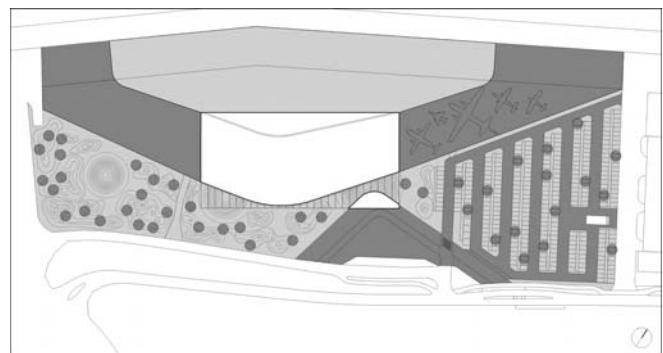


HANGAR LIGHT

DORNIER MUSEUM FRIEDRICHSHAFEN
ARCHITEKTUR, KLIMA- UND ENERGIEKONZEPT



Lageplan

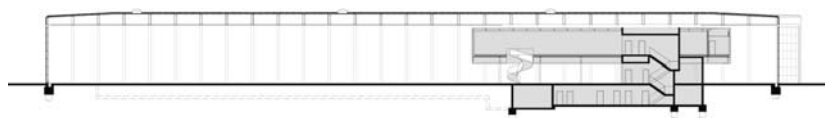
ALLMANN SATTLER WAPPNER ARCHITEKTEN, MÜNCHEN
TRANSOLAR ENERGIETECHNIK, MÜNCHEN



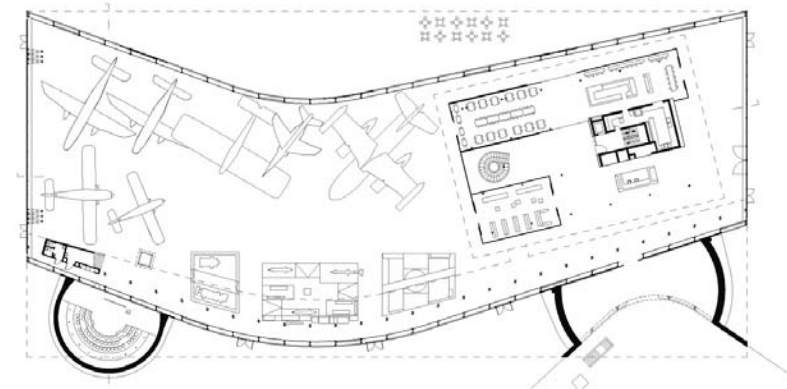
DORNIER MUSEUM FRIEDRICHSHAFEN



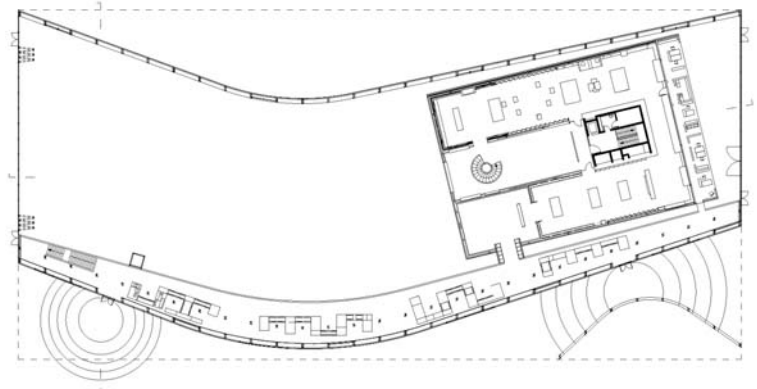
Querschnitt



Längsschnitt



Grundriss Erdgeschoss



Grundriss Obergeschoss

Bauherr

Dornier Stiftung für Luft- und Raumfahrt, München

Architekten

Allmann Sattler Wappner Architekten GmbH, München

Wettbewerb:

Robert Klein (Projektleitung), Katharina Brunn, Uwe Ernst, Johannes Schmersahl
 Projektleitung: Frank Karlheim
 Mitarbeit: Christof Killius, Lisette Oberleitner, Ana Prikic, Kerstin Schaich, Katrin Wittmann

Projektdate

Geladener Realisierungswettbewerb 2006
 1. Preis, HOAI §15 Lph 1-8
 Gesamtkosten einschl. MwSt. 15 Mio Euro
 Bruttogrundfläche: 7.000 m²
 Bruttorauminhalt: 61.100 m³

Standort

Claude-Dornier-Platz 1
 88046 Friedrichshafen

Fotos

Allmann Sattler Wappner, Jens Passoth, Berlin

Architektonisches Konzept

Das Museum dokumentiert die Firmengeschichte des traditionsreichen Unternehmens Dornier. Seine Platzierung in unmittelbarem Anschluss an den Flughafen Friedrichshafen ermöglicht in besonderer Weise einen kontextbezogenen Lösungsansatz. Die Lagegunst gebäudetypologisch umzusetzen, das vorgegebene Programm der Ausstellung unter einem Dach zu bündeln, und diesen Raum in einer sich zurücknehmenden Weise - gleichsam einem Bühnenraum - zu gestalten, sind die grundlegenden Entscheidungen, die für die Konzeption des Dornier Museums getroffen wurden.

Konstellation und Haltung

Museum und Flughafen, Vergangenheit und Gegenwart an einem Ort. Diese Gleichzeitigkeit manifestiert sich in einem bogenförmigen Rollweg, der gleichsam einer Abbiegespur dem Rollfeld im Süden vorgelagert ist. An seinem Scheitelpunkt ist er von einem Rechteck überstellt. Die Schnittfläche zeichnet den Grundriss des Museums. Das Volumen der Ausstellungsfläche bilden im Norden und Süden Raumschalen, welche die Konturen des Rollweges zur rechteckigen Dachfläche führen. Im Westen und Osten fluchten die Schmalseiten des Daches jeweils über plane Hüllflächen auf den Rollweg. Die Dachelemente, welche an den Längsseiten jenseits der überschrittenen Grundfläche auskragen, stören das dem Betrachter vertraute Bild einer Flugzeughalle. Der erkennbare Typus eines Hangars erfährt eine formale Umwandlung, wodurch Gleichheit und Verschiedenheit zu den Gebäuden des Flughafens gleichermaßen wahrnehmbar werden.

Zonierung und Erschließung

Die Flugzeughallen erscheinen hermetisch, das Museum hingegen prägt den Ort über die eigentliche Funktionsfläche hinaus. Im Norden weicht die vertikale Raumschale linsenförmig unter der Dachkonstruktion zurück. Eine offene und überdachte Vorhalle entsteht, die luftseitig dem Flugverkehr Platz bietet. Im Süden ragt die Dachkonstruktion, auf ihre primäre Tragstruktur reduziert, über die vertikale Raumschale hinaus, und schafft somit landseitige Anknüpfungspunkte.

Hier mündet der dreiseitig aufgespannte Vorplatz, über den die Besucher zu dem Museum gelangen. Als asphaltierte Fläche schiebt er sich unter die exponierte Dachkante. Eine weitere Überlagerung entsteht, die ihren Abschluss in einer vertikal aufsteigenden Raumschale findet. Spiegelbildlich zu der Einbuchtung im Norden formt sich eine zweite, überdachte Vorhalle. Rollfeld und Vorplatz werden somit als korrelierende Bestandteile des Museums ausgewiesen. Zwischen den gekrümmten Raumschalen der Ausstellungs- und der platzseitigen Vorhalle wird die Landschaft hindurchgeführt. Diese Engstelle passierend, wirft sich das Grün wie ein Teppich auf, und gibt unter sich den Eingang in das Museum frei. Platz, Schale und halboffene Vorhalle überbrücken graduell die Grenze zwischen Innen und Außen, Museum und Landschaft, Exponat und Individuum.

Material und Charakter

Dem vorab formulierten Ausstellungsprogramm wurde ein räumliches Nebeneinander von Museum und Hangar zu Grunde gelegt. Diese Bereiche als Einheit zu betrachten, begründet die an den Industriebau angelehnte Architektur. Nicht ein Museum mit Hangar, sondern ein Hangar als Museum. Kontext und Budget lenken die Suche nach der idealen Gestalt eines Luft- und Raumfahrtmuseums. Im Ergebnis eine Ausstellungshalle, die das Prinzip des Flugzeugbaus bildhaft überträgt, in dem sie einen wirtschaftlichen Einsatz von Ressourcen zitiert. So werden die gekurven Raumschalen mittels Polycarbonatplatten unmerkelt segmentiert. Dabei ermöglicht das Montagesystem der gebäudehohen, transparenten Plattenbahnen den Verzicht einer konstruktiven Unterteilung auf der Außenseite. Der vorrangig im Industriebau eingesetzte Baustoff, der Leichtigkeit und Formbarkeit vermittelt, erfährt über die Dimension der Hüllfläche eine ihm nicht immanente Präzision, die ihn in Wahrnehmung und Wertigkeit wandelt. Auf der Südseite ist der Raumschale außen liegend ein Punktraster appliziert, das die Sonneneinstrahlung mindert. Das Raster überspielt die Linierung der Polycarbonatplatten. Das Fehlen einer deutlich erkennbaren Struktur vermittelt dem Betrachter den Eindruck einer Wand, die gewahr werdende Transparenz hingegen signalisiert Durch-





Energietechnik

Transsolar Energietechnik GmbH, München

Tragwerksplanung

Werner Sobek Ingenieure GmbH, Stuttgart

Bauphysik

Ingenieurgesellschaft für Bauphysik Thor, Bergisch Gladbach

Fassadenplanung

R+R Fuchs, München

TGA

Laux, Kaiser & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Stuttgart

Innenarchitektur

Grego, Zürich

Ausstellungsarchitektur

Atelier Brückner GmbH, Stuttgart

lässigkeit. Die wenigen Tür- und Fensteröffnungen, Letztere sind wie Schaufenster gerahmt und auf halber Höhe in die homogene Fläche eingeschnitten, geben Anhaltspunkte für die Maßstäblichkeit der Halle. Auf der Nordseite sind die Polycarbonatplatten im Lieferzustand verbaut. Ihre gekrümmte Anordnung macht sie, je nach Blickwinkel, mal zu einem Filter, der das Innenleben nur schemenhaft wiedergibt, mal zu einem Spiegel, der die lichte Weite des Rollfeldes reflektiert.

Ausstellung und Organisation

Verbunden mit dem allseitig erfolgenden Lichteinfall entsteht ein heller und lichter Ausstellungsraum, der durch eine aufgeständerte Black Box und eine Galerie entlang der Südfassade ergänzt wird. Die tragenden Rahmenkonstruktionen sind erkennbar. Die ordnende Struktur der Hallendecke, in der sichtbar und auf mehreren Ebenen Primär- und Sekundärträger, Licht- und Installationssysteme orthogonal verwoben sind, durchstößt an den Hallenlängsseiten die gekrümmten Raumschalen. Deren Transparenz verdeutlicht die Überlagerung der geometrischen mit der freien Figur. Der Gesamteindruck des Raumes ist zurückhaltend, die Ausstellung und ihre Exponate wurden freigestellt. Der Besucher betritt das Museum unterhalb der Galerie. Eine schmale Fuge zur frei eingestellten Black Box vermittelt die Höhe der Ausstellungshalle. Im Schatten des aufgeständerten Volumens empfangen den Besucher Rezeption, Cafeteria und Museumsshop. Der Rundgang startet über eine Wendeltreppe im Inneren des introvertierten Raumes. In Bildern, Modellen und Texten wird hier die Geschichte des Unternehmens Dornier inszeniert.

Über einen kurzen Tunnel verlässt der Besucher die Black Box und tritt auf die Galerie. Sie führt ihn in einem lang gezogenen Bogen in den zweiten Teil der Ausstellung, wobei sie ihm einen Überblick über die historischen Exponate der Luft- und Raumfahrttechnik gewährt, die wie Skulpturen in der offenen Halle angeordnet sind. Der Besucher vollzieht dabei einen Perspektivenwechsel, der es ihm ermöglicht, die unterschiedlichen Informationen in Bezug zu setzen. Fensterausschnitte erlauben den Blick über den Vorplatz in die Landschaft. Am Ende der Galerie führen Aufzug und Treppe zurück ins Erdgeschoss. ASW

Klima- und Energiekonzept

Für den Neubau des Dornier Museums in Friedrichshafen ist von Transsolar ein Klima- und Energiekonzept entwickelt worden. Die formale Orientierung am Gebäudetyp des Hangars als Industriearchitektur sollte sich auch im Hinblick auf das Klima- und Energiekonzept fortsetzen und trotzdem einen Museumsbetrieb ermöglichen. Daraus resultiert ein einfacher, geradliniger Ansatz sowohl in den passiven wie in den aktiven Konzeptkomponenten zur Sicherstellung eines angemessenen Raumkomforts, der die Integration natürlicher Klimatisierung sowie effizienter und umweltschonender Versorgungskomponenten ermöglicht und somit nachhaltig einen wirtschaftlichen und ökologischen Betrieb des Gebäudes erlaubt.

Eine erste Herausforderung stellte dabei die Gebäudehülle dar, die in den beiden geschwungenen Hauptfassaden nach Süden und Norden großflächig transluzent konzipiert wurde. Als Fassadenmaterial dienen hier gebäudehohe Polycarbonat-Mehrfachstegplatten, die mit einem u -Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ vergleichsweise gute Wärmeschutzeigenschaften bieten. Eine wirksame Begrenzung solarer Wärmeeinträge im Sommer war dadurch jedoch zunächst nicht gegeben. Hierzu war es erforderlich, auf der Außenseite eine zusätzliche Bedruckung mit einem weißen Punktmuster aufzubringen, deren Intensität in detaillierten Verschattungsanalysen optimiert wurde, um Energieeintrag und Tageslichtversorgung gegeneinander abzuwägen. Die Bedruckung wurde im Siebdruck-Verfahren aufgebracht. Die Fassaden der Stirnseiten sind mit einer leistungsfähigen Sonnenschutzverglasung mit einem g -Wert von rund $0,20$ vollflächig verglast. Die westliche Fassade lässt sich dabei als Falttor vollständig öffnen.

Einem Industriebau angemessen verfügt die Museumshalle ausschließlich über eine natürliche Lüftung. Um die Homogenität der großflächigen Fassaden nicht durch Strukturen zur Öffnung zu unterbrechen, wurde die Lüftungsfunktion unterhalb des Fassadenfußpunktes angeordnet. Hierzu wurde der innenseitig ohnehin erforderliche Unterflurschacht entlang der Nord- und Südfassade nach außen projiziert und die Innen- und Außenseite durch automatisch regelbare Lüftungsklappen voneinander getrennt. Neben der „Unsichtbarkeit“ der Lüftungs-



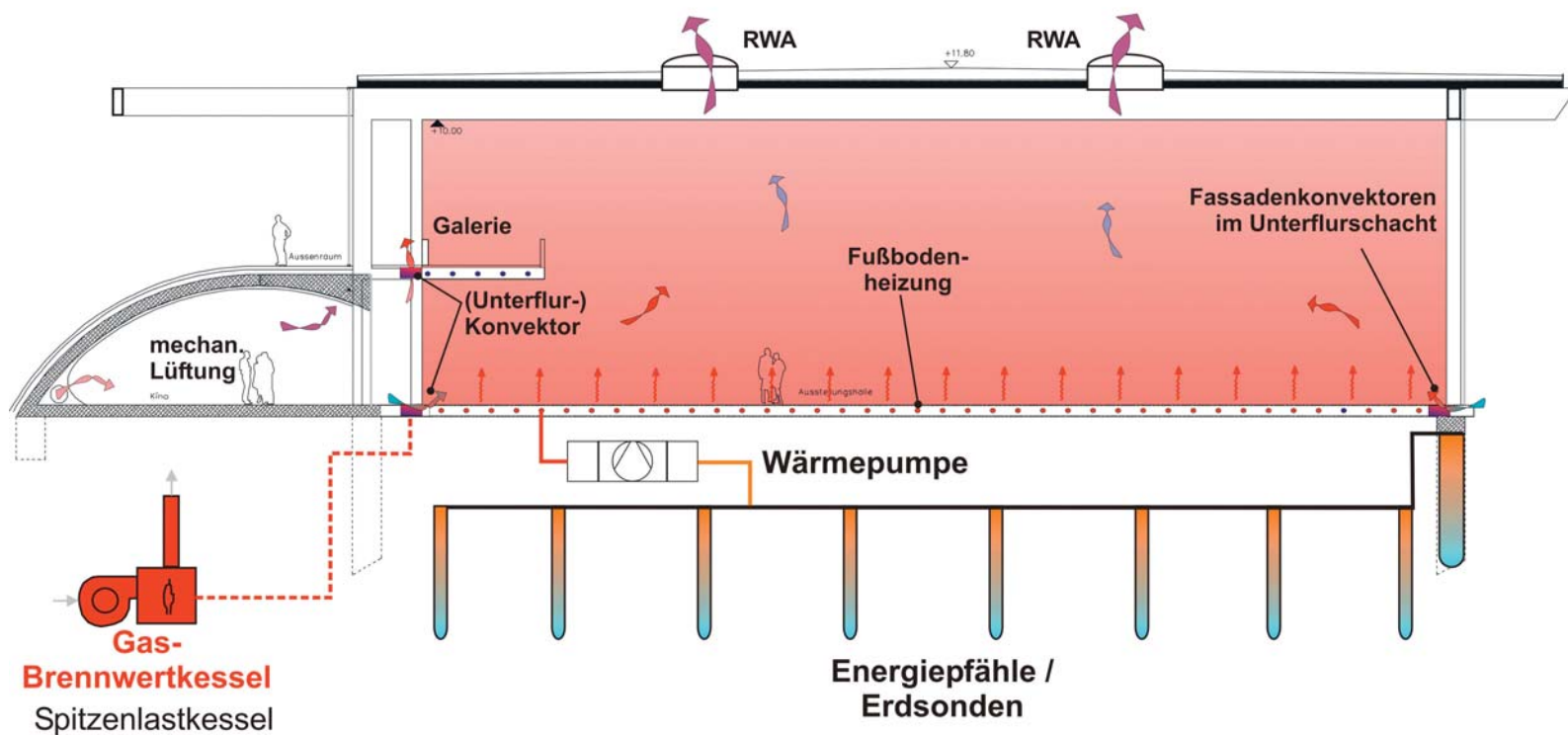


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Klimakonzepts für die Halle (Winter)

funktion bietet diese Anordnung den Vorteil, dass die Luft bodennah eingebracht wird und die volle Gebäudehöhe für den thermischen Antrieb der Luftbewegung zur Verfügung steht. Die Abluft wird über die im Dach erforderlichen RWA-Öffnungen geführt. Weitere regelbare Öffnungen befinden sich stirnseitig in der verglasten Ostfassade beziehungsweise der Falltoranlage nach Westen. Auf diese Weise ist ein gleichmäßiger und flexibler Betrieb der Lüftungsfunktion möglich. Neben der Frischluftzufuhr dient das System hauptsächlich der natürlichen Ablüftung von sommerlichen Wärmelasten und zur Nachluftspülung der Hangarhalle. Eine mechanische Lüftung, die sich am hygienisch notwendigen Maß für die Frischluftzufuhr der Besucher orientiert, ist nur in der Ausstellungsbox im OG sowie in entsprechenden Sonderbereichen, zum Beispiel der Gastronomie, oder in vollständig innen liegenden Räumen installiert.

Dem Charakter des Gebäudes entsprechend, lag die gezielte Integration des Hallenbodens in das Klimakonzept nahe. Der Betonboden ist mit einer Industriefußbodenheizung, wie sie auch aus „echten“ Hangargebäuden bekannt ist, ausgerüstet. Sie sorgt im Winter für eine Grundkonditionierung und wird im Sommer als Fußbodenkühlung genutzt, mit der solare Wärmelasten effizient abgeführt werden können. Auch der Fußboden der entlang der Südfassade geführten Galerie, die die innen liegende Ausstellungsbox als Zugang mit der Museumshalle verbindet, verfügt über im Beton eingelegte Rohrschlangen, die insbesondere zur Regulierung solarer Wärmeeinträge im fassadennahen Bereich dienen.

Nachdem die ursprünglich als reine Verkehrsfläche angelegte Galerie mit der Aufstellung zahlreicher Exponate inhaltlich in das Ausstellungskonzept integriert wurde, erwies sich die zeitweise Bereitstellung von zusätzlicher Kühlleistung in diesem Bereich als erforderlich, sodass auf der Galerie fassadenseitig Brüstungselemente mit Umluftkonvektoren ausgestattet wurden. Zur bedarfsgerechten Beheizung der Museumshalle dienen Unterflur- beziehungsweise Fassadenkonvektoren in zwei Ebenen entlang der Nord- und Südfassade. In Sonderbereichen, zum Beispiel unterhalb der eingestellten Ausstellungsbox, sind Deckenstrahlplatten eingebaut, die eine gezielte Klimaregulierung erlauben.

Damit eignet sich das entwickelte Klimakonzept sehr gut für die Bereitstellung von Heiz- und Kühlenergie auf Niedertemperaturniveau und damit für die effiziente Nutzung von Umweltenergien am Standort. Auf der Energieversorgungsseite kann somit ein in wirtschaftlicher wie ökologischer Hinsicht nachhaltiges Konzept umgesetzt werden. Zentrales Element ist hierbei ein Geothermiefeld aus 81 Erdwärmesonden beziehungsweise Energiepfählen aus der Gebäudegründung. Diese erschließen das Erdreich zur thermischen Nutzung nach dem Prinzip eines Pendelspeichers: Das Erdreich dient während der Heizperiode als effiziente Niedertemperaturquelle für eine Wärmepumpe, die zu einer Abkühlung des Erdreichs führt. Im Sommer steht dann eine Kältequelle zur Gebäudekühlung zur Verfügung, die sich direkt aus dem Erdreich speist.

Wichtig ist hierbei eine im Jahreszyklus ausgeglichene Bilanz aus Wärme- und Kältenutzung, um langfristig einen stabilen Betrieb des Geothermiefeldes sicherzustellen. Das Gesamtsystem aus Gebäude, Geothermiefeld und Energieversorgung wurde dazu über mehrere Jahre in Computermodellen detailliert simuliert und ausgelegt. Insgesamt konnte auf diese Weise erreicht werden, dass die Klimatisierung des Hauses – abgesehen von der Spitzenlastkühlung auf der Hangargalerie an besonders heißen Tagen – vollständig ohne mechanische Kälteerzeugung auskommt, was für einen derartigen Museumsbau eine bemerkenswerte Besonderheit darstellt.

Die Betriebskosten für die Gebäudeklimatisierung liegen deutlich unter denen konventioneller Konzepte. Auch die Umweltbelastung durch den Betrieb der Gebäudeklimatisierung, gemessen an den CO₂-Emissionen, ist gegenüber einem herkömmlichen Konzept um etwa 50 Prozent reduziert, so dass pro Jahr knapp 100 t an CO₂-Emissionen eingespart werden.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen schematisch das Klima- und Energiekonzept für den Winter- und Sommerfall, Abbildung 3 für die Ausstellungsbox. In Abbildung 4 ist die Verteilung der solaren Einstrahlung auf die Südfassade dargestellt, die zur Bewertung des erforderlichen Bedruckungsgrades ermittelt wurde.

Christian Oberdorf, Transsolar München

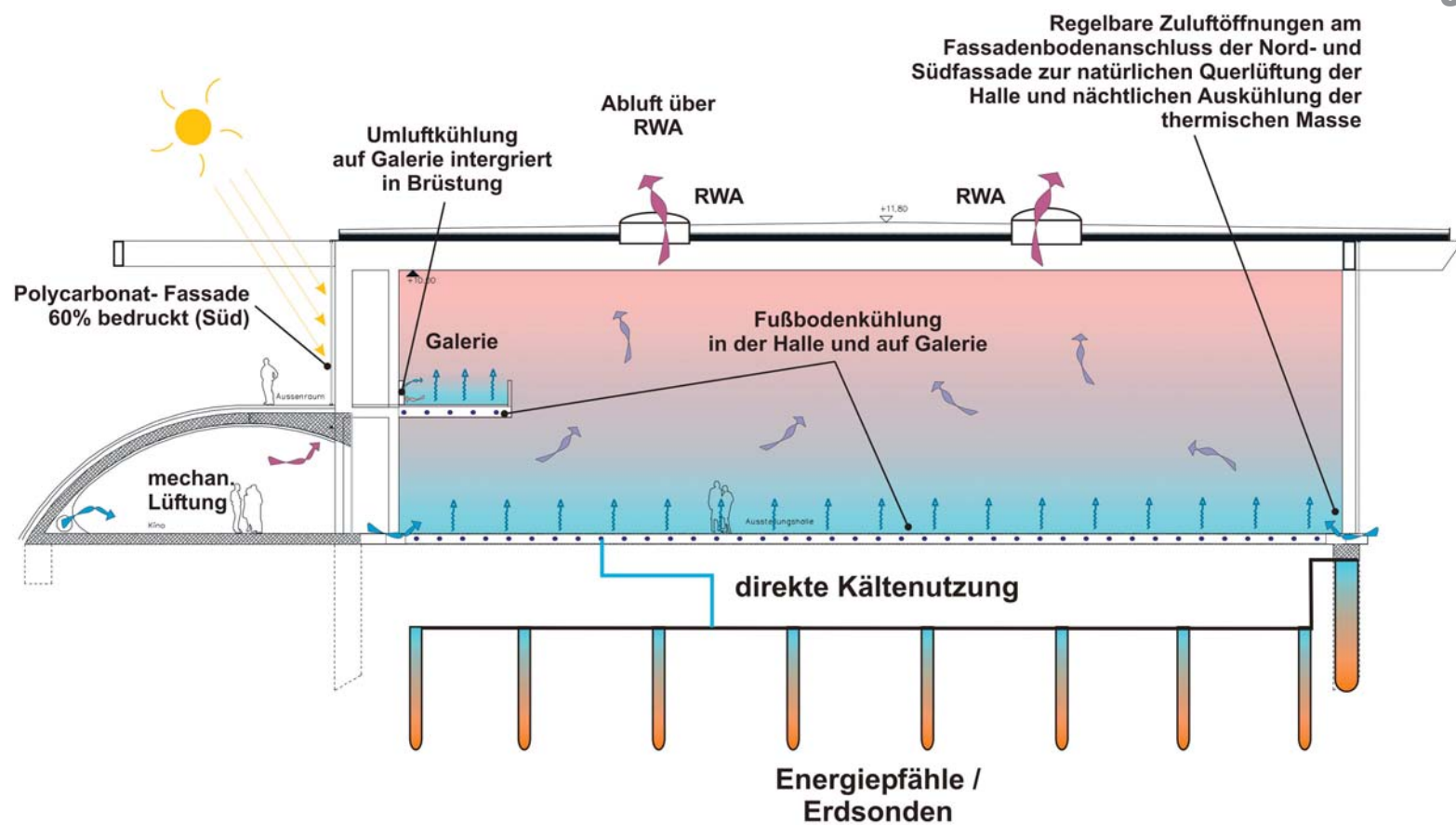


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Klimakonzepts für die Halle (Sommer)

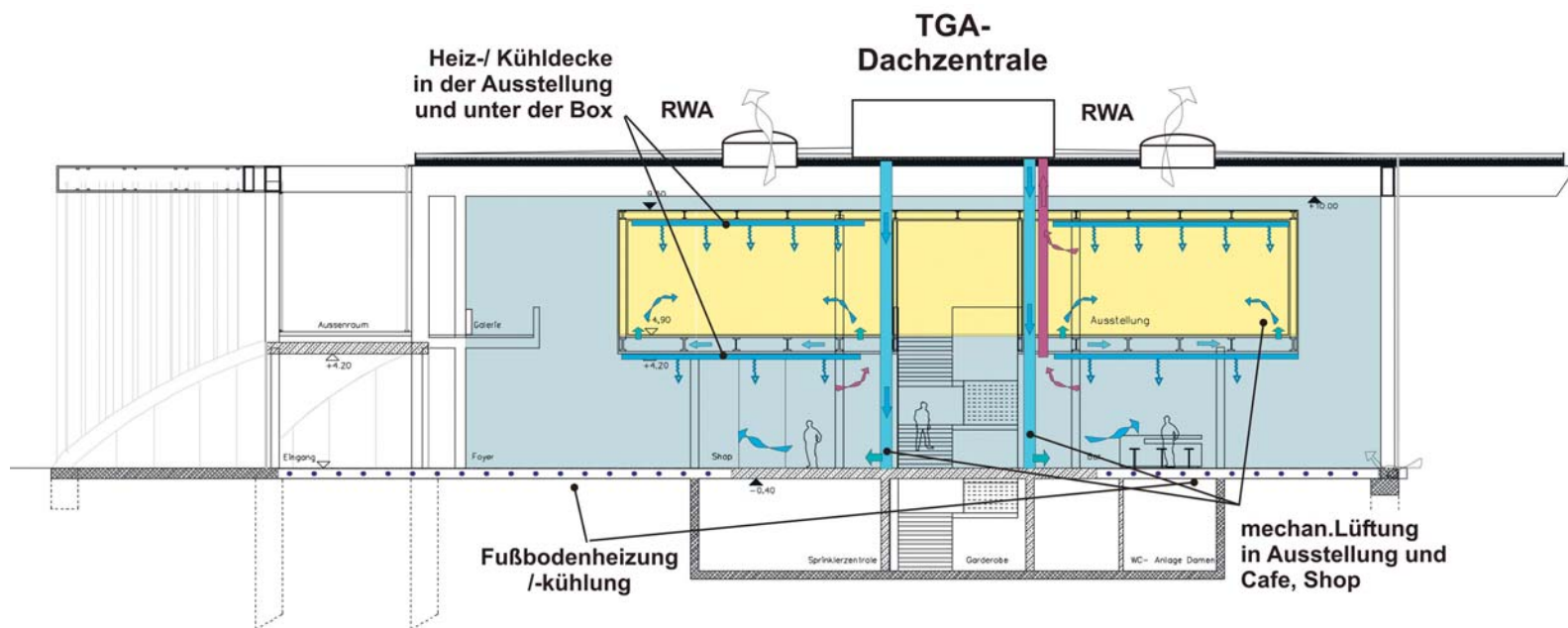


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Klimakonzepts für die Ausstellungsbox (OG) und den Bereich Wechselausstellung bzw. Box EG

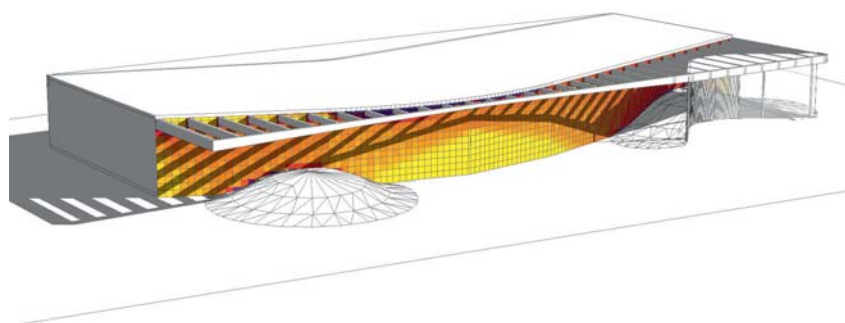


Abbildung 4: Solare Einstrahlung und Eigenverschattung auf die Südseite