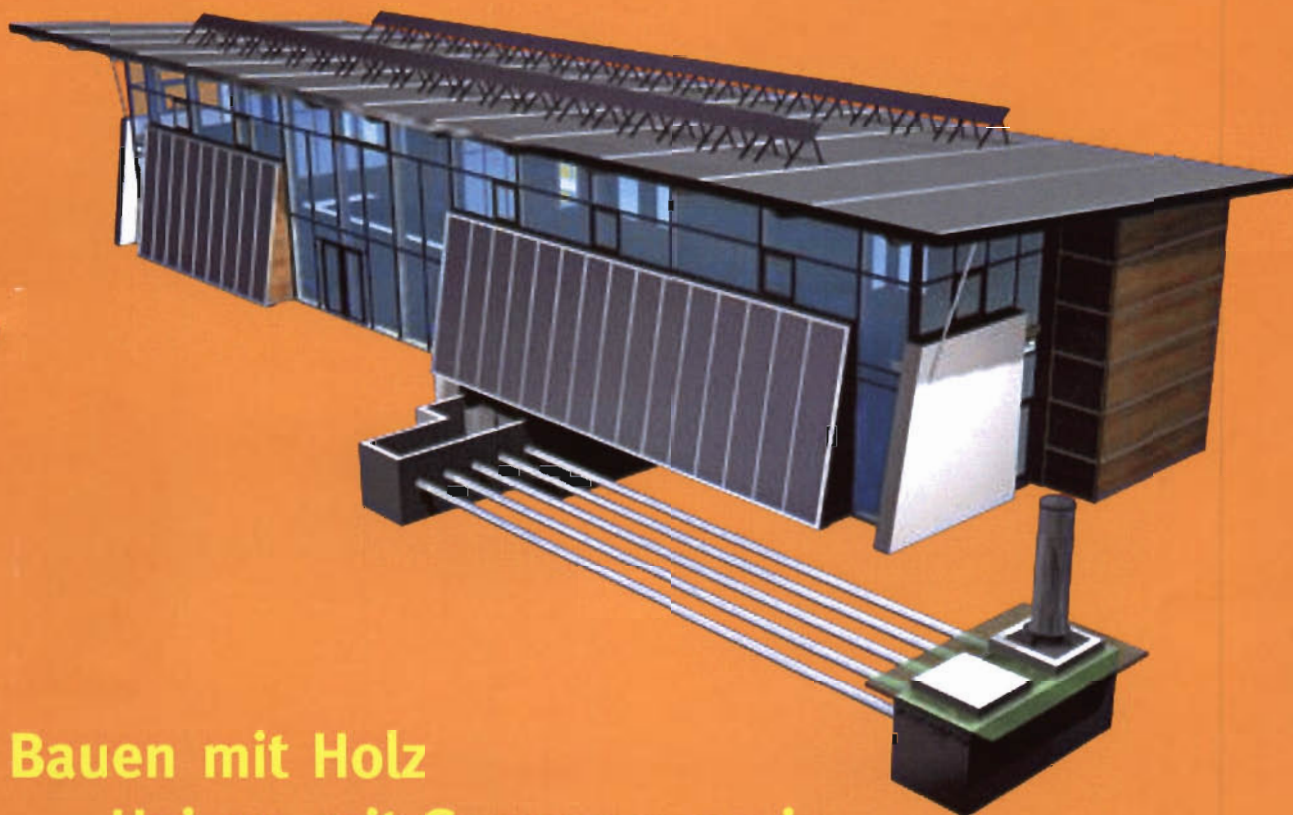


Naturpark

Informationshaus Zwiesel

Abschlussbericht
AZ 13 886



Bauen mit Holz
Heizen mit Sonnenenergie

Abschluß- bericht

*Naturpark-
Informationshaus
Zwiesel*

AZ 13 886

Zwiesel, 20.02.2002

Autoren

Georg Dasch
Dipl.-Ing. FH
Architekt
Augsburgerstrasse 35
94315 Straubing
Tel. 09421/71260
www.straubinger-sonnenhaus.de

Rainer Schwarz
Dipl.-Ing. FH
Ing.-Büro für Haustechnik GmbH
Petersgasse 38
94315 Straubing
Tel. 09421 / 50114

Rudi Mautner
Grafikdesigner
Atelier & Friends
Spitalstrasse 2
94481 Grafenau
Tel.: 08552/96530



Pa 30/8/02 0.4.

10/97	Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	
-------	--	---

Az 13886/02	Referat 25	Fördersumme	1.324.700,00 DM
--------------------	-------------------	-------------	------------------------

Antragstitel Realisierung eines Naturpark Informationshauses als ökologisch optimiertes Nullenergiehaus in Holzbauweise

Stichworte Ökobau, Demonstration, Planung

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
3 Jahre	31.05.1999	31.05.2002	2

Zwischenberichte

Bewilligungsempfänger	Naturpark Bayerischer Wald e. V. Infozentrum 3	Tel	09922/80 24 80
		Fax	09922/80 24 81
	94227 Zwiesel	Projektleitung	Hartwig Löffmann
		Projektleitung	Architekt Georg Dasch

Kooperationspartner SOLEG Solar-Einkaufsgemeinschaft GmbH
Ahornweg 13, 94227 Zwiesel

GARANT Fenster GmbH
Regensburger Str. 27, 93098 Mintraching

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Am südlichen Ortsrand von Zwiesel im Bayerischen Wald entstand ein Büro- und Ausstellungsgebäude, bei dem mittels Optimierung von aktiver und passiver Sonnenenergienutzung der Einsatz von fossiler Heizenergie nicht mehr nötig ist. Es wurde dabei versucht, die Balance zwischen aktiven und passiven Systemen zu finden. Bestehende Bautechniken, insbesondere im Bereich des Holzbaus, wurden gemäß den Möglichkeiten der regionalen Bauwirtschaft unter Verwendung regional verfügbarer Baustoffe weiterentwickelt. Es kamen verschiedene Holzfenstersysteme zum Einsatz, die dem Passivhaus-Standard entsprechen. Es wird der Einfluss eines nicht hinterlüfteten Fassadenkollektors auf den effektiven U-Wert einer nach Süden gerichteten Leichtbauwand bei normaler Nutzung des Kollektors für die Beheizung des Gebäudes untersucht. Die 110 m² Fassadenkollektor heizen einen zentral im Gebäude stehenden Pufferspeicher, aus dem das Gebäude ganzjährig beheizt wird.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Von Juli 1999 bis Februar 2000 wurden die Planungsschritte auf der Grundlage des Vorprojektes (AZ 13886/01) verfeinert, die Arbeiten ausgeschrieben und die Aufträge vergeben. Von März 2000 bis Dezember 2001 wurde das Gebäude errichtet und die Außenanlagen erstellt. In der Ausstellungenkonzeption ist die Präsentation der gesamten Solar- und Energietechnik des Gebäudes im Rahmen einer Dauerausstellung vorgesehen. Begleitend dazu wird Material zur Öffentlichkeitsarbeit in Form von Druckerzeugnissen und einer CD erstellt. Diese Präsentation dokumentiert Bau und Betrieb der Einrichtung.

Beim Bau des Hauses wurde besonders auf die Ausführungsqualität der Firmen geachtet. Die Dämmhülle musste lückenlos um das Gebäude geführt werden. Die Luftdichtheit wurde mit einem Blower-Door Test nachgewiesen.

Ergebnisse und Diskussion

Beim Naturpark-Informationshaus in Zwiesel wurde nach EN 832 eine Wärmebedarfsberechnung durchgeführt. Der Jahresheizwärmebedarf beträgt ca. 4.900 kWh pro Jahr. Bezogen auf die Nutzfläche ca. 7 kWh/m²a. Dies wurde erreicht, durch Dämmschichten zwischen 20 und 50 cm Dicke, und eine konsequent wärmebrückenfreie Konstruktion. Die Holzfenster und Pfosten-Riegel-Fassaden sind „passivhaustauglich“.

Die Lüftungsanlage mit Regenerativwärmetauscher und Erdreichwärmetauscher reduziert den Jahresheizwärmebedarf um ca. 35.000 kWh/a, verbraucht jedoch 3.000 kWh Strom. Das entspricht einem Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar von ca. 10.000 kWh (ohne Primärenergieinhalt Anlage). Eine Biomasseheizung benötigt für 35.000 kWh bereitgestellter Energie ca. 5.000 kWh Primärenergie nicht erneuerbar (Quelle „Ökoinventare für Energiesysteme, BEW/NEFF,CH,1994). Die Solaranlage stellt im Jahr 20.000 kWh Heizenergie zur Verfügung, bei einem Primärenergieaufwand von 2.090 kWh pro Jahr (incl. elektrischer Energie Solarkreis). Diese Zahlen zeigen, dass eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung mehr Primärenergie verbraucht als die Biomasseheizung. Das günstigste Verhältnis von eingesetzter Primärenergie und Nutzenergie bietet die thermische Solaranlage.

Die Baukonstruktion des Gebäudes ist optimal. Der Einsatz von Schnittholz, Holzwerkstoffplatten und der Zellulosedämmung ermöglicht trotz hoher Wanddicken geringe Primärenergieinhalte nicht erneuerbar.

Das Naturpark-Informationshaus in Zwiesel zeigt, dass man mit vertretbarem Aufwand ein Haus konstruieren kann, das solar beheizt werden kann. Die Dämmstandards mit U-Werten von 0,15 bis 0,08 W/m²K sollten wirklich normaler Baustandard werden. Ob eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in ein Gebäude eingebaut wird, sollte man an der Nutzung festmachen. Für einen Vortragsraum und eine Ausstellung wie im Naturpark-Informationshaus ist die Lüftungsanlage notwendig und mit derselben Anlage kann das ganze Haus belüftet werden.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Das Naturpark-Informationshaus wird auf Vorträgen, auf Fachmessen in Fachzeitschriften und im Internet präsentiert. Außerdem werden Interessierte zu Tagungen und Führungen in das Naturpark-Informationshaus eingeladen. Das Projekt wurde auf einer interaktiven CD dokumentiert, die per Versand angeboten wird. Der Bau des Hauses wurde filmisch dokumentiert. Verschiedenen Rundfunkanstalten wird die Ausstrahlung des Films angeboten.

Fazit

Beim Naturpark-Informationshaus wurde bei der Auswahl der Baustoffe, der Baukonstruktionen und beim Energiekonzept von Anfang an auf Qualität, Ökonomie und Ökologie geachtet. Nachhaltiges Wirtschaften beim Bau und Betrieb dieses Gebäudes war oberstes Gebot. In der Konsequenz der Umsetzung ist dieses Gebäude ein Vorbild für zukünftiges Bauen. Man kann sowohl das Gesamtkonzept als auch Teile davon auf jedes andere Gebäude übertragen.

Bei diesem Gebäude, so der Bayerische Umweltminister Schnappauf, „wird Innovation in Einklang mit Ökologie gebracht. Das ist eine Steilvorlage zum Nachahmen und Spitze in Mitteleuropa.“

Der Menschheitstraum vom Perpetuum-Mobile wird hier ein Stück Wirklichkeit, ohne dass die Naturgesetze außer Kraft gesetzt werden. Es ist auch nicht notwendig, die Kernfusion auf die Erde zu holen, wenn man die technischen Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung umsetzt.

Zusammenfassung des Projekts

Das Naturpark-Informationshaus in Zwiesel ist ein Nullenergiehaus in ökologischer Holzbauweise. Die Nutzfläche beträgt 763 m². Davon sind 687m² beheizt. Es beinhaltet die Geschäftsstelle des Naturpark Bayerischer Wald e.V., einen Vortragsraum und zwei Ausstellungen.

Durch Dämmstoffdicken zwischen 20 und 50 cm und Fenster mit „Passivhausstandard“ werden die Transmissionswärmeverluste soweit reduziert, dass das Gebäude ganzjährig solar beheizt werden kann. Die U-Werte der Holzbaukonstruktionen liegen zwischen 0,1 W/m²K und 0,08 W/m²K. Die U-Werte der Fenster betragen 0,8 W/m²K. Die Pfosten-Riegel-Fassaden erreicht 0,6 W/m²K. Es kamen überwiegend Baustoffe und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zum Einsatz.

Eine Lüftungsanlage mit Erdreichwärmetauscher und Wärmerückgewinnung sorgt für frische Luft im Gebäude und reduziert den Lüftungswärmeverlust um ca. 80 %. Gleichzeitig wird ungefähr die Hälfte der Feuchtigkeit zurückgewonnen. Jeder Raum wird mit Zu- und Abluft versorgt.

Der Heizungswärmebedarf beträgt ca. 4.900 kWh/m² pro Jahr. Das entspricht ca. 7 kWh/m²a. Damit unterschreitet das Gebäude den Passivhausstandard deutlich.

An der Südseite des Gebäudes sind 110 m² thermische Flachkollektoren angebracht. Die Sonnenenergie wird absorbiert und im Solarkreis über einen Glattrohrwärmetauscher an einen zentral im Gebäude stehenden Pufferspeicher mit 21.000 l Wasserinhalt abgegeben. Das erwärmte Wasser wird im Heizkreis durch Wandflächenmodule gepumpt und beheizt das Gebäude.

Um die Energie möglichst sparsam einzusetzen, wird die Haustechnik über einen Gebäudeleitrechner gesteuert. Jeder Raum wird einzeln nach Bedarf beheizt und belüftet. Die Beleuchtung wird tageslichtabhängig gesteuert.

Um den Wasserverbrauch im Gebäude niedrig zu halten, sind an den Waschbecken Infrarot gesteuerte Armaturen angebracht. In die Herrentoiletten sind wasserlose Urinale mit Sperrsiphon eingebaut.

Gliederung

1. Einleitung

1.1 Kurzfassung des Projekts	S. 7
------------------------------	------

2. Bauwerk

2.1 Entwurfsdokumentation	S. 8 - 15
2.2 Jahresheizwärmebilanz	S. 16 - 21
2.3 Baukonstruktionen	S. 22 - 26
2.4 Fenster und Fassadensysteme	S. 27 - 29

3. Haustechnik

3.1 Solaranlage	S. 30 - 35
3.2 Heizungsanlage und Pelletskessel	S. 35 - 39
3.3 Lüftungsanlage mit Erdreichwärmetauscher	S. 39 - 46
3.4 Sanitärtechnik	S. 47 - 48
3.5 Elektro- und Beleuchtungstechnik	S. 49 - 52
3.6 Gebäudeleittechnik	S. 53 - 54

4. Fazit

4.1 Bewertung und Abgrenzung zum Stand der Technik	S. 55 - 56
--	------------

Abbildungsverzeichnis

S. 57-58

1.

Einleitung

Kurzfassung des Projekts

1.1 Kurzfassung des Projekts

Der Naturpark Bayerischer Wald e.V. baute am Ortseingang der Stadt Zwiesel (B11 Abfahrt Zwiesel Süd) unmittelbar benachbart zum bereits bestehenden städtischen Touristik-Infozentrum ein neues Naturpark-Informationshaus.

Im Naturpark-Informationshaus ist die Geschäftsstelle des Naturparks Bayerischer Wald e.V. mit 10 Mitarbeitern, eine Ausstellung über die bäuerliche Kulturlandschaft des Bayerischen Waldes, eine Nationalpark-Infostelle und die Energietechnik des Gebäudes untergebracht. Ein Vortragsraum steht für Veranstaltungen, Seminare und Workshops zur Verfügung.

Das Naturpark-Informationshaus wurde als energetisch optimierter Holzbau errichtet.

Holz und Holzwerkstoffe aus der walddreichsten Region der Bundesrepublik wurden unter Anwendung neuester Konstruktionsmethoden mit heimischen Firmen zu einem vorbildlichen „Nullenergiehaus“ zusammengefügt.

Eine nach Süden ausgerichtete thermische Solarfassade ermöglicht in Kombination mit einem zentralen Grosspufferspeicher ganzjährig die Heizenergieversorgung.

Ermöglicht wird das durch eine gute Wärmedämmung, wärmebrückenfreie Konstruktionen und die kontrollierte Belüftung mit Wärmerückgewinnung und Erdreichwärmetauscher. Über die großen Glasfassaden wird das Gebäude belichtet und die Sonnenenergie eingefangen.

2.

Bauwerk

Entwurfs- dokumentation

2.1 Entwurfsdokumentation

Ausgehend vom Raumprogramm wurde im Herbst 1997 ein erster Entwurf für das Naturpark-Informationshaus in Zwiesel erarbeitet. Beim ersten Entwurf war die oberste Maxime, ein Nullenergiehaus, bzw. ein Minimalenergiehaus mit ganzjähriger solarer Beheizung zu entwickeln.

Folgende Punkte waren Entwurfsgrundlage:

- Kompakte Bauform
- Ausrichtung nach Süden
- Kollektoren auf der schrägen Südfassade
- Fenster als Lochfassade

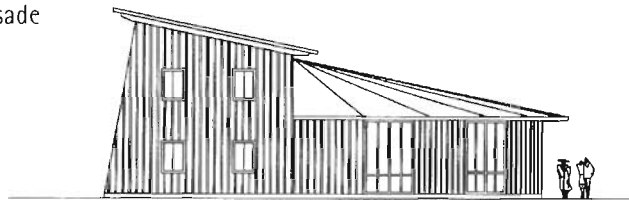


Abb. 1: Ansicht von Osten

Die Schrägstellung der Fassade bereitete Probleme mit den Öffnungsflügeln. Die Formensprache der Architektur war unbefriedigend.



Abb. 2: Grundrisse

Der lange Baukörper bedingt vor allem im Obergeschoss weite Verkehrswege, ermöglichte jedoch eine komplette Südausrichtung der Büros.

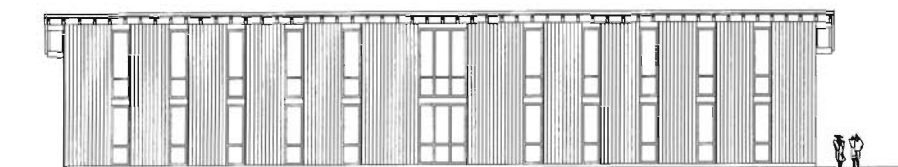


Abb. 3: Ansicht von Süden

2.

Bauwerk

Entwurfs- dokumentation

Die Südfassade stellte ausreichend Flächen für Belichtung und 180 m² Kollektoren zur Verfügung. Aufgrund der großen Kollektorflächen, der kompakten Bauform und des günstigen A/V - Verhältnisses wäre es relativ einfach gewesen, ein Minimalenergiehaus mit 100 % solarer Beheizung zu verwirklichen. Dies bestätigten auch die Ergebnisse der Vorstudie.

Aufgrund der unbefriedigenden Formensprache der Architektur wurde ein komplett neuer Entwurf erarbeitet. Um eine klarere Gliederung der Baukörper zu erreichen, sollte der Vortragsraum nicht mehr an das Hauptgebäude angefügt werden.

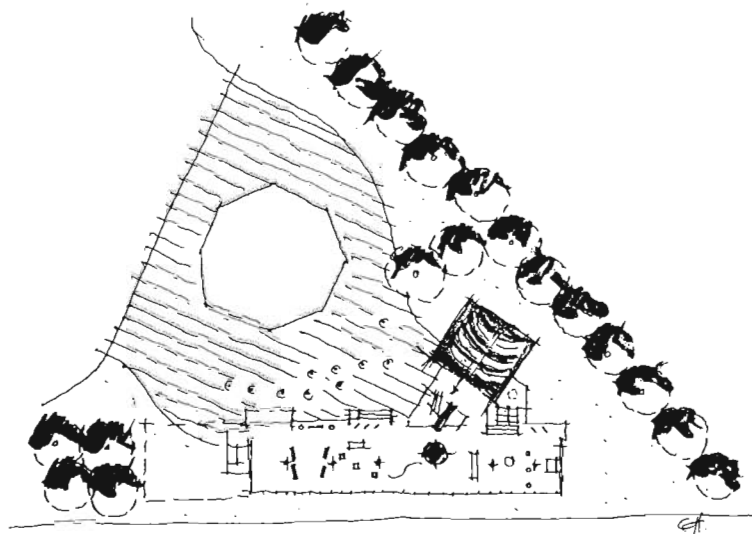


Abb. 4: Entwurf mit Lage der Nachbargebäude

Der Eingangsbereich zwischen Vortragsraum und Ausstellungsgebäude ermöglichte eine zentrale Erschließung. Aber der Weg von den Parkplätzen zum Eingang wäre zu weit.

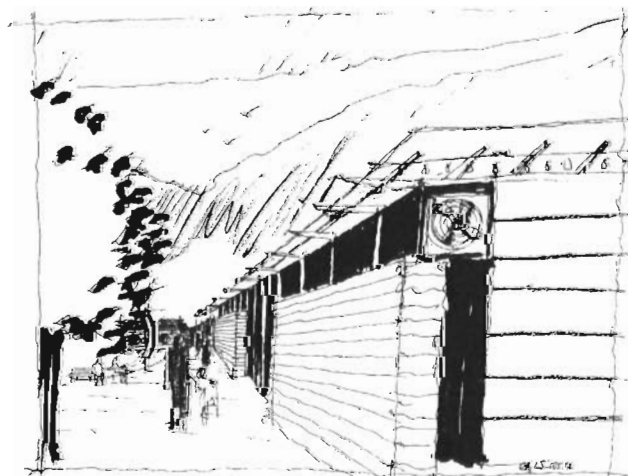


Abb. 5: Entwurf Eingangsbereich

2.

Bauwerk

Entwurfs-

dokumentation

Der Pufferspeicher für die Solarheizung sollte zentral im Großraum angeordnet werden.

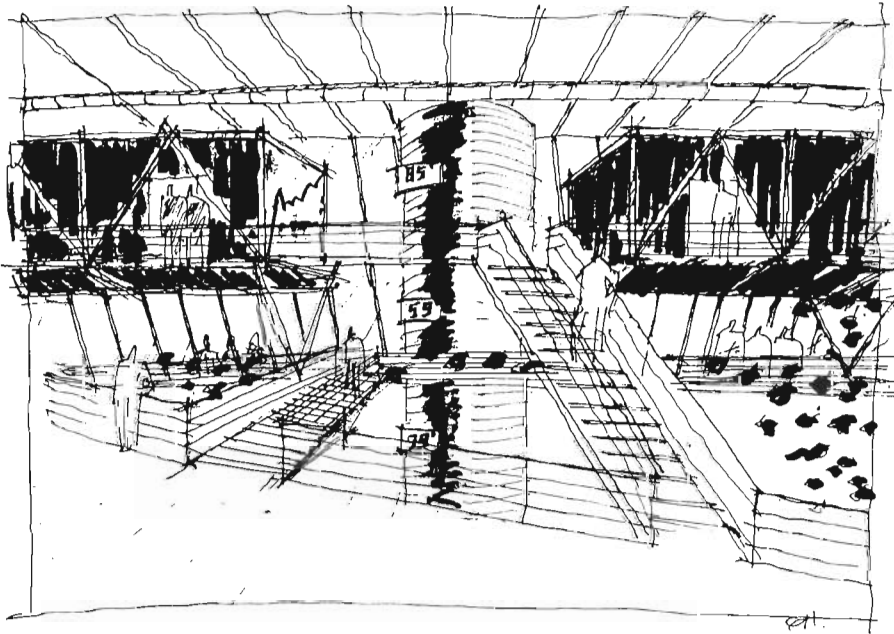


Abb. 8: Zentraler Großpufferspeicher

Diese Entwurfsvariante konnte aufgrund der zu hohen Baukosten nicht weiterverfolgt werden. Durch die Abtrennung des Vortragsraumes entstand ein ungünstiges A/V-Verhältnis, was sowohl unter energetischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten ungünstig war. Eine Zonierung der Räume war auch ohne das „Raum-im-Raum-System“ möglich. Die Containerbauweise mag modern sein. Für das Naturpark-Informationshaus war sie ungeeignet, weil weniger Nutzfläche bei zugleich höheren Baukosten die Folge wären. Außerdem wurde die Idee verworfen, weil wir glaubten, dass es Menschen nicht zumutbar sei, hinter einer doppelten Glasfassade von der Außenwelt abgeschnitten zu sein. Vorteile aus energetischer Sicht waren nicht nachzuweisen.

Im weiteren Verlauf des Projekts wurde versucht, das bestehende Touristik-Infozentrum mit dem neuen Naturpark-Informationshaus zu verbinden. Dies stand in der Wunschliste des Bauherrn ganz oben. Man versprach sich davon eine personelle Vernetzung dieser beiden verschiedenen Einrichtungen.

2.

Bauwerk

Entwurfs- dokumentation

Das Erdgeschoss wurde durch einen Zwischenbau mit dem Oktagon verbunden.

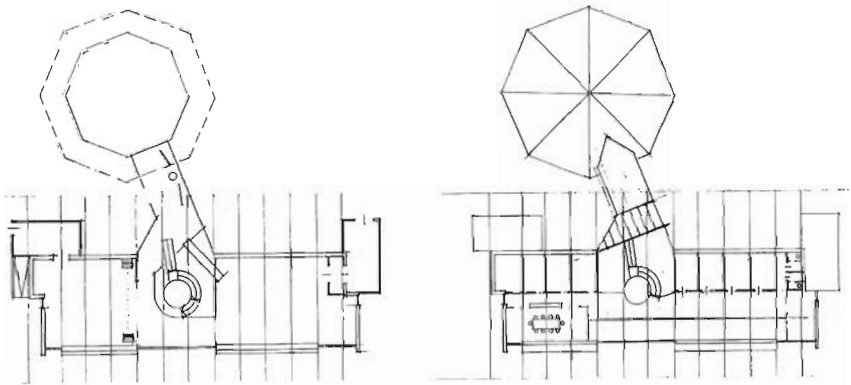


Abb. 9: Grundrisse mit Zwischenbau

Bei dieser Variante wurde der Hauptbaukörper mit der Solarfassade entwickelt.

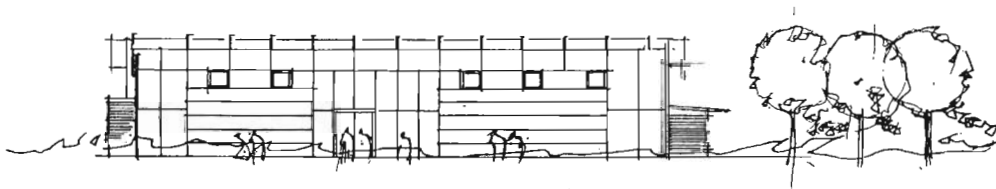


Abb. 10: Südansicht mit gegliederter Solarfassade

Das Aneinanderfügen zweier komplett unterschiedlicher Gebäude hätte gewisse Vorteile für die Nutzung der Gebäude.

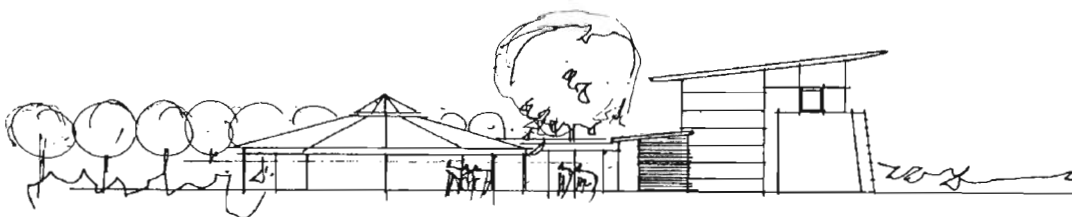


Abb. 11: Gemeinsamer Eingangsbereich

Der gemeinsame Eingangsbereich stellte für keines der beiden Gebäude eine gute Lösung dar. Durch eine andere Organisationsstruktur der Nutzung beider Gebäude konnte eine Trennung der Bauwerke ermöglicht werden. Der Entwurf mit einer baulichen Verbindung wurde verworfen. Lediglich die Idee, beide Gebäude gemeinsam zu beheizen, um die Nachtstromheizung des Touristik-Infozentrums zu ersetzen, wurde beibehalten.

2.

Bauwerk

Entwurfs- dokumentation

Beim vorherigen Entwurf war die Fläche für die Kollektoren zu klein, und die Südverglasung zu groß. Die Eingangssituation war unklar und es blieb zu wenig Platz für Nebenräume.

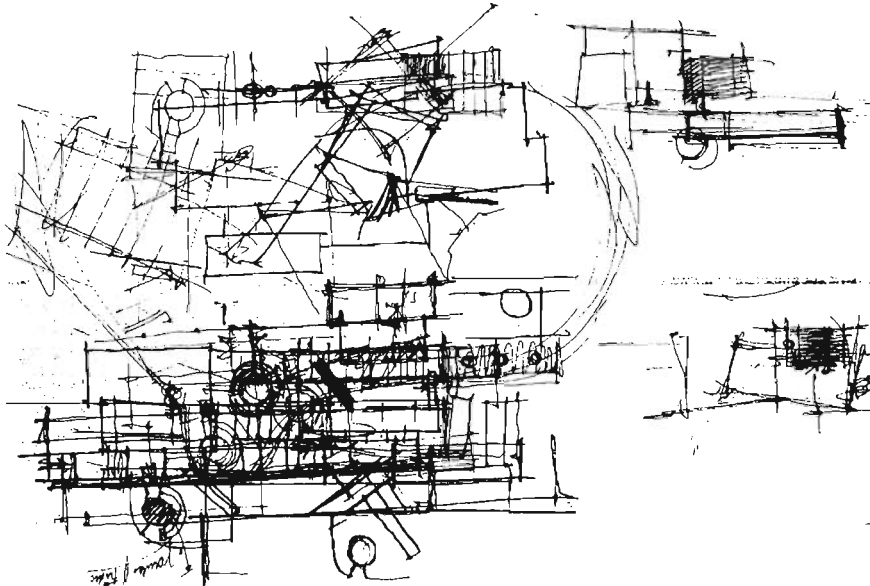


Abb. 12: Entwurfsstadium

Die Grundlagen des neuen Entwurfs waren erarbeitet. Ein Zwischenbau aus Glas erschließt den Hauptbaukörper und die Nebenraumzone. Der Besucher wird eindeutig zum Eingang geführt, und das Gebäude ist klar gegliedert.

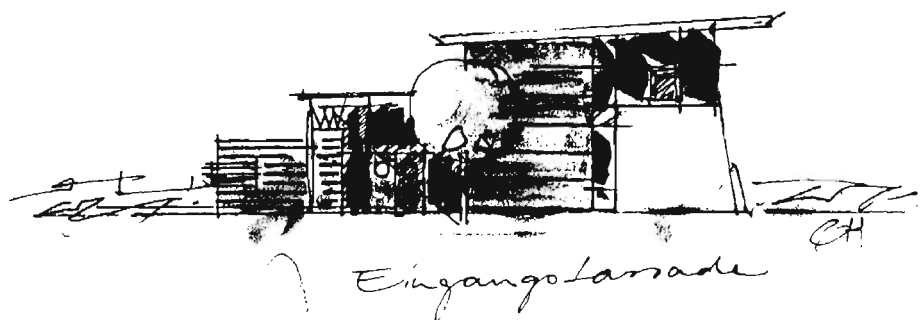
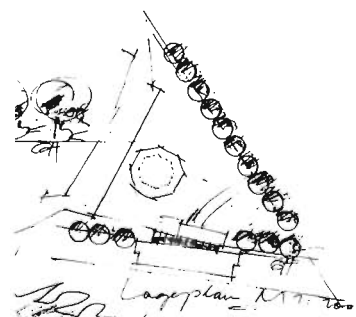


Abb. 13: Eingangsfassade im Westen



2.

Bauwerk

Entwurfs- dokumentation

Die unterschiedliche Architektur des Touristik-Infozentrums und des neuen Naturpark-Informationshauses ergänzen einander. Während sich das Oktagon wegen des rauen Klimas und der schlechten Wärmedämmung in die Landschaft duckt, stellt sich das neue Infohaus in die Sonne, die hier reichlich scheint.

Nach Betreten des Gebäudes fällt der Blick auf den zentralen Pufferspeicher und die Infotheke. Der Weg führt direkt zur Ausstellung über den Naturpark Bayerischer Wald.

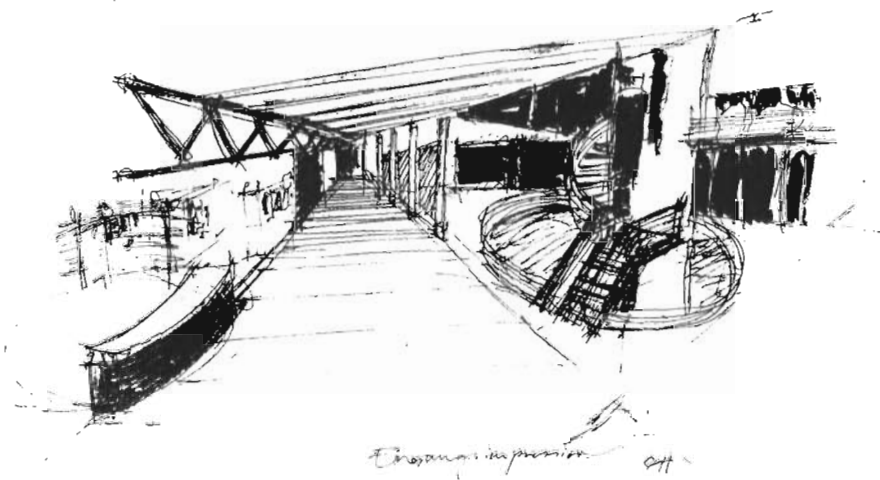


Abb. 14: Eingangsbereich mit Theke und Pufferspeicher

Der Besucher kann sich an die Infotheke wenden, oder einfach durch die Ausstellung bummeln.

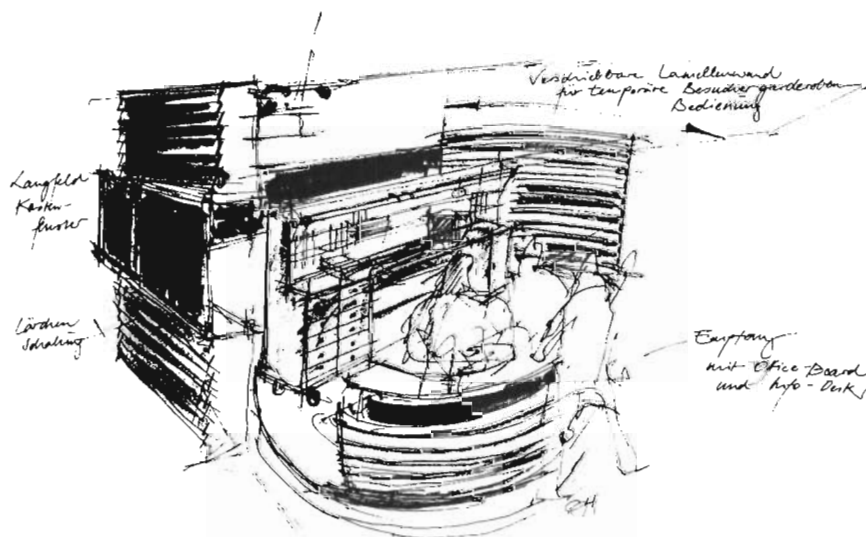


Abb. 15: Theke und Besucherinformation

2.

Bauwerk

Entwurfs- dokumentation

Im Erdgeschoss befinden sich die Ausstellungen, der Veranstaltungsraum, alle Nebenräume, der Empfang und die Ausstellung Haus- und Energietechnik.

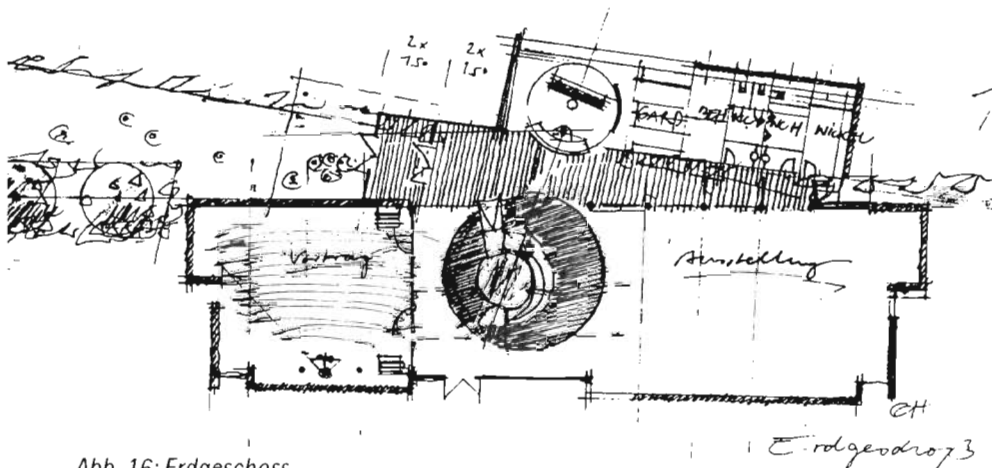


Abb. 16: Erdgeschoss

Das Obergeschoss betritt man über eine Treppe, die um den Pufferspeicher nach oben auf eine Brücke führt, die die beiden Kombibüros erschließt. Von den südorientierten Großraumbüros sind die Bürozellen für die Bildschirmarbeitsplätze zu erreichen.

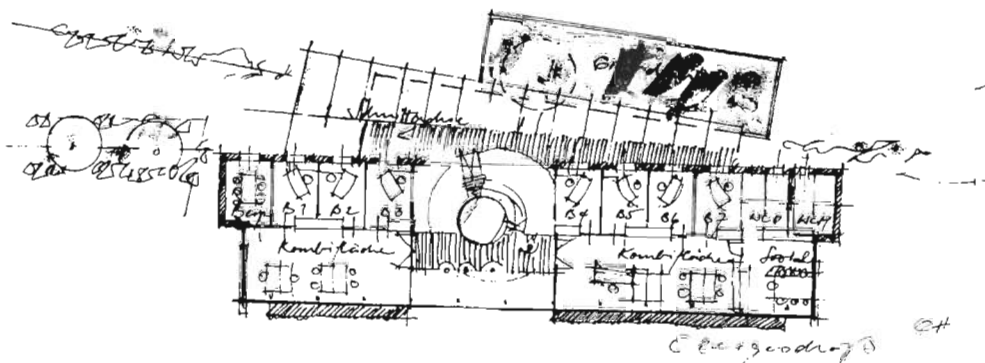


Abb. 17: Obergeschoss

Das gesamte Gebäude wird über den zentralen Puffer- und Treppenraum erschlossen. Die Wünsche des Bauherrn und die Anforderungen an ein Minimalenergiehaus sind gleichermaßen erfüllt.

2.

Bauwerk

Jahresheizbilanz

2.2 Jahresheizwärmebilanz

2.2.1 Grundlagen

2.2.1.1 Das Berechnungsverfahren

Das Monatsbilanzverfahren auf Grundlage von DIN EN 832 basiert auf einer Energiebilanz in stationärem Zustand unter Berücksichtigung der dynamischen Einwirkungen von internen und solaren Wärmegewinnen. Es liefert ausreichend genaue Ergebnisse für den monatlichen Heizwärmebedarf und wurde deshalb zur Optimierung der Gebäudehülle verwendet.

Das Gebäude wurde mit einer einheitlichen Temperaturzone berechnet. Der Standort wurde durch die Monatswerte der mittleren Außentemperaturen und der solaren Einstrahlung berücksichtigt.

2.2.1.2 Klimatische Bedingungen

Die klimatischen Daten entsprechen den Referenzorten Cham und Hof.

Die Strahlungsdaten basieren auf Region 14 (Referenzorte Passau und Weihenstephan) [DIN 4108-6], wobei der direkte Strahlungsanteil im Verhältnis der bekannten Sonnenstunden von Zwiesel und Passau korrigiert wurde. Damit erhöht sich die Einstrahlung relativ zur Region 14 in den Monaten Oktober bis Januar um ca. 10 %.

Tabelle 1: Klimadaten

	Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Tage	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Temperaturen in °C												
Außen	-3,1	-1,8	1,9	6,1	11,6	14,4	16	15	11,8	6,8	1,8	-1,7
Innen	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Strahlungsintensität in W/m ²												
Süd	63	100	109	117	116	108	116	124	124	118	78	51
West	31	54	77	106	123	125	127	115	91	66	37	23
Nord	21	30	45	64	79	86	85	70	50	35	22	16
Ost	27	49	74	106	127	124	133	117	86	62	33	22

2.

Bauwerk

Jahresheizbilanz

2.2.1.3 Gebäudedaten

Geometrische Daten:

Bruttovolumen	$V_e = 3347 \text{ m}^3$
Nettovolumen	$V = V_e \cdot 0,76 = 2544 \text{ m}^3$
A/V	0,55
Nutzfläche	$A_N = 687 \text{ m}^2$

In der folgenden Tabelle 2 sind die Daten der Gebäudehülle zusammengestellt. Neben der Fläche und dem U-Wert ist der Temperaturkorrekturfaktor F_x und der daraus resultierende spezifische Transmissionswärmeverlust H_t angegeben.

Außerdem ist für transparente Flächen der g-Wert sowie der Rahmenfaktor F_f und die daraus resultierende effektive Solarfläche $A_{g,eff}$ angegeben.

Der Abminderungsfaktor von 0,85 für nicht senkrechten Einfall wurde berücksichtigt.

Erläuterungen zu Tabelle 2:

1. Die U-Werte wurden nach den konstruktiven Vorgaben dem Stand der Technik entsprechend berechnet.
2. U-Wert der Pfosten-Riegel-Fassade
Es ist eine Dreifach-Isolierverglasung mit Climatop V 2x12Kr.
 $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$; $g = 0,5$ amtlicher Rechenwert.
Die Pfosten-Riegelkonstruktion wird durch einen längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (Ψ -Wert) beschrieben.
 $\Psi = 0,07 \text{ W/mK}$
Damit ergibt sich ein mittlerer U - Wert für die Fassade von
 $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
3. U-Wert Fenster
Es ist eine Dreischeibenverglasung aus 2-Isolierglas (Climaplust V12Kr) mit Vorsatzscheibe mit IR-Schicht mit folgenden Werten eingebaut.
 $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$; Fensterrahmen plus Wandanschluß $\Psi = 0,12 \text{ WmK}$
Damit ergibt sich für das ganze Fenster ein Wert von
 $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.

*Bauwerk**Jahresheizbilanz*

Tabelle 2

Wärmeübertragende Gebäudehülle und spezifischer Transmissionswärmeverlust
sowie effektive Solarfläche

Bauteile und Ausrichtung	A	U	g	Ff	Fx*	H _t
	m ²	W/(m ² K)	-	-	-	W/K
Fußboden EG gegen Erdreich	554,43	0,12			0,75	48,69
Süd Kollektorwand	111,38	0,14			1,00	15,59
Außenwand	33,22	0,10			1,00	3,26
Verglasung	132,33	0,60	0,50	0,90	1,00	79,40
Fenster	5,62	0,90	0,60	0,70	1,00	5,06
Tür	4,97	0,90	0,60	0,70	1,00	4,47
West Außenwand	64,93	0,10			1,00	6,37
Verglasung	15,07	0,60	0,50	0,90	1,00	9,04
Verglasung gegen unb.	16,51	1,80	0,60	0,90	0,50	14,86
Fenster	4,01	0,90	0,60	0,70	1,00	3,61
Nord Außenwand	189,12	0,10			1,00	18,57
Außenwand gegen unb.	14,41	0,10			0,50	0,71
Verglasung	27,29	0,60	0,50	0,90	1,00	16,37
Fenster	3,14	1,80	0,60	0,70	1,00	5,65
Fenster	18,54	0,90	0,60	0,70	1,00	16,69
Ost Außenwand	63,50	0,10			1,00	6,23
Verglasung	21,07	0,60	0,50	0,90	1,00	12,64
Fenster	1,12	0,90	0,60	0,70	1,00	1,01
Dach Hauptgebäude	365,17	0,08			1,00	30,90
Dach Zwischenbau	74,40	0,14			1,00	10,42
Dach Nebengebäude	98,42	0,11			1,00	10,64
	1818,65					320,19

2.

Bauwerk

Jahresheizbilanz

2.2.2 Wärmeverluste

2.2.2.1 Transmissionswärmeverluste

Aus Tabelle 2 ergibt sich ein spezifischer Transmissionswärmeverlust durch die Außenflächen von insgesamt:

$$H_t = 320 \text{ W/K}$$

Die Wärmebrücken wurden mit folgendem Wert berechnet [4].

$$H_{wb} = 30 \text{ W/K}$$

2.2.2.2 Spezifische Lüftungswärmeverluste

Berechnung für Gebäude mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

($\eta = 0,92$) und sehr guter Luftdichtheit mit $n^{50} = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

Zuluft und Abluftvolumenstrom $V'_r = 1710 \text{ m}^3/\text{h}$

Infiltration durch Wind und Undichtheit $V'_x = 75 \text{ m}^3/\text{h}$

Energetisch wirksamer Luftvolumenstrom $V' = V'_r(1 - \eta) + V'_x$

$$V' = 212 \text{ m}^3/\text{h}$$

Spezifischer Lüftungswärmeverlust

Wärmekapazität der Luft = $0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$

Daraus ergibt sich ein spezifischer Lüftungswärmeverlust von

$$H_v = 72 \text{ W/K}$$

2.2.2.3 Monatliche Wärmeverluste

Aus 2.2.2.1 und 2.2.2.2 ergibt sich ein gesamter spezifischer Wärmeverlust von 422 W/K .

Tabelle 3 Wärmeverluste Q der einzelnen Monate in kWh

	Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
$\Delta T[\text{K}]$	22,1	20,8	17,1	12,9	7,4	4,6	3,0	4,0	7,2	12,2	17,2	20,7
Q	6942	5901	5371	3921	2324	1398	942	1256	2189	3832	5228	6502

Die jährlichen Wärmeverluste ergeben in der Summe 45.809 kWh .

2.

Bauwerk

Jahresheizbilanz

2.2.3 Wärmegewinne

2.2.3.1 Solare monatliche Wärmegewinne

Die effektiven Solarflächen wurden bereits in Tabelle 1 aufgelistet. Zusammen mit den Einstrahlungsdaten ergeben sich monatliche Wärmegewinne wie in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 4

Solare Wärmegewinne in kWh/Monat

	A_{geff}	Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Süd	54,4	2550	3655	4411	4582	4695	4230	4695	5018	4857	4776	3055	2064
West	14,8	341	536	846	1128	1352	1330	1396	1264	968	725	394	253
Nord	18,2	284	366	609	838	1068	1126	1150	947	654	473	288	216
Ost	8,5	170	279	466	646	799	755	837	736	524	390	201	138
Summe		3344	4837	6332	7193	7914	7440	8077	7966	7003	6365	3937	2672

2.2.3.2 Interne monatliche Wärmegewinne

Dem Nutzerprofil entsprechend ergibt sich bei einer mittleren Wärmeleistung von 2,38 W/m² eine Gesamtleistung von 1635 W. Hierzu addiert sich eine Wärmeleistung von 400 W als Wärmeabgabe des Pufferspeichers. Die interne Wärmeleistung beträgt zeitlich konstant 2035 W. Daraus errechnen sich die in Tabelle 5 angegebenen internen monatlichen Gewinne.

Tabelle 5

Interne Wärmegewinne in kWh/Monat

Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
1514	1368	1514	1465	1514	1465	1514	1514	1465	1514	1465	1514

Die Wärmegewinne ergeben in der Jahressumme 90.007 kWh.

2.

Bauwerk

Jahresheizbilanz

2.2.4 Wärmebilanz

Bei der Bilanzierung ist der Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne zu berücksichtigen. Dieser wird errechnet zu $C_{\text{wirk}} = 118 \text{ kWh/K}$.

Aus der wirksamen Speicherkapazität und dem Verhältnis von Gewinn/Verlust errechnet sich der Ausnutzungsgrad der monatlichen Gewinne.

Tabelle 6

Monatliche Bilanzierung der Wärmegewinne und Wärmeverluste mit Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne. Mit Q_H in kWh als Heizwärmebedarf.

	Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Gewinne	4829	6158	7774	8562	9313	8792	9472	9372	8385	7817	5369	4164
Verluste	6942	5901	5371	3921	2324	1398	942	1256	2189	3832	5228	6502
G / V	0,70	1,04	1,45	2,18	4,01	6,29	10,05	7,46	3,83	2,04	1,03	0,64
Ausnutzungsgrad	1,00	0,93	0,69	0,46	0,25	0,16	0,10	0,13	0,26	0,49	0,94	1,00
Q_H	2114	199	2	0	0	0	0	0	0	0	208	2338

Der Jahresheizenergiebedarf beträgt 4861 kWh pro Jahr.

2.2.5 Zusammenfassung

Der monatliche Heizwärmebedarf wurde auf Basis von EN 832 berechnet. Bei den vorgenannten Angaben wurde ein Heizwärmebedarf von ca. 4900 kWh / Jahr errechnet. Das entspricht einem Heizwärmebedarf von 7 kWh / m² Jahr.

Literatur

[1] DIN EN 832

[2] Manuskript zur DIN V 4108-6

Die Berechnungen zum Jahresheizwärmebedarf wurden von Prof. Dr. Franz Feldmeier, Fachhochschule Rosenheim durchgeführt.

Dies ist eine Zusammenfassung des Abschlußberichts zum Vorprojekt 1999.

2.3 Baukonstruktion

Das Naturpark-Informationshaus wurde aus 400 Festmetern Holz und anderen Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen erstellt. Die Konstruktionen zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer und einen geringen Unterhalts-Aufwand aus. Das Holz stammte aus der näheren Umgebung von Zwiesel und wurde auch in der Region verarbeitet.

Das Gebäude wurde auf Binderachsen im Abstand von 3 m aufgebaut. Das Hauptgebäude wird durch einen 4-Gelenkrahn getragen. Der Dachbinder wurde mit einem Zugstahl unterspannt. Die Stützen und Binder wurden aus Brettschichtholz gefertigt.

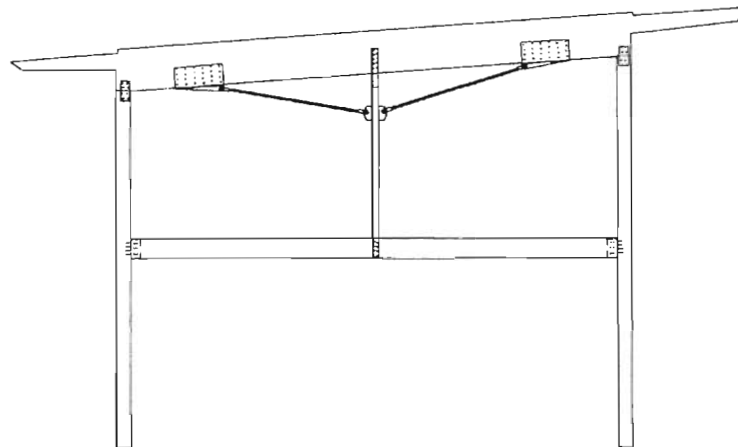


Abb. 18: Skelettaufbau mit 4 - Gelenkrahn

Der Unterzug der Geschossdecke wurde am Dachtragwerk abgehängt. Die Geschossdecke konnte sehr schlank ausgeführt werden. Am Dach konnte der große Binderquerschnitt zugleich als Dämmebene genutzt werden.

Am Hauptdach wurden zwischen die unterspannten Binder Sparrenpfetten eingehängt, worauf im Raster von 1,5 m Sparren zu liegen kommen, die auch das Vordach tragen. Dazwischen wurden TGI – Träger als konstruktive Abstandhalter montiert. Die äußere Abdeckung des Daches erfolgt mit einer Holzschalung. Darauf wurde eine hinterlüftete Aluminium-Profilblechdeckung montiert. Die Hohlräume wurden mit Zellulosedämmung ausgeblasen.

2.

Bauwerk

Baukonstruktion

Die Holzkonstruktion wurde diffusionsoffen verbaut, auf Dampfsperren konnte im gesamten System verzichtet werden.

Der U - Wert der Dachkonstruktion beträgt $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$.

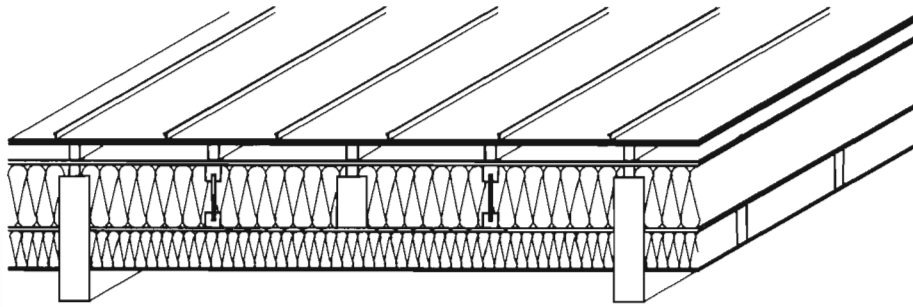


Abb. 19: Dachaufbau

Dachaufbau

Metalldachsystem 0,7 mm Rib-Roof
Metalltrennlage
Schalung sägerauh 30 mm
Konterlattung 60/80 mm
Diffusionsoffene Unterdachbahn $s_d = 0,1$
Schalung 19 mm
Sparren 16/34 bzw. Stegträger 34 cm
Zellulosedämmung eingeblasen 34 cm
Flachpressplatte tanninverleimt 19 mm
Sparrenpfette 16/20 cm
Flachpressplatte tanninverleimt 19 mm
Lattung
Fermacellplatte 12,5 mm

Auf der Brettstapeldecke des Flachdaches wurde eine Dampfsperre erforderlich, da bei einem Flachdach eine Hinterlüftung nicht möglich war. Als Dämmung des Flachdaches kam wegen der geringen Höhe PU-Hartschaum zum Einsatz. Die Umweltbelastung durch diese Konstruktion ist größer als bei der Zwischensparrendämmung mit Zellulose. Eine diffusionsoffene Zwischensparrendämmung war auf dem Flachdach nicht möglich. Der Einbau einer Holzkonstruktion zwischen 2 Dampfsperren wurde wegen des hohen Schadenrisikos nicht erwogen.

2.

Bauwerk

Baukonstruktion

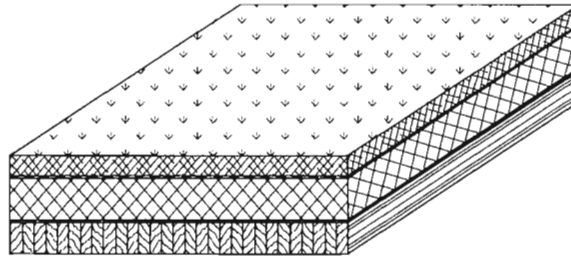


Abb. 20: Dachaufbau Gründach

Dachaufbau Gründach

Extensive Bepflanzung auf Substrat 50 mm
Mechanischer Schutzbelag aus Recyclingvlies
Dachabdichtung (Polyolephine)
Gefälledämmung PU 200 – 280 mm
Dampfsperre
Brettstapelelement 140 mm

Der U – Wert der Dachkonstruktion beträgt $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zwischen die Unterzüge der Geschossdecke wurden Balkenlager eingehängt. Auf die Balken wurden Hobeldielen aufgenagelt. Die Konstruktion wurde mit Flachpressplatten ausgesteift und mit Kalkschotter beschwert. Als Trittschalldämmung wurden Holzfaserplatten verbaut, auf denen schwimmend ein Massivholzparkett montiert wurde. Bis auf die Kalkschüttung besteht die Decke aus Holz und Holzwerkstoffen.

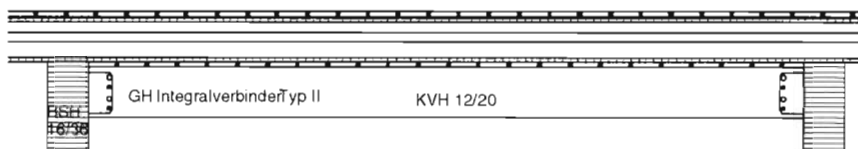


Abb. 21: Aufbau Geschossdecke

Aufbau Geschossdecke über EG

Buchenparkett Junkers geölt 22 mm
Trittschallfilz 2 mm
Flachpressplatte tanninverleimt 19 mm
Homatherm Trockenestrich TED IV 2 x 40 mm
Kartonwabe mit Kalkschüttung Fermacell 60 mm
Flachpressplatte tanninverleimt 19 mm
Gespundete Fichtenbretter auf Balkenlage als Deckenuntersicht 22 mm
Unterzüge (Brettschichtholz) und Balkenlage (Nadelholz GK II)
Der Deckenaufbau hält einem Brand mindestens 30 Minuten stand (F30B).

2.

Bauwerk

Baukonstruktion

Die Außenwand besteht aus einer Holzrahmenkonstruktion, die gebäudehoch durchläuft. Die Holzrahmen wurden mit einer OSB-Platte vernagelt. Innen wurde eine Installationsebene angebracht. Außen wurde die Dämmschicht mittels eines Lattenrostes verdoppelt. Diese Konstruktion ermöglichte den Einsatz von preiswertem Schwachholz und verhindert durchlaufende Holzquerschnitte als Kältebrücken. Es entstanden große Hohlräume, die im Einblasverfahren optimal gedämmt werden konnten. Der Regelaufbau der Außenwand ist tauwasserfrei. Sowohl auf Dampfsperren als auch auf chemischen Holzschutz konnte verzichtet werden.

Regelwandaufbau Außenwand

Lärchenholzschalung 22 mm
Lattung 30/50 mm
Holzweichfaserplatte imprägniert 35 mm
als äußere Abdeckung der Dämmung
Lattung 60/80 mm senkrecht
Lattung 60/80 mm waagrecht
Holzrahmenwerk 160 mm
Dämmung Zellulose eingeblasen 320 mm
Flachpressplatte tanninverleimt 19 mm
als Aussteifung des Holzrahmenwerks,
Luftdichtungsebene und Dampfbremse
Lattung 60/80 mm als Installationsebene
Dämmung Homathermplatte 80 mm
Fermacellplatte 12,5 mm
Teilweise mit integrierter Wandflächen-
heizung

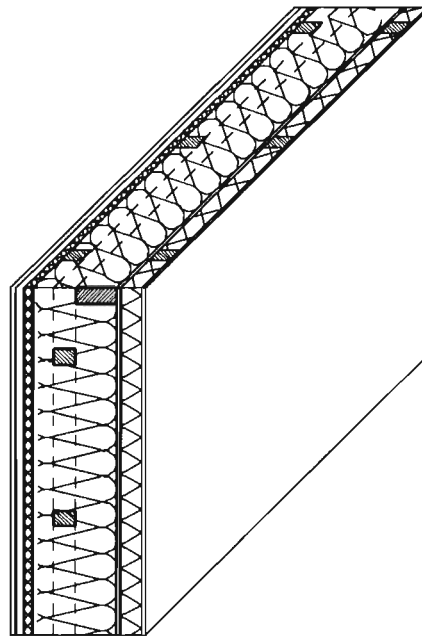


Abb. 22: Außenwandaufbau

2.

Bauwerk

Baukonstruktion

Bei der Kollektorwand an der Südfassade kann zwar theoretisch Tauwasser ausfallen, dies führt jedoch nicht zu einer Durchfeuchtung der Konstruktion, da durch die Erwärmung der Wand von außen auch im Winter der Prozess immer wieder umgekehrt wird. Tauwasser auf der Innenseite der Glasscheibe des Kollektors wird durch Luftaustausch abgeführt. So kann auch bei dieser Konstruktion auf eine innenseitige Dampfsperre verzichtet werden.

Die Rahmen des Kollektors wurden aus Holz, die Rückwand aus Holzwerkstoffplatten gefertigt. Der Kollektor wurde mit Mineralfasern gedämmt, die Wand mit Zellulose.

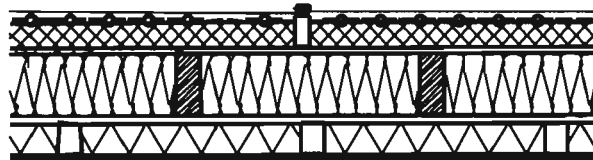


Abb. 23 :Aufbau Kollektorwand



Abb. 24: Das Naturpark-Informationshaus nach Erstellung der Rohkonstruktion

2.

Bauwerk

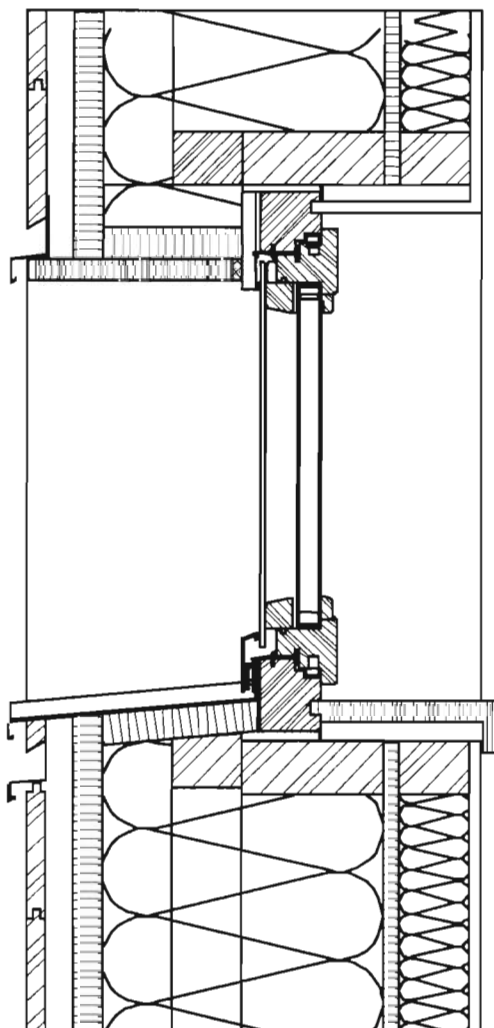
Fenster- und Fasadensysteme

2.4 Fenster und Fasadensysteme

Beim Naturpark-Informationshaus kamen 3 unterschiedliche Fenstersysteme zum Einsatz. In die Außenwände eingebundene Fenster (Lochfassade) und für die großen verglasten Bereiche eine Pfosten-Riegel-Fassade mit eingebundenen Fenstern.

2.4.1 VISIOstar Fenster

Das VISIOstar Fenster ist ein in eine gedämmte Fassade eingebundenes Isolierglasfenster, das mit einer vorgesetzten, dritten Scheibe einen Fenster U-Wert von $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht (Passivhausstandard).



VISIOstar Fenster System PH (Passivhaus)

Technische Daten

Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Gesamtenergiedurchlassgrad	$g = 0,54$
Lichtdurchlässigkeit	0,67
Schalldämmwert	R_{wp} -Wert = 37 dB
Verglasung	
Isolierglas 4 12 4 Krypton	WIG 1,0
Vorsatzscheibe ESG 6 mm k-beschichtet	
Dreh-Kipp Beschlag	

Abb. 25: Einbindung des VISIOstar-Fensters

2.

Bauwerk

Fenster- und Fasadensysteme

Dieses Fenstersystem ist für die Einbindung in Lochfassaden geeignet. Eine Reihung oder ganze Glaswände sind nicht möglich.

Das Fenster ist mittig in die Dämmung der Wand eingesetzt. Es werden nur die Glasscheibe und die Aluregensiene bewittert. Der Holzschutz ist mit farblosen Naturharzölen möglich.

Das VISIOstar PH Fenster wurde in die Nordfassade des Naturpark-Informationshauses eingebaut.

2.4.2 Raico Passivhaus Fassade

Die Raico Passivhaus Fassade ist ein Aluminium-Glashaltesystem für Pfosten-Riegel-Fassaden. Durch die Anordnung der EPDM Dichtungen und eines PE Dämmkerns beträgt der Rahmen U-Wert weniger als 0,8 W/m²K.

Die Scheibengrößen verringern den Rahmenanteil was bei der eingesetzten Verglasung Climatop V 2 x 12 Kr einen Gesamt-U-Wert der Pfosten-Riegel-Fassade unter 0,6 W/m²K ergibt.



Abb. 26: Ansicht der Fassade von Süden

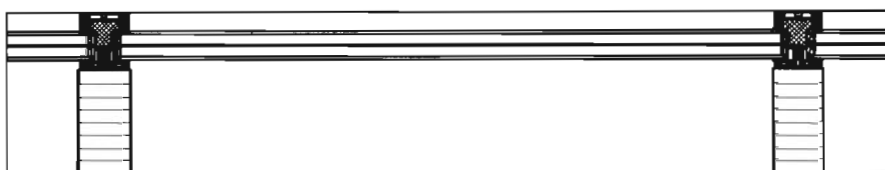


Abb. 27: Schnitt durch die Verglasung

Technische Daten Pfosten-Riegel-Fassade

Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,6 W/m ² K
Gesamtenergiedurchlassgrad	g = 0,5
Verglasung	3 Scheiben
Climatop V 2 x 12 Krypton	U = 0,5 W/m ² K

2.

Bauwerk

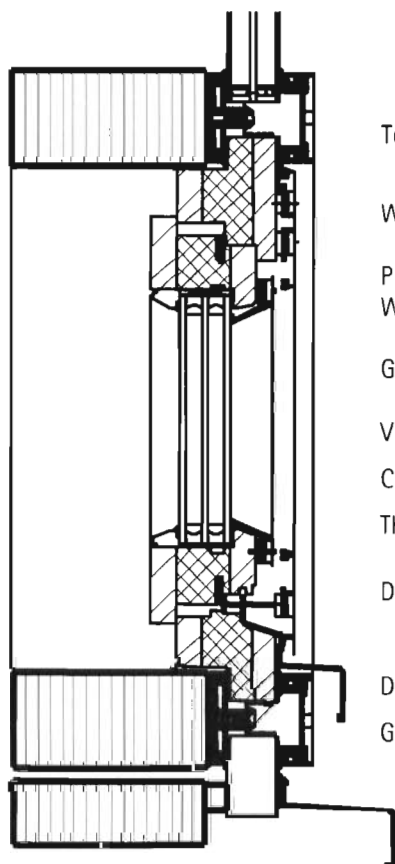
Fenster- und Fasadensysteme

2.4.3 Holz-Alu-Purenit Fenster

In die Pfosten-Riegel-Fassade sind Holz-Alu-Fenster als Öffnungsflügel eingebunden. Das Holz-Alu-Fenster mit Purenitkern ließ sich am besten in die Pfosten-Riegel-Fassade integrieren. Der Fenster-U-Wert mit Anschlüssen ist kleiner als $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Abb. 28: Ansicht von Innen



Technische Daten Holz-Alu-Purenit Fenster

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Purenitkante $U = 0,8$
 $\text{W/m}^2\text{K}$

Gesamtenergiedurchlassgrad $g = 0,5$

Verglasung 3 Scheiben

Climatop V 2 x 12 Krypton $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Thermisch getrennte Abstandshalter

Dreh-Kipp-Beschlag

Der Fensterstock wurde abgefalzt, und in das Glashaltesystem eingeklemmt.

Abb. 29: Fenstereinbindung

3.

Haustechnik

Solaranlage

Die wichtigsten haustechnischen Komponenten, um das Gebäude ohne Brennstoffe zu beheizen, sind die Sonnenkollektoranlage zur Wärmegewinnung, der Pufferspeicher zur Wärmespeicherung und die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zur Be- und Entlüftung des Gebäudes.

Zur Regelung und Steuerung der technischen Anlagen ist eine Regelungsanlage auf DDC-Basis („direct digital control“) installiert, mit der in Verbindung mit einem Leittechnikrechner alle Vorgänge in den gebäudetechnischen Anlagen durchgeführt werden. Einige Regelungsfunktionen für das spezielle Anforderungsprofil des Gebäudes wurden frei programmiert.

Alle in den nachfolgenden Beschreibungen dargestellten Regelungsfunktionen werden mit der DDC-Regelungsanlage durchgeführt.

3.1 Solaranlage

Ein großer Teil des Wärmebedarfs des Gebäudes wird durch direkte Sonneneinstrahlung, interne Wärmegewinne durch Beschäftigte und Besucher sowie durch Beleuchtungsanlagen und Geräte (EDV-Arbeitsplätze u. a.) abgedeckt. Der Restwärmebedarf zur Beheizung des Gebäudes wird durch eine Sonnenkollektoranlage gewonnen.

Die 110 m² großen Sonnenkollektorfelder sind als Flachkollektoren mit einer Neigung von 80° in die Fassade integriert. In einer umfangreichen Voruntersuchung wurde festgestellt, dass ein Fassadenkollektor mit großer Neigung in den Monaten, in denen der größte Heizenergiebedarf besteht, aufgrund des niedrigen Sonnenstandes mehr Sonnenstrahlung empfängt als ein herkömmlich installierter Kollektor mit etwa 45° Neigung. In den Sommermonaten ist die Sonneneinstrahlung geringer, somit reduzieren sich die nicht nutzbaren Überschüsse. Zusätzlich wird die nicht nutzbare Gesamteinstrahlung im Sommer durch den hohen Dachüberstand um ca. 10 % reduziert.

3.

Haustechnik

Solaranlage

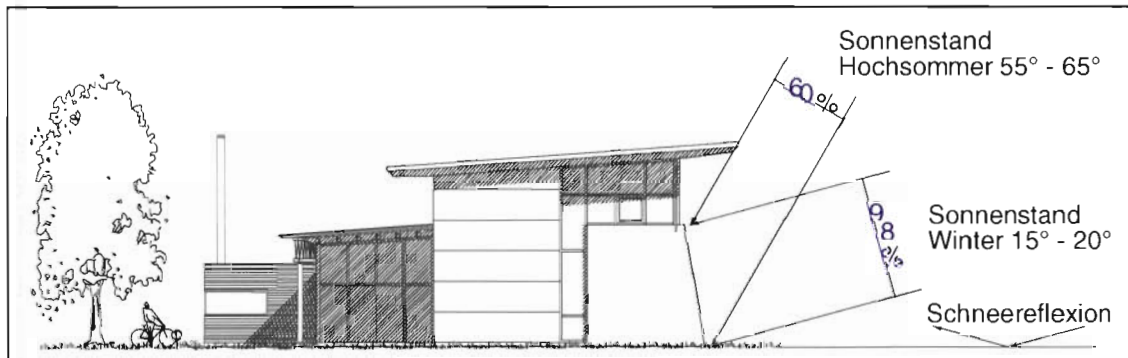


Abb. 30: Sonnenstand und Kollektorneigung

Der Kollektor wurde vor Ort aus Einzelteilen zu einem Großflächenkollektor zusammgebaut. Der Vorteil der Großflächenbauweise liegt aus wärmetechnischer Sicht vor allem in der Verringerung der Rahmenverluste. Als Absorber sind ultrasensitive Hochleistungsabsorber mit geringer Wärmerückstrahlung eingesetzt.

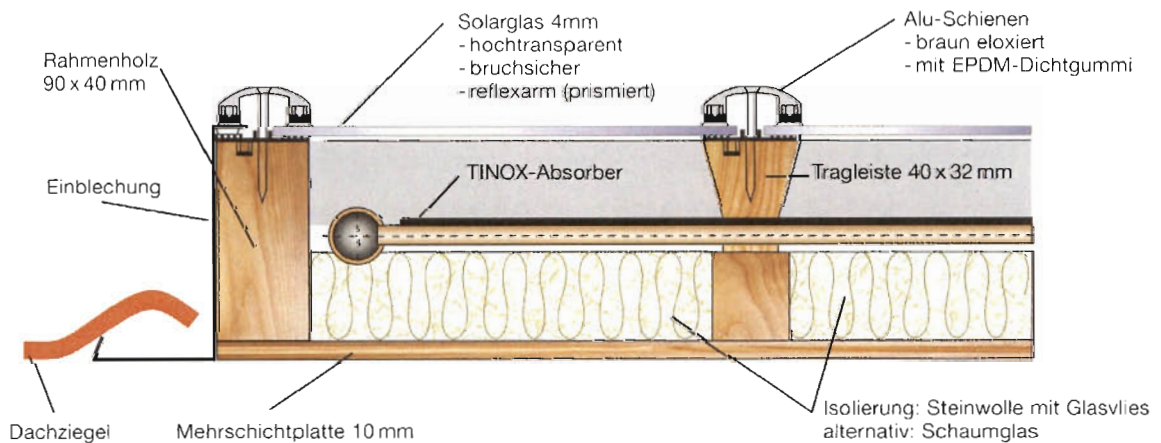


Abb. 31: Schnitt durch den Solarkollektor

Zur Wärmespeicherung dient ein mit Heizungswasser gefüllter Pufferspeicher mit 21.000 Liter Inhalt. Dieser Pufferspeicher ist zentral im Treppenhaus des Gebäudes aufgestellt.

3.

Haustechnik

Solaranlage

Der Speicher ist als Stahltank (Höhe 5,5 m Durchmesser 2,2 m jeweils ohne Isolierung) mit senkrecht eingeschweißtem Edelstahlspeicher mit 135 Liter Inhalt zur Warmwasserbereitung ausgeführt.

Die solare Wärme wird über drei höhenversetzte Glattrohrwärmetauscher, entsprechend dem jeweils nutzbaren Temperaturniveau eingespeist.

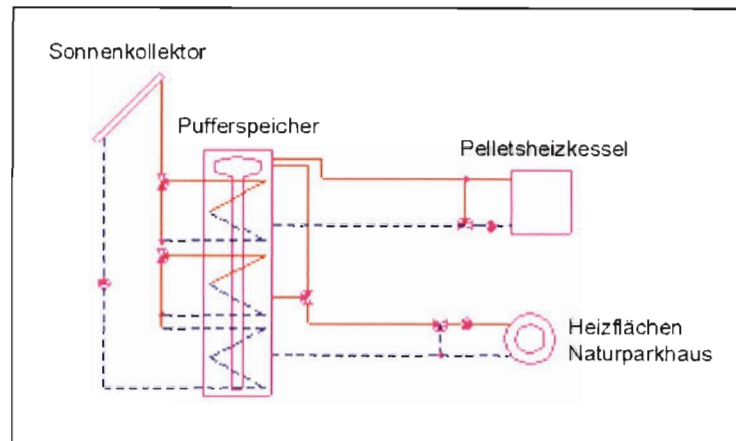


Abb. 32: Schematische Darstellung Puffer mit Hydraulik

Die Solarladepumpe geht in Betrieb, wenn der Kollektorfühler eine Temperatur von mindestens 25°C misst und der Pufferspeicher im unteren Bereich mindestens 5 Kelvin kälter ist als der Kollektor. Die Ventile zur Speicherladung stehen dabei so, dass nur der untere Wärmetauscher durchströmt wird.

Steigt die Kollektortemperatur über 40°C und der Temperaturfühler im mittlerem Bereich misst mindestens 5 Kelvin weniger als der Kollektorfühler, so wird auch der mittlere Wärmetauscher durchströmt. Die gleiche Regelfunktion gilt auch für den oberen Wärmetauscher, der bei einer Kollektortemperatur ab 55°C und einer Temperaturdifferenz von 5 Kelvin durchströmt wird. Bei einer Puffertemperatur von 90°C schaltet die Solarladepumpe ab. Durch die Reihenschaltung der Wärmetauscher entsteht eine Selbstregelung des Volumenstromes:

Bei Durchströmung nur des unteren Wärmetauschers ist aufgrund des niedrigen Druckverlustes der Volumenstrom relativ hoch. Der Kollektor wird stark gekühlt, wobei die erreichbare Vorlauftemperatur relativ niedrig ist. Umso mehr Wärmetauscher dazugeschaltet werden, umso höher wird der Druckverlust und umso niedriger der Volumenstrom, so dass durch den geringeren Durchfluss eine höhere Vorlauftemperatur erreicht wird.

Als Notkühlfunktion für den Sonnenkollektor wird ab einer Temperatur von 125°C im Kollektor die Solarladepumpe in Betrieb gesetzt und ein Heizkörper im Keller durchströmt.

Durch die Installation von neun Temperaturfühlern kann die Temperaturschichtung im Speicher sehr gut überprüft werden. Die ersten Betriebserfahrungen zeigen, dass eine sehr ausgeprägte Schichtung stattfindet.

3.

Haustechnik

Solaranlage

Der Speicher wurde mit etwa 30 cm Zellulosedämmmaterial gedämmt. Prinzipiell könnten der Rohrleitungsbedarf und die damit verbundenen Wärmeverluste vermindert werden, wenn die Misch- und Umschaltventile für die Solar- und die Heizungskreisläufe direkt am Puffer installiert werden. Da diese Bauteile jedoch zugänglich sein müssen und aus bautechnischen Gründen keine ausreichend großen Revisionsöffnungen an der Pufferaußenverkleidung möglich sind, sind diese im Heizungskeller installiert.

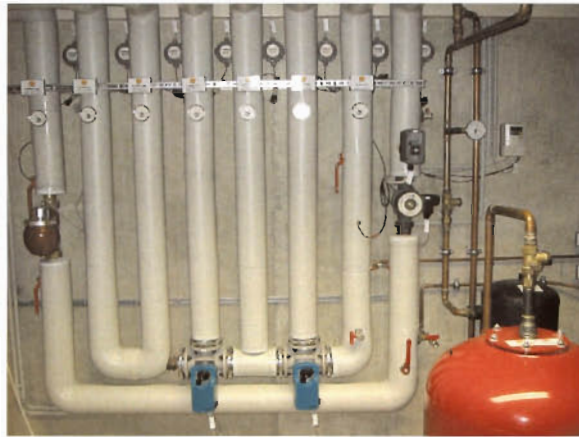


Abb. 34: Hydraulische Schaltung des Solarkreises mit Umschaltventilen zur Schichtenbeladung

Durch die zentrale Aufstellung des Pufferspeichers kommt dessen Abwärme dem Gebäude zu Gute. Es ist jedoch trotzdem von Wichtigkeit, den Wärmeverlust des Puffers zu minimieren, da ja eine Speicherung über mehrere Wochen notwendig ist.

Um eine ausreichende Warmwasserzapftemperatur zu erreichen und eine Verkeimung des Warmwassers zu vermeiden, wird der Puffer durch den Holzheizkessel im oberen Drittel auf ca. 60 °C aufgeheizt. Die Warmwassertemperatur im integrierten Warmwasserspeicher beträgt dann auch etwa 60°C.

Theoretisch kann jedoch der Betriebsfall eintreten, dass der Puffer im oberen Teil durch den Holzheizkessel wegen der Warmwasserbereitung aufgeheizt wird, obwohl wenige Stunden oder auch Tage später durch die aktive Sonneneinstrahlung auch dieser Teil des Puffers aufgeheizt würde.

Hier kann durch Eingabe am Gebäudeleittechnikrechner der Schaltpunkt gesenkt werden und somit die Nachheizung rein für die Warmwasserbereitung vermieden werden.

Diese „Regelfunktion“ der zeitweisen Absenkung des Schaltpunktes kann nicht automatisiert werden, da hier Gesichtspunkte wie Wetterentwicklung, Warmwasserbedarf usw. eine Rolle spielen.

Eine erste Bilanzierung zeigt, dass die im Vorprojekt errechnete Wärmebilanzierung mit den tatsächlichen Ergebnissen (Ableseung am 20.02.02) gut übereinstimmt:

3.

Haustechnik

Heizungsanlage

Die durch die Solaranlage in den Pufferspeicher eingebrachte Wärmemenge betrug ca. 13 MWh. Zur Beheizung des benachbarten Touristik-Infozentrums wurden ca. 21 MWh entnommen. Das Naturpark-Informationshaus benötigte nur etwa 6 MWh Wärmeenergie. Zur Restwärmebedarfsdeckung wurden durch den Holzheizkessel ca. 14 MWh in den Puffer eingebracht. Der errechnete theoretische Jahresheizwärmebedarf für das Naturpark-Informationshaus ist etwas niedriger und beträgt etwa 4,9 MWh. Hierzu ist jedoch festzustellen, dass das Gebäude noch nicht vollständig eröffnet ist und somit kaum interne Wärmegewinne durch Besucher und Beleuchtung im Ausstellungs- und Vortragsraum festzustellen sind. Die o. g. Daten sind bisher auch noch nicht außentemperaturbereinigt. Die mittleren Temperaturen des Dezembers 2001 und des Januars 2002 dürften höher als im Durchschnitt liegen. Auf Grund des hohen Nachheizbedarfes für das mitversorgte Tourismusgebäude kann das Erreichen des Ziels, ein Nullheizenergiehaus zu errichten, nicht direkt bewiesen werden. Überschlüssig lässt sich jedoch durch eine Bilanzierung der Nachweis erbringen: Dem Verbrauch von bisher 6 MWh für das Naturpark-Informationshaus seit Beginn der Heizperiode (11. November bis 20. Februar) stehen 12 MWh nutzbaren Solargewinns gegenüber. Während der gesamten Heizzeit betrug die Vorlauftemperatur für die Heizungsanlage des Naturparkhauses nicht mehr als 35°C. Dieses Temperaturniveau dürfte durch den Pufferspeicher gewährleistet worden sein.

3.2 Heizungsanlage und Pelletsheizkessel

Da die Heizwärmeerzeugung des direkt benachbarten Touristik-Infozentrums der Stadt Zwiesel mit elektrischer Energie erfolgte, bot es sich an, im Rahmen der Errichtung des Naturpark-Informationshauses die Fußbodenheizung dieses Gebäude vom Naturpark-Informationshaus mitzuversorgen.

Über erdverlegte, fertigisolierte Heizungsleitungen wird das Gebäude nun mit regenerativer Wärmeenergie versorgt.

Zur vorrangigen Versorgung des Touristik-Infozentrums und als Notheizung für das Naturpark-Informationshaus ist ein Holzheizkessel für sogenannte Holzpellets installiert. Holzpellets werden aus Holzabfällen des Holzverarbeitenden Gewerbes hergestellt und besitzen eine hohe Energiedichte von etwa 5 Kilowattstunden pro Kilogramm. Der Energieinhalt von 2 kg Holzpellets entspricht etwa dem von 1 Liter Heizöl. Dies kommt dem Wunsch der Bauherrnschaft entgegen, im walddreichsten Landkreis der Bundesrepublik Deutschland den Einsatz von Holz für Heizzwecke exemplarisch darzustellen.

Die vollautomatische Pelletsheizung entspricht den Anforderungen moderner Holzverbrennungstechnologien.

3.

Haustechnik

Heizungsanlage

Die österreichische Bundesanstalt für Landtechnik in Wieselburg/Österreich führt seit Jahren an Holzheizkesseln Messungen zur Feststellung der Emissionen und des Kesselwirkungsgrades durch. Laut Prüfbericht wird ein Kesselwirkungsgrad von 94 % bei Nennlastbetrieb und von 92,9 % bei Niedriglastbetrieb erreicht. Auf Grund der Konzeption mit einem Pufferspeicher wird der Kessel immer optimal mit Volllast betrieben.



Abb. 35: Heizzentrale mit Holzpelletsheizkessel

Im Prüfbericht wird auch die spezifische elektrische Leistungsaufnahme des Kessels aufgeführt. Dieser liegt bei 0,22 % der Nennwärmeleistung (45 kW) und liegt unter dem spezifischen Verbrauch bei Einsatz von Holzhackschnitzeln.

Der Kesselwirkungsgrad, die Emissionswerte sowie der spezifische elektrische Stromverbrauch waren bereits bei Planung und Ausschreibung der Anlage vorrangiges Auswahlkriterium.



Abb. 36: Holzpelletslager mit Gummimatte als Aufprallschutz

3.

Haustechnik

Heizungsanlage

Die Heizkreispumpen gehen jeweils erst ab gewissen Heizgrenzen in Betrieb. Anfänglich wurde für die beiden Heizkreise eine Heizgrenze festgelegt. Im Betrieb zeigte sich jedoch bald, dass die Heizung für das Naturpark-Informationshaus erst bei tieferen Außentemperaturen notwendig ist. Der Heizkreis für das bestehende Touristik-Infozentrum geht bei folgenden Parametern in Betrieb: Außentemperatur unter 8°C oder mittlere Außentemperatur über 3 Tage unter 15°C oder mittlere Außentemperatur innerhalb von 3 Stunden unter 10°C.

Der Heizkreis Naturpark-Informationshaus geht dagegen erst bei einer Außentemperatur unter 3°C bzw. mittlerer Außentemperatur über 3 Tage unter 5°C bzw. mittlerer Außentemperatur innerhalb von 3 Stunden unter 5°C in Betrieb. Die Festlegung dieser Grenzwerte hat sich bisher als richtig erwiesen, wobei zur weiteren Anpassung die Werte direkt am Gebäudeleittechnikrechner eingegeben werden können.

Zur Heizwärmeverteilung wurden herkömmliche Stahl- und Kupferrohre verwendet, die entsprechend der Heizungsanlagenverordnung gedämmt wurden.

Die Wärmeabgabe an die einzelnen Räume erfolgt mit Wandflächenheizungssystemen. Als Auslegungstemperaturen wurde eine Vorlauftemperatur von 35°C mit 5 Kelvin Spreizung angesetzt. Eine höhere Vorlauftemperatur war bis dato auch bei tiefen Außentemperaturen zur ausreichenden Beheizung des Gebäudes nicht notwendig.



Abb. 37: Wandheizung

3.

Haustechnik

Heizungsanlage

Räume, in denen die zur Verfügung stehende Wandfläche zur Beheizung nicht ausreicht, wurden mit Röhrenheizkörpern ausgestattet.

Die Raumtemperaturregelung kann für alle Räume separat durchgeführt werden, wobei jeweils für den Vortragsraum, den Ausstellungsraum sowie die gesamten Büros im Obergeschoss und die Sozialräume jeweils im Erd- und Obergeschoss verschiedene Zeitzonen mit Temperaturabsenkmöglichkeit eingerichtet wurden.

Die Einzelraumregelung hat noch eine Temperaturaufschaltfunktion zur Vorlauftemperaturregelung des Heizkreises: Falls in einem Raum die tatsächliche Raumtemperatur nicht dem Raumtemperatursollwert außerhalb des Absenkbetriebs entspricht, wird die Vorlauftemperatur um die Differenz zwischen Ist- und Sollwert erhöht.

Der Maximalwert von 35°C kann jedoch nicht überschritten werden.

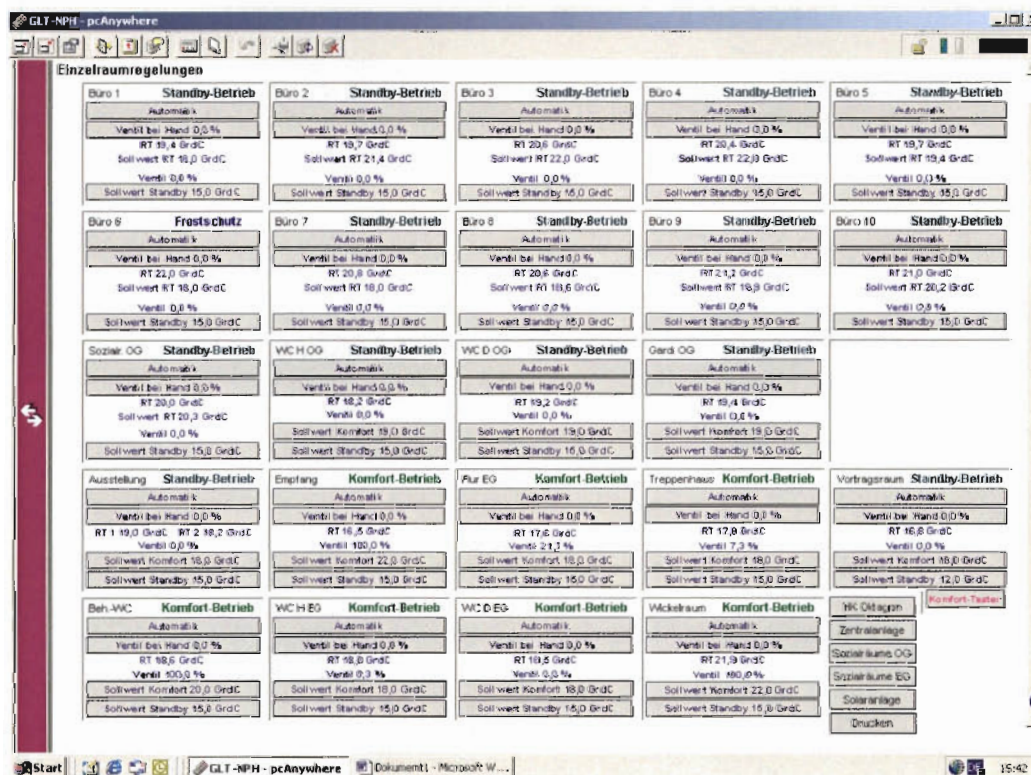


Abb. 38: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Einzelraumregelung

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärme- tauscher

Die Heizungsregelung wird derzeit mit dem Ziel einer möglichst geringen Vorlauftemperatur optimiert. Zu diesem Zweck kann die vorgenannte Funktion direkt am Gebäudeleittechnikrechner ein- und ausgeschaltet werden. Es wird geprüft, ob durch kürzere Absenkezeiten der Heizanlage die notwendige Vorlauftemperatur noch mehr reduziert werden kann. Im Betrieb zeigt sich, dass meistens ab den Mittagsstunden auf Grund direkter und diffuser Sonneneinstrahlung sowie interner Wärmegewinne durch Personen, Geräte und Beleuchtung kein Heizwärmebedarf mehr besteht. In diesem Falle wird durch die Einzelraumregelung keine Wärme mehr angefordert, da alle Sollwerttemperaturen erreicht sind. Die Heizkreispumpe schaltet dann ab. Die heizungstechnischen Anlagen wurden unter Beachtung des Gesichtspunktes der Reduzierung des Hilfsstrombedarfs konzipiert. Die Heizungsrohrleitungen wurden z.B. mit einem spezifischen Druckverlust von unter 50 Pa/Meter ausgelegt.

3.3 Lüftungsanlage mit Erdreichwärmetauscher

Zur Minimierung der Lüftungswärmeverluste ist eine Lüftungsanlage mit kontrollierter Be- und Entlüftung und Wärmerückgewinnung eingebaut. Die Größenauslegung der Lüftungsanlage erfolgte rein zur Erzielung hygienischer Raumluftzustände.

Die Büroräume im Obergeschoss des Gebäudes sind auf Grund des hohen Außendienstanteiles der Personalarbeitszeit im Mittel nur mit 5 Personen belegt. In den Ausstellungen werden etwa jährlich 10.000 – 20.000 Besucher erwartet, so dass bei etwa 300 Öffnungstagen und einer mittleren Besuchsdauer von 60 Minuten im Erdgeschoss mit einer durchschnittlichen Belegung von ca. 10 Personen gerechnet werden kann. Da die Lüftungsanlage mit einer Einzelraum- bzw. Zonenvolumenstromregelung auf DDC-Basis ausgerüstet ist, können Räume bzw. Zonen nutzungsbezogen be- und entlüftet werden. Zur Minimierung der Luftwechselraten sind Räume mit stark wechselnden Personenbelegungen mit einer separaten Volumenstromregelung ausgestattet. Der Vortragsraum wird über eine Kohlendioxidmessung der Raumluft geregelt. Der Kohlendioxidgehalt der Raumluft ist ein Maß für den Anteil an verbrauchter Atemluft und somit der passende Parameter für derartige Räume. Der Luftvolumenstrom im Ausstellungsbereich sowie in den Großraumbüros wird über Mischgas-Sensoren geregelt. Diese Mischgas-Sensoren sind eingesetzt, da in diesen Räumen trotz der an sich wenig luftverunreinigenden Bauweise (keine Teppichböden, keine Baumaterialien mit Ausdünstungen) durch Bürogeräte (PC's, Drucker, Kopierer) und Ausstellungsmaterialien und -farben eine höherer Luftwechsel notwendig ist.

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärme- taucher

Das Zentrallüftungsgerät ist mit einer Konstantdruckregelung ausgestattet, so dass bei Schließen von Lüftungsklappen die Drehzahl der Ventilatoren über elektrische Frequenzumformung reduziert wird, und neben dem Effekt der Wärmeeinsparung durch geringere Außenlufteinbringung auch in hohem Maße elektrische Energie eingespart wird.

Die Lüftungsanlage ist entsprechend folgend aufgeführter Außenluftvolumenströme einjustiert:

Raum/Zone	Beschreibung	Personenzahl (m3/h)	Luftmenge pro Stunde
Büros 1-4	Einzelpersonenbelegung	jeweils 1	30
Büro 5	Großraumbüro, Mischgassensoren	1-5	10-120
Büro 6-9	Einzelpersonenbelegung	jeweils 1	30
Büro 10	Großraumbüro, Mischgassensoren	1-5	10-120
Vortragsraum	Kohlendioxidsensoren	max. 60	1.200
Ausstellungsraum	Mischgassensoren	max. 30	600

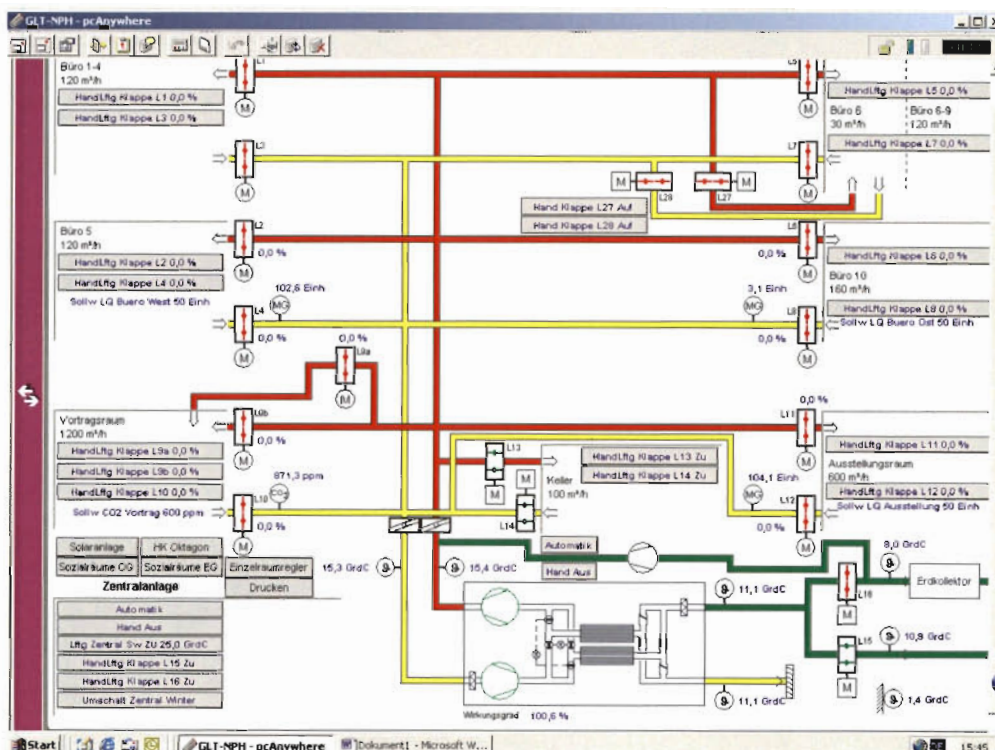


Abb. 39: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Gesamtlüftungsanlage

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärme- tauscher

Die Lüftungsanlage ist als Zentrallüftungsanlage mit ca. 2.200 m³/h Luftfördermenge und zentraler Filterung (Klasse EU8) der Außenluft konzipiert. Zur Wärmerückgewinnung der Abluft wird ein hochwirksamer Regenerativ-Wärmetauscher mit Feuchterückgewinnung eingesetzt. Der Temperaturwirkungsgrad des Wärmerückgewinners beträgt nach Herstellerangaben bis zu 93 %. Möglich wird dieser hohe Temperaturwirkungsgrad durch zwei hochwärmesensible Akkumulatorenwärmepakete aus Aluminium, die abwechselnd von der Fort- und Außenluft durchströmt werden. Durch die im ca. 1-Minuten-Takt wechselnde Beaufschlagung wird Wärmeenergie sowie Feuchte zurückgewonnen. Da wenig Feuchteanfall im Gebäude zu erwarten ist, ist der Effekt der zusätzlichen Feuchterückgewinnung für die Gewährleistung eines behaglichen Raumklimas im Winter von Vorteil. Der Feuchterückgewinn beträgt laut Prüfbericht des Instituts für angewandte Thermodynamik und Klimatechnik, Essen bis zu 69 %.



Abb. 40: Lüftungszentralgerät im Keller

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärme- tauscher

Das Lüftungsgerät ist mit energieoptimierten Ventilatoren mit einseitig saugenden rückwärtsgekrümmten Hochleistungslaufrädern und in der Laufnabe integrierten Elektronik-Außenläufer-Motoren ausgestattet.

Durch die volumenstromvariable Regelung ist ein zusätzlicher Stromspareffekt zu erwarten. Auf Grund der bisherigen nur teilweisen Nutzung des Gebäudes können jedoch hier noch keine Bewertungen durchgeführt werden.

Um unnötigen stromverbrauchenden Betrieb zu vermeiden, schaltet die Lüftungsanlage bei der Betriebsart „Winter“ bei Überschreiten der Heizgrenzen (siehe Textabschnitt „Heizungsanlage“) aus, da rein energetisch betrachtet außerhalb der Heizzeit die Lüftung durch die Fenster erfolgen soll.

Da bei dem beschriebenen Lüftungszentralgerät mit Regenerativwärmetauscher auch eine gewisse Luft- und Geruchsstoffübertragung der Abluft an die Zuluft nicht vollständig vermieden werden kann, werden die Sozial- und Nassräume im Erd- und Obergeschoss jeweils mit separaten Kompaktkleinlüftungsgeräten be- und entlüftet. Diese Räume sind keine Daueraufenthaltsräume und werden daher nur bedarfsabhängig mit Ansteuerung über Bewegungsmelder oder Taster mit Zeitnachlaufautomatik be- und entlüftet.

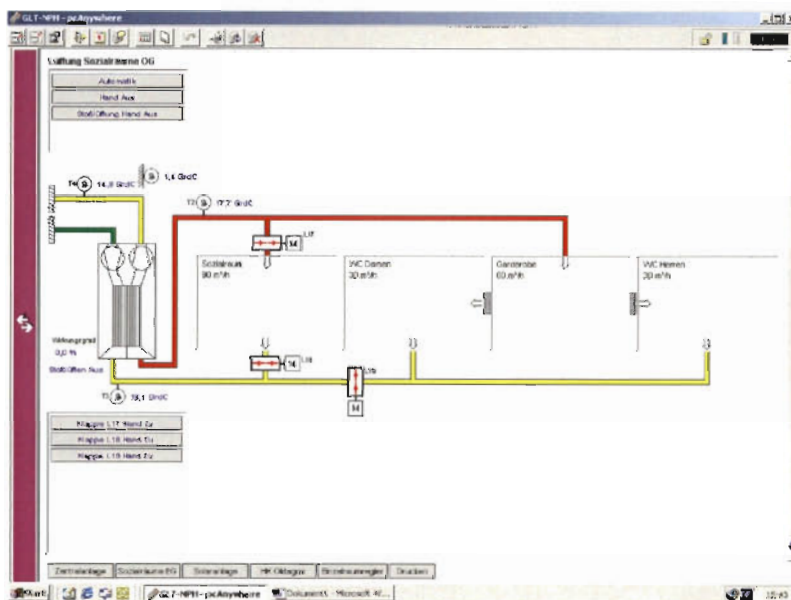


Abb. 41: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Lüftungsanlage Sozialräume OG

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärme- tauscher

Der Nennvolumenstrom dieser Lüftungsgeräte beträgt ca. 150 m³/h. Unter Berücksichtigung eines gewissen Gleichzeitigkeitsfaktors können hiermit alle Räume zufriedenstellend gelüftet werden.

Diese Lüftungsgeräte für die Sozialräume sind mit hocheffektiven Gegenstromwärmetauschern ausgestattet, die einen Wärmerückgewinn von über 90 % garantieren. Die Erfahrungen in der Praxis bestätigen dies.

Die Luftverteilung im gesamten Gebäude wurde mit herkömmlichen Rechteckkanälen und Rundrohren aus verzinktem Stahlblech ausgeführt.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Verhinderung von Schallübertragungen vom Lüftungsgerät (Motoren- und Laufradgeräusche) bzw. zwischen den einzelnen Räumen gelegt. Nach Prüfung und Abnahme der Lüftungstechnischen Installation hat sich gezeigt, dass keine störenden Schallübertragungen zwischen den direkt nebeneinanderliegenden Büroeinheiten oder z. B. zwischen Vortrags- und Ausstellungsraum festzustellen sind.

Herkömmliche Lüftungs-Schalldämpfer für den Einsatz in der Lüftungstechnik bestehen aus Mineralfaserpackungen mit Glasvliesabdeckung gegen Abrieb. Unter Beachtung der bei dieser Baumaßnahme strengen Maßstäbe bezüglich des Einsatzes von Produkten mit möglicher Gesundheitsgefährdung wurden auf Anregung des planenden Ingenieurbüros faserfreie Schalldämpfer eingebaut. Zur Ausführung kamen Rohrschalldämpfer auf Melaminharzschaumbasis eines mittelständischen Lüftungskomponentenherstellers.

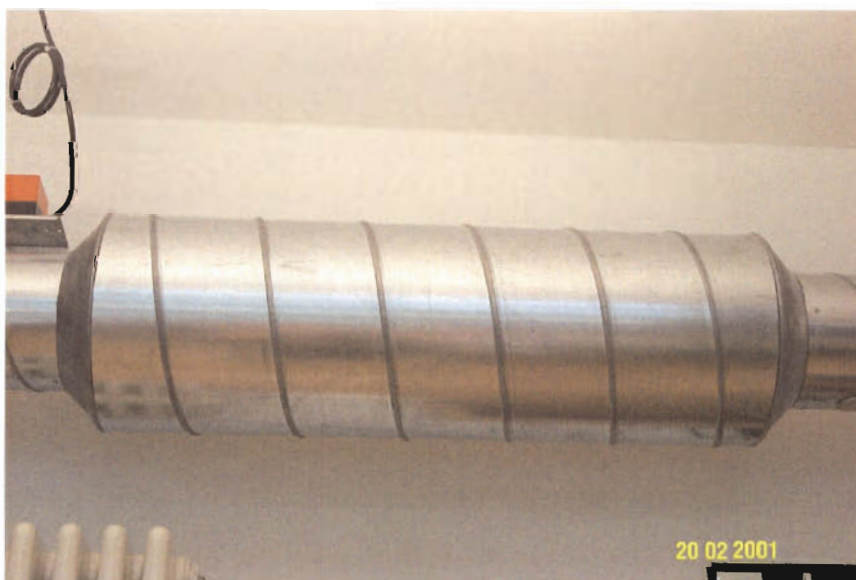


Abb. 42: Rundrohrschalldämpfer zur Verminderung der Schallübertragung

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärme- tauscher

Zur weiteren Verminderung des Lüftungswärmebedarfes wird die angesaugte Außenluft durch einen sogenannten Erdkollektor vorgewärmt. Da die Erdreichtemperatur in einer Tiefe von ca. 2 m ganzjährig etwa 10°C beträgt, wird mit fünf ca. 36 m langen Rohren aus dünnwandigem Polyethylen mit 25 cm Durchmesser unter Beachtung hygienischer Gesichtspunkte dieses Wärmepotential genutzt. Die Praxiserfahrungen zeigen, dass bei dieser Dimensionierung bei einer Ansaugtemperatur von z. B. -10°C die Luft auf mindestens 5°C vorerwärmt wird.

Die Rohre sind ohne Richtungsänderung verlegt, um eine leichte Kontrolle und Reinigung durchführen zu können.

Die bauliche Ausführung des Erdkollektors trägt darüber hinaus den besonderen Anforderungen des Baugrundes Rechnung. In sehr oberflächennahen Schichten von etwa 1 Meter unter der Erdoberfläche fließen Wasserströme. Die Wanddurchtritte der Erdkollektorrohre in den Ansaug- und Sammelluftschacht sind daher mit gegen drückendes Wasser abdichtenden speziellen Rohrdurchführungen ausgeführt. Diese Rohrdurchführungen können auch die Längsdehnungen der Rohre durch Temperaturänderungen aufnehmen.

Bei Außentemperaturen über 12°C und Heizbedarf im Gebäude wird die Außenluft direkt unter Umgehung des Erdkollektors angesaugt. Auf Grund des hohen Wirkungsgrades des Wärmerückgewinners hätte der Erdkollektor auch knapper dimensioniert werden können. Allerdings ist die großzügigere Dimensionierung für den Kühlungsfall im Sommer von Vorteil.

Der Vortragsraum, der aus akustischen Gründen (Nähe zur Bundesstraße) fast ohne offenbare Fenster, sowie der Ausstellungsraum, der aus präsentationstechnischen Gründen komplett ohne Fenster ausgestattet wurde, werden bei hoher Personenbelegung auch im Sommer be- und entlüftet. Hier kann der Zusatzeffekt der unterstützenden Kühlung durch den Erdkollektor genutzt werden. Die Büroeinheiten könnten über ein separates Zeitprogramm bei Bedarf ebenfalls be- und entlüftet werden.

Zur gezielten Ableitung des zu erwartenden Kondensatanfalles bei Sommerbetrieb der Lüftung wurden die Rohre des Erdkollektors mit definiertem Gefälle von ca. 0,5 % verlegt. Der Ansaug- bzw. Sammelschacht wurde mit einem Pumpenschacht bzw. einem Bodenablauf mit Anschluss an die gebäudliche Keller-Entwässerung ausgeführt.

Nach den ersten sommerlichen Betriebswochen ist vorgesehen, durch ein Prüfinstitut die Rohrwandungen und die Zuluft auf etwaige Keime oder Schimmelpilzspuren hin untersuchen zu lassen.

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärm tauscher



Abb. 43: Erdkollektorsansaugturm

Ein nicht zu unterschätzender Energieeinspareffekt ist die Nutzung des Lüftungskanalnetzes und des Erdkollektors auch für die Raumkühlung des Technikraumes der Büroeinheiten. Durch hohe interne Wärmelasten von ca. 1,5 kW (Wechselrichter der Photovoltaikanlage, EDV-Technik mit Server, PC der Gebäudeleittechnik, Kopierer u. a. Bürogeräte) ist eine sommerliche Überhitzung dieses Raumes zu erwarten. Um eine Betriebsbeeinträchtigung vor allem des Servers zu vermeiden, ist hier eine aktive Kühlung unbedingt notwendig. Um auf den Einsatz eines elektrisch betriebenen Kleinkühlgerätes verzichten zu können, wird der Raum temperaturabhängig belüftet. Hierzu sind separate Lüftungsklappen installiert, die speziell diesen Raum mit einem höheren Luftstrom als hygienisch notwendig beaufschlagen. Die Be- und Entlüftung erfolgt im Normalfall über das Zentralgerät. Falls dieses Gerät jedoch nicht in Betrieb ist und die Raumtemperatur über den Sollwert von 28°C steigt, geht ein separater Rohreinbau-Zuluftventilator in Betrieb, der nur diesem Raum einen kühlen Luftstrom von ca. 350 m³/h aus dem Erdkollektor zuführt. Dieser Ventilator ist in einem Bypass zum Zentrallüftungsgerät installiert.

3.

Haustechnik

Lüftungsanlage und Erdreichwärme- tauscher

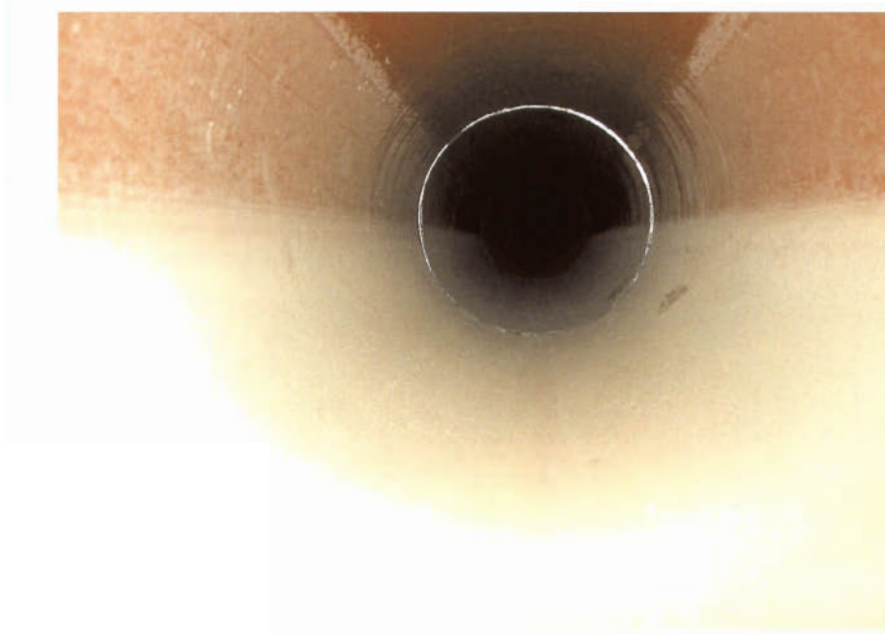


Abb. 44: Erdkollektoransaugrohr

Die Erdkollektorrohre wurden nach Baufertigstellung mit Wasser gespült. Außer geringer Feinstaubablagerung ist seitdem keine Verschmutzung in den Rohren und in den Schächten festzustellen. Zur Vorreinigung gegen Pollenflug u. ä. ist zwischen Ansaugturm und Ansaugschacht ein Filter montiert. Auf Grund der hohen Schichtengrundwasserstände ist eine äußerst geringe saisonale Schwankung der Erdreichtemperatur durch die andauernde Regeneration durch die Wasserströmung zu erwarten.

3.4 Sanitärtechnik

Zu allen Warmwasserzapfstellen sind Warmwasserzirkulationsleitungen verlegt, da ansonsten wegen der großen räumlichen Abmessungen des Gebäudes zu lange Ausstoßzeiten für das Warmwasser zu erwarten wären.

Die Ansteuerung der hierzu notwendigen Warmwasserzirkulationspumpe erfolgt bedarfsabhängig an allen Zapfstellen: Bei Warmwasserbedarf muß ein Taster betätigt werden, der die Zirkulationspumpe in Betrieb setzt. Je nach Entfernung dauert es dann 3 bis 5 Minuten, bis Warmwasser an der Zapfstelle zur Verfügung steht.

Die Warmwassertemperatur wird mit einem Zentralmischer geregelt, da die Temperatur im Warmwasserspeicher bis zu 90°C betragen kann und somit Verbrühungen an den Zapfstellen möglich wären.

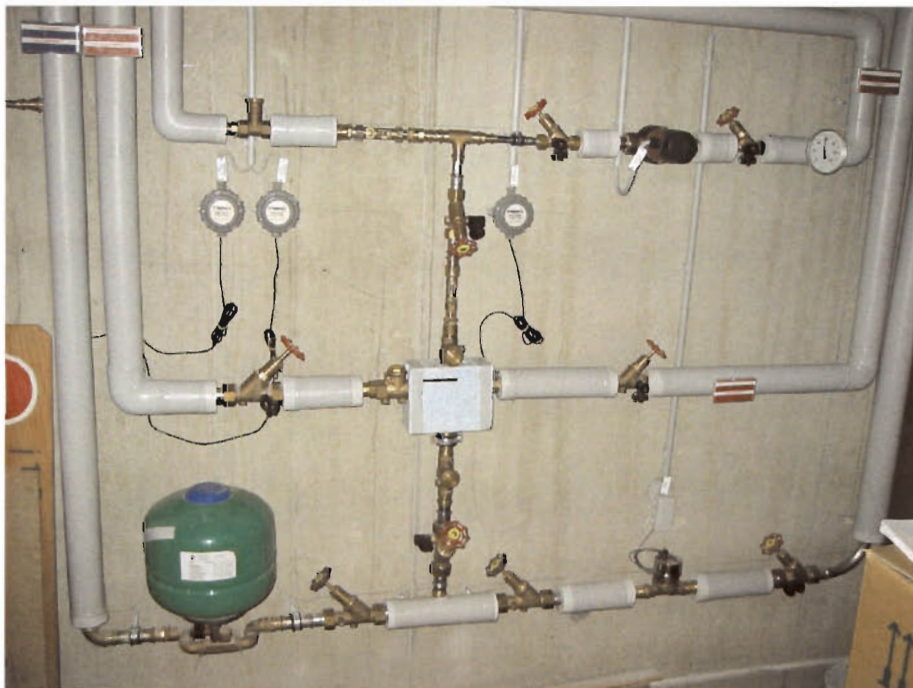


Abb. 45: Zentralmischer mit Zirkulationspumpe und Ausdehnungsgefäß

3.

Haustechnik

Sanitärtechnik

Zur Einsparung von Trinkwasser sind wassersparende Armaturen im Einsatz, teilweise mit infrarotgesteuerter Automatik.

Zur Minimierung des Wasserverbrauchs wurden auch Urinale ohne Wasserspülung verwendet. Die Funktionsweise dieser Urinale basiert auf dem Prinzip einer speziellen Geruchssperrflüssigkeit, die auf Grund der vergleichsweise höheren Dichte den Urin durchlässt. Die leicht parfümierte Sperrflüssigkeit bleibt im Siphon ohne Austrocknung dauerhaft enthalten und muss je nach Benutzungshäufigkeit 3 – 4 mal jährlich ausgetauscht werden.

Der zusätzliche positive Effekt neben der beträchtlichen Wassereinsparung ist die Vermeidung der Bildung von Urinstein im Abflussrohr. Urinstein entsteht nur bei Kontakt zwischen Urin und Wasser. Die Abflussleitung bleibt dauerhaft frei.



Abb. 46: Wasserloses Urinal

Zur weiteren Wassereinsparung sind Klosettbecken mit optimierter Spültechnik eingesetzt, die auch mit 4,5 Liter Spülmenge (bisheriger Standard 6 Liter) eine ausreichende Spülleistung erbringen.

Da für die energetische Gebäudekonzeption die Dichtheit der Außenhülle von großer Bedeutung ist, wurde auf Durchdringungen weitgehend verzichtet. Um auf die, vor allem bei den eingesetzten Dämmstärken problematische Dachdurchdringung für die Abwasserrohrentlüftung zu verzichten, wurde ein sogenanntes Fallrohrbelüftungsventil eingesetzt. Diese Ausführung entspricht nicht den einschlägigen Normen. Die für das Jahr 2002 vorgesehene Einführung der Norm DIN EN 12056e läßt zwar für bestimmte Ausführungsarten den Einsatz dieser Ventile zu, jedoch ist auch bei normgemäßer Ausführung mindestens eine Entlüftung des gebäudlichen Abwassersystems zum Druckausgleich beim Spülvorgang vorgeschrieben. Beim Naturpark-Informationshaus erfolgt der Druckausgleich jedoch über die Kanalanschlussleitung mit offenem Gerinne im Revisionsschacht.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt konnte keine Störung der Abflussfähigkeit festgestellt werden.

3.

Haustechnik

Elektro- und

Beleuchtungstechnik

3.5 Elektro- und Beleuchtungstechnik

3.5.1 Elektrotechnik

An elektrotechnischen Anlagen sind neben der Beleuchtung vor allem Bürogeräte und Mediengeräte in den Ausstellungsräumen und im Vortragsraum installiert. Die Bildschirme für die EDV-Arbeitsplätze in den Büros sowie für die Energietechnik-Info-Boxen wurden mit Flachbild-Monitoren auf LCD-Basis ausgerüstet. Die elektrische Leistungsaufnahme dieser Bildschirme beträgt ca. 30 W gegenüber 85 – 120 W bei herkömmlichen Bildschirmen.

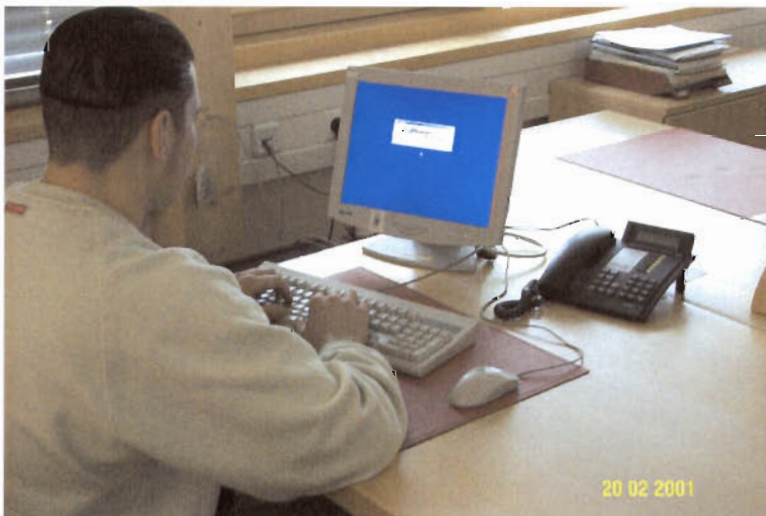


Abb. 47: Arbeitsplatz mit Flachbild-Monitor

Durch besucherangepasste Steuerungskonzepte (Anwesenheitskontrolle mit Präsenzmeldern u.a.) wird der Strombedarf minimiert.

Der bisher überschlägig ermittelte Jahresstrombedarf beträgt etwa 12.000 kWh. Mit einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage (5 kWp Maximalleistung, prognostizierter Jahresgewinn ca. 5.000 kWh) sollen im Jahresdurchschnitt ca. 40 % dieses Bedarfes gedeckt werden. Zum Einsatz kommen Photovoltaikmodule auf der Basis von monokristallinem Silizium sowie Wechselrichter mit Pulsweitenmodulation (PWM) und Maximum Power Point-Regelung (MPP).

3.

Haustechnik

Elektro- und Beleuchtungstechnik



Abb. 48: Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des Gebäudes

Zur Darstellung und Integration der Photovoltaikanlage in die Ausstellungskonzeption werden die Stromerträge durch ein Messwerterfassungssystem (Datenlogger-System) erfasst. Dadurch wird es möglich, präzise Messauswertungen optisch am PC darzustellen.

Unter Beachtung des Grundsatzes für das Gebäude Materialien zu verwenden, die bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung möglichst umweltschonend sind, wurde für die gesamte elektrische Installation Kabel mit halogenfreier Isolierung bzw. Leerrohre und Kabelkanäle aus halogenfreiem Kunststoff eingesetzt. Der ökologische Vorteil der Alternativmaterialien liegt bereits in der Herstellung, da keine umweltproblematischen halogenierten Kunststoffe eingesetzt werden. Beim Nutzungseinsatz ergeben sich zusätzliche Vorteile, da im Brandfall diese Materialien schwerer und weniger dicht und giftig entflammen.

3.5.2 Beleuchtungstechnik

Die Beleuchtung richtet sich in den Büroräumen im Obergeschoss vorrangig nach den auszuführenden Schaufgaben. Die Arbeitsplatzbeleuchtung in den Büroräumen wurde entsprechend der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 7/3 „Künstliche Beleuchtung“ und somit nach DIN 5 035 „Beleuchtung mit künstlichem Licht“ unter Beachtung der besonderen Erfordernisse für Bildschirmarbeitsplätze geplant. Bei allen Büroarbeitsplätzen wird daher eine Beleuchtungsstärke von 500 lux gewährleistet. Ein Teil der Büroräume ist jedoch tageslichtorientiert gestaltet, so dass entsprechend der Norm eine Nennbeleuchtungsstärke von 300 lux auch ausreichend ist.

Alle Büros wurden mit einer tageslichtabhängigen Lichtsteuerung ausgestattet. Hierbei kann die tatsächliche Beleuchtungsstärke frei eingestellt werden. Die Steuerung regelt die eingestellte Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit vom Tageslichteinfall. Bei hohem Tageslichteinfall regelt die Leuchte stufenlos zurück und schaltet bei ausreichendem Tageslicht aus. In den Einzelraumbüros sind außerdem Bewegungsmelder installiert, die nach 5 Minuten die Beleuchtung ausschalten, wenn keine Bewegung im Raum registriert wird.

Die Beleuchtungsstärke im Vortragsraum mit wenig Tageslichtanteil ist per Fernbedienung stufenlos regelbar und ermöglicht somit auch die Einstellung auf den tatsächlichen Lichtbedarf.

Für die Großraumbüros an der Südseite wurde ein Einsparpotential von ca. 85 % des jährlichen Energiebedarfes durch den Einsatz einer automatischen tageslichtabhängigen Steuerung (bei einer Beleuchtungseinschaltzeit 7.00 Uhr bis 17.00 Uhr und 5 Arbeitstagen pro Woche) abgeschätzt. Bei den Einzelbüros an der Gebäudenordseite ist ein Einsparpotential von ca. 30 % möglich.

Diese Lichtsteuerung wird im allgemeinen von den Nutzern gut angenommen. Fehlbedienungen können nicht auftreten: Wenn bei Arbeitsbeginn Licht gewünscht wird, wird das Licht per Schalter eingeschaltet. Das automatische Zurückregeln bis zur teilweisen Abschaltung wird dann nicht mehr wahrgenommen. Da im Büroalltag bei kurzzeitigem Verlassen des Raumes das Licht in den Büros manuell nicht ausgeschaltet wird, bewährt sich die automatische Abschaltung durch die Bewegungsmelder. Wenn der Nutzer das Büro länger als 5 Minuten nicht mehr betritt, schaltet das Licht ganz aus.

3.

Haustechnik

Elektro- und

Beleuchtungstechnik

Als Leuchtmittel werden Leuchtstoffröhren neuester Technologie mit einem Durchmesser von nur 16 mm in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) eingesetzt. Auf Grund des verringerten Durchmessers ist der Materialeinsatz an Glas und Quecksilber minimiert. Die Systemlichtausbeute dieser neuen Leuchtstoffröhrengeneration beträgt (incl. Strombedarf Vorschaltgerät) 94 lux/Watt. Die maximale Lichtausbeute herkömmlicher Dreibandenleuchtstoffröhren mit 26 mm Durchmesser beträgt dagegen 91 lux/Watt.



Abb. 49: Büro mit Leuchten

Für die Allgemeinbeleuchtung wurden Kompaktleuchtstoffröhren mit elektronischen Vorschaltgeräten und für die Effektbeleuchtung im Treppenhaus 70 W – Halogenmetaldampfleuchtmittel eingesetzt. Die spezifische Lichtausbeute der Halogenmetaldampfleuchten ist ebenfalls sehr hoch und beträgt ebenfalls 91 lux/Watt.



Abb. 50: Pendelleuchte mit Halogenmetaldampfleuchte im Treppenhaus

3.6 Gebäudeleittechnik

Zur Regelung, Steuerung, Funktionsüberwachung und Dokumentation der Betriebsergebnisse ist eine Gebäudeautomatisierungsanlage auf DDC-Basis installiert. In Verbindung mit Temperatur und Strahlungsfühlern sowie Wärme- und Strommessgeräten werden sämtliche thermischen Betriebszustände überwacht und dokumentiert.

Für den Nutzer besteht darüber hinaus die Möglichkeit, nutzungsspezifische Besonderheiten in die gebäudetechnische Regelung einzubeziehen. Als Beispiel ist die Möglichkeit der raumweisen zeitgesteuerten Temperaturabsenkung oder Lüftung zu nennen.

Mittels Datenfernübertragung werden die Betriebszustände durch das planende und betreuende Ingenieurbüro überwacht.



Abb. 51: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Datenaufzeichnung Puffertemperatur

3. *Haustechnik* *Gebäudeleittechnik*

Auch für den Geschäftsführer des Naturpark Bayerischer Wald e.V. besteht die Möglichkeit, die gebäudetechnischen Anlagen von zu Hause aus zu überwachen und Betriebszeiten und Sollwerte zu verändern.

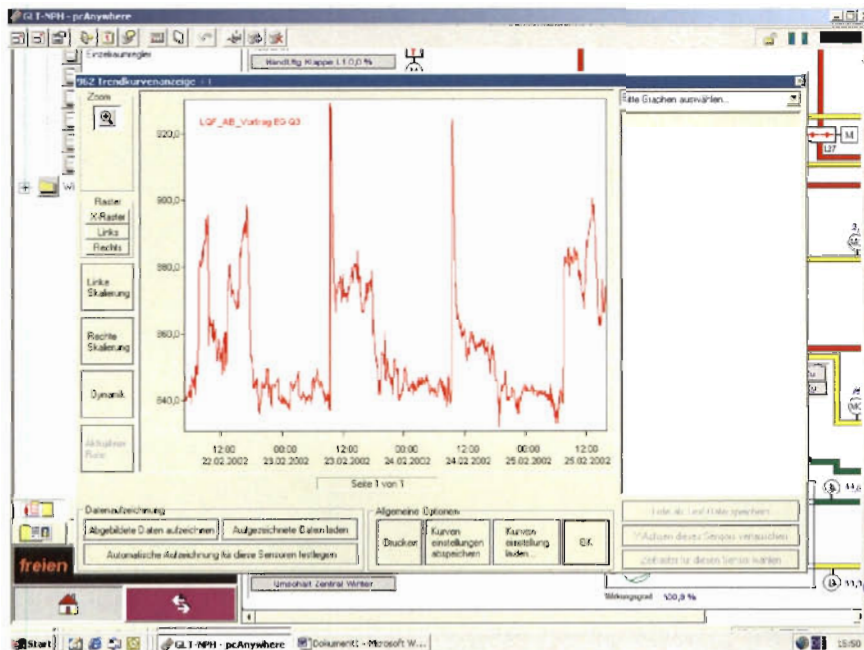


Abb. 52: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Datenaufzeichnung Luftqualität Vortragsraum

Eine graphische Darstellung aller Betriebszustände wie z.B. Puffertemperatur, Außentemperatur und Mischerstellungen der letzten drei Tage können direkt am Rechner der Gebäudeleittechnik aufgerufen werden. Die Langzeitmessungen können zur Bearbeitung in ein Tabellenkalkulationsformat konvertiert werden.

Ein Großteil der Sollwerte wie die Schaltpunkte für die Pufferspeicherung, Luftqualität in den verschiedenen Räumen usw. können vom Betreiber frei eingegeben werden. So ist eine Anpassung während des Betriebs möglich.

4.1 Bewertung und Abgrenzung zum Stand der Technik

Beim Naturpark-Informationshaus in Zwiesel wurde nach EN 832 eine Wärmebedarfsberechnung durchgeführt. Der Jahresheizwärmebedarf beträgt ca. 4.900 kWh pro Jahr. Bezogen auf die Nutzfläche ca. 7 kWh/m²a. Dies wurde erreicht, durch Dämmschichten zwischen 20 und 50 cm Dicke, und eine konsequent wärmebrückenfreie Konstruktion. Die Holzfenster und Pfosten Riegel Fassaden sind „passivhaustauglich“.

Die Lüftungsanlage mit Regenerativwärmetauscher und Erdreichwärmetauscher reduziert den Jahresheizwärmebedarf um ca. 35.000 kWh/a, verbraucht jedoch 3.000 kWh Strom. Das entspricht einem Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar von ca. 10.000 kWh (ohne Primärenergieinhalt Anlage) . Eine Biomasseheizung benötigt für ca. 35.000 kWh bereitgestellter Energie ca. 4.900 kWh Primärenergie nicht erneuerbar (Quelle „Ökoinventare für Energiesysteme, BEW/NEFF,CH,1994). Die Solaranlage stellt im Jahr 20.000 kWh Heizenergie zur Verfügung, bei einem Primärenergieaufwand von 2.090 kWh pro Jahr (incl. elektrischer Energie Solarkreis). Diese Zahlen zeigen, dass eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung mehr Primärenergie verbraucht als die Biomasseheizung. Das günstigste Verhältnis von eingesetzter Primärenergie und Nutzenergie bietet die thermische Solaranlage. Die primärenergetische Optimierung der Dämmung zeigt, dass die Baukonstruktionen mit Holzrosten und Zellulosedämmung bei einer Mehrdämmung von 5 cm immer noch 10 mal soviel Energie einsparen, als mehr verbraucht wird für die Herstellung. Bei einem Erntefaktor von 10 für die Solaranlage, ist die Grenze, an der mehr Dämmung noch sinnvoll erscheint, erreicht, zumal der Jahresheizwärmebedarf zu 100 % solar gedeckt werden kann. Die Aufgabenstellung, das ökologische Optimum zwischen aktiver und passiver Energieeinspartechnik zu finden, konnte im Rahmen dieses Projekts nicht eindeutig nachgewiesen werden. Dazu wären weitere Grundlagenforschungen notwendig, die den Rahmen dieses Projektes sprengen.

Die Baukonstruktion des Gebäudes ist optimal. Der Einsatz von Schnittholz, Holzwerkstoffplatten und der Zellulosedämmung ermöglicht trotz hoher Wanddicken geringe Primärenergieinhalte nicht erneuerbar. Das Naturpark-Informationshaus in Zwiesel zeigt, dass man mit vertretbarem Aufwand ein Haus konstruieren kann, das solar beheizt werden kann. Die Dämmstandards mit U-Werten von 0,15 bis 0,08 W/m²K sollten wirklich normaler Baustandard werden.

4.

Fazit

Ob eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in ein Gebäude eingebaut wird, sollte man an der Nutzung festmachen. Für einen Vortragsraum und eine Ausstellung wie im Naturpark-Informationshaus ist die Lüftungsanlage notwendig und mit derselben Anlage kann das ganze Haus gelüftet werden. Erfahrungen mit anderen Sonnenhauskonzepten zeigen, dass im Wohnhausbau mit aktiver Solartechnik ein Haus ohne Lüftungsanlage mit 1 bis 3 Ster Holz (ca. 300-900 kg) beheizt werden kann.

Bei der Beheizung von Gebäuden mit Sonnenenergie ist es nicht notwendig, eine solare Deckung von 100 % zu erreichen, da eine Notbeheizung immer erforderlich ist. Dieses Gebäude erreicht den sogenannten Passivhausstandard. Würde der Jahresheizwärmebedarf nicht solar sondern elektrisch gedeckt, so wäre dafür ein Primärenergieeinsatz von ca. 40.000 kWh pro Jahr notwendig. (Jahresheizwärmebedarf und Warmwasser ohne Solaranlage ca. 10.000 kWh).

Eine elektrische Wärmepumpe könnte den Primärenergieeinsatz auf ca. 13.000 kWh pro Jahr reduzieren. Der Primärenergieeinsatz für die Solaranlage beträgt ca. 2.100 kWh und der Strom für die Heizverteilung ca. 100 kWh pro Jahr. Das Beispiel zeigt, dass auch bei „Passivhausstandard“ die solare Gebäudeheizung ökologische Vorteile bringt. Im Vergleich zur beliebten Stromdirektheizung (in Passivhäusern) wird nur 1/18 soviel Primärenergie verbraucht.

Beim Naturpark-Informationshaus wurde bei der Auswahl der Baustoffe, der Baukonstruktionen und beim Energiekonzept von Anfang an auf Qualität, Ökonomie und Ökologie geachtet. Nachhaltiges Wirtschaften beim Bau und Betrieb dieses Gebäudes war oberstes Gebot. In der Konsequenz der Umsetzung ist dieses Gebäude ein Vorbild für zukünftiges Bauen. Man kann sowohl das Gesamtkonzept als auch Teile davon auf jedes andere Gebäude übertragen.

Bei diesem Gebäude, so der Bayerische Umweltminister Dr. Werner Schnappauf, „wird Innovation in Einklang mit Ökologie gebracht. Das ist eine Steilvorlage zum Nachahmen und Spitze in Mitteleuropa.“

Der Menschheitstraum vom Perpetuum-Mobile wird hier ein Stück Wirklichkeit, ohne dass die Naturgesetze außer Kraft gesetzt werden. Es ist auch nicht notwendig, die Kernfusion auf die Erde zu holen, wenn man die technischen Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung umsetzt.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Ansicht von Osten
- Abb. 2: Grundrisse
- Abb. 3: Ansicht von Süden
- Abb. 4: Entwurf mit Lage des Nachbargebäudes
- Abb. 5: Entwurf Eingangsbereich
- Abb. 6: Raumzelle
- Abb. 7: Gebäudeschnitt mit Raumzelle
- Abb. 8: Zentraler Großpufferspeicher
- Abb. 9: Grundrisse mit Zwischenbau
- Abb.10: Südansicht mit gegliederter Solarfassade
- Abb.11: Gemeinsamer Eingangsbereich
- Abb.12: Entwurfsstadium
- Abb.13: Eingangsfassade im Westen
- Abb.14: Eingangsbereich mit Theke und Pufferspeicher
- Abb.15: Theke und Besucherinformation
- Abb.16: Erdgeschoss
- Abb.17: Obergeschoss
- Abb.18: Skelettaufbau mit 4-Gelenkrahmen
- Abb.19: Dachaufbau
- Abb.20: Dachaufbau Gründach
- Abb.21: Aufbau Geschossdecke über EG
- Abb.22: Aussenwandaufbau
- Abb.23: Aufbau Kollektorwand
- Abb.24: Das Naturpark-Informationshaus nach Erstellung der Rohkonstruktion
- Abb.25: Einbindung des VISIOstar-Fensters
- Abb.26: Ansicht der Fassade von Süden
- Abb.27: Schnitt durch die Verglasung
- Abb.28: Ansicht von Innen
- Abb.29: Fenstereinbindung
- Abb.30: Sonnenstand und Kollektorneigung
- Abb.31: Schnitt durch den Solarkollektor
- Abb.32: Schematische Darstellung Puffer mit Hydraulik
- Abb.33: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Solar- und Heizungsanlage
- Abb.34: Hydraulische Schaltung des Solarkreises mit Umschaltventilen zur Schichtenbeladung

Abbildungsverzeichnis

- Abb.35: Heizzentrale mit Holzpelletsheizkessel
- Abb.36: Holzpelletslager mit Gummimatte als Aufprallschutz
- Abb.37: Wandheizung
- Abb.38: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Einzelraumregelung
- Abb.39: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Gesamtlüftungsanlage
- Abb.40: Lüftungszentralgerät im Keller
- Abb.41: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Lüftungsanlage Sozialräume OG
- Abb.42: Rundrohrschalldämpfer zur Verminderung der Schallübertragung
- Abb.43: Erdkollektoransaugturm
- Abb.44: Erdkollektoransaugrohr im Erdboden
- Abb.45: Zentralmischer mit Zirkulationspumpe und Ausdehnungsgefäß
- Abb.46: Wasserloses Urinal
- Abb.47: Arbeitsplatz mit Flachbild-Monitor
- Abb.48: PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes
- Abb.49: Büro mit Leuchte
- Abb.50: Pendelleuchte mit Halogenmetaldampfleuchte im Treppenhaus
- Abb.51: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Datenaufzeichnung Puffertemperatur
- Abb.52: Bildschirmanzeige am Gebäudeleittechnikrechner für Datenaufzeichnung Luftqualität Vortragsraum
-
- Tabelle 1: Klimadaten
- Tabelle 2: Wärmeübertragende Gebäudehülle und spezifischer Transmissionswärmeverlust sowie effektive Solarfläche
- Tabelle 3: Wärmeverluste Q der einzelnen Monate in kWh
- Tabelle 4: Solare Wärmegewinne in kWh/Monat
- Tabelle 5: Interne Wärmegewinne in kWh/Monat
- Tabelle 6: Monatliche Bilanzierung der Wärmegewinne mit Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne