

Energieeffizienz kommt ins Museum



Quadratisch. Praktisch. Gut. Direkt neben der Schokoladenfabrik Ritter Sport befindet sich das vom Berliner Architekturbüro Max Dudler entworfene Museum Ritter. Das Gebäude beherbergt neben der Sammlung von Marli Hoppe-Ritter – der Enkelin des Firmengründers der Ritter Schokoladenfabrik – auch das Besucherzentrum der Schokoladenfabrik. Hier werden die natürlichen Ressourcen Holz, Solarenergie und Geothermie in der zukunftsweisenden Haustechnik eingesetzt. Dabei sind die Anforderungen an das Raumklima in den Ausstellungsräumen aus konservatorischen Gründen sehr hoch.



Das Museum Ritter beherbergt neben einer Kunstsammlung auch das Besucherzentrum der Schokoladenfabrik.

© Victor S. Brigola

Gebäudesteckbrief

Projektstatus	 Optimiert
Standort	Alfred-Ritter-Straße 27, 71111 Waldenbuch, Baden-Württemberg
Baufertigstellung	2005
Inbetriebnahme	2005
Bauherr	Ritter Schönbuch Vermögensverwaltung (+ Betreiber und Nutzer)
Bruttogrundfläche	3.910 m ²
Beheizte Nettogrundfläche	3.214 m ²
Bruttorauminhalt	13.098 m ³
Arbeitsplätze	23
A/V	0,54 m ² /m ³
Schwerpunkte	Tageslichtplanung, Tageslichtsysteme, Lüftung + WRG, Aktive Kühlung, Thermisch aktivierte Bauteilsysteme, Wärmepumpe, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärme-/Kälte-Verbund, Regelungstechnik, Betriebsführung, Gebäudeautomation, Solarthermie, Biomassenutzung

Projektbeschreibung

Das Museum Ritter liegt am Ortsrand von Waldenbuch neben dem Werksgelände der Firma. Es beherbergt eine Kunstsammlung moderner geometrisch-abstrakter Kunst. In einer bewussten Analogie zum quadratischen Produktdesign basiert der Grundriss des Gebäudes auf geometrisch klaren Formen. Die quadratische Grundfläche von 44 x 44 m teilt sich in zwei Flügel auf, die einzeln jeweils ein Trapez darstellen und durch eine Passage verbunden sind. Im größeren Flügel befinden sich die Sammlung, Wechselausstellungen, ein Museumsshop und ein Cafe. Der kleinere Gebäudetrakt bietet Raum für das Besucherzentrum der Schokoladenfirma Ritter Sport, den Verwaltungsteil mit 400 m², einen Laden, Ausstellungsflächen und eine Werkstatt für Kinder.

Gebäudekonzept

Neben dem Museum Ritter ist in dem neuen Gebäude das Besucherzentrum der Firma Ritter Sport untergebracht. Beide Funktionen sind jedoch innerhalb des Gebäudes von einander getrennt, ohne die Einheit des Gebäudes zu stören.

Der größere Teil der 700 qm Ausstellungsfläche befindet sich im Obergeschoss des Museum Ritter. Diese sind mit einer kombinierten Tages- und Kunstlichtdecke ausgestattet. Die Versorgung der teilweise sehr empfindlichen Kunstwerke mit Tageslicht setzt eine geeignete Technik zur Kontrolle der Lichtmenge voraus. Das Tageslichtangebot ist im Tages- und Jahresablauf großen Schwankungen unterworfen, die beim Besucher nicht zu einer Beeinträchtigung der Rezeption führen dürfen. Diesen problematischen Voraussetzungen steht die herausragende Farbwiedergabe des Tageslichts bei unterschiedlichen natürlichen Lichtverhältnissen gegenüber. Darüber hinaus ist die Lichtausbeute des natürlichen Lichtes einer künstlichen Lichtquelle deutlich

überlegen. In der Summe kann durch die Entscheidung für das Tageslicht eine erhebliche Menge an elektrischer Energie, die bei permanenter künstlicher Beleuchtung erforderlich wäre, eingespart werden. Zur Steuerung der Lichtmenge sind elektromechanisch justierbare Lamellen unterhalb der Deckenverglasung angebracht.

Die Ausstellungsflächen im Erdgeschoss werden ausschließlich, die Flächen im Obergeschoss nur bei fehlendem Tageslicht mit elektrischer Beleuchtung versorgt. Eine wesentliche Anforderung an die eingesetzte Lichtdecke richtete sich dabei an die guten Streu- und Transmissionsbedingungen der verwendeten Materialien. Die Lichtdecke wurde zu diesem Zweck gemeinsam mit dem Hersteller projektspezifisch optimiert. Als Lichtquelle kommen hocheffiziente T5/ T16 Leuchtstoffröhren in den Lichtfarben 940 und 965 zum Einsatz, die mit dimmbaren elektronischen Vorschaltgeräten ausgestattet sind. Damit sind individuell benötigte Beleuchtungsstärkeniveaus in jedem Ausstellungsraum einstellbar. Im Obergeschoss kann das Kunstlicht abhängig vom Tageslichtangebot für jeden der Räume einzeln beigemischt werden.

Energiekonzept

Die Anforderungen an das Raumklima in den Ausstellungsräumen sind aus konservatorischen Gründen sehr hoch. Dies bedeutet, dass die Temperatur (20-22°C) und die relative Luftfeuchte (50-55%) nur in einer sehr geringen Bandbreite schwanken dürfen. Dadurch ist sowohl im Sommer (Entfeuchtung) als auch im Winter (Befeuchtung) eine Luftbehandlung notwendig. Dies erfordert einen hohen Energieaufwand, der im Rahmen dieses Projektes reduziert werden soll.

Im Winter wird die Luft über einen Kontaktbefeuchter befeuchtet. Die notwendige Verdampfungsenergie wird dabei aus der Luft entnommen und nicht wie bei einem üblichen Dampfbefeuchter durch elektrische Energie aufgebracht. In diesem Prozess wird die Luft zunächst auf ca. 30°C erhitzt, um mit etwa 22°C in die Räume eingebracht zu werden. Zur Feuchterückgewinnung im Winter wird ein Wärme-/Feuchterad mit ca. 50% Rückfeuchtegrad eingesetzt. Im Sommer ist die Trocknung der Luft durch das Wärme-/Feuchterad nicht möglich, da zur Trocknung des Rads hohe Temperaturen notwendig sind. Daher wird die Entfeuchtung im Sommer durch Abkühlen der Luft auf den Taupunkt (8 bis 9°C) und ein anschließendes Wiederaufheizen mit der Abwärme der Kälteerzeugung auf ca. 16 bis 18° C realisiert. Die notwendigen Kaltwassertemperaturen von 6 bis 8°C können nur über eine Kältemaschine erzeugt werden. Eine Nutzung von "Hochtemperaturkälte" aus dem Erdreich (wie z. B. für die Wärmeabfuhr über die Fußbodenkühlung) für den Entfeuchtungsprozess ist nicht möglich.

Im Sommer zirkuliert ein hoher Umluftanteil (ca. 70%) um die Entfeuchtungsleistung zu reduzieren, der Außenluftanteil wird über CO₂ -Sensoren in Referenzräumen geregelt.

Die zentrale Komponente für die Wärmebereitstellung ist eine Absorptionskältemaschine (AKM), die im Winter als Wärmepumpe betrieben wird. Sie nutzt Niedertemperatur-Erdwärme aus 73 wasserdurchströmten Gründungspfählen und wird über Hochtemperatur-Wärme aus einem Vakuumröhren-Kollektorfeld (47 CPC-Vakuumröhren-Kollektoren, Gesamtleistung 100 kW) und einer Holzpellet-Kesselanlage (4 Aggregate, zusammen 120 kW) "angetrieben". Die Kollektoranlage deckt dabei etwa 40% des gesamten Wärmebedarfs ab. Durch die Verwendung der Absorptionskältemaschine als Wärmepumpe können mit 100% Holzpellets ca. 160% Nutzwärme erzeugt werden.

Im Sommer wird Kälte mit einem höheren Temperaturniveau (15-18°C) direkt über die Gründungspfähle erschlossen. Nach Berechnungen sind dies rund 65% des Kältebedarfs.

Da in den Ausstellungsräumen im Museum sehr hohe Anforderungen an die Raumkonditionen einzuhalten sind, muss Niedertemperaturkälte auf einem Niveau von 6 bis 12°C für die Luftkonditionierung bzw. der Entfeuchtung der Zuluft bereitgestellt werden. Diese Kälte erzeugt die AKM. Mit Wärme wird die AKM primär durch die Kollektoren und sekundär durch den Holzpelletkessel versorgt. Der COP der AKM beträgt 0,75. Zur Spitzenlastabdeckung und als Ersatzsystem dient eine Kompressionskältemaschine (KKM). Die Nacherhitzung der entfeuchteten Luft für die Ausstellungsräume erfolgt mit der Abwärme der Kältemaschinen.

Performance

Durch das anspruchsvolle Energiekonzept sind die Anforderungen besonders an die Gebäudeautomation sehr hoch. Das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten funktionierte nicht von Anfang an und es wurde sehr viel Zeit benötigt, besonders den Übergang zwischen den unterschiedlichen Betriebszuständen (Heizen, Kühlen) zufriedenstellend zu lösen. Schon kurz nach der Eröffnung zeigte sich zudem, dass der – aus Gründen der Durchgängigkeit des Konzepts gewählte – Verzicht auf eine zusätzliche Kompressionskältemaschine zur Abdeckung der Spitzenlast nicht haltbar war.

Die Technik funktioniert nach Beseitigung der Mängel wie geplant. Das geforderte Klima in den Ausstellungsräumen wird eingehalten. Eine die Planung um das doppelte übersteigende Besucherzahl, vor allem in den Verkaufsräumen des Besucherzentrums, machen eine weitere Nachrüstungen der Kältetechnik unumgänglich.

Optimierungsmaßnahmen und –möglichkeiten

Mit Hilfe des wissenschaftlichen Monitorings konnten Mängel an verschiedenen Anlagenkomponenten nachgewiesen und dann auch beseitigt werden. Zudem konnte die Kälteproduktion der zweiten Kältemaschine gegenüber dem ersten Messjahr um 80% reduziert werden. Weitere Einsparpotenziale wurden im Bereich der Regelung der Energiepöple identifiziert. Mit relativ einfachen Änderungen in der Regelung konnten hier große Verbesserungen erzielt werden.

Eine weitere Optimierung wäre möglich, in dem die Laufzeit der Lüftungsanlage besser an die Öffnungszeiten angepasst werden. So könnten jährlich weitere 52 MWh eingespart werden.

Energiekennzahlen

Energiekennzahlen nach EnEV (in kWh/m²a)	
Heizwärmebedarf (nach EnEV)	69,60
Primärenergie gesamt (bezogen auf beheizte NGF)	125,00
Gemessene Energiekennwerte (in kWh/m²a)	
Endenergie Wärme	94,50
Primärenergie Wärme	23,40
Primärenergie gesamt	344,00
Endenergie gesamt	282,00
Endenergie Kälte	87,10
Endenergie Lüftung	45,70
Endenergie Beleuchtung	54,90
Primärenergie Kälte	37,70
Primärenergie Lüftung	127,50
Primärenergie Beleuchtung	153,00

Kosten für die Realisierung

Realisierungskosten in €/m²	
Baukonstruktion (KG 300)	972
Technische Anlage (KG 400)	384

Hierbei handelt es sich um eine/n Kostenfeststellung

Bauwerkskosten netto nach DIN 276 bezogen auf die Bruttogrundfläche (BGF) nach DIN 277

 **Projektportal Monitoring**

 **Website Museum Ritter**

 **Wissenschaftliche Messdaten und Grafiken aus dem Langzeitmonitoring**

 **Museum Ritter - Projektbericht (PDF, 9.0 MB)**