

Passivhaus-Objektdokumentation



Sanierung der Turnhalle „Max-Steenbeck Gymnasium Cottbus“ im Passivhaus Standard



(www.passivhausprojekte.de, Projekt-ID: 2689)

Passivhausplanung:	Dipl.-Ing. René Kerner, GWJ Ingenieurgesellschaft für Bauphysik		
Bauherr:	Stadt Cottbus		
Generalplaner / Architekt:	ARGE-Steenbeck	(Planungsgruppe Prof. Sommer, AWC Architekturwerkstatt Cottbus und Planungsgruppe ABV GmbH)	
Fachplanung HLS / MSR:	Integral Projekt GmbH & Co. KG		
Fachplanung ELT:	Kügler Ingenieure		
Besonderheiten:	34,5 m ² thermische Solaranlage und 2850 Liter Solarspeicher für TWW-Bereitung mit Einspeicherung der Überschusswärme aus der thermischen Solaranlage unter dem Gebäude		

Im Zuge der Sanierung des Max-Steenbeck Gymnasiums in Cottbus wurde neben einem Schulgebäude auch eine Turnhalle (Fertigstellung 2012) saniert. Die Sanierung der Turnhalle wird in dieser Objektdokumentation weiter betrachtet. Die Baukosten betragen hierfür 1.025.000 € brutto in KG 300 und 420.000 € in KG 400.

U-Wert Außenwand	0,11 W/(m ² K)	PHPP Jahres-Heizwärmebedarf	14 kWh/(m²a)
U-Wert Bodenplatte	0,36 W/(m ² K)	PHPP Primärenergie	84 kWh/(m ² a)
U-Wert Dach	0,12 W/(m ² K)	Drucktest n ₅₀	0,28 h ⁻¹
U-Wert Fenster	0,78 W/(m ² K)		
Wärmerückgewinnung	88 %		

1 Kurzbeschreibung der Bauaufgabe

Allgemeines

Bei der Turnhalle „Max-Steenbeck Gymnasium Cottbus“ handelt es sich um ein Bestandsgebäude, welches aus einer 3-Feld-Halle und einem Sozialtrakt besteht. Die thermische Gebäudehülle umschließt das gesamte Gebäude. Das Gebäude steht auf einer tragenden Stahlbetonplatte, die innenseitig wärmedämmend wurde. Zur Reduzierung der Erdreichwärmeverluste wird die Überschusswärme aus der thermischen Solaranlage unter dem Gebäude in das Erdreich eingespeichert. Hierzu wurde von GWJ Ingenieurgesellschaft für Bauphysik eine zweidimensionale dynamische Simulation durchgeführt und in der Energiebilanzrechnung berücksichtigt. Die Außenwände bestehen aus Porenbeton-Mauerwerk mit einer Wärmedämmschicht aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum. Im Perimeterbereich wurde die Dämmschicht bis Unterkante der Fundamente durchgezogen. Der Sockelbereich wurde mit einer waagerechten Randdämmung aus Schaumglasschotter wärmedämmend. Das Dach ist eine Stahlkonstruktion mit Trapezblechdeckung und mit außenseitig angebrachten EPS-Flachdachdämmplatten sowie Flachdachabdichtung. Die Wärmebrücken wurden mit konstruktiven Mitteln weitgehend reduziert, diese wurden jedoch von der Ingenieurgesellschaft für Bauphysik GWJ rechnerisch nachgewiesen und in der Energiebilanzrechnung berücksichtigt.

Begleitforschung

Das Vorhaben wird unter anderem durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Rahmen des Förderschwerpunktes „Energieeffiziente Schulgebäude (EnEff:Schule)“, durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und durch das Förderprogramm zur energetischen Erneuerung der sozialen Infrastruktur in den Kommunen gefördert.

<http://www.eneff-schule.de/index.php/Demonstrationsobjekte/3-Liter-Haus-Schulen/energie-spar-schule-max-steenbeck-gymnasium-cottbus.html>

Monitoring

Seit Januar 2013 erfolgt im Rahmen des Intensiv-Monitorings die Aufzeichnung der Messdaten sowohl zur Validierung des Energiekonzepts, als auch zur Bewertung der Behaglichkeit und zur Ermittlung des Nutzerverhaltens. Eine Teilmenge der erfassten Datenpunkte wird visualisiert. Ferner sind die nutzflächenbezogenen kumulierten End- und Primärenergieverbräuche für die benötigte Hilfsenergie und die Beheizung dargestellt.

<http://daten.eneff-schule.de/Cottbus.aspx>

2 Ansichtsfotos



Ansicht Südost



Ansicht Nordost



Ansicht Nordwest

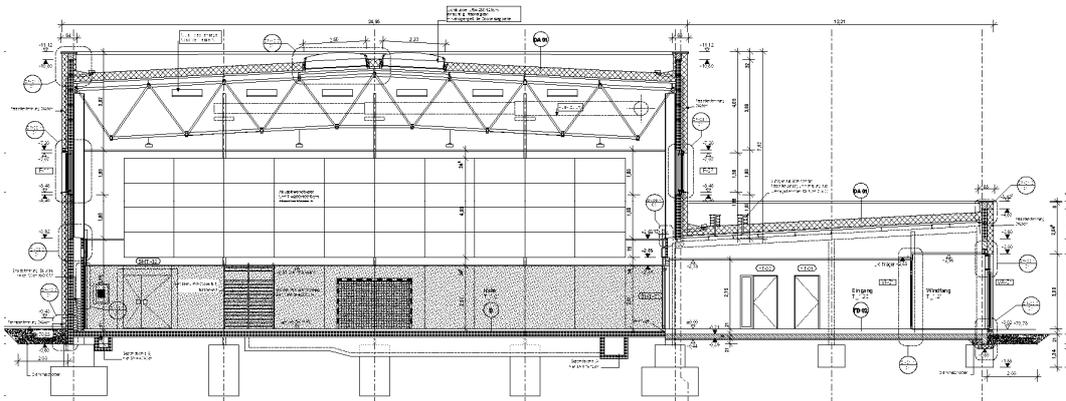


Eingangsbereich

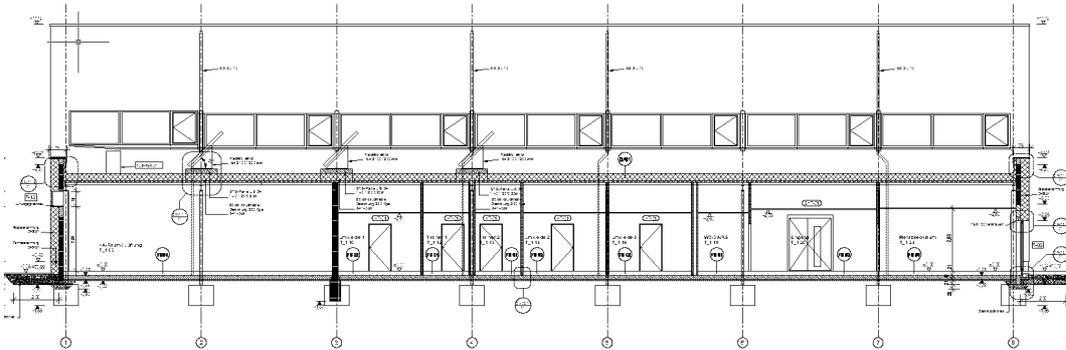


Innenansicht Hallenbereich

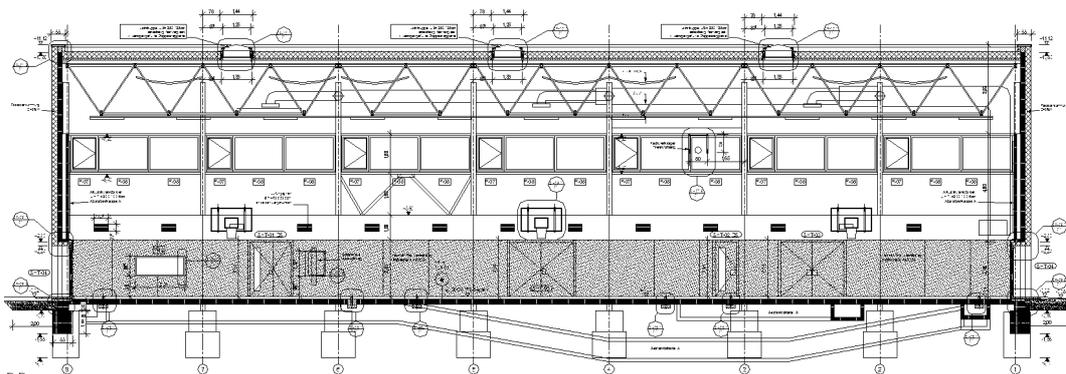
3 Schnittzeichnung



Querschnitt durch Halle und Sozialtrakt

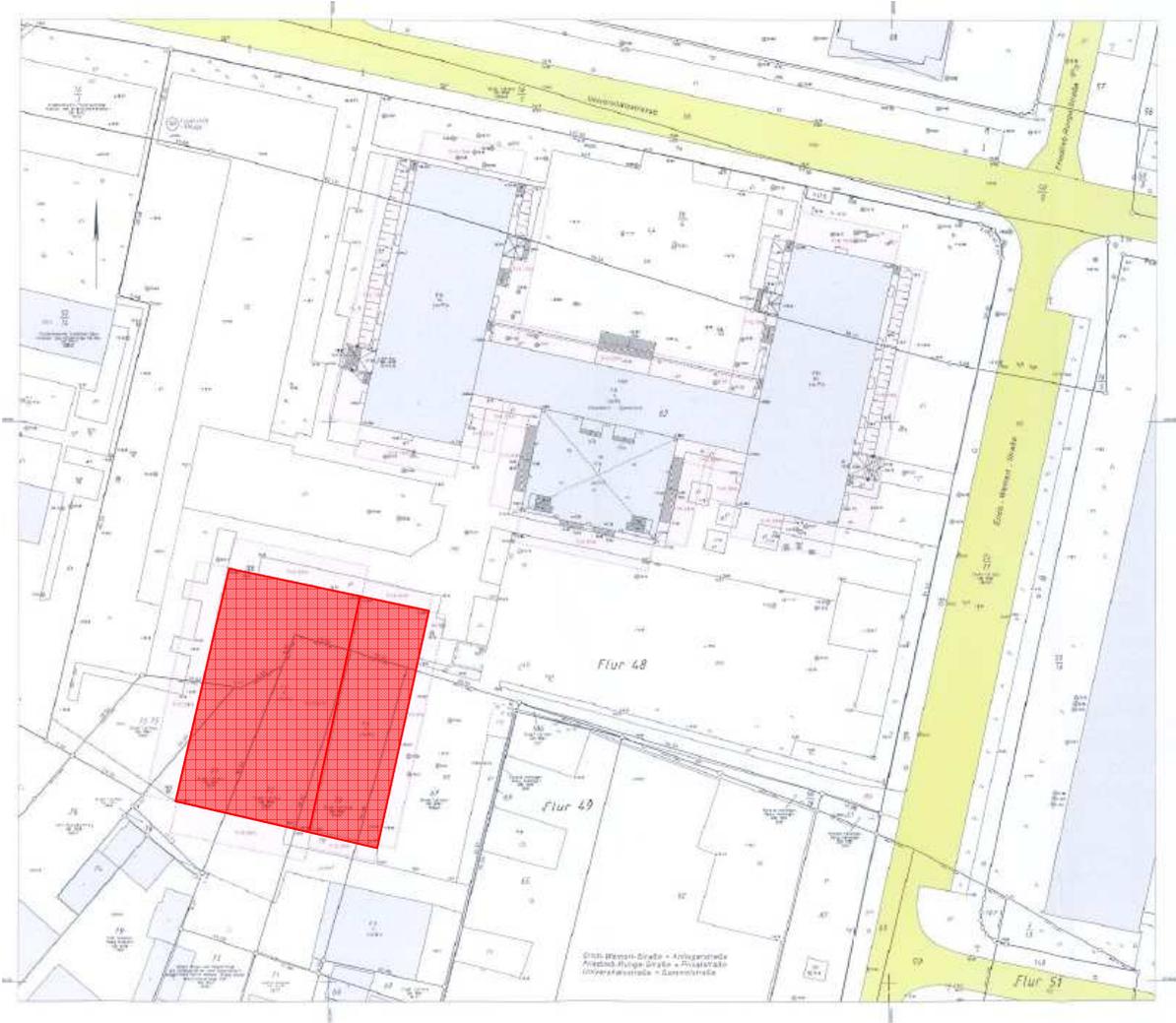


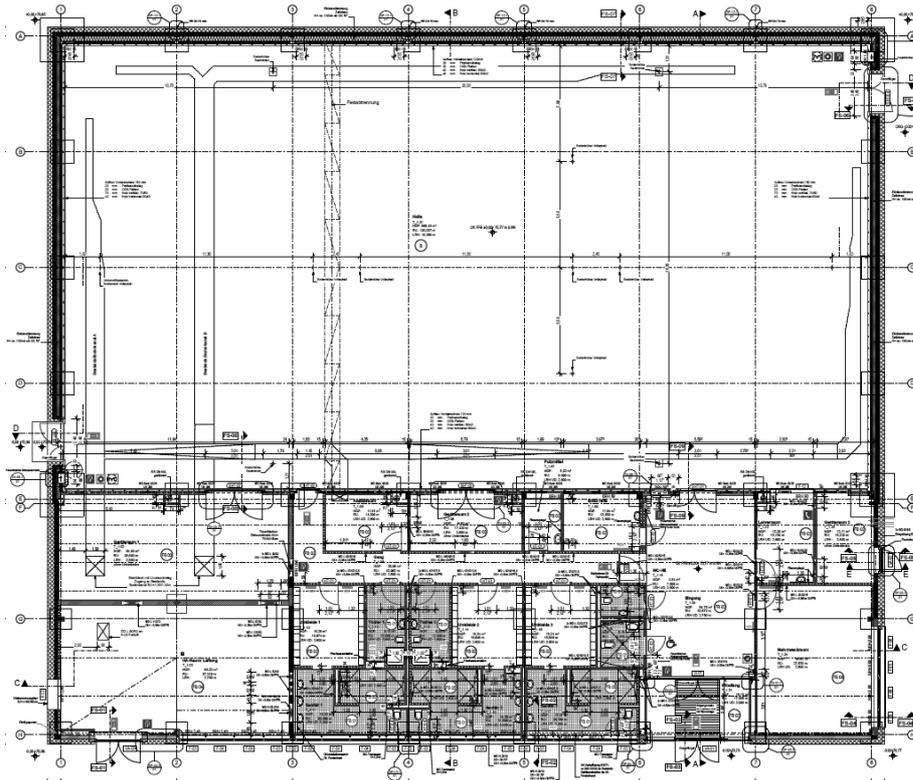
Längsschnitt durch Sozialtrakt



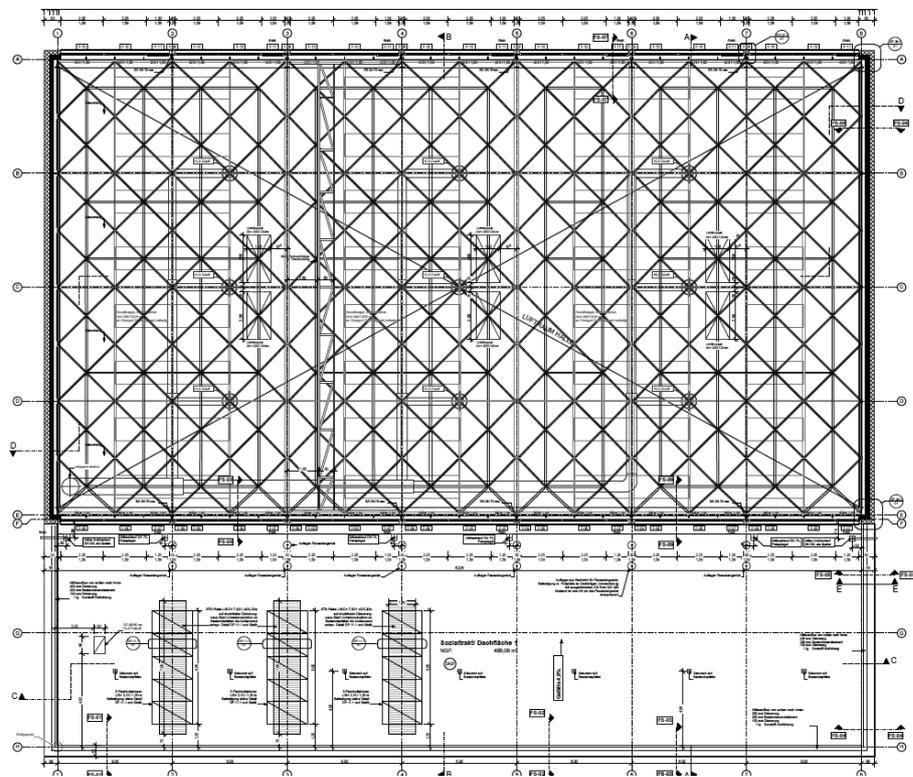
Längsschnitt durch Halle

4 Lageplan und Grundrisse

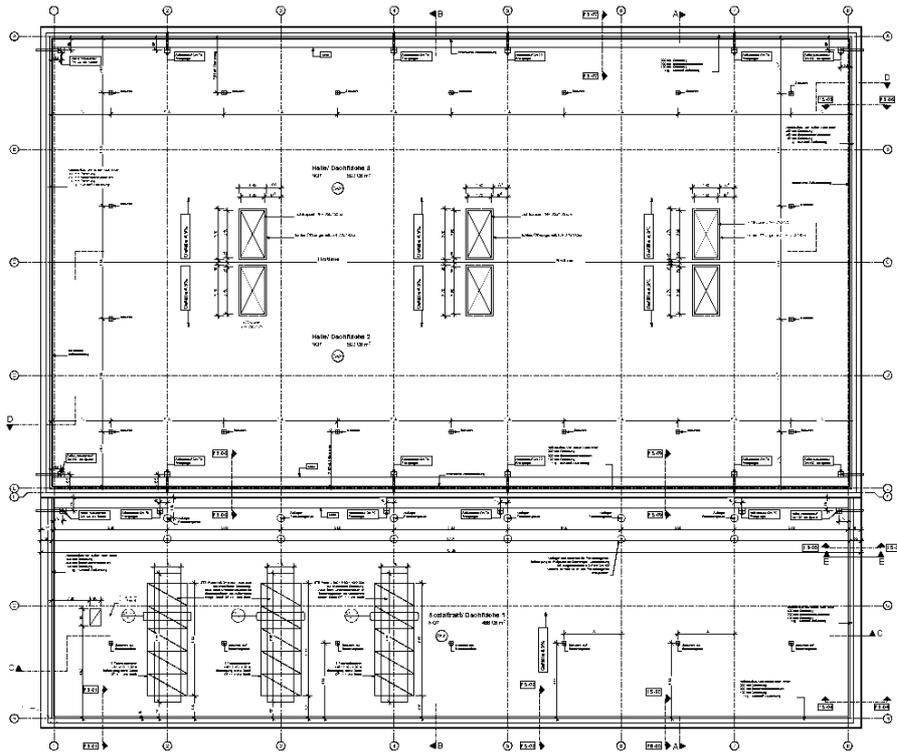




Erdgeschoss



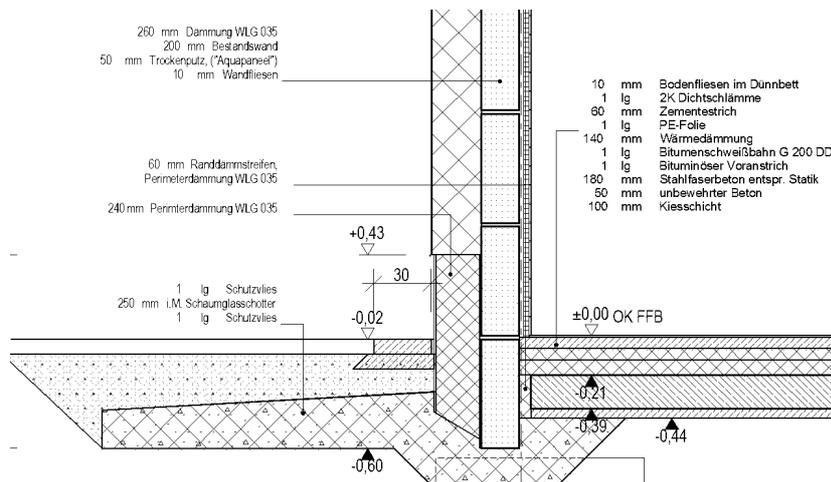
Obergeschoss



Dachaufsicht

5 Konstruktionsdetails der Passivhaushülle und - Technik

5.1 Konstruktion inkl. Dämmung der Bodenplatte mit Anschlusspunkten zu Außen- und Innenwänden



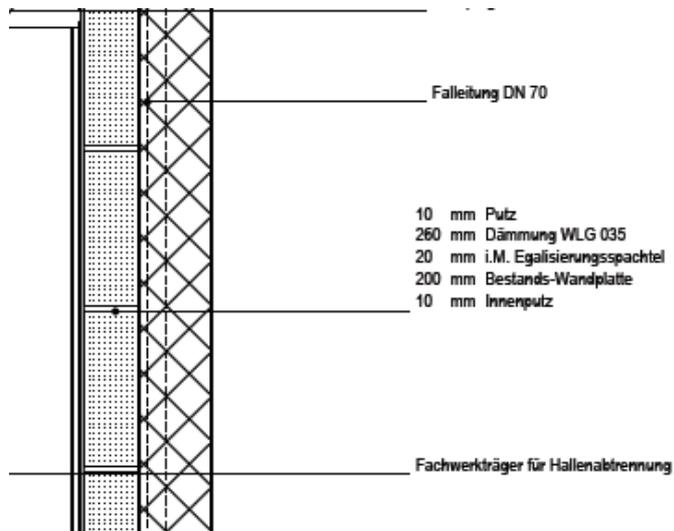
Anschluss Sockelbereich – Vertikalschnitt



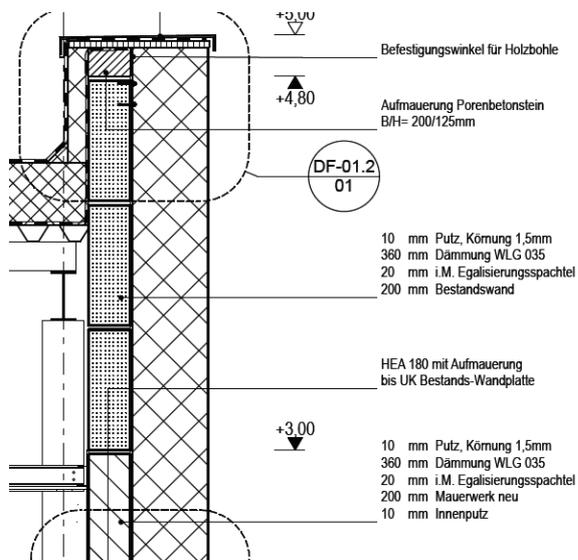
Aufbau der Bodenplatten:

Bodenplatte Hallenbereich	Sportfußboden bestehend aus Linoleum, OSB-Platte, Blindboden und Doppelschwingträger mit 140 mm Dämmung WLG 035, Boden Sozialbereich mit 14 cm Wärmedämmung WLG 035, Flächenabdichtung, 180 mm Bodenplatte im Bestand	U-Wert 0,267 W/(m ² K)
Bodenplatte Sozialtrakt	Fliesen bzw. Linoleumbelag, 60 bis 65 mm Zementestrich, 140 mm Wärmedämmung WLG 035, Flächenabdichtung, 180 mm Bodenplatte im Bestand	U-Wert 0,231 W/(m ² K)

5.2 Konstruktion inkl. Dämmung der Außenwände



Außenwand Hallenbereich

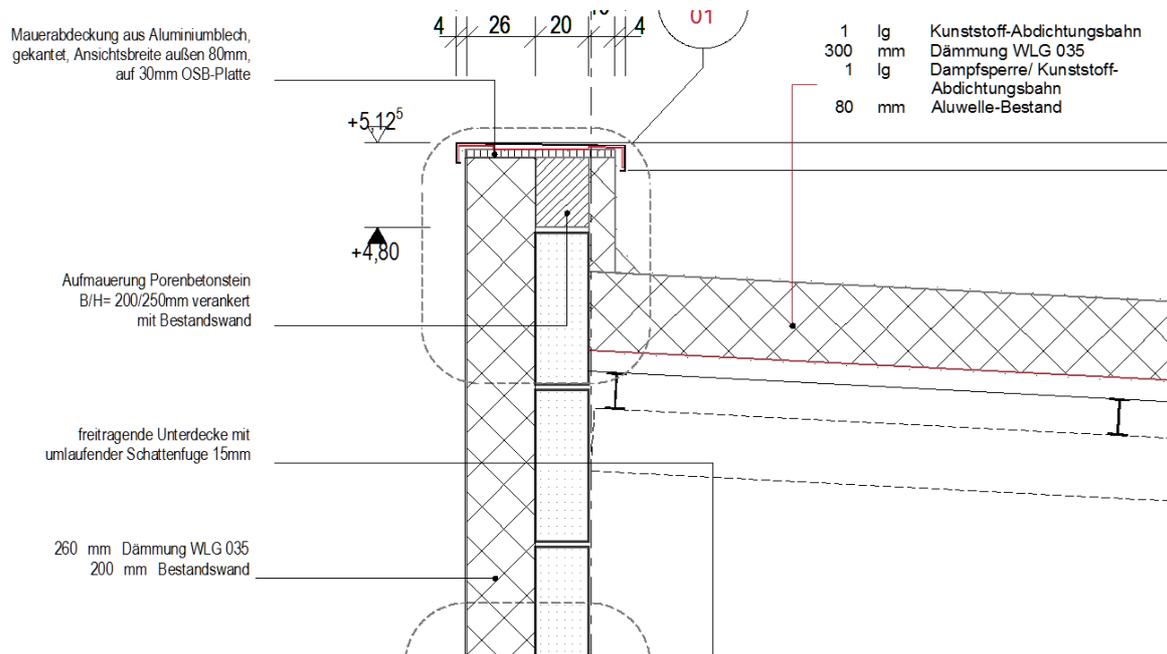


Außenwand Sozialtrakt

Aufbau der Außenwände:

Außenwand Hallenbereich	20 cm Porenbetonmauerwerk, 26 cm Wärmedämmung WLG 035	U-Wert 0,116 W/(m²K)
Außenwand Sozialtrakt	20 cm Porenbetonmauerwerk, 36 cm Wärmedämmung WLG 035	U-Wert 0,087 W/(m²K)

5.3 Konstruktion inkl. Dämmung des Daches



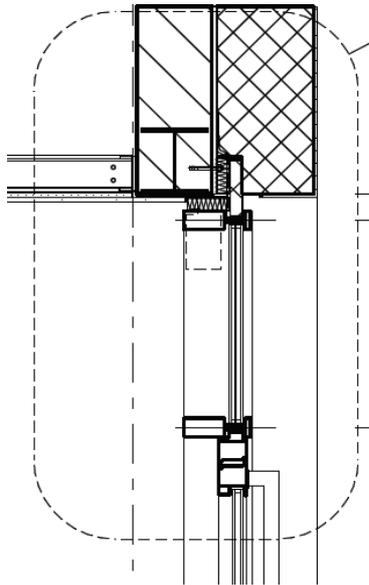
Attika Halle



Aufbau vom Flachdach:

Dach	Trapezblech mit 30 cm Wärmedämmung WLG 035	0,115 W/(m ² K)
------	--	-------------------------------

6 Fensterschnitte inkl. Einbauzeichnung



Oberer Anschluss der PR-Konstruktion am Eingang (Windfang)



Daten zum Fenster:

Fenster	Fensterrahmen:	Unilux IsoStar, $U_f = 1,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	0,8 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
	Pfosten-Riegel-Fassade:	Schüco FW50+, Kömmerling 88plus, $U_f = 1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ teilweise mit Öffnungsflügeln u. Festverglasungen	
	Verglasung:	Klimatop Ultra N, 3-fach Verglasung $U_g\text{-Wert} = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $g\text{-Wert} = 47 \%$	
Lichtkuppel	Lichtkuppel + Hohlkammerplatten - HKS 25-3 longlife klar mit Nanogel, $U_g = 0,69 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $g\text{-Wert} = 38 \%$		0,7 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$

7 Beschreibung der luftdichten Hülle; Dokumentation des Drucktestergebnisses

Die Messung wurde nach der Norm DIN EN 13829 (2001) durchgeführt. Die Gebäudepräparation erfolgte nach dem Verfahren B – Test der Gebäudehülle.

Die luftdichten Bauteilschichten sind für den Boden der Beton, für die Außenwände Beton/Putz und Fenster und für das Dach die Dampfsperre/Abdichtungsbahn bzw. die Oberlichter.

Der Drucktest wurde nach Fertigstellung der luftdichten Gebäudehülle am 01.09.2011 durch die Ingenieurgesellschaft für Bauphysik durchgeführt.

Die Luftdichtheit der Gebäudehülle ist insgesamt sehr gut. Die gemessene Luftwechselrate bei 50 Pa beträgt $n_{50} = 0,28 \text{ h}^{-1}$ und unterschreitet die Mindestanforderungen ($n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$) an die Gebäudedichtheit für Passivhäuser deutlich. Der gemessene Leckagestrom von $V_{50} = 3163 \text{ m}^3/\text{h}$ entspricht einer äquivalenten Leckagefläche von ca. 40 cm x 40 cm.



Einbauort der Messeinrichtung

Drucktestmessergebnis vom 01.09.2011

BlowerDoor-Prüfbericht

Berechnungsgrundlage DIN EN 13829
Minneapolis BlowerDoor Modell 3, DG-700

Objekt : Turnhalle Max-Steenbeck Gymnasium 03046 Cottbus	Prüfer/in: Dr.-Ing. Volker Grosch Datum: 01.09.2011 FLIB-Nr.: 18300
---	--

Klimadaten

Innentemperatur: 20 °C	Windstärke: 2	Gebäuedruckdifferenz: 1 Außenmessstelle
Außentemperatur: 20 °C		Gebäudestandort: B (teilweise exponiert)
Luftdruck (Standard): 101325 Pa		Messunsicherheit Wind: 2 %

Unterdruck

Natürliche Druckdiff.	Δp_{01+}	Δp_{01-}	Δp_{02+}	Δp_{02-}
	***	***	***	***

Überdruck

Natürliche Druckdiff.	Δp_{01+}	Δp_{01-}	Δp_{02+}	Δp_{02-}
	***	***	***	***

Messreihen

Reduzierblende	Gebäuedruck Δp_m	Gebäuedruck Δp	Volumenstrom V_f	Reduzierblende	Gebäuedruck Δp_m	Gebäuedruck Δp	Volumenstrom V_f
0 ABCDE	(Pa)	(Pa)	(m³/h)	0 ABCDE	(Pa)	(Pa)	(m³/h)
Δp_{01}	-1,0	-----	-----	Δp_{01}	-1,0	-----	-----
A	-65	140	-64	B	10	106	11
A	-51	106	-50	A	20	32	21
A	-40	74	-39	A	30	56	31
A	-30	60	-29	A	40	78	41
B	-22	340	-21	A	50	108	51
B	-10	124	-9	A	59	138	60
Δp_{02}	-1,0	-----	-----	Δp_{02}	-1,0	-----	-----
Korrelationskoeff. r: 0,998 Vertrauensintervall (95%)				Korrelationskoeff. r: 0,999 Vertrauensintervall (95%)			
C_{env}	(m³/(h Pa²))	302	max. 362 min. 252	C_{env}	(m³/(h Pa²))	188	max. 228 min. 156
C_L	(m³/(h Pa²))	302	max. 362 min. 252	C_L	(m³/(h Pa²))	188	max. 228 min. 156
n	(-)	0,60	max. 0,65 min. 0,55	n	(-)	0,72	max. 0,78 min. 0,67

Ergebnis, Kenngrößen

	V =	11253 m³	A _F =	1460 m²	A _E =	4802 m²
	V₅₀	Unsicherheit	n₅₀	Unsicherheit	w₅₀	Unsicherheit
	m³/h	%	1/h	%	m³/(m²h)	%
Unterdruck	3148	+/- 7 %	0,28	+/- 9 %	2,2	+/- 9 %
Überdruck	3178	+/- 7 %	0,28	+/- 9 %	2,2	+/- 9 %
Mittelwert	3163	+/- 7 %	0,28	+/- 9 %	2,2	+/- 9 %

Anforderungen nach:

Passivhausinstitut

0,6	1/h	***	***
-----	-----	-----	-----

Bewertung:

Die Anforderungen der Vorschrift werden erfüllt.

Das Messergebnis schließt (verdeckte) Mängel in der Konstruktion nicht aus.

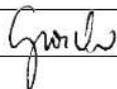
Auftragnehmer : Dr.-Ing. Volker Grosch

GWJ Ingenieurgesellschaft für Bauphysik

03046 Cottbus

25.05.2012

Datum, Unterschrift




INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUPHYSIK
Volker Grosch, Steffen Pöthig, Reinhard Jackisch
Berliner Straße 52, 03046 Cottbus
Telefon: (0355) 79 16 89, Telefax: (0355) 79 16 85

8 Sommerkonzept

Für eine gute sommerliche Behaglichkeit in Nichtwohngebäuden sind insbesondere geringe interne Wärmelasten entscheidend. Die Abschätzung zur Übertemperaturhäufigkeit im PHPP gilt für energieeffiziente Gebäude mit einer stromsparenden Ausstattung (Standardwert für Schulen und Turnhallen im PHPP: $2,8 \text{ W/m}^2$). Sollten die internen Lasten höher anfallen, sind zusätzliche sommerliche Maßnahmen erforderlich.

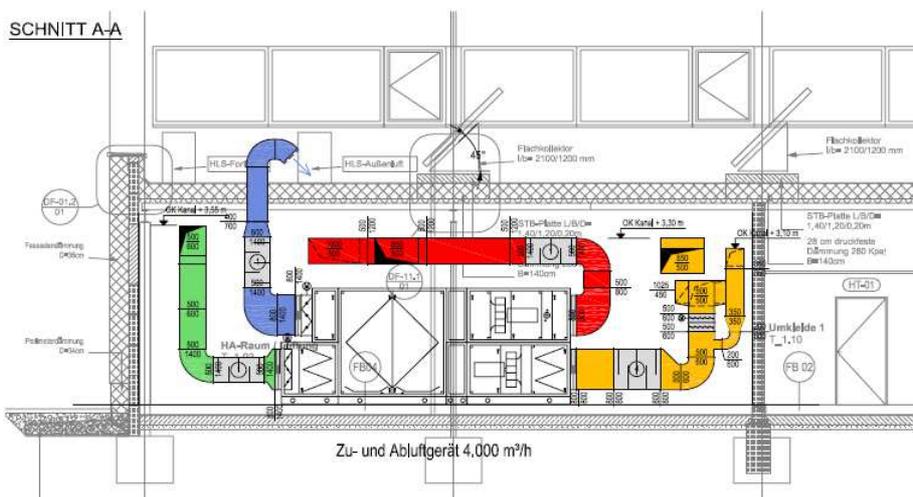
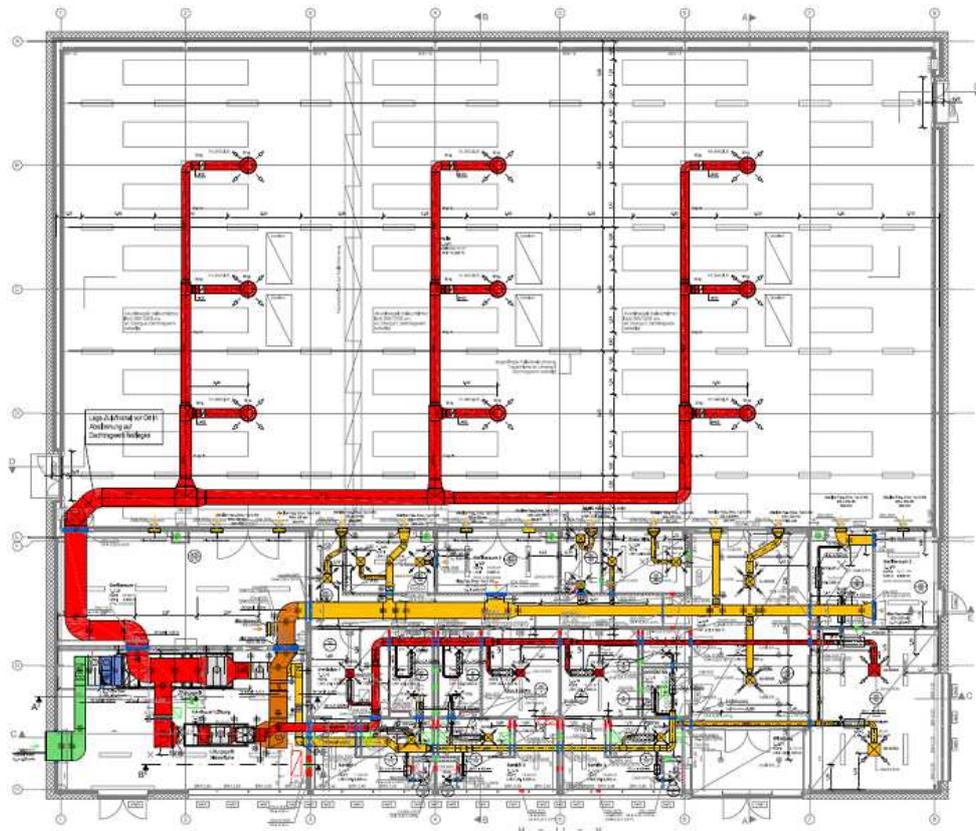
Das Wärmerückgewinnungs-Außenluftgerät verfügt über eine Sommer-Bypassklappe. Die Ansteuerung des Klappenantriebes bei der Turnhalle erfolgt durch die DCC-Regelung. Falls der Betrieb des Wärmerückgewinnungsgeräts nicht möglich oder energetisch nicht sinnvoll sein sollte (z.B. Sommerbetrieb) öffnet sich die Sommer-Bypassklappe vollständig.

Die passive Nachtlüftung wird somit über die Lüftungsanlage realisiert und sichert die sommerliche Behaglichkeit.

vorhandene Sonnenschutzmaßnahmen:

<u>Verschattung</u>	Raffstore-Flachlamellen bei den Westfenstern
<u>Lichtkuppel</u>	Lichtkuppel + Hohlkammerplatten - HKS 25-3 longlife klar mit Nanogel, $U_g = 0,69 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ als Sonnenschutzglas g-Wert = 38%

9 Lüftungsplanung Kanalnetz (exemplarisch)



Zulufträume sind alle Hauptaufenthaltsräume: Turnhalle und Umkleieräume.

Ablufträume sind WC und Sanitärräume.

Die Überströmung erfolgt durch Überströmgitter in den Innentüren in den Flur. Von dort über Überströmöffnungen über die Türen in die Feuchträume. Von hier wird die verbrauchte Luft zum Wärmeübertrager zurückgeführt.

10 Haustechnikkonzept

Die Belüftung des gesamten Gebäudes erfolgt ganzjährig über eine zentrale Lüftungsanlage mit Gegenstrom-Wärmeübertrager und einem Wärmebereitstellungsgrad von 87,7 % gemäß Berechnung. Die Anlage befindet sich im Technikraum im Erdgeschoss. Die Lüftungsanlage wurde gemäß der Planung einreguliert.

Die Wärmeversorgung erfolgt über eine Fernwärmestation in der Technikzentrale der Turnhalle im Raum T 1.03. Die Beheizung der Räume erfolgt über Zuluftheizung mit der Frischluft und teilweise über Umluft sowie mit Heizkörpern im Sozialtrakt.

<u>Lüftung</u>	<p>FläktWood Lüftungs-und Klimageräte</p> <p>zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung effektiver Wärmebereitstellungsgrad (spezifisch): 77% Elektroeffizienz: 0,58 Wh/m³ Außenluft / Fortluft, Auslegungsvolumenstrom: 4.000 m³/h</p> <p>Die Luftverteilung erfolgt über eine zusätzliche Umluftanlage: Auslegungsvolumenstrom: 6.700 m³/h Stromeffizienz: 0,53 Wh/m³ Für die Zuluft der Sanitärräume wird ein Teil der Abluft der Halle genutzt. Die Hallenabluft wird über das Umluftgerät in die Sanitärräume geführt oder bei Bedarf als Umluft zur Hallenbeheizung genutzt.</p>
<u>Heizung</u>	<p>Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung, Sanitärräume mit statischen Heizkörpern, Halle mit Luftheizung</p>
<u>Warmwasser</u>	<p>Wärmeerzeugung über 40 m² thermische Solaranlage und Fernwärme, Pufferspeicher 3 x 950 l, TWW-Bereitung über Frischwasserstationen (keine TWW-Zirkulation)</p>

11 PHPP-Berechnungen

Kennwerte PHPP Heizwärmebedarf 14 kWh/(m²a)
 Luftdichtheit n₅₀ = 0,28 h⁻¹
 Primärenergiebedarf 81 kWh/(m²a) für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom

Passivhaus Nachweis



Objekt:	TURNHALLE Max-Steenbeck Gymnasium Cottbus		
Standort und Klima:	Cottbus	Cottbus (aus Meteororm)	
Straße:	Erich-Weinert-Straße 8		
PLZ/Ort:	030046 Cottbus		
Land:	Deutschland		
Objekt-Typ:	Turnhalle		
Bauherr(en):	Stadt Cottbus		
Straße:	Neumarkt 5		
PLZ/Ort:	03046 Cottbus		
Architekt:	ARGE-Steenbeck		
Straße:	Louis-Braille-Straße 5		
PLZ/Ort:	03044 Cottbus		
Haustechnik:	INTEGRAL Projekt GmbH & Co. KG		
Straße:	Schlosskirchplatz 2		
PLZ/Ort:	03046 Cottbus		
Baujahr:	1974		
Zahl WE:	1	Innentemperatur:	18,0 °C
Umbautes Volumen V ₀ :	13952,3 m ³	Interne Wärmequellen:	2,8 W/m ²
Personenzahl:	50,0		

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche					
	Energiebezugsfläche:	Verwendet:	Monatsverfahren	PH-Zertifikat:	Erfüllt?
	1408,6 m ²				
Energiekennwert Heizwärme:	14 kWh/(m²a)			15 kWh/(m²a)	ja
Drucktest-Ergebnis:	0,28 h⁻¹			0,6 h ⁻¹	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):	81 kWh/(m²a)			120 kWh/(m ² a)	ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	29 kWh/(m ² a)				
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:	kWh/(m ² a)				
Heizlast:	14 W/m ²				
Übertemperaturhäufigkeit:	0 %			über 25 °C	
Energiekennwert Nutzkälte:	kWh/(m ² a)			15 kWh/(m ² a)	
Kühllast:	2 W/m ²				