

Energiebewusst und ökologisch bauen

Peter Hübner

Ohne die Sonne wäre alles Leben auf dieser Erde unmöglich. Ohne Sonnenenergie wäre auch ein Bauen auf dieser Welt undenkbar. Dies betrifft sowohl die Baumaterialien als auch die Prozesse, mit denen wir unsere Häuser errichten und betreiben.

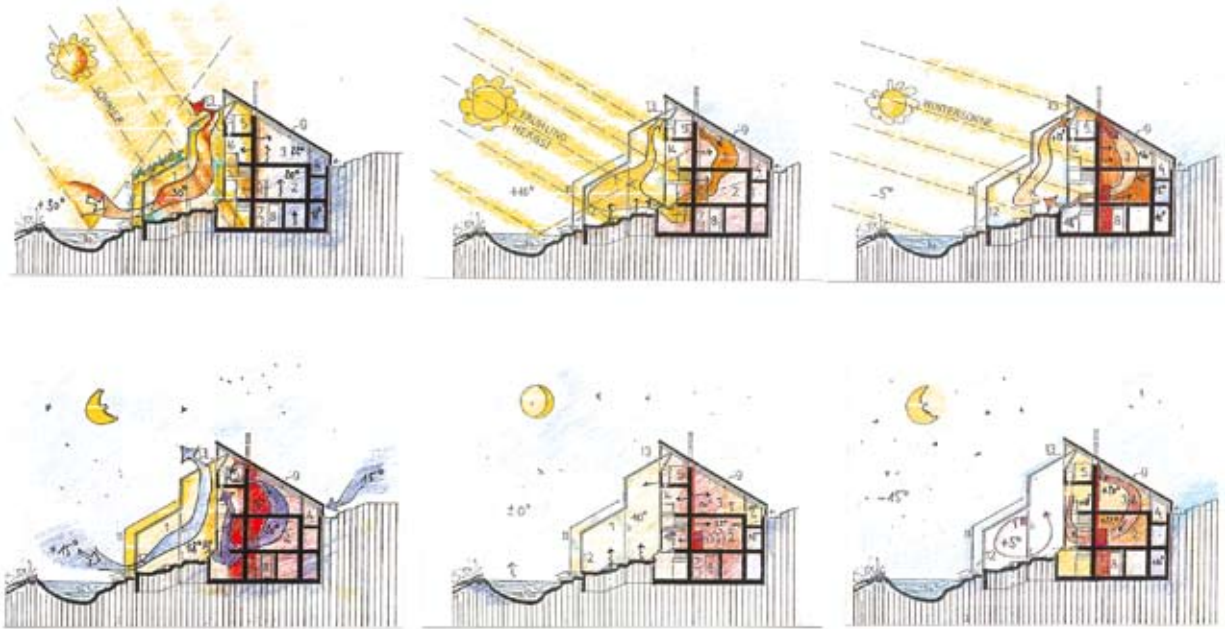
Unsere Gegenwart ist gezeichnet durch die unglaubliche Verschwendung von Jahrmillionen gespeicherter Sonnenenergie. Man muss kein Prophet sein, um absehen zu können, dass die Vorräte fossiler Energie endlich sind, und es ist müßig, darüber zu spekulieren, ob die Vorräte noch 50 oder 200 Jahre reichen werden. Bezogen auf die Erdgeschichte, sind dies so minimale Zeiträume, dass sie gar nicht zählen.

Bauen muss sich vom Material über die Herstellung bis zum Betrieb und Abbruch wieder an den natürlichen Regelkreisläufen des Werdens und Vergehens orientieren, und die unvermeidliche Entropie sollte so gering wie möglich gehalten werden.

Unser Büro arbeitet seit vielen Jahren an unterschiedlichen Projekten, die sich mit der Integration einer sinnvollen Sonnenenergienutzung befassen. Nachfolgend soll an vier Projekten gezeigt werden, welche Maßnahmen auch für Schulen sinnvoll sind.

Sonnenwendelhaus

1



- 1 Das Sonnenwendelhaus in Tübingen:
 Klimadiagramme mit Schaltung der
 Glashaus-, Treppenhaus- und
 Wohn-/schlafbereiche
 Obere Reihe von links nach rechts:
 bei Sonneneinstrahlung im Sommer,
 Frühling/Herbst und Winter; untere
 Reihe analog bei sternerer Nacht
 Unten links: Südgewächshaus mit
 Blick auf verglaste Treppenhaus-
 fassade vor schwerer Speicherwand.
 Bild: Suhan Su
 Unten rechts: Gewächshaus mit Blick
 auf Essplatz bei geöffneter Innen-
 fassade

Im Jahr 1984 haben wir unser erstes Solarhaus gebaut, das Sonnenwendelhaus. Wie in einer Thermosflasche ist ein massives, 500 Tonnen schweres Kernhaus nach Norden, Osten und Westen mit wärmegeämmten Holzrahmenbauelementen umhüllt und nach Süden mit einer 250 m² großen Sonnenfalle versehen. Je nach Temperatur und Jahreszeit wandert «das Wohnen» vom Garten über das Gewächshaus, die Veranden bis in den Rückzugsbereich des Kaminraums. Die große Masse des Kernhauses wirkt als thermischer Speicher und Puffer sowohl im Sommer als auch im Winter.

Heizung, Kühlung, Lüftung: Die Solarenergie erwärmt die ungedämmten Speichermassen des Kernhauses und die Luft im Gewächshaus. Die Lüftungsanlage im Dach zieht die aufsteigende Warmluft ab und verteilt sie in die rückwärtigen Räume des Kernhauses. Ein Luft/Wasser-Wärmetauscher in der Lüftungsanlage kann das Haus beheizen, falls nicht genügend Sonnenwärme vorhanden ist.

Das Treppenhaus dient als Rückluftschacht, die Steuerung für die verschiedenen Temperaturen erfolgt je nach Tag-, Nacht- bzw. Jahreszeit über einen Thermostaten. Im Sommer kann die Lüftungsanlage umgekehrt zur Kühlung des Hauses dienen. Über einen Frischluftkanal wird von Norden kalte Luft angesaugt und verteilt. Im Sommer wird das Gewächshaus direkt entlüftet und mit innen bzw. außen angeordneten großblättrigen Pflanzen verschattet.

Schulen

Seinerzeit richtete sich das Hauptaugenmerk auf die Einsparung von Wärmeenergie, das Heizen mit der Sonne ging einher mit der notwendigen und immer besser werdenden Wärmedämmung aller Hüllflächen der Gebäude. Auch heute noch werden viele Schulwettbewerbe mit der Forderung nach passiven solaren Wärmegewinnen im Bereich der Klassen ausgelobt. Auch unsere frühen Projekte unterlagen diesem Irrtum.

Niedrigenergiehäuser sollten jedoch den Gesamtenergieverbrauch reduzieren: Alles, was Energie kostet, sollte also in die Betrachtung einbezogen und nach Möglichkeit reduziert werden. Wärme, Kälte, Licht und Luft sollten möglichst umweltschonend und ressourcensparend bereitgestellt werden.

Eine ökologisch und energetisch richtige Schule muss davon ausgehen, dass jeder Schüler ein Heizofen von circa 120 Watt Leistung ist, zusammen mit der heute geforderten hohen Wärmedämmung lassen sich in Klassenräumen keine zusätzlichen solaren Wärmeeinstrahlungen verkraften.

Viel sinnvoller ist es, durch eine Optimierung der natürlichen Belichtung und Reduzierung der elektrischen Beleuchtung Energie einzusparen. Dies ist am besten durch eine Orientierung der Klassen nach Norden gewährleistet.

Nach Osten und Westen orientierte Klassen fangen die tief stehende Morgen- und Abendsonne ein und müssen wegen einer Überhitzung und Blendung verschattet werden, nach Süden orientierte Klassen könnten durch

feststehende horizontale Blenden gegen die Sommersonne geschützt werden, brauchen aber im Winter ebenfalls Jalousien. Ein unangenehmer Nebeneffekt ist, dass gerade bei intensiver Sonnenstrahlung trotz Sonnenschutz im Fensterbereich Lichtstärken von 1000 bis 2000 Lux vorhanden sind, was auf fassadenfernen Plätzen den Eindruck von Dunkelheit trotz dort vorhandener 500 Lux entstehen lässt und zum Einschalten der elektrischen Beleuchtung führt.

Nordklassen haben diese Probleme nicht, kein Planer würde ein Atelier für Maler anders ausrichten!

In der Evangelischen Gesamtschule in Gelsenkirchen Bismarck (EGG) wurde dies nach eingehenden Studien zusammen mit dem Energieberatungsbüro Transsolar berechnet und exemplarisch für alle Klassen realisiert.

Sowohl aus Heizungs-/Kühlungs- als auch aus Belichtungs-/Beleuchtungsgründen sollten Stammklassen möglichst nordorientiert angelegt werden.

Überraschend hoch sind auch die Kosten für den elektrischen Antrieb von Lüftungsanlagen. Zusammen mit Transsolar haben wir viele Projekte geplant und errichtet, die natürliche Antriebsenergien für Lüftungsanlagen von Schulen, Sporthallen und Theatern verwenden, in dem über Erdkanäle vortemperierte Frischluft (im Sommer um 6 Kelvin gekühlt, im Winter um 6 Kelvin erwärmt) über Solarsiphons, Solarkamine, Glasdächer oder Venturiflügel als Quelllüftung bereitgestellt wird. Am Beispiel der Sporthalle der Odenwaldschule wird ein integrales ökologisches Bauwerk vorgestellt.

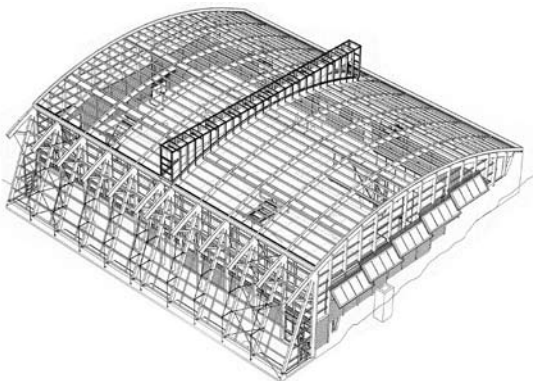
Sporthalle Odenwaldschule Oberhambach

Die Sporthalle wurde in einen Hang eingefügt, ihre Hauptfassade ist nach Westen orientiert. Die Steilheit des Geländes ermöglichte trotz relativ geringen Aushubs die Anordnung der Umkleide- und Nebenräume unter dem eigentlichen Hallenniveau. Die große Spannweite des Daches wird mit einer hölzernen Tonnenschale überbrückt. Die gesamte Dachfläche wurde begrünt und ersetzt die in Anspruch genommene Wiesenfläche. Anforderung an die Halle war ihre Zweiteilbarkeit, was bei dem bogenförmigen Gesamtkonzept schwer vorstellbar war. Daraus entwickelte sich die Idee, den Trennvorhang nicht in der Halle zu führen, sondern außerhalb in gerader Linie oberhalb des Hallendaches anzuordnen und einen Schlitz im Dach auszubilden, durch den der Vorhang sich herabsenken lässt. So entsteht ein gläserner Spalt, der den mittleren Teil der Halle belichtet, durch seinen Kamineffekt die natürliche Belüftung sicherstellt und eine weithin sichtbare Landmarke bildet.

Die Stirnseiten der Halle sind großflächig mit Holzfenstern verglast. Die Südseite ist zusätzlich mit Außenrollos variabel zu verschatten. Die Westfassade ist als 8 m hohes Eingangsglashaus errichtet und ist damit Sonnenkollektor und Klimapuffer. Die Beheizung der Halle erfolgt von einem bestehenden Kessel der Schule aus und wird durch großzügige Solarmaßnahmen unterstützt.

Anspruch war es, ein Haus für die Zukunft zu bauen, ein Haus im Einklang mit der Natur, das sich in den Regelkreislauf des Werdens und Vergehens einordnet und im Betrieb so energiesparend wie möglich ist.

2



- 2 Sporthalle Odenwaldschule. Der Blick von Süden zeigt den Solar-siphon über dem Dach, den Warm-luftkollektor vor der Südwestfassade und die Sonnenkollektoren an der Südostfassade (oben). Innenraum mit Glasoberlicht als Solarsiphon, in dem der Trennvorhang verschwindet (Bilder Mitte). Isometrie ohne Dach von Südwesten (unten)

Das extensiv begrünte Dach erfüllt mehrere Funktionen: Es hält im Sommer die Hitze, im Winter die Kälte ab, es ist ein guter UV-Schutz für die Dachhaut und darüber hinaus ein lebendiger Ort, ein Biotop, in dem Pflanzen und Tiere eine neue Gemeinschaft eingehen können.

Alle Materialien der Sporthalle sind so weit als möglich naturbelassen und unbehandelt, so dass keine Schadstoffe abgegeben werden und eine Wiederverwendung möglich wäre. Holz ist der dominierende Baustoff, seine natürlichen Oberflächen werden im Laufe der Zeit immer wärmer und ausdrucksstärker.

Das energetische Konzept der Halle profitiert von ihrer besonderen topografischen Lage. Tief in den Hang eingegraben, hat die Halle eine minimale Außenoberfläche, die, bedingt durch die gute Wärmedämmung des Erdreiches, einen sehr geringen Energiebedarf zur Folge hat. Mit den großen verglasten Süd- und Westflächen exponiert sich die Halle zur Sonne und fängt passiv deren Energie ein. Im Luftkollektor des 8 m hohen Eingangsglashauses erwärmt sich die Luft und wird über einen solarzellenbetriebenen Ventilator im Winter direkt in die Halle gedrückt. Im Sommer bewirken je zehn Lüftungsflügel im oberen und im unteren Bereich der Westfassade, dass die erwärmte Luft direkt ausströmen kann. Vor der Südfassade sind Sonnenkollektoren angebracht, die aktiv für die Brauchwassererwärmung genutzt werden. Für die WC-Spülung wird Regenwasser gesammelt.

Energiekonzept

- Optimierung der natürlichen Belüftung und Tageslichtversorgung der Sporthalle.
- Minimierung der Transmissionswärmeverluste.
- Reduzierung der Lüftungswärmeverluste.
- Begrenzung der Heizleistung, um eine Deckung ausschließlich über die Fußbodenheizung der Halle zu erreichen.
- Einbeziehung des gesamten Gebäudes in die Klimakonzeption.

Lüftungsprinzip der Quelllüftung

- Impulsarmer Lufteintritt im Bodenbereich.
- Zulufttemperatur ist kleiner als die Raumtemperatur.
- Abluftführung im Deckenbereich.
- Wärmequellen im Raum, d. h., aufgrund von Konvektion steigt die Luft überall dort auf, wo Wärmequellen sind.
- Summe der Konvektionsströme der Wärmequellen sind gleich oder größer als der Zuluftstrom.
- Solare Gewinne im verglasten Dachaufbau erhöhen die treibende Temperaturdifferenz und übernehmen so die Antriebsenergie für die Hallenentlüftung.
- Bei gleichen Zuluftmengen ist die Luftqualität besser als bei einer Mischlüftung, bei der frische und verbrauchte Luft vermischt werden, während bei einer Quelllüftung ständig ein «Frischluf-See» gleichmäßig von unten nach oben nachströmt.

Ausgeführte energetische Maßnahmen

- Nutzung der Temperaturschichtung in der Halle und des Glasaufbaues zur Unterstützung der Luft.
- Ausführung der Außenverglasung in Wärmeschutzglas.
- Ausbildung der aus statischen Gründen notwendigen Versteifung der Bodenplatte als Zuluftführung im Erdkanal zur Vorwärmung der Luft im Winter und Abkühlung im Sommer.
- Nutzung des verglasten Foyers als Luftkollektor zur Frischluftvorwärmung während der Heizperiode.
- Die Lösung der natürlich angetriebenen Quelllüftung wurde mittels dynamischer Simulation nachgebildet und optimiert.

3



3 Südostfassade mit Warmwasserkollektoren (links oben), Eingangsfoyer mit 9 m hoher Glasfront und Treppe auf das Sporthallenniveau (rechts), Blick in den Warmluftkollektor (unten)

Nach dem gleichen Prinzip wurde die *Freie Waldorfschule* in Köln verwirklicht.

Sternförmige Erdkanäle sind unterhalb der Bodenplatte im Erdreich verlegt und münden in das Fundament der Baumstütze. Von hier wird die Luft im Sommer über den thermalen Auftrieb, der durch das Glasdach über der Oase erzeugt wird, in das große Atrium gesaugt und verteilt. Gleichzeitig werden die Klassen durch regelbare Dauerlüftungen in den Fensterrahmen belüftet, wobei die Abluft über das Atrium geführt wird. Nachts funktioniert die Einrichtung umgekehrt zur Auskühlung der Klassen.

Für den Saalbetrieb wird im Sommer die natürlich gekühlte Luft direkt aus den Erdkanälen über einen begehbaren Keller unter das ansteigende Gestühl und die Bühne geleitet. Der Antrieb erfolgt über zwei kleine Dachventilatoren über der Bühne und dem Saal. Im Winter werden die Zuluftkanäle so geschaltet, dass die Luft zuerst in das Atrium geführt wird, sich dort durch die angrenzenden Klassen erwärmt und dann über die Baumstütze in den Kriechkeller zum Saal gelangt. Bis zu vierstündige Veranstaltungen mit voller Saalbesetzung sind so problemlos möglich und sparen hohe Investitions- und Betriebskosten.

Energiekonzept Gesamtschule Gelsenkirchen (TRANSSOLAR: Volkmar Bleicher)

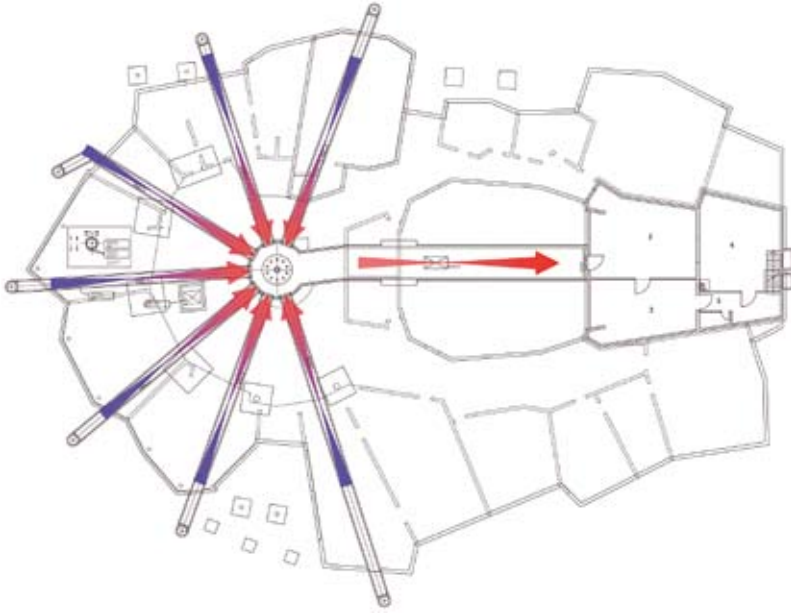
Für das Bauvorhaben *Evangelische Gesamtschule Gelsenkirchen* wurde ein Energiekonzept unter Berücksichtigung folgender Aspekte entwickelt:

- Minimierung des Einsatzes fossiler Brennstoffe,
- Minimierung der Investitionskosten für die technische Gebäudeausrüstung,
- Minimierung einer eventuellen Kühllast,
- Minimierung der Transmissions- und Lüftungsverluste bei gleichzeitiger Optimierung des thermischen und visuellen Komforts,
- Minimierung des Energie- und Materialeinsatzes.

Um diese Ziele zu erreichen, wurden vor allem natürliche Wärmequellen wie z. B. die Sonne und natürliche Kältequellen wie z. B. das Erdreich oder die Nachtluft berücksichtigt. Für eine optimale Wirksamkeit dieser Quellen wurden frei zugängliche Speichermassen zur Pufferung aktiviert. Weiterhin wurden durch die Einbindung von Gebäudeteilen für unterschiedliche Funktionen (z. B. Kriechkeller zur Luftführung) die Investitionskosten gesenkt.

Sporthalle: Die Beheizung der Sporthalle erfolgt über Deckenstrahlheizplatten, deren Heizleistung im Gegensatz zu einer Fußbodenheizung sehr schnell veränderbar ist. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzung und der daraus folgenden Raumlufttemperaturen wird die Deckenstrahlheizung einer Fußbodenheizung vorgezogen, da sie wesentlich schneller regulierbar ist. Die Frischluft wird in Erdkanälen vorgewärmt. Jedes Hallendrittel erhält

4



4 Das Lüftungskonzept der Freien Waldorfschule Köln mit sternförmig angelegten Lüftungskanälen: Kellergeschoss (oben), Betonrohre (90 cm Durchmesser) als Zuluftkanäle (Mitte), Blick aus dem Keller ins Innere der 15 m hohen Baumstütze, die aus zehn filigranen Einzelhölzern besteht und als Luftverteilungselement dient.

zwei Erdkanäle, wobei ein Kanal die Lauflänge von 30 Metern aufweist. Die im Erdreich vorgewärmte Frischluft wird vor dem Eintritt in die Halle konventionell über Nachheizregister nachgewärmt. Die Zuluftführung für die Umkleiden erfolgt mittels Überströmöffnungen in der Trennwand zur Halle. Somit erhalten die Umkleiden vorgewärmte Frischluft aus der Halle.

Die Zuluftführung erfolgt im Sommer ebenfalls über die Erdkanäle, wobei die Zuluft durch den Wärmeaustausch mit dem Erdreich um bis zu 5 Kelvin abgekühlt wird. Durch die Überströmöffnungen gelangt die Frischluft aus der Halle in die Umkleiden, wo sie durch die Fenster nach außen abgelüftet wird. Um Überhitzungserscheinungen in der Halle zu vermeiden, können zusätzlich Fenster in der Halle und die Dachoberlichter geöffnet werden.

Fachklassen, Straße: Die Fachklassen werden über Oberlichter, die sich öffnen lassen, von außen belüftet, von dort weiter ebenfalls über Oberlichter in die Straße. Von der Straße und über das Forum wird dann nach außen abgelüftet. Durch die direkte Lüftung in die Straße kann die anfallende Wärme in den Klassen zur Erwärmung der Straße genutzt werden. Für die Nachtlüftung im Sommer werden die Oberlichter in der Außenfassade und zur Straße hin geöffnet. Als Option für den Sommer kann über einen Erdkanal (um ca. 5 K) vorgekühlte Luft in die Straße gelüftet werden.

Aula: Als wichtigste Elemente der natürlichen Lüftung sind der Erdkanal und der Abluftkamin zu nennen. Liegen eine ausreichende Temperaturdifferenz zwischen der Innen- und der Außenluft und eine maximale Belegung von ungefähr 80 Personen vor, sorgt der Abluftkamin für den geforderten Luftwechsel. Mit Hilfe geeigneter Klappensysteme stellt sich dann der notwendige Luftvolumenstrom ein. Bei einer höheren Belegung wird das Lüftungsaggregat aktiviert. Die Luft wird dann über Weitwurfdüsen in der Aula verteilt.

Theaterhaus in Stuttgart

Beim Theaterhaus wurde eine weitere interessante Lüftungsvariante mittels eines 30 m hohen Abluftkamins realisiert, der genügend Auftrieb für die riesigen über Erdkanäle geführten Luftmengen zur Belüftung der drei großen Säle (350, 450 und 1000 Plätze) erzeugt. Im Winter wird ein Teil der in der Abluft enthaltenen Wärme zurückgewonnen und zur Erwärmung der Zuluft genutzt. Bei Wetterlagen, in denen dieser natürliche Antrieb zu geringe Luftmengen fördert, wird mit Ventilatoren unterstützt, wobei die Ventilatoren von den geringen Strömungswiderständen des Lüftungssystems profitieren und so nur wenig elektrische Energie verbrauchen.

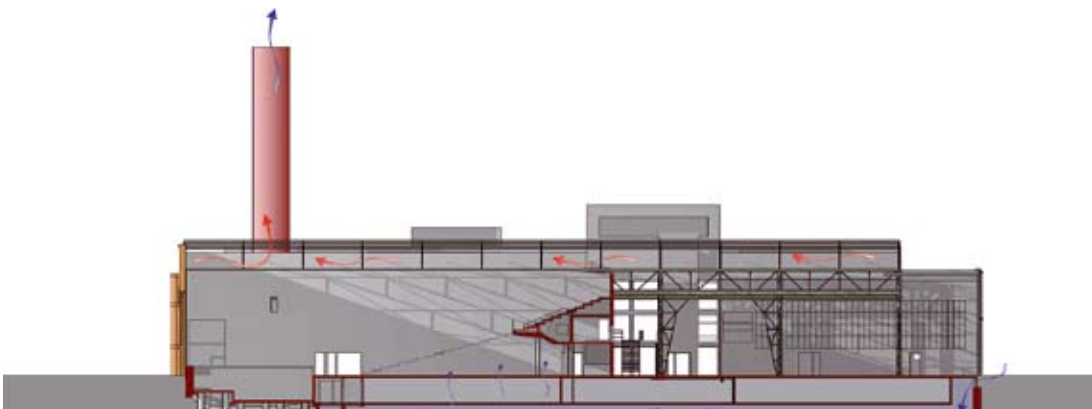
In Abstimmung mit den Bauherren wurde auf eine mechanische Kühlung verzichtet, so dass Einsparpotenziale im Energieverbrauch zu konventionellen

Lösungen realisiert werden konnten: Für die Luftförderung eine Reduzierung um 90 Prozent, für den Heizenergiebedarf um 20 Prozent und für den Kühlenergiebedarf um 100 Prozent. Dieses Projekt wurde als Pilotprojekt von der deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

5



5 Der 30 m hohe Lüftungskamin ist das Wahrzeichen des Theaterhauses in Stuttgart. Bild: Dietmar Strauß.



6 Ansicht von Süden (oben).
 Bild: Dietmar Strauß
 Längsschnitt durch Sporthalle
 und großer Saal (unten)

Literatur

- Blundell Jones, Peter (1986): Hübner's Hothouse. *The Architects' Journal*, Nr. 4, S. 12–15.
- Blundell Jones, Peter (1998): Green Vault. *Architectural Review*, Nr. 7, S. 62–65.
- Blundell-Jones, Peter (1999): Social Engagement. *School Cologne Germany*. *Architectural Review*, Nr. 2.
- Blundell Jones, Peter (2001): Lifelong Learning. *Architectural Review*, Nr. 1, S. 55–59.
- Blundell Jones, Peter (2004): Theatre comes home. *Architectural Review*, Nr. 6, S. 60–64.
- La palestra della Odenwaldschule (1999). *IMPIANTI*, April.