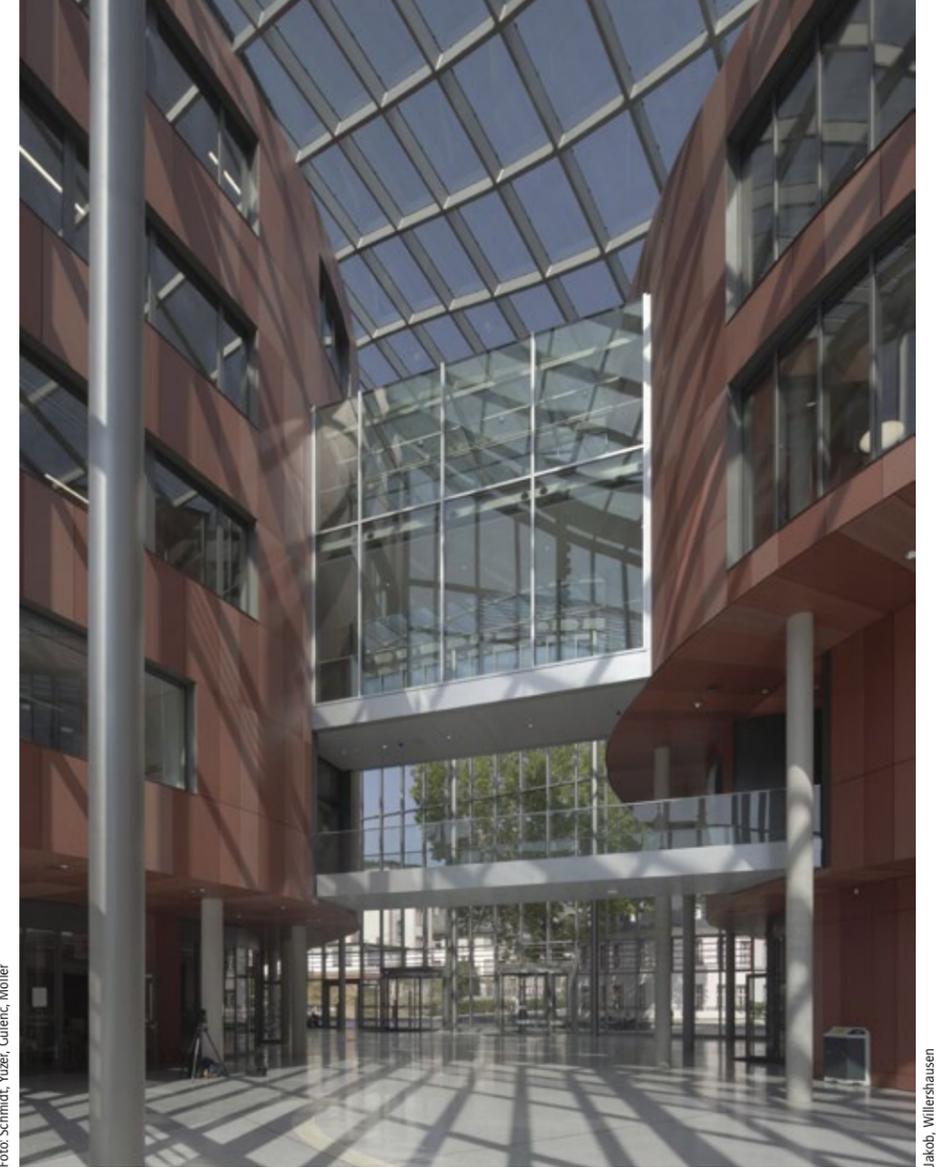




In this way, a curve was eventually reproduced with a polygon – the individual surfaces of the roof-glass-elements are flat.
Die zweifach gekrümmte Dachfläche wurde so in Parallelogramme zerlegt, dass auf das Stahlgitter plane Scheiben gelegt werden konnten.

Foto: Schmidt, Yüzer, Güllenc, Möller



The parts of the building in the diagonal atrium are connected in the upper floors by glass bridges.
Die Gebäudeteile im diagonallaufenden Atrium werden in den oberen Stockwerken durch Glasbrücken verbunden.

Jakob, Willershausen

New Marburg University Library

A completely welded façade

A glazed walkway with its roof curving upwards leads to the new Marburg University Library. Façade construction company Roschmann created the supporting structure as a solid welded steel structure. The window panels were connected to the welded steel grid using a structural glazing process.

Online Plus

www.metallbau-magazin.de
Webcode MB3CH9US

Fotos

Author: Dipl.-Ing. Robert Mehl

Work on the Marburg University Library was completed in summer 2018. Darmstadt-based firm sinning architekten has developed a building that, despite its considerable floorplan, doesn't stand out from its surroundings. Instead it integrates harmoniously into its surroundings, yet can still be experienced as a unique building.

The university's books are housed on Pilgrimsteig, a street located at the base of the steep hill to the medieval old town. From here, the terrain falls away again to the east by a height of more than one storey. The new building is situated along this fall line, so its west wing has four storeys while its east wing only has three. A glazed walkway – the "atrium" – lies between

Neue Universitätsbibliothek Marburg

Komplett verschweißte Fassade

Zur neuen Marburger Universitätsbibliothek führt eine verglaste Passage, deren Dachfläche nach oben gekrümmt ist. Die Tragkonstruktion hat das Fassadenbauunternehmen Roschmann als massiv verschweißten Stahlbau erstellt. Die Scheiben wurden im Structural-Glazing-Verfahren mit dem geschweißten Stahlgitternetz verbunden.

Online Plus

www.metallbau-magazin.de
Webcode MB3CH9ZS

Fotos

Im Sommer 2018 ist die Marburger Universitätsbibliothek fertiggestellt worden. Das Darmstädter Büro sinning architekten hat einen Baukörper entwickelt, der sich trotz eines beachtlichen Raumprogramms nicht als Solitär vom baulichen Umfeld abhebt, sondern sich stimmig in dieses integriert und trotzdem als besonderer Ort erfahrbar bleibt.

Der Bücherhort liegt am Pilgrimsteig, einer Straße, die am steilen Fuß der mittelalterlichen Oberstadt verläuft. Von hier fällt das Terrain nochmals nach Osten um mehr als eine Geschosshöhe ab. Der Neubau liegt längs dieser Falllinie, weshalb sein Westflügel viergeschossig ist und sein Ostflügel ein Geschoss weniger aufweist. Zwischen beiden Bauteilen liegt eine



Foto: Mehl

The glass panes were placed on the steel grid and siliconized into a sealing bed. In the background the Elisabeth church of Marburg.

Die Scheiben wurden auf das Stahlgitter aufgelegt und in ein Dichtungsbett einsilikoniert. Im Hintergrund die Elisabethkirche von Marburg.

the two building sections, providing access to the building. This also acts as a semi-public path through the new building, providing a pedestrian route between St. Elizabeth's Church and the Botanical Garden.

The façade is clad with fibre cement panels, in colours coordinated with the surroundings. The external elements are in three different shades of beige, reflecting the plastered surfaces of the surrounding baroque buildings; the atrium is in three different shades of red, creating a link to the sandstone. Both the gothic cathedral to the north and the classical Schäfer building on the south side of the library are made from sandstone.

A translation façade

LAP – Leonhardt, Andrä und Partner – the engineering firm tasked with structural planning, calls its calculation approach a "translation façade". The need for curved glass surfaces in the upwards-curving roof had to be completely avoided, so a special design solution was needed.

The answer was a roof structure consisting of curved steel beams and girders, but this needed to enclose sufficient rectangular openings that could be closed with flat panes of glass. Slight parallelograms were acceptable, but triangular openings generally needed to be avoided. The top priority was the use of flat panes, as a curved design would have exceeded budget constraints.

The solution developed by the structural engineers at LAP was therefore based on a central ideal line along the centre line of the walkway. This is deformed depending on the position in the three-dimensional roof. The line was duplicated and moved to the side, running parallel. The duplicates were adjusted to the outer curve of the roof, but this deformation only ever occurred at the intersections in the grid. In this way, a curve was eventually reproduced with a polygon – a double cambered surface was broken down into parallelograms so as to keep the individual surfaces flat. The panes used throughout the design are rectangular, as the deviation of the opening angle of the

spaces in the steel structure was so small that it mostly fell within structural tolerances and the resulting imperfections in the fit were compensated for in the glass supports.

Structural glazing

Unlike in a façade using a conventional post and beam structure, the panes of glass are not fitted between the grid of steel beams and girders. Instead, the glass is placed on top and permanently bonded to the structure using silicone sealant. Assembly was performed using the Roschmann system. The sealing layer consists of a 20 mm-thick sealing profile. The custom-made panes were placed on the sealing profile and bolted to the steel structure with suction plates. The weight of the glass was theoretically calculated based on the 3D model. Sealing joints/silicone joints measuring around 2 cm in thickness are arranged between the panes. Although glass is a brittle material, the panes have a certain amount of flexibility. In this respect, the flat glass takes on the slightly curved form of the supporting structure without any problems. Only in very few highly curved areas was it necessary to pull them into the seal with the clamping plates. The edges of the panes were also permanently sealed with silicone. Since silicone – black silicone in this case – only hardens to a certain depth, a tube profile was first positioned underneath the approximately 42 mm-deep joint to provide ventilation.

In this rebate area, the façade construction has a second drainage level. Condensate can be drained away in a clean and controlled manner. Michael Skopp, technical manager at Roschmann, has already seen this second sealing level working perfectly, as the final silicone was only added at the very end, but the atrium remained protected from the rain throughout the construction period.

Welded steel structure

The entire substructure of the roof was prefabricated at the facility in Gersthofen, transported to Marburg and welded together there. The LAP engineers had originally planned for the roof of the walkway to be made from individual panels of glass, joined



Schmidt, Yüzer, Güllenc, Möller

The north entrance of the passage. In the background, the road gradient around the height of a storey level can be seen.

Der Nordeingang der Passage. Im Hintergrund erkennbar das Straßengefälle um ein Geschoss.



Schmidt, Yüzer, Güllenc, Möller

The inside of the glass roof is photographed in the southern part of the atrium.

Das Glasdach von innen fotografiert im südlichen Passagenteil des Atriums.

als „Atrium“ bezeichnete gläserne Passage – der Zugang zum Gebäude. Dieser ist zugleich eine halböffentliche Durchwegung des Neubaus, die eine fußläufige Verbindung zwischen der Stadtkirche St. Elisabeth und dem botanischen Garten herstellt.

Die mit Faserzementtafeln verkleidete Fassade adaptiert in ihrer Farbigkeit die Umgebung. Die außen angebrachten Elemente sind in drei verschiedenen beigefarbenen Tönen angelegt und beziehen sich auf die Putzflächen der umgebenden Barockbauten; das Atrium ist hingegen in drei verschiedenen Rottönen gehalten, die einen Verweis zum Sandstein herstellen. Aus diesem bestehen sowohl die nördlich gelegene gotische Kathedrale wie auch der klassizistische Schäferbau auf der Südseite der Bibliothek.

Eine Translationsfassade

Als eine „Translationsfassade“ hat das mit der Tragwerksplanung beauftragte Ingenieurbüro LAP – Leonhardt, Andrä und Partner – sein Berechnungsprinzip bezeichnet. Dass bei dem nach oben gekrümmten Dach gekrümmte Glasflächen unbedingt zu vermeiden waren, forderte eine konstruktive Sonderlösung.

Opportun war eine Dachstruktur, die zwar aus gekrümmten Stahlträgern und ebensolchen Bindern besteht, diese mussten aber hinreichende rechteckige Öffnungsflächen umschließen, die mit flachen Glasscheiben verschlossen werden konnten. Leichte Parallelogramme waren noch akzeptabel, dreieckige Öffnungen sollten jedoch weitgehend vermieden werden. Oberste Priorität hatte der Einsatz planer Scheiben, da die gewölbte Ausführung den Kostenrahmen gesprengt hätte.

Das Konzept der Tragwerksplaner von LAP fußt also auf einer mittigen Ideallinie entlang der Passagenachse. Diese ist

entsprechend ihrer Lage im dreidimensional geformten Dach verformt. Die Linie duplizierten sie und verschoben sie parallel zur Seite. Die Duplikate wurden zwar entsprechend dem Verlauf der Dachflächenhüllkurve angepasst, diese Verformung geschah jedoch immer nur an den Knotenpunkten des Gitters. So wurde letztlich mit einem Polygon eine Kurve nachvollzogen, beziehungsweise eine zweifach gekrümmte Fläche wurde so in Parallelogramme zerlegt, dass die Teilflächen eben blieben. In der Ausführung sind die Scheiben durchweg rechtwinklig, da die Abweichung der Öffnungswinkel der Stahlgefache so gering war, dass sie meist noch innerhalb der Bautoleranzen lag und die sich ergebenden Passungenauigkeiten in den Glasauflegern aufgefangen wurden.

Structural Glazing

Anders als bei einer klassischen Pfosten/Riegel-Konstruktion einer Fassade wurden die Scheiben nicht zwischen das stählerne Gitter aus Stahlträgern und -bindern gehängt, sondern auf dieses aufgelegt und dauerhaft in ein Dichtungsbett einsilikoniert. Die Montage erfolgte im System Roschmann. Die Dichtungsebene besteht aus einem 20 mm starken Dichtungsprofil. Auf dem Dichtungsprofil wurden die maßgefertigten Scheiben angesetzt und mit Sogtellern an der Stahlkonstruktion verschraubt. Die Glasmasse wurden theoretisch nach dem 3D-Modell ermittelt. Zwischen den Scheiben sind rund 2 cm breite Dichtungsfugen/Silikonfugen angeordnet. Auch wenn Glas als spröde gilt, sind Scheiben bis zu einem gewissen Grad flexibel. Insofern nahmen die ebenen Gläser problemlos die leicht gekrümmte Form der Tragstruktur an. Sie mussten nur in vereinzelten, sehr stark verkrümmten Gefachen mit den Klemmtellern in die Dichtung

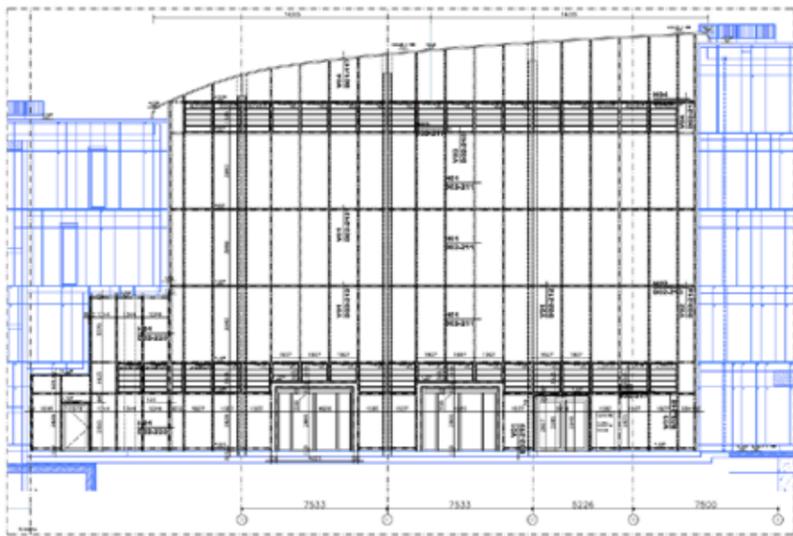


Abbildung: Roschmann

Plan view of the northern façade of the Marburg Philipps-University.
Plansicht der Nordfassade der Marburger Philipps-Universität.

together, but it was ultimately constructed from continuous steel beams. The grid on which the glass for the roof lies was prefabricated as long "ladders" at the facility in Gersthofen and welded together on site in Marburg. Michael Skopp explains that the finished roof structure is a single, welded unit. There are floating and movement points and connecting joints with adjacent components, but all of the vertical and horizontal elements are connected, which is also an advantage in terms of longitudinal bracing. There is no need to fear damaging, thermal expansion, as the atrium is a single unheated room. Natural ventilation provides a relatively balanced indoor climate.

The outer edge is a box girder on a row of 22 m-tall columns, which are positioned almost a metre behind the glass façade. Its counterpart on the building side sits on the exposed ceiling of the adjacent wing. It was aligned on bearings that could be adjusted in all three axes. Adjustable supports also sit between the foundations and the long columns.

The box girder running along the side of the roof surface consists of 30-mm thick sheet metal arranged in a U shape. The upper section also features a U-shaped gutter to provide drainage from the roof and into which water or condensate from the rebate areas can also be drained, as already described.

As a result of the extensive welding work, particular attention had to be paid to the testing of weld shrinkage and compensation. Shrinkage and warpage were kept to a minimum mainly by using experienced installers, who really knew how to handle the flame. At the height of construction, especially during the phase involving positioning of the steel structure, around 15 people were assigned by the façade construction company to work on site at the same time.

Own junction design

The structural engineers at LAP entrusted with the overall structural analysis for the Marburg University Library initially planned to use larger, bolted junctions between the individual steel sections, but the planners at Roschmann impressed with their own junction design. They created a full-size model joint, weighing around 30 kg, which Michael Skopp single-handedly dragged into the site office in order to present it to the architects. Using the model, he demonstrated not only the more streamlined joints, but also ran through the roof assembly process in accordance with the Roschmann system.

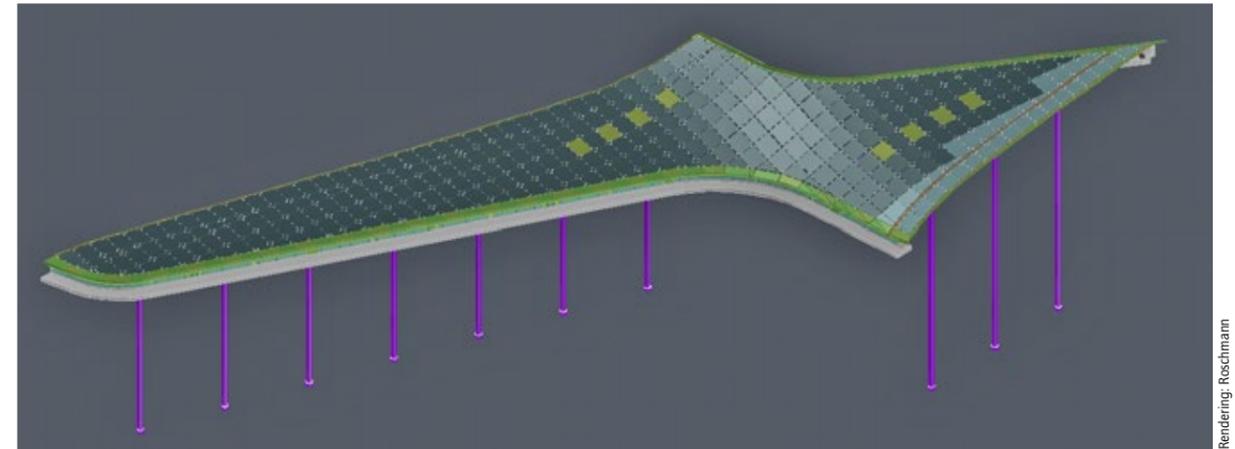
Natural thermal flows

The roof covering does not have a smoke and heat exhaust (SHE) system, and is instead equipped with natural smoke ventilation. The natural air conditioning in the atrium relies on a chimney effect: In addition to the smoke ventilation system mentioned, there are ventilation openings near the ground and air vents in the eaves. The effect is remarkable: Even in the height of summer the climate in the atrium is very pleasant and largely free of draughts.



The grid of steel girders was welded on the construction site and forms an element.

Das Gitternetz aus Stahlträgern wurde auf der Baustelle geschweißt und bildet ein Element.



Rendering: Roschmann

A 3D grid model of the glass roof of the Marburg Philipps-University.
Ein 3D-Gittermodell des Glasdachs der Marburger Philipps-Universität

hineingezogen werden. Zudem wurden die Scheiben dauerhaft an ihren Rändern einsilikoniert. Da Silikon – in diesem Falle schwarzes Silikon – nur bis zu einer gewissen Tiefe aushärtet, wurde zuvor in die etwa ca. 42 mm tiefe Fuge ein Schlauchprofil als Unterfütterung und zur Be- und Entlüftung gelegt.

Die Fassadenkonstruktion weist in diesem Falzraum eine zweite Drainageebene auf: Kondensat kann in der Drainage sauber und kontrolliert abgeführt werden. Schon jetzt weiß Michael Skopp, technischer Leiter bei Roschmann, um die einwandfreie Funktion dieser zweiten Dichtebene, da die finale Silikonierung erst ganz am Ende erfolgte, das Atrium aber während der gesamten Bauzeit schon regendicht war.

Geschweißte Stahlkonstruktion

Die gesamte Unterkonstruktion des Dachs wurde im Werk in Gersthofen vorgefertigt, nach Marburg transportiert und dort zusammengeschweißt. Anders als es von den LAP-Ingenieuren zunächst vorgesehen war, besteht das Passagendach nicht aus einzelnen Glasflächenelementen, die zusammengefügt wurden, sondern aus durchgehenden Stahlträgern. Das Gitternetz, auf dem die Dachverglasung aufliegt, wurde in langgestreckten „Sprossenleitern“ im Gersthofener Werk vorproduziert und auf der Marburger Baustelle zusammengeschweißt. Michael Skopp weist darauf hin, dass es sich bei der fertiggestellten Dachkonstruktion um eine einzige, zusammengeschweißte Einheit handelt. Es gibt zwar Los- sowie Bewegungspunkte und Anschlussfugen zu den benachbarten Bauteilen, aber alle vertikalen und horizontalen Elemente hängen zusammen, was auch von Vorteil für die Längsaussteifung ist. Eine schadhafte, thermische Ausdehnung ist nicht zu befürchten, da das Atrium ein einziger unbeheizter Raum ist. Durch einen natürlichen Luftwechsel weist es ein relativ ausgeglichenes Raumklima auf.

Die äußere Traufe ist ein Kastenträger, der auf einer Flucht von 22 m hohen Rundstützen ruht, die im knappen Meterabstand hinter der Glasfassade platziert sind. Sein gebäudeseitiges Pendant liegt auf der Rohdecke des Nachbarflügels auf. Es wurde auf Lagern ausgerichtet, die in alle drei Achsen justierbar waren. Auch zwischen den Fundamenten und den langen Rundstützen sitzen justierbare Auflager.

Die seitlich der Dachfläche verlaufenden Kastenträger bestehen aus u-förmig angeordneten, 30 mm starken Blechen. In den Obergurt eingelassen ist eine ebenfalls u-förmige Wasserrinne, mit der die Dachflächen entwässert werden, in die aber auch – wie vorhin beschrieben – Wasser bzw. Kondensat aus den Falzräumen hin drainiert wird.

Infolge der umfassenden Schweißarbeiten galt eine besondere Aufmerksamkeit der Prüfung von Schweißschumpfungen und der Kompensation derselben. Der Schwund und der Verzug konnten vor allem durch erfahrene Monteure gering gehalten werden, die mit „der Flamme umzugehen wussten“. In Hochzeiten, insbesondere in der Phase während des Aufstellens des Stahls, stellte der Fassadenbauer ca. 15 Leute gleichzeitig für die Arbeiten auf der Baustelle ab.

Eigene Knotenpunkte

Die mit der Gesamtstatik der Marburger Universitätsbibliothek betrauten Tragwerksplaner von LAP sahen zunächst verschraubbare, größere Knotenpunkte zwischen den einzelnen Stahlgefachen vor, doch die Planer von Roschmann konnten mit einem eigenen Knotenkonzept überzeugen. Hierzu wurde ein 1:1 Musterknoten angefertigt, rund 30 kg schwer, den Michael Skopp eigenhändig in die Baubude schleppte, um ihn den Architekten zu präsentieren. Mit dem Muster demonstrierte er nicht nur den schlankeren Knoten, sondern führte auch die Dachhautmontage nach dem Roschmann-System vor.

Natürliche Thermik

Die Dachhaut hat keine Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA), sondern es sind natürliche Rauchabzugsgeräte (NRWG) installiert. Zur natürlichen Klimatisierung des Atriums setzt man auf den Kamineffekt: Es gibt bodennahe Lüftungsöffnungen, Luftdurchlässe im Traufbereich und eben die erwähnten NRWG. Der Effekt ist beachtlich: Selbst im Hochsommer ist das Klima im Atrium auffallend angenehm und sehr zugfrei.

www.roschmann.group
www.lap-consult.com
www.sinning-architekten.de