken care of and, if necessary, re-sorting (annual rings, no sapwood) be carried out before production. The wood species of American oak and meranti proved to be suitable. Scantlings in which all lamellas are made of accoya are to be given preference in terms of their behaviour in relation to water stress (low swelling and shrinkage behaviour), but are more cost-intensive.