



# NACHHALTIGE ARCHITEKTUR IN DER PRAXIS

Text: Aldo Rota, Dario Aiulfi, Willi Frei, Emmanuel Rey

Übersetzung: Richard Squire

Das Marin Centre unterscheidet sich von anderen grossen Einkaufszentren in der Schweiz durch seine konsequente Ausrichtung auf eine nachhaltige Entwicklung. Das Gebäude entspricht dem Minergie-Standard und weist weitere innovative, ressourcenschonende technische Lösungen auf. Eine zentrale Rolle im Energiehaushalt kommt der hohen, durch Tageslicht erhellten Mall zu. Die optimierte natürliche Belüftung ermöglicht ein komfortables Raumklima ohne Energie verbrauchende mechanische Klimatisierung.

☐ In der Schweiz stehen gegenwärtig mehr als 20 Einkaufszentren mit einer Verkaufsfläche von über 20000m<sup>2</sup> (Abb. 2). Die meisten davon werden über eine oder mehrere mehrgeschossige Hallen im Inneren erschlossen. Zu den Merkmalen dieser Gebäude gehören die Klimatisierung aller Räume inklusive der grossvolumigen Malls sowie eine praktisch fensterlose Gebäudehülle mit einer ganzjährig künstlichen Beleuchtung des gesamten Innenraums. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass Einkaufszentren wegen ihres hohen Stromverbrauchs heute aus energetischer Sicht kritisch betrachtet werden.

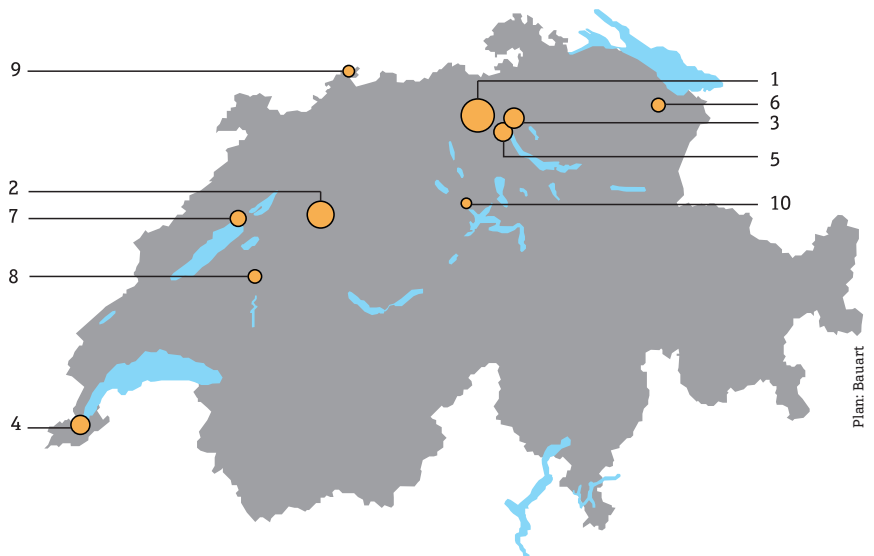
Eine vor kurzem durchgeführte Studie<sup>1</sup> an 32 Einkaufszentren ergab, dass der durchschnittliche Wärmeverbrauch bei 350MJ/m<sup>2</sup>/Jahr (entspricht 97KWh/m<sup>2</sup>/Jahr) liegt, wobei der Mindestverbrauch 75 und der Höchstverbrauch 800MJ/m<sup>2</sup>/Jahr betrug. Der Stromverbrauch seinerseits liegt – heruntergebrochen auf die Verkaufs- und nicht auf die Energiebezugsfläche – im Schnitt bei 2000MJ/m<sup>2</sup>/Jahr oder ca. 555KWh/m<sup>2</sup>/Jahr; hier betragen Mindest- bzw. Höchstverbrauch 360 bzw. 2800MJ/m<sup>2</sup>/Jahr.

Beim Neubau des Marin Centre wurden, im Vergleich zu bestehenden Zentren, neben ökonomischen Kriterien auch neue ökologische Prioritäten gesetzt. Das Ziel war die Realisierung eines Einkaufszentrums, das in optimaler Weise den Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung und insbesondere eines rationellen Energieeinsatzes entspricht. Als wichtigste Vorgaben der Projektentwicklung sollten der Minergie-Standard mit natürlicher Belüftung und nächtlicher Kühlung mit Energierückgewinnung erreicht und die Mall mit Tageslicht beleuchtet werden.

### SENKUNG DES GEBÄUDEENERGIEBEDARFS

Das gewählte Konzept basiert in erster Linie auf einer koordinierten Strategie zur Verringerung des Energiebedarfs für das Gebäude. Nachfolgend sind die wesentlichen Massnahmen zur Reduzierung des Wärmebedarfs aufgelistet:

- Gebäudehüllfläche mit sehr guter Wärmedämmung (weniger Verluste über die Gebäudehülle im Winter und weniger Aufheizung im Sommer)
- Kontrolle der von den Monoblockgeräten aufbereiteten Luftmenge, die je nach Bedarf variiert und in die Räume geblasen wird
- Wärmerückgewinnung aus den Prozessen, insbesondere aus gewerblichen Kälteanlagen
- Niedertemperatur-Wärmeverteilung und -abgabe über thermoaktive Decken
- Einsatz hocheffizienter Produktionsmittel



Einkaufszentrum	Ort	Verkaufsfläche in m <sup>2</sup>
1. Shoppi & Tivoli	Spreitenbach	68 000
2. Shoppyland	Schönbühl	49 000
3. Glattzentrum	Zürich	44 000
4. Balexert	Genf	43 000
5. Sihlcity	Zürich	42 000
6. Shopping Arena	St. Gallen	36 500
7. Marin Centre	Marin-Epagnier	36 000
8. Avry Centre	Avry-sur-Matran	34 000
9. Stücki Shopping	Basel	32 000
10. Emmen Center	Emmenbrücke	30 300

Zur Senkung des Stromverbrauchs – der grösste Bedarf entfällt auf die künstliche Beleuchtung und die Kälteerzeugung – wurden folgende Massnahmen bereits bei der Planung des Gebäudes vorgesehen:

- Beleuchtung durch Tageslicht in den Gebäudeteilen, wo es möglich ist, besonders in der Mall und in bestimmten Ladenflächen (Spezialmärkte)
- Einsatz leistungsstarker Leuchtmittel für die künstliche Beleuchtung, die genau auf den Bedarf zugeschnitten sind (Kontrolle interner Gewinne)
- Natürliche Belüftung in den Gebäudeteilen, die dies erlauben, und Einsatz von passiver Nachtkühlung (Night-Cooling) zur Ableitung des während des Tages angestauten Wärmeüberhangs aus dem Gebäude
- Effizienter Einsatz von Free-Cooling mit Verdampfungskühltürmen
- Einsatz leistungsstarker Kältemaschinen
- Einbau von Wärmetauschern (Wasser und Luft), bei denen der Durchsatz stets bedarfsabhängig geregelt werden kann
- Hochtemperatur-Kälteverteilung und -abgabe über thermoaktive Decken
- Auswahl leistungsstarker Kühlmöbel

- 1 Über der zentralen Halle sitzt eine grossflächig verglaste Laterne, die viel Tageslicht ins Innere lässt und zugleich zur natürlichen Klimatisierung dient
- 2 Die grössten Einkaufszentren der Schweiz



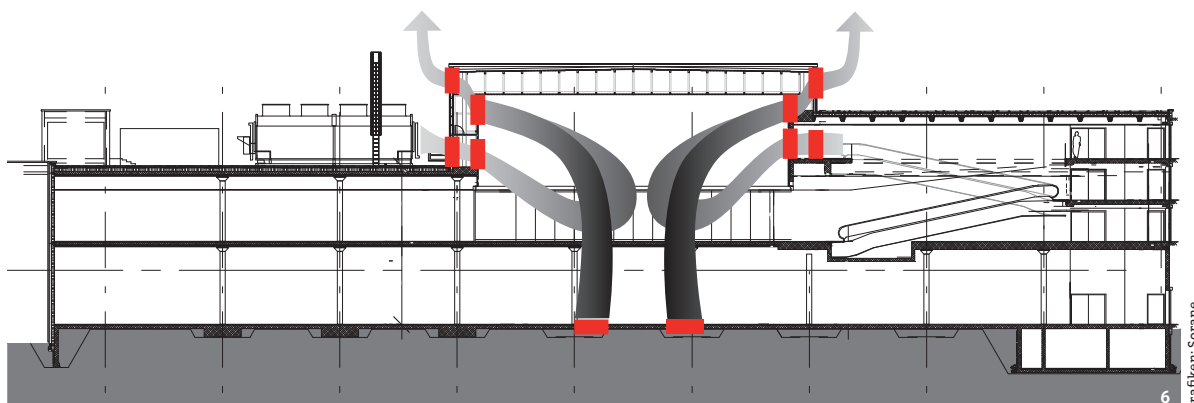
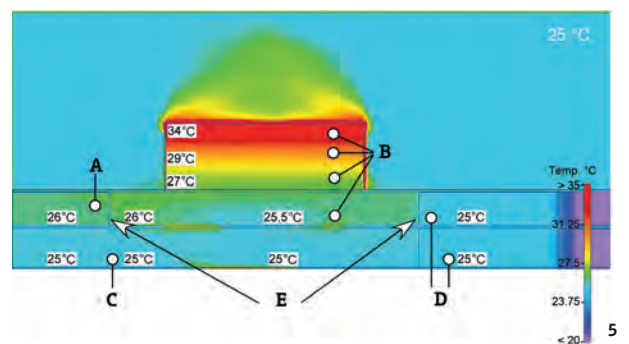
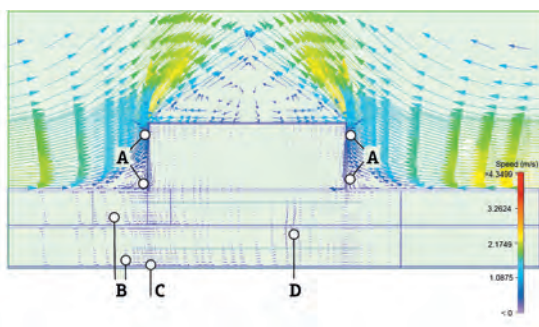
Foto: Tonatùh Ambrosetti

- 3 Zur natürlichen Belüftung der zentralen Halle sind in die Dachkonstruktion und die Glasflächen Öffnungsflügel eingebaut, sodass die oben eingeschichtete warme Luft entweichen kann
- 4 Luftzirkulation: Die Pfeile zeigen die Zirkulationsrichtung der Luft, die Farben ihre Geschwindigkeit. Da die Lüftungsöffnungen abhängig von Aussentemperatur und Windstärke gesteuert werden, entsteht ein angenehmes, zugfreies Innenklima
  - A Lüftungsöffnungen oben geöffnet
  - B Monoblock-Klimageräte im Überdruckmodus
  - C Lüftungsöffnungen unten geschlossen
  - D Moderate Windgeschwindigkeit
- 5 Natürliche Belüftung und Temperaturen der zentralen Halle (Aussentemperatur: 25 °C): Die Simulation zeigt angenehme

Temperaturen in Bodennähe und eine Überhitzung im oberen Teil, sodass durch simple Konvektion eine natürliche Belüftung entsteht

- A Läden Süd (zur Halle hin geschlossen)
- B Deutliche Temperaturschichtung
- C Läden Süd (zur Halle hin offen)
- D Läden Nord (zur Halle hin geschlossen)
- E Physikalische Trennung (Fassade zwischen Läden und Halle)

- 6 Natürliche Belüftung und Öffnungen in der zentralen Halle: Je nach Aussentemperatur können verschiedene Lüftungsöffnungen angesteuert werden, um das bestmögliche Innenraumklima zu erzeugen, so z. B. bei extremen Hitzeperioden oder zur Nutzung der Nachtauskühlung



Grafiken: Sorane

## Thermische Qualität der Gebäudehülle

Bei der Planung der Gebäudehülle fanden nicht nur ästhetische Erwägungen im Hinblick auf das Gesamtkonzept des Gebäudes Berücksichtigung, sondern es wurde auch besonderes Augenmerk auf die thermische Qualität gelegt. Damit sinken die jährlichen Betriebskosten, ohne dass dadurch die Investitionskosten über die Massen steigen. Bei diesem Gebäudetyp lassen sich Mehrkosten für die zusätzliche Isolierung teilweise kompensieren, indem Klimaanlage mit geringerer Leistung eingesetzt werden. Dieses Konzept wird darüber hinaus durch den grossen Anteil geschlossener Fassadenflächen des Einkaufszentrums unterstützt, die problemlos mit dicken Wärmedämmschichten versehen werden können.

Um möglichst wenige Wärmebrücken entstehen zu lassen, wird eine aussenliegende Isolierung angebracht. Auf dem Dach ist sie besonders dick, damit im Sommer weniger Energie zum Kühlen benötigt wird. Der U-Wert der Fassaden beträgt  $0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ , für das Dach liegt er bei  $0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Alle Fenster haben Doppelverglasung mit einer Metaldampfschichtung zur Filterung der langwelligen Infrarotstrahlung und Gasfüllung zwischen den Scheiben. Der U-Wert der Verglasungen beträgt  $1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , was dem aktuell installierten Standard entspricht.

## Wärmerückgewinnung

Am Standort kommen zwei Arten der Kälteerzeugung zum Einsatz: zum einen die Kälteerzeugung zur Klimatisierung, d. h. zur aktiven Kühlung der Innenräume, zusätzlich zu den Massnahmen der natürlichen Belüftung und der passiven Kühlung, zum anderen die gewerbliche Kälteerzeugung für Kühlanlagen.

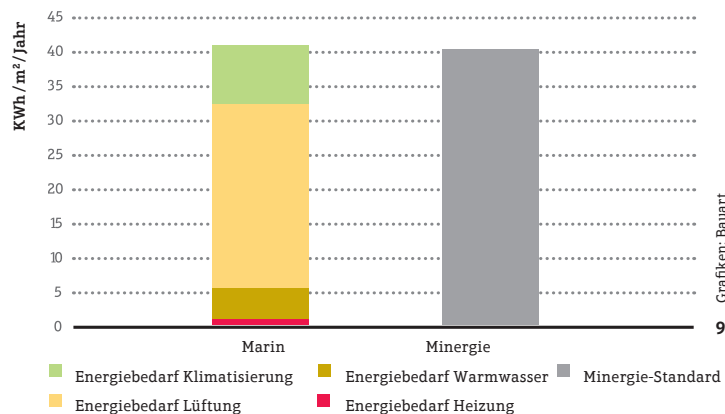
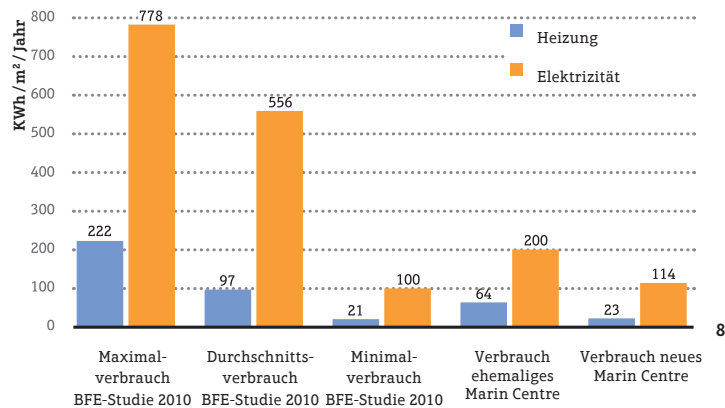
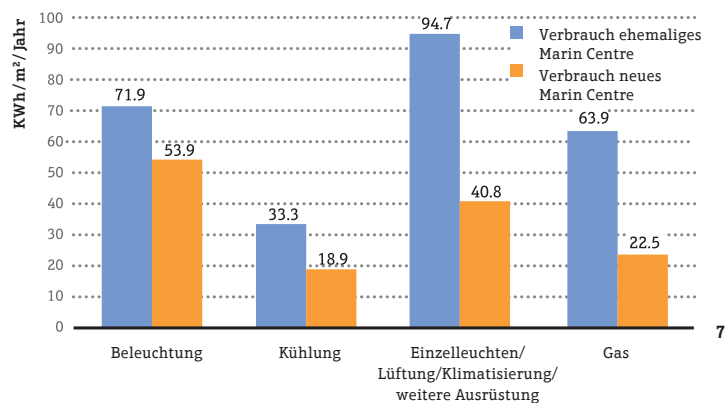
Die Kälteerzeugung zur Klimatisierung findet Verwendung für das Kaltwassernetz der Läden und die Monoblock-Belüftungsgeräte. Die Regelung ist so ausgelegt, dass im Winter keine Kälte mehr zur Klimatisierung erzeugt wird, wenn Wärme benötigt wird und das System zu 100 % mit Free-Cooling funktioniert.

Die gewerblichen Kälteanlagen sorgen für den Betrieb der Kühlmöbel in den Läden und Kühlkammern. Diese Kälteerzeugung läuft ganzjährig und stellt eine interessante Quelle der Wärmerückgewinnung dar, die zum einen zum Aufheizen von Warmwasser und zum anderen zum Heizen des Gebäudes (Belüftungsbatterien und thermoaktive Decken) genutzt werden kann.

## Installation von thermoaktiven Decken

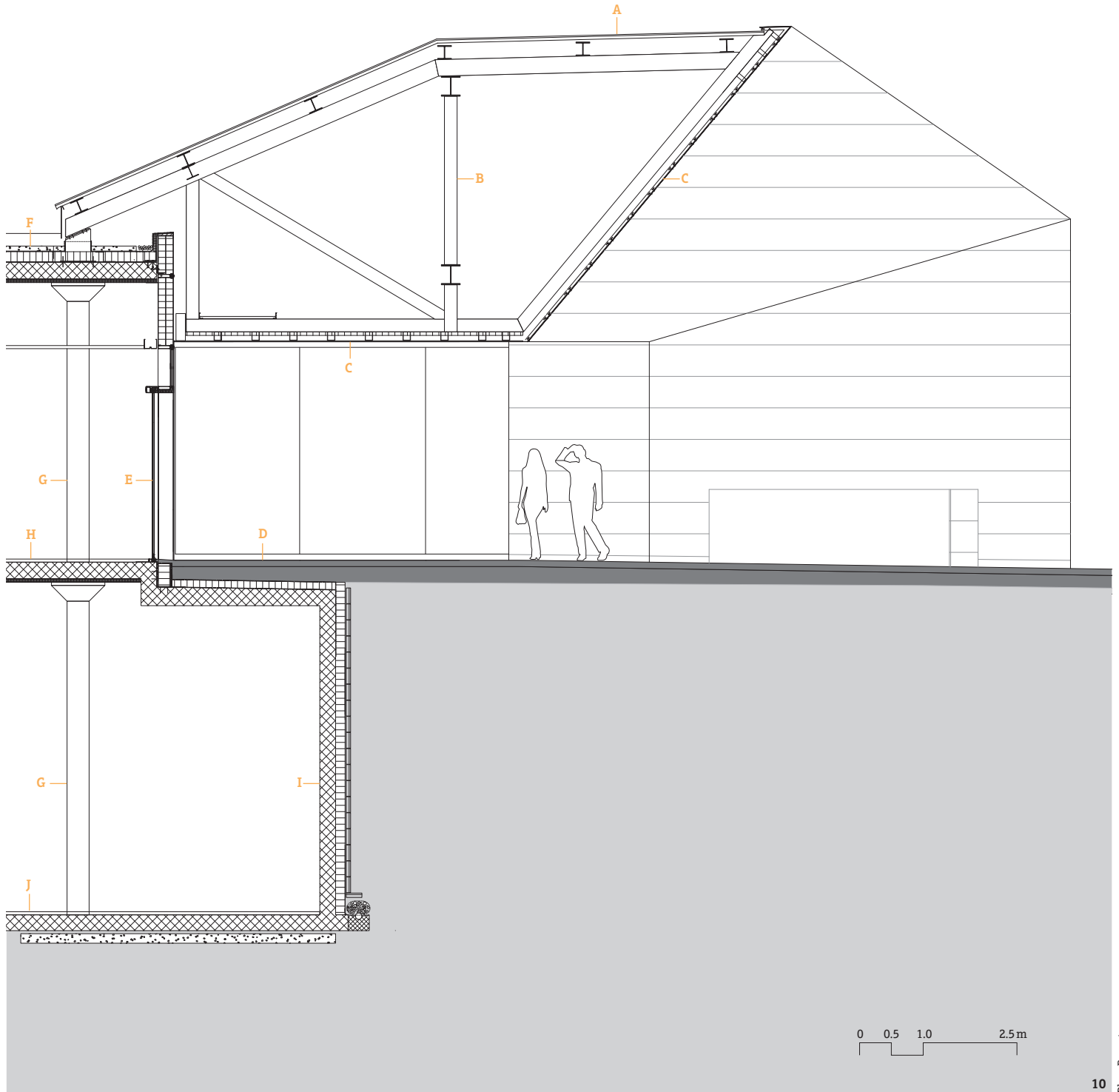
Die thermische Aktivierung der Gebäudemasse durch in die Geschossdecken integrierte Rohrschlangen zu Heizzwecken ist schon lange bekannt. Seit der Serienreife von Hochleistungsfassaden, die mit sehr niedrigen Vorlauftemperaturen – 24 bis  $30^\circ\text{C}$  Wassertemperatur in den Rohrschlangen – auskommen, erlebt sie ein Revival. Davor waren solche Betriebstemperaturen, mit denen der Eindruck mangelnden Komforts bei Deckenheizungen vermieden werden kann, wegen zu geringer Leistung der thermischen Gebäudehüllen nicht möglich. Bei der Wärmeerzeugung besticht das System insbesondere durch die Verwendung von Erdgas und durch Temperaturen, die in Abhängigkeit von der Verbrauchskurve stufenlos geregelt werden.

Durch thermoaktive Decken kann die Gebäudemasse zudem im Sommer gekühlt werden, wenn die Betriebstemperatur des Wassers in den Rohrschlangen ca. 18 bis  $20^\circ\text{C}$  beträgt. Diese Kühlung



- 7 Energieverbrauch des ehemaligen und des neuen Einkaufszentrums
- 8 Energieverbrauch des ehemaligen und des neuen Einkaufszentrums im Vergleich mit Schweizer Referenzdaten
- 9 Vergleich mit dem Minergie-Standard

Fortsetzung auf S. 42



### 10 Fassadenschnitt West/Eingangsbereich

- A Trapezblech, feuerverzinkt 45 mm
- B Stahlfachwerk, dreidimensional
- C Fassadenplatten 2640 × 500 × 3 mm
- D Bodenaufbau:  
Asphalt, zweischichtig 95 mm, Schüttung 250 mm, Trennlage, bituminöse Abdichtung, Wärmedämmung Schaumglas 120 mm, Dampfsperre, Betonplatte 250–300 mm
- E Glasfassade, Pfosten-Riegel-Konstruktion
- F Dachaufbau:  
Extensive Dachbegrünung 20 mm, Substrat 80 mm, Drainage, Abdichtung, Wärmedämmung 160 mm, Dampfsperre, Ortbeton 200 mm, Betonfertigplatte 60 mm, Unterzug 60 mm
- G Betonstütze, vorgefertigt 350 × 350 mm
- H Bodenaufbau:  
Gussasphalt, geschliffen 25 mm, Unterlagsboden 25 mm, Ortbeton 200 mm, Betonfertigplatte 60 mm, Unterzug 60 mm
- I Wandaufbau:  
Betonwand 250 mm, Abdichtung, Wärmedämmung Polystyrolhartschaum 100 mm, Drainage
- J Bodenaufbau:  
Bodenbelag + Zementestrich 50 mm, Betonplatte 200 mm, Dampfsperre, Magerbeton 50 mm, PE-Folie, Schaumglas-schotter 150 mm

### 11 Fassadenausschnitt der Westseite mit dem Haupteingang





12

Foto: Thomas Jantscher

- 12 Richtung Dorf und zum Vorplatz öffnet sich das Einkaufszentrum mit einem Café
- 13 Unterschiedlich breite Verglasungen lassen viel Tageslicht in die zentrale Halle. Das wandernde Schattenbild wirkt wie eine überdimensionale Sonnenuhr

ist besonders nachts interessant, da so in energetischer Hinsicht von einem höheren Free-Cooling-Potenzial profitiert werden kann und – wirtschaftlich gesehen – der Tarif günstiger ist. Durch die Trägheit der Decken macht man sich im Tagesrhythmus die Speicherwirkung bzw. die langsame Abgabe der Wärme zunutze. Dieses System kann zwar problemlos 20–30W/m<sup>2</sup> abführen, hat allerdings den Nachteil, dass es sich nicht schnell an abrupte Schwankungen der thermischen Belastungen anpasst. Im Falle eines Einkaufszentrums liegt die aus der Beleuchtung herrührende Last den ganzen Tag über – Öffnungs- und Wartungszeiten – bei 20W/m<sup>2</sup>. Diese festen Zeiten sind damit günstig für eine effiziente Integration thermoaktiver Decken in das energetische Gesamtkonzept.

#### NATÜRLICHE BELÜFTUNG UND PASSIVE NACHTKÜHLUNG

In der Schweiz ist das Potenzial für die Nutzung der natürlichen Belüftung äusserst interessant. Eine Auswertung der regionalen Wetterdaten ergab mit 1261 Stunden eine nicht unbeträchtliche Zeitdauer, in der die Temperaturen in der Zeit von 8 bis 20 Uhr zwischen 14 und 22°C liegen. In diesem Zeitfenster ist es bioklimatisch sinnvoll, natürliche Belüftung einzusetzen, entweder als alleinige Belüftung zur Abde-

ckung des gesamten Bedarfs oder als Unterstützung des mechanischen Systems. Zu diesem Potenzial während des Tages kommen die Nachtstunden hinzu, während deren eine passive Kühlung des Gebäudes durch natürliche Belüftung möglich ist. Es gibt einige Bereiche, die nur schwer natürlich belüftet werden können, z. B. die Standorte der Kühlmöbel in den Lebensmittelläden. In den meisten anderen Bereichen hingegen ist eine natürliche Belüftung problemlos möglich.

In der Mall kommt der natürlichen Belüftung eine besondere strategische Bedeutung zu. Da sie einen Rauminhalt von über 50 000m<sup>3</sup> hat, einigte man sich schon im ganz frühen Planungsstadium darauf, auf eine vollständige Klimatisierung des gesamten Volumens zu verzichten und vielmehr die enorme Höhe auszunutzen, um unterschiedliche Luftschichten zu generieren und die Wärme in den obersten – von Menschen nicht benutzten – Bereich zu verbannen. Als Reaktion auf die nachfolgend genannten Rahmenbedingungen war die natürliche Belüftung für die Klimatisierung dieses Raumes geboten:

- Aufgrund der Grösse des Raumes sowie der Aufheizung durch Sonneneinstrahlung hätte man eine Klimaanlage mit einem entsprechend hohen Energiebedarf verbauen müssen, um die Klimatisierung garantiert unter Kontrolle zu haben.

- Die Mall ist ein Übergangsbereich zwischen Aussen- und Innenbereich des Gebäudes sowie Verkehrsfläche zwischen den einzelnen Läden. Daher liegen die Ansprüche an die Klimatisierung dieses Raumes ebenfalls zwischen beiden Bereichen. Es gelten folgende Parameter für die Klimatisierung dieses Raumes: Bei einer Aussen-temperatur von  $-6^{\circ}\text{C}$  im Winter muss eine Innentemperatur von  $18$  bis  $20^{\circ}\text{C}$  und bei einer Aussen-temperatur von  $32^{\circ}\text{C}$  im Sommer muss eine Innentemperatur von maximal  $28^{\circ}\text{C}$  erreicht werden.
- Durch den grossen Anteil an Glasflächen ( $276\text{m}^2$  Norden,  $276\text{m}^2$  Süden und  $695\text{m}^2$  Oberlicht) fällt sehr viel Tageslicht ein, das auch eine erhebliche Aufheizung mit sich bringt. Diese zugeführte Wärme muss im Sommer und in der Übergangszeit abgeleitet werden.

Um nun diese Wärmelast durch natürliche Belüftung ableiten zu können, wurden im unteren und im oberen Teil der Mall Öffnungen für die optimale Zu- und Abfuhr von Luft vorgesehen. Im unteren Bereich (untere und obere Ebene der Mall) wurden Zuluftöffnungen mit einer Gesamtfläche von  $66\text{m}^2$  eingebaut, über die Luft in die Mall einströmt. Die oberen Öffnungen sind in das Dach über der Mall integriert. Sie sind in zwei gleich grossen Gruppen im oberen und unteren Teil der Vertikalstruktur angeordnet und haben eine Gesamtfläche von  $128\text{m}^2$  (je  $32\text{m}^2$  im oberen und im unteren Teil der Nordseite sowie im oberen und im unteren Teil der Südseite).

Für die natürliche Belüftung öffnet sich eine bestimmte Anzahl dieser Schieber in einer Kaskade. Zunächst werden nach und nach die oberen Schieber geöffnet, dann diejenigen auf mittlerer Höhe und anschliessend diejenigen im unteren Teil. Diese Schieber werden von der Mess- und Regeltechnik angesteuert, wobei sie je nach Bedarf (Raumlufttemperatur in der Mall) geöffnet und geschlossen werden. Im Sommer dienen sie auch dazu, in den Nachtstunden das Zentrum des Gebäudes zu kühlen. Sobald die Innenraumtemperatur der Mall höher als die Aussentemperatur ist, öffnet das MSR-System automatisch die Schieber.

#### **OPTIMIERUNG DER MECHANISCHEN ANLAGEN**

Da für die Erzeugung von Kälte zu Klimatisierungszwecken das Free-Cooling-Potenzial des Aussenbereichs genutzt wird, können die Kältemaschinen im Winter und in der Übergangszeit nachts abgeschal-



Foto: Tonatiuh Ambrosetti

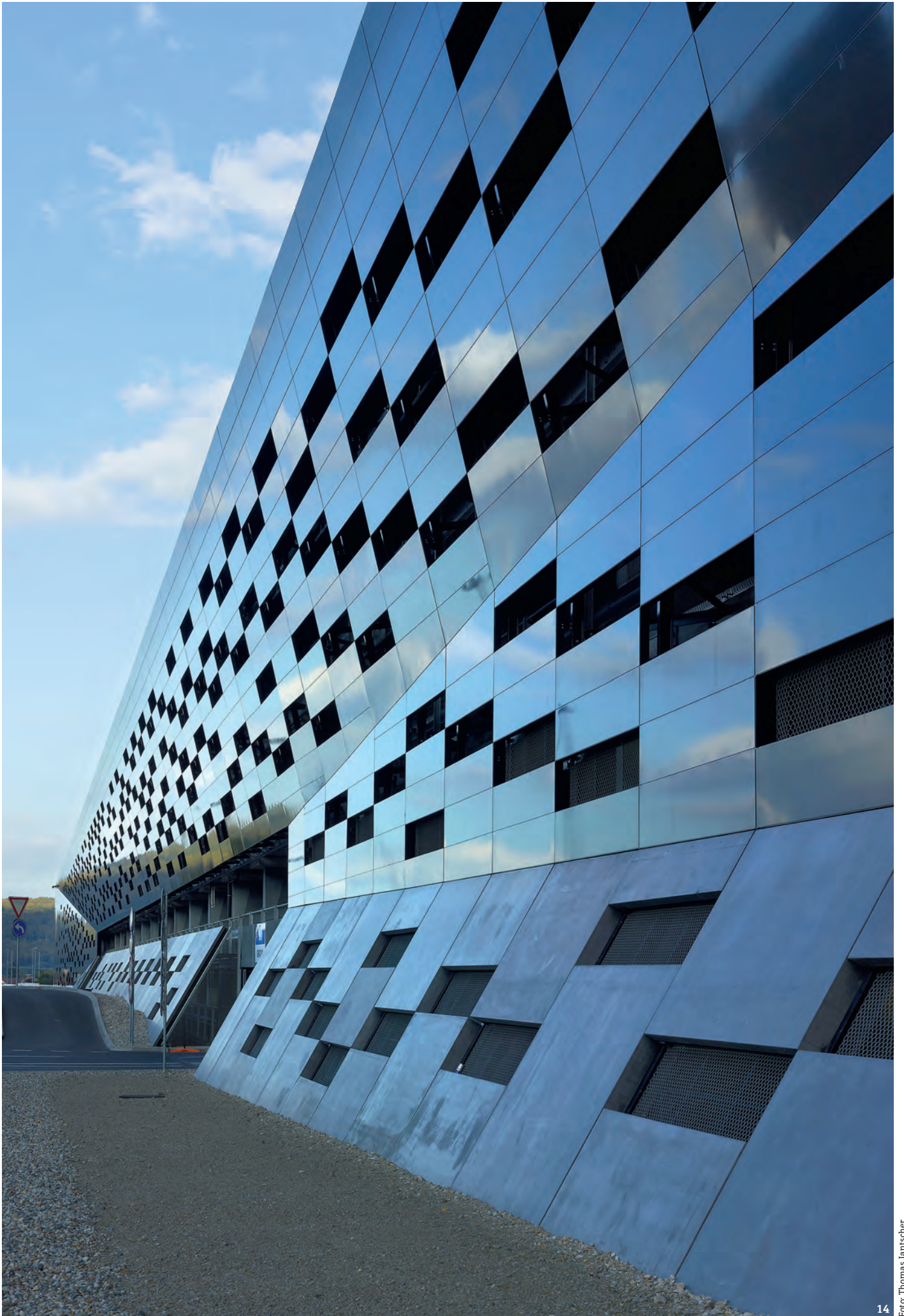
tet werden, denn die Temperatur des Kaltwassernetzes wird über einen Wärmetausch mit der Aussenluft, der mittels Hybridkühltürmen erfolgt, stabil gehalten. Dank diesen Türmen kann man die Feuchttemperatur anstelle der Temperatur der trockenen Luft verwenden. Dazu wird die trockene Luft durch adiabatisches Verdampfen von Wasser angefeuchtet, bevor sie in die Batterie des Kühlturms eintritt.

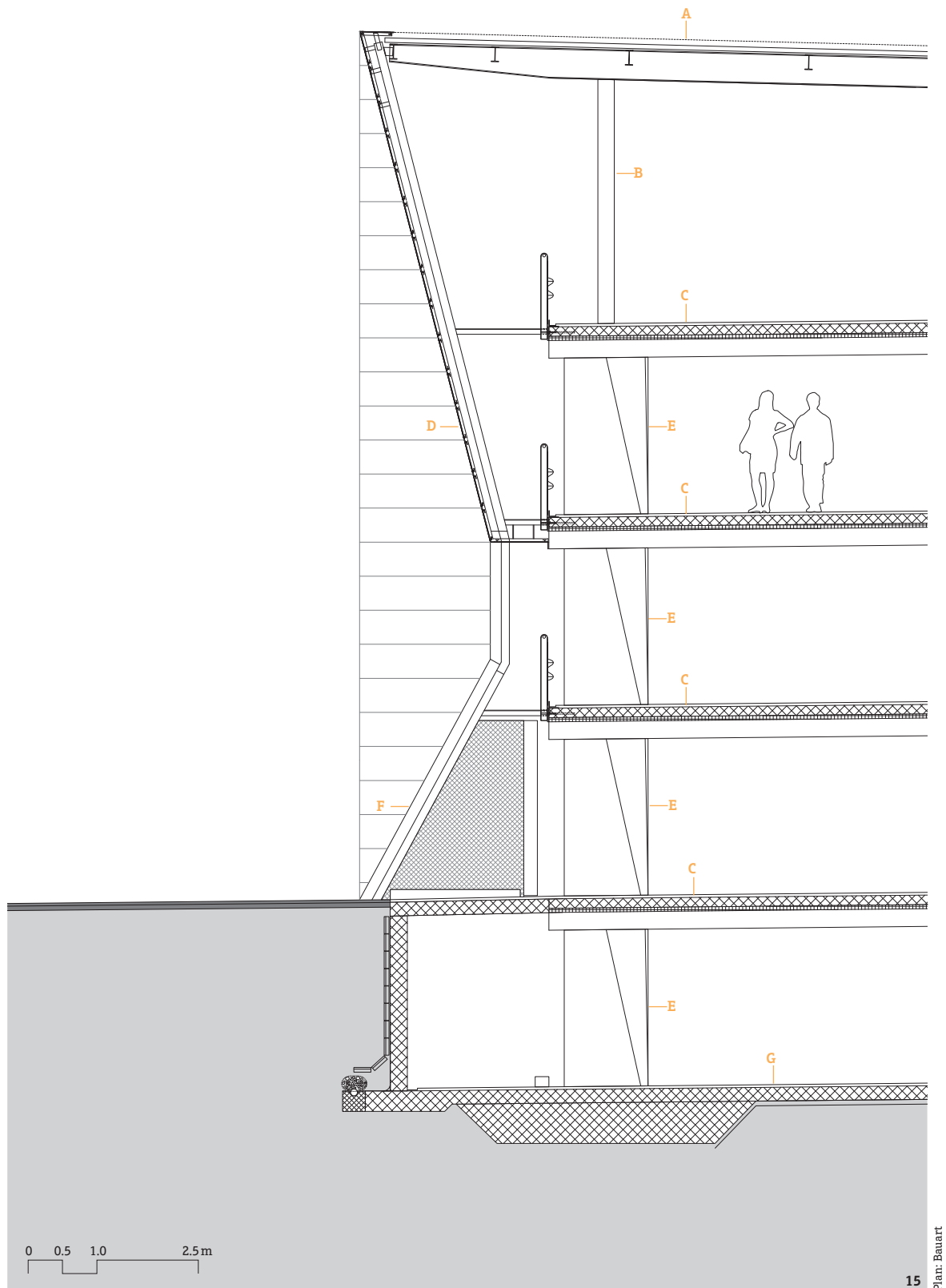
Ist keine direkte Kühlung mehr möglich, um die Temperatur des Kaltwassernetzes auf  $12^{\circ}\text{C}$  zu halten, weil die Feuchttemperatur über  $10^{\circ}\text{C}$  liegt, werden die Kältemaschinen zugeschaltet. Mit dem Hybridturm können die Kondensatoren der Kältemaschinen besser gekühlt werden, sodass diese eine höhere Leistungsausbeute erzielen und so ihren Teil zu einem geringeren Stromverbrauch beitragen. In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass die thermoaktive Decke ein Kühlsystem ist, das besonders gut zu einer Nachtkühlung mittels Hybridturm passt, da sie ihre Wärmelast nachts abgeben (das heisst, sie wird gekühlt) und tagsüber einen Teil der überschüssigen Wärme aufnehmen kann (Phasenverschiebung zwischen Tag und Nacht).

Im energetischen Konzept ist ausserdem eine Kühlung der Läden über eine Kaltwasserschleife vorgesehen, an die Kühlanlagen (Gebläsekonvektoren) der Mieter angeschlossen werden können, sodass

Fortsetzung auf S. 46







14 Die Parkhausfassade auf der Nordseite ist im Sockelbereich mit robusten, schwarz durchgefärbten Betonfertigteilen ausgeführt. Die zur Belichtung und Belüftung notwendigen Öffnungen sind nach einem zufällig wirkenden Pixelmuster verteilt

15 Fassadenschnitt Nord/Parkhaus

A Dachaufbau:

Trapezblech 65 mm, Nebenträger HEA 200, Hauptträger HEA 360

B Stahlstütze HEB 240

C Bodenaufbau:

Asphalt 30 mm, Ortbeton 140 mm, Betonfertigteile 60 mm, Betonunterzug (vorgespannt) 260 mm

D Fassadenaufbau:

Fassadenplatten 2640 × 500 × 3 mm, Stahlkonstruktion IPE 120

E Stütze Betonfertigteile 1200 × 300 mm

F Sockelaufbau:

Fertigbetonplatte 150 mm, Stahlkonstruktion HEB 120

G Bodenaufbau:

Asphalt 30 mm, Betonbodenplatte 200 mm, Magerbeton 50 mm



Foto: Tonatiuh Ambrosetti

16

16 Auf dem Metaldach des Parkhauses ist eine Fotovoltaikanlage mit zurzeit 400 m<sup>2</sup> Fläche installiert

nur die restliche interne Wärmelast über die Belüftung abgeführt wird. Durch diesen Kniff wird die Luftmenge für die Belüftung der Bereiche mit hohen internen Lasten im Centre begrenzt.

Auch die Effizienz der Monoblock-Belüftungsgeräte wurde sorgfältig geprüft. Um so viel Wärme wie möglich aus den gewerblichen Kälteanlagen rückzugewinnen zu können und die Verluste des Verteilernetzes so gering wie möglich zu halten, wurden die Wärmebatterien so ausgelegt, dass die Luft mit 25°C eingeblasen werden kann. Die Wassertemperatur der Heizung hat dabei maximal 35°C. Die Monoblockgeräte sind mit hochwirksamen Rückgewinnungsanlagen sowie mit Sonden für die Luftqualität und die Regulierung ausgerüstet, sodass ein genau auf Angebot und Bedarf abgestimmter Betrieb möglich ist (Recycling einer Luftteilmenge je nach klimatischen Verhältnissen). Diese Wärmetauscher sind auch im Sommer in Betrieb, wenn es darum geht, der wärmeren Aussenluft Kälte zu entziehen.

Die Anlagen wurden so ausgewählt, dass die Werte der Leistungskoeffizienten nicht nur bei Nennlast, sondern auch bei Teillast zufriedenstellend sind, da der Betrieb in den meisten Fällen nur bei Teillast erfolgt. Zusätzlich zur Tageslichtnutzung wurden Energiesparlampen zur künstlichen Beleuchtung verwendet. Die Beleuchtung wurde genau auf den

detailliert ermittelten Lichtbedarf zugeschnitten. Für bestimmte Anwendungen wurden zudem LED eingesetzt. Alle Einsparungen im Verbrauch für die Beleuchtung wirken sich auch über eine geringere Kälteerzeugung zur Klimatisierung aus.

Zusätzlich hat Groupe E, das Versorgungsunternehmen für die Kantone Neuenburg und Freiburg, 400 m<sup>2</sup> Fotovoltaikzellen auf dem Dach des Parkhauses installiert. Künftig soll diese Anlage erweitert werden, da noch genügend Fläche zur vermehrten Einspeisung von erneuerbarer Energie vorhanden ist.

#### SONSTIGE UMWELTRELEVANTE ASPEKTE

Parallel zur Senkung des Energieverbrauchs flossen noch weitere umweltrelevante Aspekte in die Konzeption dieses Projekts ein:

- Durch die Senkung des Wärmeverbrauchs konnten die Emissionen am Standort um die Hälfte gesenkt werden. So sind die neuen Werte der jährlichen Schadstoffemissionen trotz grösserer Fläche nur noch halb so hoch wie im alten Centre.
- Für die Kälteerzeugung zur Klimatisierung und zu gewerblichen Zwecken stehen heute mehrere Kältemittel zur Verfügung, die den aktuellen Vorschriften genügen: R134a, R407c, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>. Im Marin Centre werden die Klimaanlage mit R134a

und die gewerblichen Kälteanlagen mit CO<sub>2</sub> betrieben. Durch die strengen Anforderungen an dieses Projekt konnte der Beitrag dieser Anlagen zum Treibhauseffekt auf ein Minimum reduziert werden.

- Zur Einsparung von Trinkwasser sind die Anlagen an bestimmten Stellen mit Durchflussbegrenzern ausgestattet. Zudem funktionieren die Pissoirs ohne Wasserspülung, um Trinkwasser zu sparen.
- Zum Zweck des Regenwassermanagements sieht das Projekt Massnahmen zur Versickerung in den Grünanlagen vor (Erhöhung der durchlässigen Flächen am Standort), weiter Rückhaltemöglichkeiten zur Entlastung der Kanalisation und Senkung des Risikos lokaler Überschwemmungen (Dachbegrünung und bei Gewitter Speicherung des Wassers in einem Behälter mit ca. 500m<sup>3</sup> Fassungsvermögen, um den sich eine der Zufahrtsrampen zum Parkhaus spiralförmig windet). Die Dachbegrünung wirkt ausserdem günstig auf die Klimatisierung, da sie die Wärmelasten reguliert, die tagsüber gespeichert und nachts abgegeben werden.
- Da die Auswahl der Baumaterialien einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Ökobilanz des Gebäudes hat, wurde entsprechend geplant. Als Beispiel sei nur die Verwendung von Aushub- und Abbruchmaterial direkt am Standort genannt, das für die Neugestaltung der Grünanlagen genutzt wurde, oder die Realisierung einer Tragstruktur aus Holz für das Dach der Mall, mit der eine Spannweite von 25 m bei gleichzeitiger Reduzierung der grauen Energie möglich war.
- Die extensiven Grünanlagen und die grosse begrünte Dachfläche tragen zu einem wesentlich interessanteren Gesamtbild in Bezug auf die Artenvielfalt bei, als dies beim alten Centre der Fall war.

## **FÜR NACHHALTIGKEIT ALS BESTANDTEIL DER ARCHITEKTUR**

In die Planung und Realisierung des Marin Centre wurden nicht nur zahlreiche umweltrelevante Kriterien integriert, sondern auch verschiedene soziokulturelle Aspekte wie die Einbindung in den Standort, ein durchdachtes Erschliessungsschema, Funktionalität und Flexibilität, Bequemlichkeit für die Nutzer oder Orte, die im Gebäude und im Aussenbereich zur Geselligkeit einladen, sowie wirtschaftliche Überlegungen wie das Investitionskostenmanagement oder die Begrenzung der Betriebskosten und der externen Aufwendungen, die vom Gebäude herrühren.

Es gibt keine allgemeingültige Methode, mit der man Gebäude nachhaltiger planen kann. Schritte in Richtung Nachhaltigkeit basieren vielmehr auf der Konkretisierung massgeschneiderter Lösungen, die immer wieder für das jeweilige Projekt und die Prozesse entwickelt und angepasst sowie auf die Besonderheiten des Standortes und des Vorhabens zugeschnitten werden. Angesichts dieser Anforderung, gleichzeitig präzise, innovativ und flexibel zu sein, zeigt der für diese Realisierung gewählte Ansatz, dass sich aus der Dynamik des architektonischen Entwurfs durchaus Lösungen entwickeln können, die effizient, kreativ und für alle Beteiligten verbindend sein können.<sup>2</sup>

Dadurch, dass immer wieder Ansätze anderer Branchen in das architektonische Konzept integriert wurden, konnte ein Leitfaden ausgearbeitet werden, der klar und flexibel zugleich war und als Grundlage für die Optimierung des Entwurfs diente, wobei die räumliche Kohärenz des Gesamtkomplexes erhalten blieb. Im weiteren Sinne erlaubt diese konzeptuelle Synthese weiterhin einen kritischen Blick auf die gesamte Bandbreite der verfügbaren Technologien. Nachhaltigkeit sollte nicht als Zwang, sondern vielmehr als «Rohstoff» für architektonische Prozesse begriffen werden.<sup>3</sup>

—

1 Aiulfi D. et al.: *Energieverbrauch von Bürogebäuden und Grossverteilern. Erhebung des Strom- und Wärmeverbrauchs, der Verbrauchsanteile, der Entwicklung in den letzten 10 Jahren und Identifizierung der Optimierungspotenziale*. Bundesamt für Energie/BFE, Bern 2010

2 Rey E.: «(Re)construire la ville autrement». TRACÉS 17/2011, S. 7–10

3 Aiulfi D., Rey E.: «Les technologies vertes, matières premières pour la créativité des architectes». Conférence MICRO 10, Aula des Jeunes-Rives, Neuenburg, 2. 9. 2010