

Edifici passivi

La prima scuola "passiva" certificata

Il corpo del terzo ampliamento della scuola Waldorf di Brema è il primo edificio scolastico tedesco certificato secondo lo standard di edificio passivo. Il fabbisogno termico è di 14,7 kWh/(m²a) e quello di energia primaria ammonta a 103,5 kWh/(m²a). Gli impianti alimentati con energia geotermica ed energia solare sono osservabili da docenti e studenti in quanto fanno parte dell'attrezzatura didattica della scuola. Gli studenti controllano e misurano i consumi energetici e, nell'ambito delle lezioni di fisica, si assumono anche parte della manutenzione.



La scuola Waldorf di Brema-Sebaldsbrück

Il progetto:

L'edificio della scuola Waldorf di Brema-Sebaldsbrück consisteva originariamente in un corpo a due piani costruito nel dopoguerra, il quale, negli anni 1995 e 1999, è stato ampliato due volte. L'architettura dell'ultimo e terzo ampliamento è stata condizionata dalla presenza degli edifici precedentemente costruiti.



La hall: il centro di comunicazione

L'edificio scolastico senza barriere architettoniche comprende aule specializzate, una biblioteca, una sala per l'euritmia, un settore di scienze naturali e una cucina. Il "centro di comunicazione" della scuola è costituito da un' hall, che si estende verticalmente su due piani, ed è caratterizzata da una costruzione lignea lasciata a vista. Anche nelle altre aule domina il legno in forma di pavimenti di parquet oleato e di controsoffitti acustici trattati con velature. Le pareti sono state tinteggiate con velature a base di terre colorate.

Un particolare obiettivo della progettazione del terzo ampliamento è stato quello di realizzare un edificio energeticamente molto efficiente, ovvero sia un edificio "passivo". Ciò significava minimizzare le

perdite di calore senza diminuire la qualità dell'aria e del comfort fisiologico nelle ore di lezione. Bisognava inoltre trovare soluzioni per le fasi di riscaldamento e di raffreddamento dopo i weekend e le vacanze invernali.



Isolamento termico della parete esterna

Concetto energetico:

Lo standard energetico del nuovo edificio del terzo stralcio di ampliamento è stato certificato dal Passivhaus Institut di Darmstadt (www.passiv.de). Ciò significa che il fabbisogno termico dell'edificio è inferiore a 15 kWh/m²a (effettivamente: 14,7 kWh/m²a) e che il fabbisogno d'energia primaria è inferiore a 120 kWh/m²a (effettivamente: 103,5 kWh/m²a), ed inoltre che l'involucro edilizio possiede una permeabilità al vento (n_{50}) inferiore a 0,6 h⁻¹ (effettivamente: 0,51 h⁻¹).

Allo scopo di ottenere alti apporti termici solare (la scuola si trova nella Germania del nord) le aule sono state orientate verso sud. L'impianto di ventilazione meccanica fornisce ogni ora e studente 15 m³ d'aria fresca. L'aria in entrata viene preriscaldata, mediante scambiatori a flusso inverso e uno scambiatore interrato, ad una temperatura costante di 18°C e fornisce il calore di base. La cucina, la mensa, l'aula per la musica e altri locali utilizzati solo per poche ore sono collegati al sistema di ventilazione, ma sono serviti dall'impianto solo durante l'effettiva presenza di persone. Le bocchette sono regolate tramite sensori di presenza che reagiscono su movimenti.

La produzione di calore, che serve a coprire il fabbisogno termico residuo per il riscaldamento (max. 25 kW) e quello per la produzione d'acqua calda sanitaria, è affidata ad una caldaia a condensazione alimentata da gas naturale e ad un impianto termico solare con 6 m² di collettori. La fornitura del calore avviene tramite radiatori dotati di valvole termostatiche.

Il preriscaldamento invernale e il raffreddamento estivo dell'aria in mandata avviene mediante uno scambiatore interrato consistente in sette tubi HDPE, profondi 50 metri. Il recupero di calore avviene invece tramite due scambiatori a flusso inverso, disposti parallelamente, di cui ognuno ha un rendimento del 90 per cento.

Ogni locale è servito separatamente dal sistema di ventilazione. L'aria fresca in mandata avviene tramite getto da bocchette, mentre l'aria esausta è aspirata al soffitto lungo le pareti. Assorbitori acustici, in

ambidue i canali impediscono la propagazione di rumori. In condizioni di una temperatura esterna sopra i 15°C, l'aria esausta è espulsa direttamente senza passare attraverso lo scambiatore. Filtri speciali trattengono il polline diffuso nell'aria.



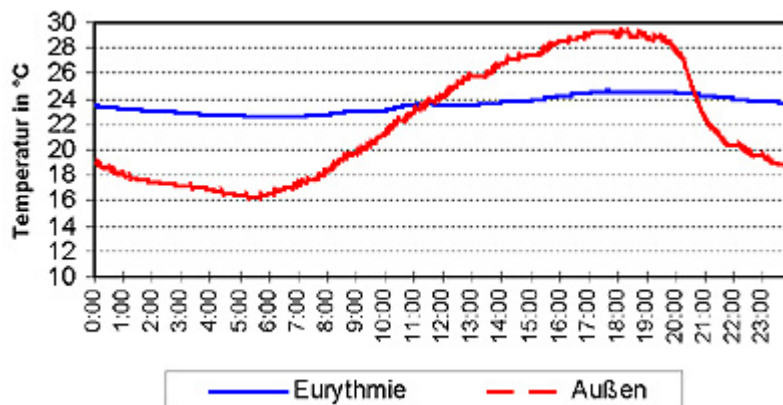
Sistema di ventilazione

Impianto fotovoltaico

Sul tetto della scuola è stato installato un impianto fotovoltaico con una potenza di 5,1 kW(p). Allo scopo di far acquisire agli studenti delle esperienze con questa tecnologia, sono stati utilizzati due tipi di moduli FV: ca. 25 m² di moduli a strato sottile (complessivamente 1,47 kW(p)) e ca. 29 m² moduli monocristallini (complessivamente 3,63 kW(p)). Così studenti ed insegnanti possono rilevare dal sistema di monitoraggio, in qualsiasi momento, guadagni e consumi energetici, quindi studiare i differenti comportamenti dei due sistemi.

Recupero dell'acqua piovana

Un impianto per il recupero dai tetti dell'acqua piovana comprende una cisterna di 5 m³. L'acqua piovana serve per alimentare gli sciacquoni dei servizi igienici.



Confronto tra temperatura esterna (rosso) e quella interna (sala euritmia, blu) durante una giornata nel giugno del 2001

Prime esperienze:

Nel primo mezzo anno dall'entrata in esercizio, gli impianti tecnologici sono stati accolti con grande soddisfazione da parte degli utilizzatori. Gli studenti hanno potuto realmente osservare che la ventilazione meccanica funziona bene solo quando le finestre rimangono chiuse. Solo nell'aula destinata alle lezioni di scienze naturali (chimica), è necessario ventilare anche tramite le finestre. Il tasso di ricambio di 15 m³/ora e studente si è rivelato sufficiente, sia per le aule normali, che per la sala multiuso.

La registrazione delle temperature nella sala di euritmia e il raffronto con le temperature esterne, ha dimostrato che il sistema di ventilazione con raffreddamento nello scambiatore interrato, attenua notevolmente le differenze di temperatura. In una giornata calda estiva, la differenza tra temperatura notturna e quella diurna è stata di soli 2,5°C.

Costi:

I costi del terzo stralcio di ampliamento ammontano a 1,4 milioni di €. I costi attribuibili all'ottenimento dello standard di edificio passivo (ca. 15%) dovranno essere recuperati entro 10-12 anni. L'edificio ha ricevuto un contributo finanziario di 195.000 € dalla Energie-Konsens GmbH di Brema, e uno di 205.000 € dalla fondazione Software AG; altri contributi finanziari sono stati messi a disposizione dai genitori degli studenti e dai docenti (la scuola è privata)

Dati dell'edificio	
Tipologia:	Scuola, edificio passivo
Superficie utile:	1.015 m ²
Numero di piani:	2
Fabbisogno termico (riscaldamento, ACS):	14,7 kWh/m ² a
Recupero di calore:	si

Fabbisogno d'energia primaria	103,5 kWh/m ² a
Permeabilità dell'involucro edilizio (n50)	0,51 h ⁻¹

Trasmittanza termica degli elementi costruttivi		
<i>Elemento edilizio</i>	<i>Sistema costruttivo</i>	<i>Trasmittanza U</i>
Parete esterna	Sistema combinato di isolamento, spessore 30 cm	0,127 W/m ² K
Piastra a contatto con la terra	22 cm polistirolo su un letto di calcestruzzo; 2 cm isolamento acustico; sottofondo del pavimento in cemento	0,140 W/m ² K
Tetto	Travi leggere in costruzione lignea; 30 cm isolamento in fibre minerali	0,113 W/m ² K
Finestre	Vetri a 3 lastre, finestre in parte integrate nel telaio della facciata	0,8 W/m ² K
Facciata	Elementi leggeri con 29 cm di isolamento termico in fibre minerali	

Hanno collaborato alla progettazione	
Committente:	Schulbetriebsverein Freie Waldorfschule Bremen e. V.
Architettura:	Architekturbüro Dahms und Sieber
Ingegneria ambientale:	UTECH GmbH, Ingenieurbüro für Entwicklung und Anwendung umweltfreundlicher Technik
Ingegneria civile:	Ingenieurgesellschaft BEO mbH
Consulting:	Bremer Energie-Konsens GmbH