



Luftkollektoren: Sparsames Heizen mit warmer Luft

Prinzip Schwarzwaldhof

Gemeinsam mit einem Kybernetiker entwickelte ein Architekturbüro ein Energiekonzept für ein Verwaltungs- und Produktionsgebäude, das zum Beheizen neben internen Wärmegewinnen die komplette Profilglasfassade als Luftkollektor heranzieht. Auch ein Doppelhaus mit einer Außenhaut aus transparenten Polycarbonatstegplatten und massiven Holzbrettstapel-Elementen wird mit solarerwärmter Luft beheizt.

Tradition und Vision liegen bei der Suche nach ökologischen Gebäudekonzepten näher beieinander, als man denkt. Das Prinzip, nach dem ein Energie sparendes Gebäude funktioniert, baut auf der Vernetzung verschiedener Funktionselemente auf, die sich in ihrer Wirkung direkt und indirekt aufeinander beziehen. Wie in der Natur lebt ein solches Netzwerk von gegenseitigen Abhängigkeiten, die sich bei unterschiedlichen Randbedingungen immer wieder neu aufstellen.

Diese Erkenntnis ist nicht neu, denn in jeder Kultur wusste man die vorhandenen, oft nur primitiven Mittel nach diesem kybernetischen Prinzip auszu-

richten. Ein gutes Beispiel hierfür sind die traditionellen Schwarzwaldhöfe, die in Form und Funktion ein einfaches, aber sehr wirksames energetisches Konzept unterstützen. Unter dem großen Dach verteilt sich der Heustock über Stall und Wohntrakt. Solange das Heu abtrocknet, dämmt es die Decke. Der warme Kuhstall neben der Wohnstube verhindert, dass die Temperatur während der Nacht übermäßig absinkt. Das mächtige Dach schützt mit seinen großen Dachüberständen die Holzkonstruktion vor Wind und Regen; zugleich bleiben im Sommer die Räume kühl und schattig. Die wenigen, kleinformigen Sprossenfenster liegen fern vom Kachelofen, der vom Mittelpunkt des Wohnbereichs mehrere Stuben zugleich aufheizt.

Energiekonzepte in Kooperation erarbeiten

Die Kunst von Architekten, Energie- und Haustechnikplanern besteht nun darin, diese tradierten und schlichten, gleichwohl dem kybernetischen Prinzip folgenden Bauweisen in moderne Bau- und Wohnformen zu übertragen, und die energetischen Vorteile mit den heute technischen Möglichkeiten zu verknüpfen. Ein Architekt darf dabei aber nicht den Fehler begehen, erst dann über das Energiekonzept nachzudenken,

wenn sein Entwurf bereits genehmigungsreif ist. Energie- und Haustechnikplaner sollten gemeinsam mit dem Architekten ein Entwurfskonzept entwickeln, das gewährleistet, dass die Überlegungen zur Architektur, zur Baukonstruktion und Bauphysik sowie zur Gebäudeenergetik miteinander verschmelzen und dadurch möglichst viele Synergien bei Planung, bei der Wahl der Baustoffe und der Anlagentechnik entstehen. Das Freiburger Büro Pfeifer Kuhn Architekten experimentiert seit vielen Jahren mit verschiedenen energetischen Gebäudekonzepten und geht dabei bereits in der Entwurfsphase eine außergewöhnliche Kooperation ein: gemeinsam mit dem Kybernetiker Delzer aus Lörrach erarbeiteten sie zum Beispiel ein Konzept für einen pharmazeutischen Betrieb in Binzen.

PharmaServiceCenter in Binzen

Bereits während des Entwurfsprozesses wurde dessen energetisches Verhalten permanent im Computer simuliert und optimiert. Im Mittelpunkt stand die Überlegung, die drei Funktionsbereiche Verwaltung, Produktion und Lager so zu formen und anzuordnen, dass die Abwärme der Maschinen als zentrale Wärmequelle für die um die Produktionshalle herum gruppierten Räume genutzt werden kann.

Sowohl der südlich an die Halle angrenzende Logistikbereich als auch der Verwaltungsbau im Norden profitieren über die großen gemeinsamen Wandflächen von der kostenlosen Abwärme der Maschinen. Im Winter schaltet sich noch eine Wärmerückgewinnungsanlage zu, um mit der vorhandenen Abwärme die Räume gezielt beheizen zu können. Mit der Anlage wird während der kalten Jahreszeit auch die einströmende Zuluft für die Produktionshalle vorerwärmt. Die massive Betonkonstruktion der Produktionshalle ist zudem in der Lage, die überschüssige Wärme zu speichern und zeitversetzt wieder abzugeben. Das Klima in der Halle profitiert auch von der ungedämmten Bodenplatte, die im Sommer das Kühl- und im Winter das Wärmepotenzial des Erdreichs anzapft. In dem Tank der Sprinkleranlage kann während der Nachtstunden überschüssiges Kühlwasser gespeichert werden, um es zu den Spitzenzeiten in den Mittagsstunden je nach Bedarf der Kühlanlage wieder zuzuführen.



Die Profilbauglasfassade ist kein zeitgeistiges Architekturmerkmal, sondern sichtbares Zeichen ökologischen Bauens

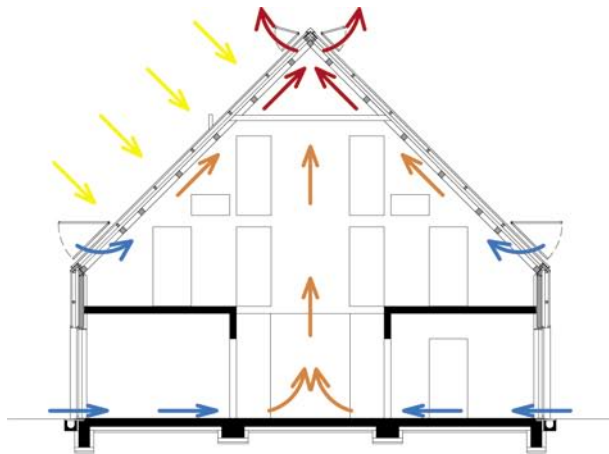
Ein Luftkollektor anstatt gedämmter Hülle

Das wohl komplexeste und wichtigste Element des Energiekonzepts ist die ungedämmte Gebäudehülle. Erkennbar ist dies jedoch erst auf den zweiten Blick. Die vorgesetzte Fassadenhaut aus einfachen, grünlich schimmernden Gussgläsern entpuppt sich beim genaueren Hinsehen im Einklang mit der Luftschicht und der dahinter liegenden Betonwand als großflächiger Luftkollektor, der die in der massiven Wand gespeicherte Wärme an den Innenraum abgibt und so den Heizbedarf reduziert. Davon profitiert besonders das zur Südseite orientierte Logistikgebäude. In den Sommermonaten verhindert das Gesetz der Thermik, dass die Luft im Fassadenzwischenraum stehen bleibt, sich aufheizt und somit die Funktion des Kollektors torpediert. Trotzdem müssen die dahinter liegenden Räume an heißen Tagen gekühlt werden.

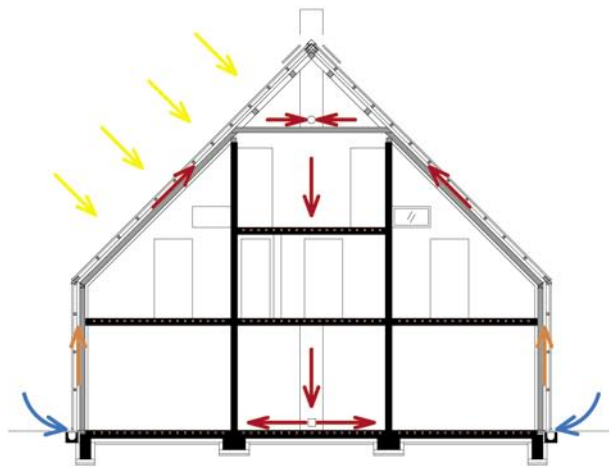
Etwas anders verhält es sich beim Verwaltungsbau an der Nordseite. Da in diesen Räumen nur unbedeutende interne Wärmequellen zu verzeichnen sind, muss die Speicherwand über einen höheren Dämmwert verfügen. Statt Beton schimmert hinter der Industrieverglasung eine massive, zwanzig Zentimeter dicke Holz-Brett-



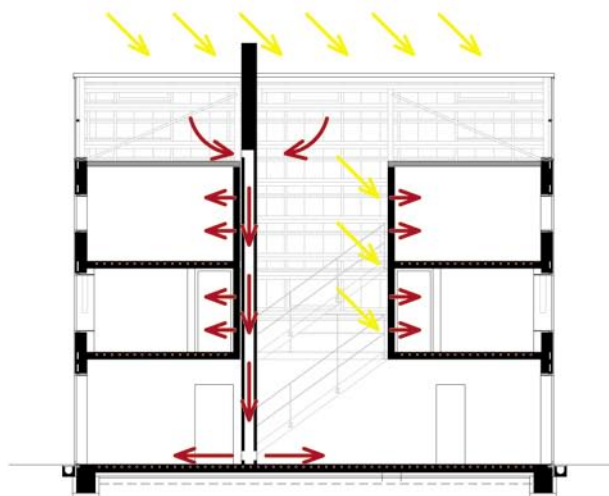
Der Vorläufer des Doppelhauses in Müllheim war ein Produktions- und Verwaltungsgebäude in Binzen



Klima und Luftverteilung im Sommer, Querschnitt



Klima und Luftverteilung im Winter, Querschnitt



Klima und Luftverteilung im Winter, Längsschnitt

Die Schemaschnitte dokumentieren die Entlüftung in den Sommermonaten und die Wärmeverteilung im Winter, M 1:200

stapelwand, mit der sich Wärmespeicherung und Wärmedämmung ideal verbinden lassen. Somit profitieren auch Büroräume an der Nordseite bis zu einem gewissen Grad von dem gläsernen Luftkollektor und sind trotzdem von einer gut gedämmten Außenwand umgeben.

Das Ergebnis des energieoptimierten Gebäudekonzepts kann sich sehen lassen: Mit etwa 11 kWh/m²a liegt der Primärenergiebedarf für die Beheizung von Lager, Produktion und Verwaltung etwa achtzig Prozent unter der zulässigen Primärenergiekennzahl der Energieeinsparverordnung von 2002 (58 kWh/m²a).

Als Baustoffe für die massive „Rückwand“ eignen sich Beton, Ziegel oder Brettstapelelemente aus Holz. In welchem Umfang und mit welcher Verzögerung eine Speicherwand Wärme aufnimmt und an den Innenraum abgibt, hängt von ihrer flächenbezogenen Masse, der Dichte und der Wärmeleitfähigkeit ab und kann entsprechend modelliert werden. Die vorgelagerte Luftschicht dämmt einerseits die Speicherwand, die beabsichtigte Wirkung entfaltet sie aber erst im Winter und in der Übergangszeit, wenn sie sich erwärmt und sich ihre Dämmfunktion in ein Heizmedium umwandelt. Der transparente Baustoff unterstützt die Aufheizung der Luftschicht, schließt die Wandkonstruktion nach außen hin ab und ist zugleich Witterungsschutz.

Sowohl in Binzen als auch bei den zuvor konzipierten Gebäuden bestand die transparente Hülle aus Flachglasscheiben oder Profilbaugläsern. Eine vorgehängte Hülle aus solchen Glasprodukten ist teuer, verfügt nur über geringe produktspezifische Dämmwerte, bringt hohe Eigenlasten in die Wandkonstruktion ein und muss strengen Sicherheitsauflagen gerecht werden. Es begann die Suche nach Alternativen – das nächste Projekt sollte mit einer leichten, stabilen und transparenten Hülle versehen werden, die möglichst unkompliziert in die Fassade integriert werden kann, besser dämmt und zugleich das Licht gut streut. Die Wahl fiel am Ende auf Polycarbonat-Stegplatten.

Wohnhaus Daubenberger

Inmitten eines Neubaugebiets im südbadischen Müllheim steht ein Doppelhaus mit Satteldach, 45° Dachneigung, nirgends Dachüberstände. Niemand würde sich über das schlichte Wohnhaus den Mund zerreden, wäre da nicht die Außenhaut – aus transparentem Plastik. Mit Ausnahme der beiden einschaligen Giebelwände aus dunkel verputzten Leichtbetonsteinen ist das Haus an den beiden Längsseiten vom Sockel über die Traufe bis zum Giebel nahtlos mit Polycarbonat-Stegplatten bekleidet. Wer seine Nase an die semi-transparenten Stegplatten drückt, erkennt in gewissem Abstand eine Holzstruktur, die von massiven Holzbrettstapelelementen herrührt. Zwischen Stegplatte und Brettstapelelement wabert unsichtbar ein sich stetig erwärmendes Luftpolster, das die Traufwände und Dachflächen in den Status eines Luftkollektors erhebt. Was dem interessierten Betrachter fürs erste jedoch ebenso verborgen bleibt, wie die inneren Werte des Doppelhauses.

Die beiden Cousinen, die je eine Hälfte des Doppelhauses mit ihren Kindern bewohnen, wünschten sich ein Haus für zwei Parteien, die gemeinsam unter einem Dach leben können, aber gleichzeitig darin unabhängige Bereiche, Räume und Rückzugsmöglichkeiten vorfinden. Es war schnell klar: Hier war eine Wohnstruktur gefordert, die das Gemeinsame mit dem Individuellen nebeneinander, übereinander und gegenüber verzahnt. Die Lösung ist ein Haus, dessen Einheiten offen bleiben und sich über die Geschosse um eine gemeinsame Halle im Zentrum des Gebäudes drehen. Die Halle dient zugleich als großer Energiegarten, der das gesamte Haus passiv mit Sonnenenergie versorgt.

Die „Vierer-WG“ ist auf bis zu sieben Bewohner erweiterbar – nicht jedermanns Sache, aber ein konsequentes Beispiel für ein Mehr-Generationenhaus, dessen Bewohner keine Konflikte scheuen.

Luftkollektor und Nahwärme

Sollte tatsächlich mal dicke Luft unter dem Polycarbonat-Dach herrschen, so dürfte es kaum an dem Energiekonzept liegen. Sobald nämlich die Temperatur in dem Luftkollektor über die Maßen ansteigt, öffnen sich die sechs unterhalb der Firstlinie aufgereihten, motorisch betriebenen Dachfenster und ziehen mit Hilfe der Thermik die am Sockel einströmende Luft über die Traufkante bis zum Giebel hoch, wo sie geringfügig erwärmt das System wieder verlässt. Somit entsteht ein erstaunlich rasch wahrnehmbarer Kühleffekt. Im Winter hingegen bleiben die Lüftungsöffnungen geschlossen, die stehende Luftschicht erwärmt sich in dem acht Zentimeter breiten Spalt im gleichen Maß, wie sich die Sonne am Himmel zeigt. Die warme Luft unterstützt die dämmende Wirkung der transparenten Mehrkammer-Polycarbonat-Stegplatten und der Holz-Brettstapelfassade. In der Übergangszeit, wenn sich im Luftkollektor bereits höhere Temperaturen einstellen, sammelt sich die Warmluft im Firstbereich, wo sie mit Hilfe eines Ventilators in einem im Kamin integrierten Umluftschacht ins Erdgeschoss geblasen wird.

In dem gesamten Haus sucht man vergeblich nach mineralischen oder biologischen Dämmstoffen – die Polycarbonat-Stegplatten und das warme Luftpolster sowie der Energiegarten beschränken den Heizwärmebedarf für das gesamte Gebäude auf 77,38 kWh/m²a. Als Heizung reicht eine Bauteilaktivierung beziehungsweise Fußbodenheizung in den Betondecken aus, die an eine mit Holz hackschnitzel befeuerte Kesselanlage mit vollautomatischer Kesselsteuerung angeschlossen ist. Die Nahwärmezentrale stellt die Gebäudebeheizung für das gesamte Neubaugebiet sicher und erwärmt auch das Brauchwasser. Die Vorlauftemperatur der Anlage passt sich gleitend der Außentemperatur an und steigt an den kältesten Tagen des Jahres auf maximal 90°C. An der Wärmeübergabestation im Gebäude reduziert sich die Temperatur in den Leitungen auf maximal 35°C. Somit erfüllt dieses Gebäude nicht nur den Wunsch nach einer besonderen Wohnform, sondern demonstriert mit seiner Architektur das nachhaltige Bauen. *Klaus Siegele*



Das helle Atrium mit den Treppenhäufen im Zentrum des Doppelhauses nimmt die gesamte Gebäudehöhe ein

Faller PharmaServiceCenter

Bauherr: August Faller KG, Waldkirch
Architekt: pfeifer kuhn architekten, Freiburg
(bis 30.6.2005: pfeifer roser kuhn architekten)
Energetisches Konzept: Delzer Kybernetik, Lörrach
Haustechnik: ratio energie, Lörrach
Tragwerksplanung: Mohnke Bauingenieure, Denzlingen

Haus Daubenberger

Bauherr: Claudia Daubenberger, Müllheim
Architekt: pfeifer kuhn architekten, Freiburg
(bis 30.6.2005: pfeifer roser kuhn architekten);
Thomas Gillich, Bauleitung; Simone Wechsler, Mitarbeit
Energetisches Konzept: Delzer Kybernetik, Lörrach
Haustechnik: Kleine-Albers, Freiburg
Tragwerksplanung: Greschik + Falk + Partner,
Berlin/Steinen



INFO

Gebäudekennwerte Wohnhaus Daubenberger

Wohngebäudenutzfläche A_N : 355 m²
Beheiztes Volumen V_e : 1110 m³
 A/V_e -Verhältnis: 0,61 1/m
Transmissionswärmebedarf H_T : 0,53 W/m²K
Heizwärmebedarf q_H : 77,38 kWh/m²a
Wärmeübergabe: Fußbodenheizung, Einzelraumregelung mit Zweipunktreger, Schaltdifferenz 1K
Verteilung: horizontal und vertikal innerhalb der thermischen Hülle, 35/28 °C
Lüftung: mechanische Be- und Entlüftung, Umluftbetrieb zur Nutzung der Luftkollektorgewinne
Endenergiebedarf q_e : Nahwärme (Holzhackschnitzelfeuerung): 96,23 kWh/m²a, Strom: 4,84 kWh/m²a
Berechneter Primärenergiebedarf q_p : 24,27 kWh/m²a
Anlagenaufwandszahl e_p : 0,27