

15 Anlagen

15.1 Chronologie FOS/BOS Erding

10.10.2002: Die CSU-Kreistagsfraktion stellt einen Antrag auf Errichtung einer Fachober-Berufsoberschule im Landkreis Erding.

07.04.2003: Beschluss des Kreistages: „Der Landkreis beantragt die Errichtung einer FOS/BOS am Standort Erding“. Die Unterbringung erfolgt vorübergehend in Räumlichkeiten des Korbinian-Aigner-Gymnasiums.

03.06.2003: Mit dem Landkreis Ebersberg wird eine Zweckvereinbarung zum gemeinsamen Betrieb einer FOS/BOS in Erding geschlossen.

08.09.2005: An das Planungsbüro kplanAG, Abensberg, wird der Auftrag für eine Machbarkeitsuntersuchung mit vier Varianten erteilt.

28.11.2005: Der Ausschuss für Kultur und Umwelt lässt eine Standortuntersuchung für einen Schulhausneubau durchführen.

15.03.2007: Der Landkreis erwirbt das Schulgrundgrundstück in Nachbarschaft zur Berufsschule.

22.05.2007: Die Regierung von Oberbayern erteilt die schulaufsichtliche Genehmigung.

1. Halbjahr 2007: Die Architekten- und Ingenieursleistungen werden EU-weit ausgeschrieben.

14.06.2007: Beschluss des Bauausschusses: „Das Planungsbüro kplanAG, Abensberg, wird als Generalplaner mit dem Projekt FOS/ BOS Erding beauftragt“.

17.09 2007: Der Bauausschuss genehmigt den Vorentwurf.

23.10.2007: Der Bauausschuss beschließt: „Das Schulgebäude wird in nachhaltiger Passivhausbauweise errichtet.“

06.11.2007: Mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, findet ein Gespräch über die Förderfähigkeit des Projekts als Modellvorhaben statt.

11.12.2007: Förderbescheid der DBU: „Die Planungsphase für den Schulhausbau in nachhaltiger Passivhausbauweise wird als Modellvorhaben mit 125 000 Euro gefördert.“

05.06.2008: die Regierung von Oberbayern genehmigt den vorzeitigen Baubeginn.

28.07.2008: Der Bauantrag wird beim Landratsamt Erding eingereicht.

12.09.2008: Eine Teilbaugenehmigung zur Abtragung des Oberbodens wird erteilt.

Okt. bis Dez. 2008: Archäologische Grabungsarbeiten auf dem Schulgrundstück finden statt.

10.12.2008: Förderbescheid der DBU: „Der Bau des Schulhauses in nachhaltiger Passivhausbauweise wird als Modellvorhaben mit 639.423 Euro gefördert.“

05.03.2009: Eine Teilbaugenehmigung für die Erdarbeiten wird erteilt.

06.03.2009: Die Baumaßnahmen beginnen.

30.03.2009: Eine Teilbaugenehmigung für Fundamente und die Bodenplatte wird erteilt.

01.04. 2009: Mit dem Bau der Bodenplatte wird begonnen.

17.04. 2009: Die endgültige Baugenehmigung wird erteilt und die Rohbauarbeiten beginnen.

22.04.2009: Das Projekt wird zum ersten Mal Schülern, Lehrern und der interessierten Öffentlichkeit vorgestellt.

29.05.2009: Grundsteinlegung

15.06.2009: Die zweite Projektvorstellung für Schüler, Lehrer und Öffentlichkeit findet statt.

23.07.2009: Der mit 50.000 Euro dotierte große E.ON-Bayern Umweltpreis wird verliehen.

21.09.2009: Die dritte Projektvorstellung für Schüler, Lehrer und Öffentlichkeit wird veranstaltet.

30.10.2009: Fertigstellung des Rohbaus

Nov./ Dez. 2009: Ausführung der Lärmschutzwand zwischen Parkplatz und den südlich gelegenen Nachbargrundstücken

Nov. 2009: Beginn der Arbeiten an der Dachabdichtung und an der Fassade.

17.12.2009 bis 10.01.2010: Wegen des Wintereinbruchs müssen die Arbeiten unterbrochen werden.

11.01.2010: Das Atriumdach wird errichtet.

01.02.2010: Der Ausbau von Heizung, Lüftung, Sanitär beginnt.

09.02.2010: Richtfest

März 2010: Die Verglasungsarbeiten und Montage der Einselemente der Leichtmetallfassade beginnen.

April 2010: Beginn der Trockenbauarbeiten

03.05.2010: Zum vierten Mal wird das Projekt Schülern, Lehrern und der Öffentlichkeit vorgestellt.

5.05.2010: Das Gebäude wird an die Fernwärmeleitung des Gastronomiegebäudes zur Nutzung der Restwärme angeschlossen.

25.05.2010: Die Jalousien der Verschattungsanlage werden montiert.

14.06.2010: Vertreter der Marktgemeinde Peißenberg kommen zum Informationsbesuch.

29.06.2010: Der Ausschuss für Bauen und Energie besichtigt ein Musterzimmer.

16.08.2010: Der Bau der Außenanlagen beginnt.

27.08.2010: Die Dachmontage wird fertig gestellt und die Ventilatoranlage installiert.

02.09.2010: Dichtigkeitsprüfung Teil 1: Blower Door Test Verfahren B

11.10.2010: Die fünfte Projektvorstellung für Schüler, Lehrer und Öffentlichkeit findet statt.

02.12.2010: Eine Delegation chinesischer Bauingenieure besucht die FOS/ BOS.

21.01.2011: Dichtigkeitsprüfung Teil 2: Blower Door Test Verfahren A

22.02.2011: Die DBU kommt nach Erding zur Gebäudebesichtigung und zum Erfahrungsaustausch.

März 2011: Das Schulhaus wird fertig gestellt.

07. bis 11.03.2011 Die Fachober-/ Berufsoberschule zieht in das neue Schulhaus um.

14.03.2011: Der Unterricht in der neuen FOS/ BOS beginnt.

14.04.2011: Fachkonferenz „Schulbauten für die Zukunft – wirtschaftlich, energieeffizient, nachhaltig und pädagogisch“ in München

20.05.2011: Einweihungsfeier mit Festredner Staatsminister Dr. Ludwig Spaenle

30.06.2011: Die Tagungsteilnehmer der Fachkonferenz besichtigen die FOS/BOS Erding

Zertifikat

über die Qualität der luftdichten Gebäudehülle

Das Gebäude/Objekt:

Neubau FOS / BOS

Siglfingerstraße
85435 Erding

hat am: 21.01.2011

bei der Messung der Luftdichtheit nach DIN EN 13829, Verfahren A
folgenden Wert für die volumenbezogene Luftdurchlässigkeit erzielt:

$$n_{50} = 0,17 \text{ 1/h}$$

Die Anforderungen an die Luftdichtheit nach Dr. Wolfgang Feist betragen
bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen:

$$n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$$

Die Anforderungen der Vorschrift werden erfüllt.

München

31.01.2011

igb-Ingenieurgesellschaft Burgert mbH
Hofangerstr. 4
81735 München
Tel. 089/5482370

Dipl. Ing. Univ. Arthur Gombos

igb-Ingenieurgesellschaft Burgert mbH
Hofangerstraße 4
81735 München

15.3 Energieausweis nach EnEV (Aushang)

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

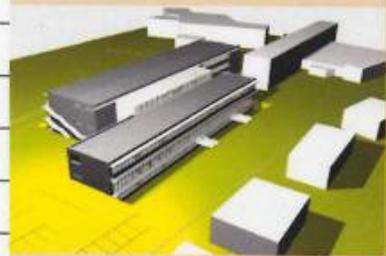
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 18.07.2021

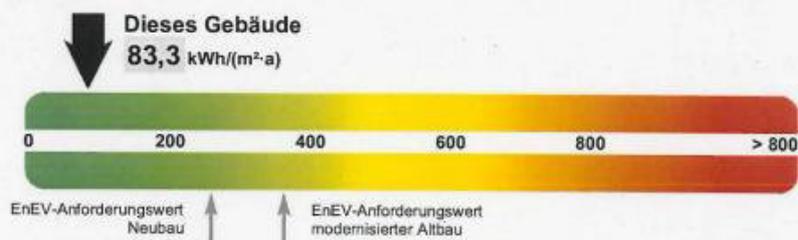
Aushang

Gebäude

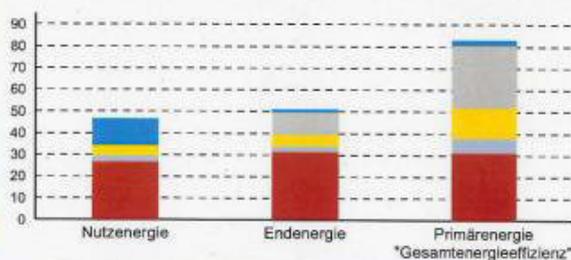
Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Schulgebäude FOS / BOS Erding
Sonderzone(n)	
Adresse	Flurnr. 2603 Gemarkung Erding 85442 Erding
Gebäudeteil	Gesamtgebäude
Baujahr Gebäude	2009
Baujahr Wärmeerzeuger	2009
Baujahr Klimaanlage	2009
Nettogrundfläche	7.640 m ²



Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Aufteilung Energiebedarf



Aussteller
Michael Kleber, Cornelia Moosmann, Klaus Rohlfis
ip5 ingenieurpartnerschaft
Bahnhofplatz 10
76137 Karlsruhe

ip5 ingenieurpartnerschaft
knapp tonthls seig wagner wambisgans
bahnhofplatz 10 • 76137 karlsruhe
0721-38489050 • fax 0721-3848474
18.07.2019
Datum Unterschrift des Ausstellers

15.4 Energieausweis nach EnEV

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 18.07.2021

1

Gebäude

Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Schulgebäude FOS / BOS Erding		
Adresse	Flurnr. 2603 Gemarkung Erding 85442 Erding		
Gebäudeteil	Gesamtgebäude		
Baujahr Gebäude	2009		
Baujahr Wärmeerzeuger	2009		
Baujahr Klimaanlage	2009		
Nettogrundfläche	7.640 m ²		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf	<input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Aushang bei öffentlichen Gebäuden <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)



Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. **Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche.**

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. Diese Art der Ausstellung ist Pflicht bei Neubauten und bestimmten Modernisierungen. Die angegebenen Vergleichswerte sind die Anforderungen der EnEV zum Zeitpunkt der Erstellung des Energieausweises (**Erläuterungen – siehe Seite 4**).
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt. Die Vergleichswerte beruhen auf statistischen Auswertungen.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch: Eigentümer Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen übersichtlichen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Michael Kleber, Cornelia Moosmann, Klaus Rohlfis
ip5 ingenieurpartnerschaft
Bahnhofplatz 10
76137 Karlsruhe

ip5 ingenieurpartnerschaft
knappp rohlfis selig wagner wambzger

bahnhofplatz 10 • 76137 karlsruhe
tel: 07 21-38 48 90 90 • fax: 07 21-3 84 84 74

18.07.2011

Datum

Cornelia Moosmann
Unterschrift des Ausstellers

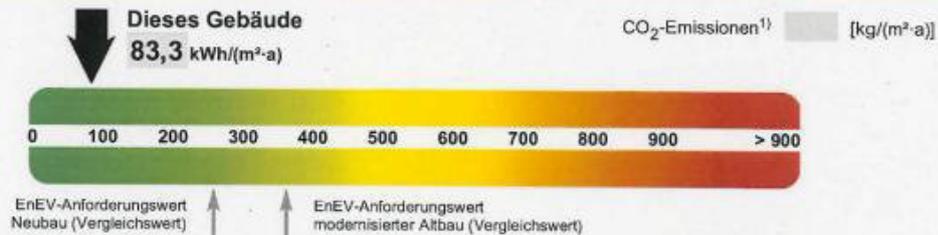
ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

Primärenergiebedarf „Gesamteffizienz“



Nachweis der Einhaltung des § 4 oder § 9 Abs. 1 EnEV²⁾

Primärenergiebedarf

Gebäude Ist-Wert: 83,3 kWh/(m²·a)
EnEV-Anforderungswert: 258,3 kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle

Gebäude Ist-Wert H_t: 0,24 W/(m²·K)
EnEV-Anforderungswert H_t: 1,26 W/(m²·K)

Energiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Strom-Mix	0,3	2,5	5,1	10,8	0,9	19,6
Fernwärme Erding	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0	31,3

Aufteilung Energiebedarf

[kWh/(m ² ·a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung	Kühlung einschl. Befeuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenergie	27,0	2,5	5,1	0,0	12,0	46,6
Endenergie	31,6	2,5	5,1	10,8	0,9	50,9
Primärenergie	31,4	6,6	13,8	29,0	2,5	83,3

Sonstige Angaben

Einsetzbarkeit alternativer Energieversorgungssysteme:

nach § 5 EnEV vor Baubeginn geprüft

Alternative Energieversorgungssysteme werden genutzt für:

Heizung Warmwasser Eingebaute Beleuchtung
 Lüftung Kühlung

Lüftungskonzept

Die Lüftung erfolgt durch:

Fensterlüftung Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
 Schachtlüftung Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1	Klassenzimmer	3.007	39
2	Verkehrsflächen	2.897	38
3	WCs	252	3
4	Lager, Technik, Archiv	512	7
5	Sonstige Aufenthaltsräume	906	12
6	Küche	67	1

Weitere Zonen in Anlage

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das verwendete Berechnungsverfahren ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfs- werte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Nettogrundfläche. Die oben als EnEV-Anforderungswert bezeichneten Anforderungen der EnEV sind nur im Falle des Neubaus und der Modernisierung nach § 9 Abs. 1 EnEV bindend.

1) Freiwillige Angabe. 2) Nur in Fällen des Neubaus und der Modernisierung auszufüllen.

15.5 Berechnung des Heizwärmebedarfs nach Passivhaus-Projektierungspaket

Passivhaus Nachweis



Objekt:	Schule FOS-BOS Erding		
Standort und Klima:	Standard Deutschland		
Straße:			
PLZ/Ort:	85442 Erding		
Land:	Deutschland		
Objekt-Typ:	Schule		
Bauherr(en):	Landkreis Erding, Landratsamt		
Straße:	Alois-Schießl-Platz 2		
PLZ/Ort:	85442 Erding		
Architekt:	k-plan AG		
Straße:			
PLZ/Ort:			
Haustechnik:			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Baujahr:	2009		
Zahl WE:			
Umbautes Volumen V_e :	35955,7	m ³	Innentemperatur: 20,0 °C
Personenzahl:	750,0		Interne Wärmequellen: 2,8 W/m ²

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
Energiebezugsfläche:	6663,1	m ²	
Verwendet:	Monatsverfahren		PH-Zertifikat:
Energiekennwert Heizwärme:	10	kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a) ja
Drucktest-Ergebnis:	0,2	h⁻¹	0,6 h ⁻¹ ja
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, Hilfs- u. Haushalts-Strom):		kWh/(m²a)	120 kWh/(m ² a)
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):		kWh/(m ² a)	
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:		kWh/(m ² a)	
Heizlast:	10	W/m ²	
Übertemperaturhäufigkeit:	49	%	über 26 °C
Energiekennwert Nutzkälte:		kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)
Kühllast:	10	W/m ²	

Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV			
Nutzfläche nach EnEV:	11505,8	m ²	
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Hilfsstrom):	-	kWh/(m²a)	Anforderung: 40 kWh/(m²a) nein

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit PHPP liegen diesem Antrag bei.

Ausgestellt am:

gezeichnet:

Passivhaus-Projektierung

Verlauf: Änderungen, Fragen, Aufgaben

Objekt: Schule FOS-BOS Erding

Nr. Datum Blatt Bemerkung

Korrekturen und Änderungen

1	21.10.2009			Start 2009-06-15_phpp_erding --> 14,6 kWh/m²a
2	21.10.2009		Fenster/Flächen	Fenster U-Wert incl. WB: 0,859 W/m²K (psi Einstandselement 0,05 W/(mK)(s. 091005_U-Wert-Auswertung.xls bzw. IBH-Mail vom 6.10.09) U-Wert Türen eingegeben s. Mail vom 1.10.09 --> 14,35 kWh/m²a
3	27.10.2009		U-Werte	Bodenplatte Wärmeleitfähigkeit WD auf 0,038 W/mK (s. IBH-Mail vom 24.9.09) -->14,57 kWh/m²a
4	05.11.2009		U-Werte Flächen	Anpassung Dicke und Wärmeleitfähigkeit Außenwanddämmung gegen Erdreich, Flächen-Zuordnung Giebel/Längsseite -->14,51 kWh/m²a
5	05.11.2009		U-Werte Flächen	Dach Atrium Anpassung an Detail 206: 28 cm Dämmung WLG 035 und Sparrenanteil von 11% -->14,59 kWh/m²a
6	05.11.2009		U-Werte Flächen	RWA s. Mail vom 15.10.09 (4 mal eingebaut in Dach Atrium); aus Kranz und Kuppel ergibt sich ein mittlerer U-Wert von 1,36 W/m²K -->14,67 kWh/m²a
7	05.11.2009		U-Werte	Bt. 1 und Bt.2 Wärmeleitfähigkeit Fassadendämmung auf 0,032 W/mK -->14,45 kWh/m²a
8	03.12.2009		Fenstertyp	Glasdach muss begehbar sein, Abstandhalter Kunststoff nicht möglich dafür Chromatech plus --> psi-Wert von 0,034 auf 0,063 W/mK, --> mittlerer U-Wert Fenster von 0,859 auf 0,864 W/m²K ---> 14,53 kWh/m²a
9	10.12.2009		Lüftung	Wärmebereitstellungsgrad von 82 auf 80 % -->15,09 kWh/m²a
10	02.05.2011		Lüftung	Betriebzeiten Lüftungsanlage s. Mail von Hr. Baumann vom 10.10.09 + --> n = 0,31 1/h -->13,06 kWh/m²a
11	02.05.2011		Lüftung	Ergebnis Blower-Door-Test n ₅₀ =0,17 1/h, Bericht vom 31.1.2011 -->10,51 kWh/m²a
12	18.05.2011		U-Wert	Stahlbetondicke an Planung angepasst --> 10,42 kWh/m²a
13	18.07.2011		Flächen	EBF an aktualisierte NGF-Ermittlung kplan vom 1.7.11 angepasst --> 10,40 kWh/m²a
14				

Passivhaus-Projektierung

FLÄCHENERMITTLUNG

Objekt: Schule FOS-BOS Erding

Heizwärme 10 kWh/(m²a)

Zusammenstellung						Bauteil-Übersicht	U-Mittelwert [W/(m²K)]	
Gruppe Nr.	Flächengruppe	Temperaturzone	Fläche	Einheit	Bemerkung			
1	Energiebezugsfläche		6663,09	m²	Wohnfläche nach Wofiv bzw. Nutzfläche nach DIN 277 innerhalb der thermischen Hülle			
2	Fenster Nord	A	576,91	m²	Ergebnisse kommen aus dem Blatt "Fenster"	Fenster Nord	0,864	
3	Fenster Ost	A	96,70	m²		Fenster Ost	0,864	
4	Fenster Süd	A	564,56	m²		Fenster Süd	0,864	
5	Fenster West	A	96,70	m²		Fenster West	0,864	
6	Fenster horizontal	A	92,80	m²		Fenster horizontal	1,171	
7	Außentür	A	11,99	m²		Fläche der Außentür bitte selbst im entsprechenden Bauteil abziehen	Außentür	0,864
8	Außenwand Außenluft	A	2071,24	m²		Fensterflächen werden bei den Einzelflächen abgezogen, die im Blatt "Fenster" angegeben sind.	Außenwand Außenluft	0,128
9	Außenwand Erdreich	B	759,68	m²		Temperaturzone "A" ist Außenluft	Außenwand Erdreich	0,144
10	Dach/Decken Außenluft	A	2486,76	m²		Temperaturzone "B" ist Erdreich	Dach/Decken Außenluft	0,105
11	Bodenplatte	B	2579,56	m²			Bodenplatte	0,176
12			0,00	m²		Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
13			0,00	m²		Temperaturzone "A", "B", "P" und "X" dürfen verwendet werden. NICHT "I"		
14		X	0,00	m²		Temperaturzone "X": Bitte Temperaturgewichtfaktor hier selbst eingeben (0 < f _t < 1): 75%		
						WBV - Übersicht	▼ [W/(m²K)]	
15	Wärmebrücken Außenluft	A	2071,24	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Außenluft	0,060	
16	Wärmebrücken Perimeter	P	0,00	m	Einheit in lfm; Temperaturzone "P" ist Perimeter (siehe Erdreichblatt)	Wärmebrücken Perimeter		
17	Wärmebrücken Bodenplatte	B	0,00	m	Einheit in lfm	Wärmebrücken Bodenplatte		
18	Wand zum Nachbarn	I	0,00	m²	kein Wärmeverlust, nur für die Heizlastauslegung berücksichtigen	Wand zum Nachbarn		
Summe thermische Hülle						Mittel thermische Hülle	0,264	

Flächeneingabe											Auswahl des zugehörigen Bauteilaufbaus	Nr.	U-Wert [W/(m²K)]			
Fläche Nr.	Bauteil Bezeichnung	zu Gruppe Nr.	Zuordnung zu Gruppe	Anzahl	x (	a [m]	x	b [m]	+ Eigene Ermittlung [m²]	- eigener Abzug [m²]				- Abzug Fenster [m²]	) = Fläche [m²]
	Energiebezugsfläche	1	Energiebezugsfläche	1	x (x		+ 6663,09	-) = 6663,1				
	Fenster Nord	2	Fenster Nord	1	x (		x					) = 576,9	Wert aus Fensterblatt		0,864
	Fenster Ost	3	Fenster Ost	1	x (		x					) = 96,7	Wert aus Fensterblatt		0,864
	Fenster Süd	4	Fenster Süd	1	x (		x					) = 564,6	Wert aus Fensterblatt		0,864
	Fenster West	5	Fenster West	1	x (		x					) = 96,7	Wert aus Fensterblatt		0,864
	Fenster horizontal	6	Fenster horizontal	1	x (		x					) = 92,8	Wert aus Fensterblatt		0,864
	Außentür	7	Außentür	4,8	x (	1,14	x	2,20	+		-	) = 12,0	U-Wert Außentür		1,17
1	Wand Süd Südriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	71,00	x	10,96	+		-	) = 349,7	Außenwand Elementbauweise	2	0,128
2	Wand Ost Südriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	12,78	x	7,54	+		-	) = 11,2	Außenwand massiv	1	0,128
3	Wand Ost Südriegel	9	Außenwand Erdreich	1	x (	12,78	x	3,42	+		-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	7	0,134
4	Wand West Südriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	12,78	x	7,54	+		-	) = 14,0	Außenwand massiv	1	0,128
5	Wand West Südriegel	9	Außenwand Erdreich	1	x (	12,78	x	3,42	+		-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	7	0,134
6	Wand Nord Südriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	71,00	x	7,54	+	304,10	-	) = 39,4	Außenwand massiv	1	0,128
7	Wand Nord Südriegel	9	Außenwand Erdreich	1	x (	71,00	x	3,42	+	136,80	-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	5	0,166
8	Wand Süd Nordriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	81,00	x	10,61	+	426,90	-	) = 126,9	Außenwand massiv	1	0,128
9	Wand Süd Nordriegel	9	Außenwand Erdreich	1	x (	81,00	x	3,42	+	136,80	-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	5	0,166
10	Wand Ost Nordriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	17,78	x	10,61	+	2,50	-	) = 19,5	Außenwand massiv	1	0,128
11	Wand Ost Nordriegel	9	Außenwand Erdreich	1	x (	17,78	x	3,42	+		-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	7	0,134
12	Wand West Nordriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	17,78	x	10,61	+		-	) = 16,7	Außenwand massiv	1	0,128
13	Wand West Nordriegel	9	Außenwand Erdreich	1	x (	17,78	x	3,42	+		-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	7	0,134
14	Wand Nord Nordriegel	8	Außenwand Außenluft	1	x (	81,00	x	14,03	+		-	) = 501,9	Außenwand Elementbauweise	2	0,128
15	Bodenplatte Südriegel	11	Bodenplatte	1	x (	71,00	x	12,78	+		-	) = 0,0	Bodenplatte	3	0,176
16	Bodenplatte Nordriegel	11	Bodenplatte	1	x (	81,00	x	17,78	+		-	) = 0,0	Bodenplatte	3	0,176
17	Bodenplatte Atrium	11	Bodenplatte	1	x (	40,00	x	5,80	+		-	) = 0,0	Bodenplatte	3	0,176
18	Dach Südriegel	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (	71,00	x	12,78	+		-	) = 0,0	Dach	4	0,095
19	Dach Nordriegel	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (	81,00	x	17,78	+		-	) = 0,0	Dach	4	0,095
20	Wand West Atrium	9	Außenwand Erdreich	1	x (	5,80	x	3,42	+		-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	7	0,134
21	Wand Ost Atrium	9	Außenwand Erdreich	1	x (	5,80	x	3,42	+		-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	7	0,134
22	Wand West Atrium	8	Außenwand Außenluft	1	x (	5,80	x	11,78	+		-	) = 66,0	Außenwand massiv	1	0,128
23	Wand Ost Atrium	8	Außenwand Außenluft	1	x (	5,80	x	11,78	+		-	) = 66,0	Außenwand massiv	1	0,128
24	Dach Atrium	10	Dach/Decken Außenluft	1	x (	5,80	x	40,00	+	13,57	-	) = 92,8	Dach Atrium	8	0,158
25	Wand Doppelbodenbereich	9	Außenwand Erdreich	1	x (	304,30	x	0,87	+		-	) = 0,0	Außenwand massiv gg. Erdreich	7	0,134
26	Wand Süd Atrium	8	Außenwand Außenluft	32	x (	1,25	x	2,20	+		-	) = 88,0	Außenwand Elementbauweise	2	0,128
27	Wand Nord Atrium	8	Außenwand Außenluft	32	x (	1,25	x	0,89	+		-	) = 35,6	Außenwand Elementbauweise	2	0,128
28	Abluftventilatoren	10	Dach/Decken Außenluft	4	x (		x		+	3,39	-	) = 0,0	Abluftventilator	6	1,359
29				1	x (		x		+		-	) = 0,0			0
30				1	x (		x		+		-	) = 0,0			0

Wärmebrückeneingabe

Nr. WBV	Wärmebrücken Anschluss- bzw. Fehlstellen-Bezeichnung	Gruppe Nr.	Zuordnung an Gruppe	Anzahl	x (	Eigene Ermittlung Länge [m]	-	Abzug Länge eigene Ermittlung [m]	=	Länge l [m]	Eingabe des Wärmebrücken-Verlust-Koeffizienten W/(mK)	Ψ W/(mK)
1	Metalldübel in Außenwand m	15	Wärmebrücken Außenluft	1	x (	2071,24	-	) =		2071,24	Metalldübel in Außenwand mass	0,060
2	Wärmebrückenzuschlag bei Abstand				x (		-	) =			Wärmebrückenzuschlag bei Abstand Dübel 1,2	
3					x (-) =				
4					x (-) =				
5					x (-) =				
6					x (-) =				
7					x (-) =				
8					x (-) =				

Passivhaus-Projektierung

U-WERTE DER BAUTEILE

Objekt: Schule FOS-BOS Erding

ruhende Luftschichten -> Hilfsmittel rechts

7 Außenwand massiv gg. Erdreich (Giebel)						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : 0,13						
außen R _{sa} : 0,00						
						Summe Breite
						Dicke [mm]
1.	Innenputz	0,350				15
2.	Stahlbeton	2,100				200
3.	Wärmedämmung	0,039				280
4.	Bitumenabdichtung	0,150				3
5.						
6.						
7.						
8.						
			Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3
			 			
U-Wert:						0,134 W/(m ² K)

8 Dach Atrium						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : 0,10						
außen R _{sa} : 0,04						
						Summe Breite
						Dicke [mm]
1.	Gipskartonplatte	0,350	Gipskartonplatte	0,350		13
2.	Dampfbremse					2
3.	Mineralwolldämmung	0,035	Brettschichtholz	0,130		280
4.	Holzschalung					24
5.	Dichtungsbahn					
6.						
7.						
8.						
			Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3
			11,2%			
U-Wert:						0,158 W/(m ² K)

Passivhaus-Projektierung

REDUKTIONSFAKTOR SOLARE EINSTRAHLUNG, FENSTER-U-WERT

Objekt: **Schule FOS-BOS Erding**

Heizwärme: **10** kWh/(m²a)

Heizgradstunden: **84,0**

Klima:	Standard										
Ausrichtung der Fensterfläche	Globalstrahlung (Hauptrichtungen)	Verschattung	Ver-schmutzung	nicht-senkrecht-er Strahlungseinfall	Verglasungsanteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fenster-Fläche	Fenster-U-Wert	Verglasungs-Fläche	mittlere Globalstrahlung
maximal:	kWh/(m²a)							m²	W/(m²K)	m²	kWh/(m²a)
Nord	140	0,69	0,95	0,85	0,674	0,51	0,37	576,91	0,86	388,7	143
Ost	220	0,52	0,95	0,85	0,739	0,52	0,31	96,70	0,86	71,5	191
Süd	370	0,70	0,95	0,85	0,676	0,50	0,38	564,56	0,86	381,9	362
West	230	0,61	0,95	0,85	0,739	0,52	0,36	96,70	0,86	71,5	263
Horizontal	360	0,75	0,95	0,85	0,682	0,52	0,41	92,80	0,86	63,3	434
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,51	0,37	1427,67	0,864	977,0	

Transmissionsverluste	Wärmeangebot Solarstrahlung
kWh/a	kWh/a
41870	15890
7018	2968
40974	39015
7018	4800
6735	8651
103614	71324

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung Grad	Neigung gegen die Horizontale Grad	Orientierung	Rohbaumaße Fenster		eingebaut		Verglasung		Rahmen		g-Wert	U-Werte		Rahmenmaße				Einbau				Ψ-Werte		Ergebnisse				
					Breite	Höhe	in Fläche im Flächenblatt	Nr	Auswahl Verglasung aus FenTyp	Nr	Auswahl Rahmen aus FenTyp	Nr		senkr. Einstrahlung	Verglasung	Rahmen	Breite links	Breite rechts	Breite unten	Breite oben	links 1/0	rechts 1/0	unten 1/0	oben 1/0	Ψ _{Glasrand}	Ψ _{Einbau}	Fensterfläche	Verglasungsfläche	U-Wert Fenster	Glasanteil je Fenster
					m	m	auswählen:	auswählen:	auswählen:	W/(m²K)	W/(m²K)	m		m	m	m	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	m²	m²	W/(m²K)
3	Typ A UG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	8,4	5,73	0,86	0,68	
21	Typ B UG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	59,1	40,13	0,86	0,68	
7	Typ C UG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	19,7	13,38	0,86	0,68	
4	Typ D UG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	11,3	7,64	0,86	0,68	
3	Typ E UG	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	10,7	7,48	0,86	0,70	
4	Typ F UG	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	14,3	9,97	0,86	0,70	
0	Typ G UG	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00			
0	Typ H UG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00			
0	Typ I UG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00			
5	Typ A EG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	14,1	9,55	0,86	0,68	
14	Typ B EG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	39,4	26,75	0,86	0,68	
4	Typ C EG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	11,3	7,64	0,86	0,68	
5	Typ D EG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	14,1	9,55	0,86	0,68	
1	Typ E EG	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	3,6	2,49	0,86	0,70	
2	Typ F EG	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	7,1	4,99	0,86	0,70	
3	Typ G EG	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	10,7	7,48	0,86	0,70	
1	Typ H EG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	2,8	1,91	0,86	0,68	
0	Typ I EG	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00			
3	Typ A 10G	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	8,4	5,73	0,86	0,68	
21	Typ B 10G	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	59,1	40,13	0,86	0,68	
7	Typ C 10G	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	19,7	13,38	0,86	0,68	
4	Typ D 10G	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	11,3	7,64	0,86	0,68	
3	Typ E 10G	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	10,7	7,48	0,86	0,70	
4	Typ F 10G	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	14,3	9,97	0,86	0,70	
0	Typ G 10G	164	90	Süd	1,250	2,850	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00			
0	Typ H 10G	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00			
0	Typ I 10G	164	90	Süd	1,250	2,250	Wand Süd Südriegel	1	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00			
1	Typ J EG	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67	
12	Typ K EG	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	30,0	20,02	0,86	0,67	
1	Typ L EG	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67	
1	Typ J 10G	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67	
12	Typ K 10G	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	30,0	20,02	0,86	0,67	
1	Typ L 10G	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67	
1	Typ J 20G	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67	
12	Typ K 20G	164	90	Süd	1,250	2,000	Wand Süd Nordriegel	8	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahm	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000						

Passivhaus-Projektierung

REDUKTIONSFAKTOR SOLARE EINSTRAHLUNG, FENSTER-U-WERT

Objekt: **Schule FOS-BOS Erding**

Heizwärme: **10** kWh/(m²a)

Heizgradstunden: **84,0**

Klima:	Standard										
Ausrichtung der Fensterfläche	Globalstrahlung (Hauptrichtungen)	Verschattung	Ver-schmutzung	nicht-senkrecht-er Strahlungs-einfall	Vergla-sungs-anteil	g-Wert	Abminderungs-faktor solare Einstrahlung	Fenster-Fläche	Fenster-U-Wert	Vergla-sungs-Fläche	mittlere Globalstrahlung
maximal:	kWh/(m²a)							m²	W/(m²K)	m²	kWh/(m²a)
Nord	140	0,69	0,95	0,85	0,674	0,51	0,37	576,91	0,86	388,7	143
Ost	220	0,52	0,95	0,85	0,739	0,52	0,31	96,70	0,86	71,5	191
Süd	370	0,70	0,95	0,85	0,676	0,50	0,38	564,56	0,86	381,9	362
West	230	0,61	0,95	0,85	0,739	0,52	0,36	96,70	0,86	71,5	263
Horizontal	360	0,75	0,95	0,85	0,682	0,52	0,41	92,80	0,86	63,3	434
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,51	0,37	1427,67	0,864	977,0	

84,0	
Transmissions-verluste	Wärme-angebot Solarstrah-lung
kWh/a	kWh/a
41870	15890
7018	2968
40974	39015
7018	4800
6735	8651
103614	71324

An-zahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrich-tung Grad	Neigung gegen die Horizontale Grad	Orientie-rung	Rohbaumaße Fenster		eingebaut		Verglasung		Rahmen		g-Wert	U-Werte		Rahmenmaße				Einbau				Ψ-Werte		Ergebnisse			Glas-anteil je Fenster %
					Breite m	Höhe m	in Fläche im Flächenblatt	Nr	Auswahl Verglasung aus FenTyp	Nr	Auswahl Rahmen aus FenTyp	Nr		senkr. Einstrahl-lung	Vergla-sung	Rahmen	Breite links m	Breite rechts m	Breite unten m	Breite oben m	links 1/0	rechts 1/0	unten 1/0	oben 1/0	Ψ _{Glasrand} W/(mK)	Ψ _{Einbau} W/(mK)	Fenster-fläche m²	Vergla-sungs-fläche m²		U-Wert W/(m²K)
1	Typ D UG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	2,8	1,91	0,86	0,68
6	Typ E UG	344	90	Nord	1,250	2,850	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	21,4	14,96	0,86	0,70
4	Typ F UG	344	90	Nord	1,250	2,850	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	14,3	9,97	0,86	0,70
0	Typ H UG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00		
3	Typ I UG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	8,4	5,73	0,86	0,68
0	Typ M UG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00		
6	Typ N UG	344	90	Nord	1,250	2,850	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	21,4	14,96	0,86	0,70
1	Typ O UG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	2,8	1,91	0,86	0,68
19	Typ A ab EG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	53,4	36,31	0,86	0,68
55	Typ B ab EG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	154,7	105,10	0,86	0,68
9	Typ C ab EG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	25,3	17,20	0,86	0,68
18	Typ D ab EG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	50,6	34,40	0,86	0,68
7	Typ E ab EG	344	90	Nord	1,250	2,850	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	24,9	17,45	0,86	0,70
4	Typ F ab EG	344	90	Nord	1,250	2,850	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	14,3	9,97	0,86	0,70
2	Typ I ab EG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	5,6	3,82	0,86	0,68
0	Typ M ab EG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00		
16	Typ N ab EG	344	90	Nord	1,250	2,850	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	57,0	39,89	0,86	0,70
0	Typ O ab EG	344	90	Nord	1,250	2,250	Wand Nord Nordriegel	14	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00		
1	Typ J EG	344	90	Nord	1,250	2,000	Wand Nord Südriegel	6	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67
4	Typ K EG	344	90	Nord	1,250	2,000	Wand Nord Südriegel	6	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	10,0	6,67	0,86	0,67
1	Typ L EG	344	90	Nord	1,250	2,000	Wand Nord Südriegel	6	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67
1	Typ J LOG	344	90	Nord	1,250	2,000	Wand Nord Südriegel	6	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67
4	Typ K LOG	344	90	Nord	1,250	2,000	Wand Nord Südriegel	6	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	10,0	6,67	0,86	0,67
1	Typ L LOG	344	90	Nord	1,250	2,000	Wand Nord Südriegel	6	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	2,5	1,67	0,86	0,67
2	Typ P	254	90	West	3,100	0,900	Wand West Nordriegel	12	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	5,6	3,50	0,86	0,63
4	Typ Q	254	90	West	3,100	0,900	Wand West Nordriegel	12	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	11,2	6,99	0,86	0,63
5	Typ R	254	90	West	3,100	0,900	Wand West Südriegel	4	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	14,0	8,74	0,86	0,63
1	Typ 1	254	90	West	1,930	3,500	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79
1	Typ 2	254	90	West	1,930	3,500	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79
1	Typ 3	254	90	West	1,930	3,500	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	0	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79
1	Typ 4	254	90	West	1,930	3,500	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	0	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79
1	Typ 5	254	90	West	1,930	3,500	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	0	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79
1	Typ 6	254	90	West	1,930	3,500	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	0	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79
1	Typ 7	254	90	West	1,930	4,900	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	0	1	0,000	0,000	9,5	7,62	0,86	0,81
1	Typ 8	254	90	West	1,930	4,400	Wand West Atrium	22	Low-E 0.74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	0	1	0,000	0,000	8,5	6,80	0,86	0,80
1	Typ 9	254	90	West	1,930																								

Passivhaus-Projektierung

REDUKTIONSFAKTOR SOLARE EINSTRahlung, FENSTER-U-WERT

Objekt: **Schule FOS-BOS Erding**

Heizwärme: **10** kWh/(m²a)

Heizgradstunden:

Klima:	Standard					g-Wert	Abminderungs-faktor solare Einstrahlung	Fenster-Fläche	Fenster-U-Wert	Verglasungs-Fläche	mittlere Globalstrahlung
Ausrichtung der Fensterfläche	Globalstrahlung (Haupt-richtungen)	Verschattung	Ver-schmut-zung	nicht-senkrecht-er Strahlungs-einfall	Verglasungs-anteil		m²	W/(m²K)	m²	kWh/(m²a)	
maximal:	kWh/(m²a)	0,75	0,95	0,85	0,85						
Nord	140	0,69	0,95	0,85	0,674	0,51	0,37	576,91	0,86	388,7	
Ost	220	0,52	0,95	0,85	0,739	0,52	0,31	96,70	0,86	71,5	
Süd	370	0,70	0,95	0,85	0,676	0,50	0,38	564,56	0,86	381,9	
West	230	0,61	0,95	0,85	0,739	0,52	0,36	96,70	0,86	71,5	
Horizontal	360	0,75	0,95	0,85	0,682	0,52	0,41	92,80	0,86	63,3	
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,51	0,37	1427,67	0,864	977,0	

84,0	
Transmissions-verluste	Wärme-angebot Solarstrahlung
kWh/a	kWh/a
41870	15890
7018	2968
40974	39015
7018	4800
6735	8651
103614	71324

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung Grad	Neigung gegen die Horizontale Grad	Orientie-rung	Rohbaumaße Fenster		eingebaut		Verglasung		Rahmen		g-Wert	U-Werte				Rahmenmaße				Einbau				Ψ-Werte		Ergebnisse			
					Breite	Höhe	in Fläche im Flächenblatt	Nr	Auswahl Verglasung aus FenTyp	Nr	Auswahl Rahmen aus FenTyp	Nr		senkr. Einstrahlung	Verglasung	Rahmen	Breite links	Breite rechts	Breite unten	Breite oben	links 1/0	rechts 1/0	unten 1/0	oben 1/0	Ψ _{Glasrand}	Ψ _{Einbau}	Fenster-fläche	Verglasungs-fläche	U-Wert Fenster	Glas-anteil je Fenster	
					m	m	auswählen:	auswählen:	auswählen:	W/(m²K)	W/(m²K)	m	m	m	m	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Typ Q EG	74	90	Ost	3,100	0,900	Wand Ost Nordriegel	10	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	2,8	1,75	0,86	0,63		
1	Typ R EG	74	90	Ost	3,100	0,900	Wand Ost Südriegel	2	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	2,8	1,75	0,86	0,63		
1	Typ P 1OG	74	90	Ost	3,100	0,900	Wand Ost Nordriegel	10	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	2,8	1,75	0,86	0,63		
0	Typ Q 1OG	74	90	Ost	3,100	0,900	Wand Ost Nordriegel	10	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00				
3	Typ R 1OG	74	90	Ost	3,100	0,900	Wand Ost Südriegel	2	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	8,4	5,25	0,86	0,63		
4	Typ R 2OG	74	90	Ost	3,100	0,900	Wand Ost Nordriegel	10	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	11,2	6,99	0,86	0,63		
0	Typ Q 2OG	74	90	Ost	3,100	0,900	Wand Ost Nordriegel	10	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	0,0	0,00				
1	Typ 1	74	90	Ost	1,930	3,500	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79		
1	Typ 2	74	90	Ost	1,930	3,500	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79		
1	Typ 3	74	90	Ost	1,930	3,500	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79		
1	Typ 4	74	90	Ost	1,930	3,500	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	0	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79		
1	Typ 5	74	90	Ost	1,930	3,500	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	0	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79		
1	Typ 6	74	90	Ost	1,930	3,500	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	0	0	0,000	0,000	6,8	5,31	0,86	0,79		
1	Typ 7	74	90	Ost	1,930	4,900	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	0	1	0,000	0,000	9,5	7,62	0,86	0,81		
1	Typ 8	74	90	Ost	1,930	4,400	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	0	1	0,000	0,000	8,5	6,80	0,86	0,80		
1	Typ 9	74	90	Ost	1,930	3,900	Wand Ost Atrium	23	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	0	1	0,000	0,000	7,5	5,97	0,86	0,79		
32	Dach Atrium	164	19	Horizontal	2,320	1,250	Dach Atrium	24	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	92,8	63,32	0,86	0,68		
32	Atrium Fenst	344	90	Nord	0,890	1,250	Wand Nord Atrium	27	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	35,6	18,93	0,86	0,53		
32	Atrium Fenst	164	90	Süd	2,200	1,250	Wand Süd Atrium	26	Low-E 0,74 N 52	1	Passivhaus-Rahn	1	0,52	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	1	1	0,000	0,000	88,0	59,60	0,86	0,68		
1	QA	164	90	Süd	1,250	1,250	Wand Süd Nordriegel	8	Kellerfenster	2	Passivhaus-Rahn	1	0,00	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	1,6	0,94	0,86	0,60		
12	RA	164	90	Süd	1,250	1,250	Wand Süd Nordriegel	8	Kellerfenster	2	Passivhaus-Rahn	1	0,00	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	18,8	11,29	0,86	0,60		
1	SA	164	90	Süd	1,250	1,250	Wand Süd Nordriegel	8	Kellerfenster	2	Passivhaus-Rahn	1	0,00	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	1,6	0,94	0,86	0,60		
1	QA	344	90	Nord	1,250	1,250	Wand Nord Südriegel	6	Kellerfenster	2	Passivhaus-Rahn	1	0,00	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	1	0	1	1	0,000	0,000	1,6	0,94	0,86	0,60		
4	RA	344	90	Nord	1,250	1,250	Wand Nord Südriegel	6	Kellerfenster	2	Passivhaus-Rahn	1	0,00	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	0	1	1	0,000	0,000	6,3	3,76	0,86	0,60		
1	SA	344	90	Nord	1,250	1,250	Wand Nord Südriegel	6	Kellerfenster	2	Passivhaus-Rahn	1	0,00	0,86	0,86	0,14	0,14	0,14	0,14	0	1	1	1	0,000	0,000	1,6	0,94	0,86	0,60		
Summe:																								1427,7	977,0						

Passivhaus-Projektierung

BERECHNUNG VON VERSCHATTUNGSFAKTOREN

Klima: **Standard**
 Objekt: **Schule FOS-BOS Erding**
 Geogr. Breite: **51,3**

Orientierung	Verglasungsfläche m²	Abminderungs- faktor f _v
Nord	388,75	69%
Ost	71,50	52%
Süd	381,88	70%
West	71,50	61%
Horizontal	63,32	100%

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nordrichtung	Neigung gegen die Horizontale	Orientierung	Breite der Verglasung	Höhe der Verglasung	Verglasungsfläche A _F	Höhe des Verschattungsobjekts	Horizontalentfernung	Laibungstiefe Ü _{Laib}	Abstand des Verglasungsrandes zur Laibung a _{Laib}	Tiefe des Überstands Ü _{oben}	Abstand des oberen Verglasungsrandes zum Überstand a _{oben}	zusätzlicher Abminderungs- faktor Verschattung f _{so}	Abminderungs- faktor Verschattung Horizont	Abminderungs- faktor Verschattung Laibung	Abminderungs- faktor Verschattung Überstand	Abminderungs- faktor Verschattung Gesamt
		Grad	Grad		m b _F	m h _F		m h _{objekt}							m a _{horiz}	m Ü _{Laib}	m a _{Laib}	m Ü _{oben}	m a_{oben}	% f_{so}	% f_{Horiz}	% f_{Laib}	% f_{Ü}	% f_{v}
3	Typ A UG	164	90	Süd	0,97	1,97	5,7	2,43	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		77%	91%	86%	61%
21	Typ B UG	164	90	Süd	0,97	1,97	40,1	2,43	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		77%	91%	86%	61%
7	Typ C UG	164	90	Süd	0,97	1,97	13,4	2,43	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		77%	91%	86%	61%
4	Typ D UG	164	90	Süd	0,97	1,97	7,6	2,43	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		77%	91%	86%	61%
3	Typ E UG	164	90	Süd	0,97	2,57	7,5	3,13	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		67%	91%	88%	54%
4	Typ F UG	164	90	Süd	0,97	2,57	10,0	3,13	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		67%	91%	88%	54%
0	Typ G UG	164	90	Süd	0,97	2,57	0,0	3,13	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		67%	91%	88%	54%
0	Typ H UG	164	90	Süd	0,97	1,97	0,0	2,43	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		77%	91%	86%	61%
0	Typ I UG	164	90	Süd	0,97	1,97	0,0	2,43	7,00	0,23	0,050	1,60	0,43		77%	91%	86%	61%
5	Typ A EG	164	90	Süd	0,97	1,97	9,6	6,94	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		92%	91%	86%	72%
14	Typ B EG	164	90	Süd	0,97	1,97	26,8	6,94	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		92%	91%	86%	72%
4	Typ C EG	164	90	Süd	0,97	1,97	7,6	6,94	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		92%	91%	86%	72%
5	Typ D EG	164	90	Süd	0,97	1,97	9,6	6,94	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		92%	91%	86%	72%
1	Typ E EG	164	90	Süd	0,97	2,57	2,5	7,64	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		90%	91%	88%	72%
2	Typ F EG	164	90	Süd	0,97	2,57	5,0	7,64	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		90%	91%	88%	72%
3	Typ G EG	164	90	Süd	0,97	2,57	7,5	7,64	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		90%	91%	88%	72%
1	Typ H EG	164	90	Süd	0,97	1,97	1,9	6,94	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		92%	91%	86%	72%
0	Typ I EG	164	90	Süd	0,97	1,97	0,0	6,94	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		92%	91%	86%	72%
3	Typ A 10G	164	90	Süd	0,97	1,97	5,7	3,51	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		97%	91%	86%	76%
21	Typ B 10G	164	90	Süd	0,97	1,97	40,1	3,51	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		97%	91%	86%	76%
7	Typ C 10G	164	90	Süd	0,97	1,97	13,4	3,51	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		97%	91%	86%	76%
4	Typ D 10G	164	90	Süd	0,97	1,97	7,6	3,51	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		97%	91%	86%	76%
3	Typ E 10G	164	90	Süd	0,97	2,57	7,5	4,21	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		96%	91%	88%	77%
4	Typ F 10G	164	90	Süd	0,97	2,57	10,0	4,21	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		96%	91%	88%	77%
0	Typ G 10G	164	90	Süd	0,97	2,57	0,0	4,21	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		96%	91%	88%	77%
0	Typ H 10G	164	90	Süd	0,97	1,97	0,0	3,51	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		97%	91%	86%	76%
0	Typ I 10G	164	90	Süd	0,97	1,97	0,0	3,51	36,00	0,23	0,050	1,60	0,43		97%	91%	86%	76%
1	Typ J EG	164	90	Süd	0,97	1,72	1,7	10,26	8,80	0,23	0,050				21%	91%	100%	19%
12	Typ K EG	164	90	Süd	0,97	1,72	20,0	10,26	8,80	0,23	0,050				21%	91%	100%	19%
1	Typ L EG	164	90	Süd	0,97	1,72	1,7	10,26	8,80	0,23	0,050				21%	91%	100%	19%
1	Typ J 10G	164	90	Süd	0,97	1,72	1,7	6,83	8,80	0,23	0,050				38%	91%	100%	35%
12	Typ K 10G	164	90	Süd	0,97	1,72	20,0	6,83	8,80	0,23	0,050				38%	91%	100%	35%
1	Typ L 10G	164	90	Süd	0,97	1,72	1,7	6,83	8,80	0,23	0,050				38%	91%	100%	35%
1	Typ J 20G	164	90	Süd	0,97	1,72	1,7	3,40	8,80	0,23	0,050				73%	91%	100%	67%
12	Typ K 20G	164	90	Süd	0,97	1,72	20,0	3,40	8,80	0,23	0,050				73%	91%	100%	67%
1	Typ L 20G	164	90	Süd	0,97	1,72	1,7	3,40	8,80	0,23	0,050				73%	91%	100%	67%
7	Typ A UG	344	90	Nord	0,97	1,97	13,4			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
9	Typ B UG	344	90	Nord	0,97	1,97	17,2			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
1	Typ D UG	344	90	Nord	0,97	1,97	1,9			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
6	Typ E UG	344	90	Nord	0,97	2,57	15,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	77%	68%
4	Typ F UG	344	90	Nord	0,97	2,57	10,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	77%	68%
0	Typ H UG	344	90	Nord	0,97	1,97	0,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
3	Typ I UG	344	90	Nord	0,97	1,97	5,7			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
0	Typ M UG	344	90	Nord	0,97	1,97	0,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
6	Typ N UG	344	90	Nord	0,97	2,57	15,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	77%	68%
1	Typ O UG	344	90	Nord	0,97	1,97	1,9			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
19	Typ A ab EG	344	90	Nord	0,97	1,97	36,3			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
55	Typ B ab EG	344	90	Nord	0,97	1,97	105,1			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
9	Typ C ab EG	344	90	Nord	0,97	1,97	17,2			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%

Anzahl	Bezeichnung	Abweichung zur Nord-richtung	Neigung gegen die Horizontale	Orientierung	Breite der Verglasung	Höhe der Verglasung	Verglasungsfläche	Höhe des Verschattungsobjekts	Horizontalentfernung	Laibungstiefe	Abstand des Verglasungsrandes zur Laibung	Tiefe des Überstands	Abstand des oberen Verglasungsrandes zum Überstand	zusätzlicher Abminderungsfaktor Verschattung	Abminderungsfaktor Verschattung Horizont	Abminderungsfaktor Verschattung Laibung	Abminderungsfaktor Verschattung Überstand	Abminderungsfaktor Verschattung Gesamt
		Grad	Grad		m	m	A _F	m	m	m	m	a _{Lab}	ü _{oben}	a _{oben}	f _{so}	%	%	%
					b _F	h _F		h _{Objekt}	a _{Horiz}	ü _{Lab}	a _{Lab}	ü _{oben}	a _{oben}		r _H	r _L	r _Ü	r _V
18	Typ D ab EG	344	90	Nord	0,97	1,97	34,4			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
7	Typ E ab EG	344	90	Nord	0,97	2,57	17,5			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	77%	68%
4	Typ F ab EG	344	90	Nord	0,97	2,57	10,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	77%	68%
2	Typ I ab EG	344	90	Nord	0,97	1,97	3,8			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
0	Typ M ab EG	344	90	Nord	0,97	1,97	0,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
16	Typ N ab EG	344	90	Nord	0,97	2,57	39,9			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	77%	68%
0	Typ O ab EG	344	90	Nord	0,97	1,97	0,0			0,23	0,050	1,60	0,43		100%	88%	73%	64%
1	Typ J EG	344	90	Nord	0,97	1,72	1,7			0,23	0,050				100%	88%	100%	88%
4	Typ K EG	344	90	Nord	0,97	1,72	6,7			0,23	0,050				100%	88%	100%	88%
1	Typ L EG	344	90	Nord	0,97	1,72	1,7			0,23	0,050				100%	88%	100%	88%
1	Typ J 10G	344	90	Nord	0,97	1,72	1,7			0,23	0,050				100%	88%	100%	88%
4	Typ K 10G	344	90	Nord	0,97	1,72	6,7			0,23	0,050				100%	88%	100%	88%
1	Typ L 10G	344	90	Nord	0,97	1,72	1,7			0,23	0,050				100%	88%	100%	88%
2	Typ P	254	90	West	2,82	0,62	3,5			0,23	0,050				100%	94%	100%	94%
4	Typ Q	254	90	West	2,82	0,62	7,0			0,23	0,050				100%	94%	100%	94%
5	Typ R	254	90	West	2,82	0,62	8,7			0,23	0,050				100%	94%	100%	94%
1	Typ 1	254	90	West	1,65	3,22	5,3			12,00	1,80				100%	27%	100%	27%
1	Typ 2	254	90	West	1,65	3,22	5,3			12,00	1,80				100%	27%	100%	27%
1	Typ 3	254	90	West	1,65	3,22	5,3			12,00	1,80				100%	27%	100%	27%
1	Typ 4	254	90	West	1,65	3,22	5,3			7,00	1,80				100%	39%	100%	39%
1	Typ 5	254	90	West	1,65	3,22	5,3			7,00	1,80				100%	39%	100%	39%
1	Typ 6	254	90	West	1,65	3,22	5,3			7,00	1,80				100%	39%	100%	39%
1	Typ 7	254	90	West	1,65	4,62	7,6			2,00	1,80				100%	73%	100%	73%
1	Typ 8	254	90	West	1,65	4,12	6,8			2,00	1,80				100%	73%	100%	73%
1	Typ 9	254	90	West	1,65	3,62	6,0			2,00	1,80				100%	73%	100%	73%
1	Typ P EG	74	90	Ost	2,82	0,62	1,7	10,87	12,10	0,23	0,050				47%	94%	100%	44%
1	Typ Q EG	74	90	Ost	2,82	0,62	1,7	10,87	12,10	0,23	0,050				47%	94%	100%	44%
1	Typ R EG	74	90	Ost	2,82	0,62	1,7	10,87	12,10	0,23	0,050				47%	94%	100%	44%
1	Typ P 10G	74	90	Ost	2,82	0,62	1,7	6,47	12,10	0,23	0,050				62%	94%	100%	58%
0	Typ Q 10G	74	90	Ost	2,82	0,62	0,0	6,47	12,10	0,23	0,050				62%	94%	100%	58%
3	Typ R 10G	74	90	Ost	2,82	0,62	5,2	6,47	12,10	0,23	0,050				62%	94%	100%	58%
4	Typ R 20G	74	90	Ost	2,82	0,62	7,0	2,71	12,10	0,23	0,050				81%	94%	100%	76%
0	Typ Q 20G	74	90	Ost	2,82	0,62	0,0	2,71	12,10	0,23	0,050				81%	94%	100%	76%
1	Typ 1	74	90	Ost	1,65	3,22	5,3			12,00	1,80				100%	27%	100%	27%
1	Typ 2	74	90	Ost	1,65	3,22	5,3			12,00	1,80				100%	27%	100%	27%
1	Typ 3	74	90	Ost	1,65	3,22	5,3			12,00	1,80				100%	27%	100%	27%
1	Typ 4	74	90	Ost	1,65	3,22	5,3			7,00	1,80				100%	39%	100%	39%
1	Typ 5	74	90	Ost	1,65	3,22	5,3			7,00	1,80				100%	39%	100%	39%
1	Typ 6	74	90	Ost	1,65	3,22	5,3			7,00	1,80				100%	39%	100%	39%
1	Typ 7	74	90	Ost	1,65	4,62	7,6			2,00	1,80				100%	73%	100%	73%
1	Typ 8	74	90	Ost	1,65	4,12	6,8			2,00	1,80				100%	73%	100%	73%
1	Typ 9	74	90	Ost	1,65	3,62	6,0			2,00	1,80				100%	73%	100%	73%
32	Dach Atrium	164	19	Horizontal	2,04	0,97	63,3								100%	100%	100%	100%
32	Atrium Fenster	344	90	Nord	0,61	0,97	18,9								100%	100%	100%	100%
32	Atrium Fenster	164	90	Süd	1,92	0,97	59,6								100%	100%	100%	100%
1	QA	164	90	Süd	0,97	0,97	0,9								100%	100%	100%	100%
12	RA	164	90	Süd	0,97	0,97	11,3								100%	100%	100%	100%
1	SA	164	90	Süd	0,97	0,97	0,9								100%	100%	100%	100%
1	QA	344	90	Nord	0,97	0,97	0,9								100%	100%	100%	100%
4	RA	344	90	Nord	0,97	0,97	3,8								100%	100%	100%	100%
1	SA	344	90	Nord	0,97	0,97	0,9								100%	100%	100%	100%

Passivhaus-Projektierung

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME MONATSVERFAHREN

(auf dieser Seite dargestellt werden die Heizzeitsummen des Monatsverfahrens)

Klima:	Standard Deutschland	Innentemperatur:	20 °C
Objekt:	Schule FOS-BOS Erding	Gebäudetyp/Nutzung:	Schule
Standort:		Energiebezugsfläche A _{EB} :	6663,1 m ²
spez. Kapazität:	204 Wh/(m ² K) (Eingabe im Blatt "Sommer")		

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Red.Fak. Mon.	G _i kKh/a	kWh/a	pro m ² Energie- bezugsfläche
1. Außenwand Außenluft	A	2071,2	0,128	1,00	80	21095	
2. Außenwand Erdreich	B	759,7	0,144	1,00	52	5652	
3. Dach/Decken Außenluft	A	2486,8	0,105	1,00	80	20751	
4. Bodenplatte	B	2579,6	0,176	1,00	52	23434	
5.	A			1,00			
6.	A			1,00			
7.	X			0,75			
8. Fenster	A	1427,7	0,864	1,00	80	98309	
9. Außentür	A	12,0	1,171	1,00	80	1118	
10. Wbrücken außen (Länge/m)	A	2071,2	0,060	1,00	80	9905	
11. Wbrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00			
12. Wbrücken Boden (Länge/m)	B			1,00			

Transmissionswärmeverluste Q_T

Summe 180265 27,1 kWh/(m²a)

wirksames Luftvolumen V_L = $\frac{A_{EB}}{\text{lichte Raumhöhe}}$ = $\frac{6663}{2,50}$ = 16658 m³

wirksamer Luftwechsel außen n_{L,e} = $\frac{n_{L,Anlage}}{1 - \eta^{*EWÜ}}$ = $\frac{0,308}{1 - 0}$ = 0,308 1/h
 wirksamer Luftwechsel Erdreich n_{L,g} = $\frac{n_{L,Anlage}}{1 - \eta^{*WRG}}$ = $\frac{0,308}{1 - 0,76}$ = 0,000 1/h

Lüftungsverlust außen Q_{L,a}

Lüftungsverlust Erdreich Q_{L,e}

Lüftungswärmeverluste Q_L

V _L m ³	n _{L,aqu} Anteil 1/h	Q _{L,ist} Wh/(m ² K)	G _i kKh/a	kWh/a	kWh/(m ² a)
16658	0,093	0,33	80	40576	6,1
16658	0,000	0,33	52	0	0,0
Summe				40576	6,1

Summe Wärmeverluste Q_V

(180265 + 40576) * $\left\{ \begin{matrix} \text{Reduktionsfaktor} \\ \text{Nacht-/Wochenend-} \\ \text{absenkung} \end{matrix} \right.$ = 220840 33,1 kWh/(m²a)

Ausrichtung der Fläche

Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster

g-Wert (senkr. Einstr.)

Fläche m²

Globalstrahlung kWh/(m²a)

kWh/a

1. Nord	0,37	0,51	576,9	126	13988
2. Ost	0,31	0,52	96,7	174	2704
3. Süd	0,38	0,50	564,6	345	37194
4. West	0,36	0,52	96,7	245	4473
5. Horizontal	0,41	0,52	92,8	390	7777
6. Summe opake Flächen					0

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S

Summe 66136 9,9 kWh/(m²a)

Innere Wärmequellen Q_I

0,024 * 212 * 2,8 * 6663,1 = 94925 14,2 kWh/(m²a)

Freie Wärme Q_F

Q_S + Q_I = 161061 24,2 kWh/(m²a)

Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten

Q_F / Q_V = 0,73

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_G

= 94%

Wärmegewinne Q_G

η_G * Q_F = 151572 22,7 kWh/(m²a)

Heizwärmebedarf Q_H

Q_V - Q_G = 69268 10 kWh/(m²a)

Grenzwert

kWh/(m²a)
15

Anforderung erfüllt? ja (ja/nein)

15.6 Abschätzung Primärenergiebedarf Haustechnik

Aktualisierung Energiekennwerte in Anlehnung an "Leitfaden elektrische Energie"

erstellt von IPS; aktualisiert von IBH

Bilanzraum: FOS/Bos Erding ohne Küche

Beleuchtung	Klassenzimmer	Fachräume	Gruppenräume	Büro	Nebenräume	Verkehrsflächen	Sanitär
Teilfläche in m²	2.030	808	451	156	980	2.897	252
installierte Leistung W/m²	8,0	12,4	8,0	8,8	7,5	6,4	7,2
Betriebsstunden h/a	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680
Vollbetriebszeitfaktor	0,53	0,48	0,42	0,69	0,20	0,70	0,80
Strombedarf Beleuchtung kWh/a	14.375	8.079	2.546	1.578	2.470	21.804	2.422
Strombedarf Beleuchtung kWh/a	53.274						

Heizung	
Heizen	
Wärmeverbrauch kWh/a	78.765
Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeugung	1,00
Wirkungsgrad Wärmeverteilung	0,95
Endenergie Heizen kWh/a	82.911
Lufterwärmung	
Volumenstrom	15.000
Volumenstromäq. Vollaststunden h/a	941
Wh/m³h	3.000
kWh/a	9.666
Anlagenaufwandszahl Wärmeerzeugung	1.108
Endenergie Lufterwärmung kWh/a	10.710
Wärmeverteilung	
Leistungsaufnahme gesamt in kW	0,92
Jährliche Laufzeit	1900
Endenergie Wärmeverteilung kWh/a	1748

Warmwasser	
Wassermenge direkt elektrisch erwärmt pro m² u. Arbeitstag	0,3
Kaltwassertemperatur in °C	10
Gewünschte Temperatur in °C	40
Aufschlag für Speicher-/Leistungsverluste in %	20
EBF in m²	7.574
Strombedarf WW kWh/a	23.758

Kühlen	
Brunnenpumpe	
Abschätzung Strombedarf Brunnenpumpe kWh/a	8.676
Weitere Pumpen für Kühlung	
Pumpenleistung Kühlung RLT kW	0,4
Energieäq. Vollaststunden h/a	542
Endenergie Pumpen RLT Kühlen kWh/a	217
Pumpenleistung Teillastbetrieb Kühlung Informatik kW	0,1
Betriebsstunden im Teillastbetrieb h/a	876
Endenergie Pumpen Kühlen kWh/a	88
Pumpenleistung Teillastbetrieb Kühlung Server kW	0,3
Betriebsstunden im Teillastbetrieb h/a	8.760
Endenergie Pumpen Kühlen kWh/a	2.628

Luftförderung	Klassenzimmer	Nachtlüftung	Innenliegend	Abschätzung weiterer Ventilatoren	Summe
Betriebsstunden in h/a	1.176	3.000	2.750		
Nennvolumenstrom in m³/h	15.000	22.000	1.260		
Leistungsaufnahme Ventilatoren in kW	7,4		0,73		
Sommerfall Leistungsaufnahme in kW	5,0	0,6			
Energieäquivalenter Nutzungsfaktor (Berücksichtigung Teillastbetrieb)	1,0	1,0	1,0		
Energieäquivalente Vollaststunden in h/a	1.176	3.000	2.750		
Jährlicher Strombedarf Förderung	8.014	1.800	2.008	2.520	14.342

Diverse Technik	
spez. Leistung W/m²	0,8
Energieäq. Vollaststunden h/a	8.760
Elektrischer Energiebedarf Div. Technik	53.076
Trafoverluste	3.249
Diverse Technik kWh/a	57.714

Gesamtbilanz	Energieart	Endenergiebedarf Strom kWh/a	Endenergiebedarf Wärme kWh/a	Primärenergiefaktor	Primärenergiebedarf kWh/a
Beleuchtung	Strom	53.274		2,7	143.839
Luftförderung	Strom	14.342		2,7	38.723
Kühlung (incl. Verteilung)	Strom	11.608		2,7	31.343
Heizung/Lufterwärmung	Fernwärme		93.621	0,84	78.641
Wärmeverteilung	Strom	1.748		2,7	4.720
WW et.	Strom	23.758		2,7	64.147
Diverse Technik	Strom	57.714		2,7	155.828
Summe		162.444	93.621		517.240

PEB nur Haustechnik	PEB kWh/a	Spez. PEB in kWh/m²a
Beleuchtung	143.839	19,0
Heizung	83.361	11,0
Luftförderung	38.723	5,1
Kühlung	31.343	4,1
Diverse Technik	155.828	20,6
WW	64.147	8,5
NGF/EBF in m²	7.574	
Summe	517.240	68,3

15.7 Kennzahlen RLT-Anlagen

RLT-Anlage	Volumenstrom m ³ /h	Art der Wärmerückgewinnung
RLT 1.0 Nord	8.900	Rotationswärmetauscher
RLT 2.0 Süd	6.100	Rotationswärmetauscher
RLT 3.0 Innenliegende Räume	1.530	Rotationswärmetauscher
RLT 4.0 Nachtlüftung/Freie Kühlung	22.500 (NL)/15.000 (FK)	nur Dachventilatoren ohne WRG
RLT 5.0 Event	8.000	Rotationswärmetauscher
RLT 7.0 Küche	7.000	Kreuzstromwärmetauscher
RLT 8.0 Sonderabluft Gefahrgutschränke	89	keine WRG
RLT 9.0/9.1 Sonderabluft Digestorien	2*550	keine WRG
RLT 10.0 Sonderabluft Sicherheitsbeleuchtung	20	keine WRG

HERSTELLER:	AL-KO Therm - Auslegung vom 07.01.2010
--------------------	---

RLT-Anlage Nord - Auslegungsvolumenstrom in m³/h:	8.900
---	--------------

	dp extern in Pa	dp intern in Pa	Nennleistung in kW	PM in kW	PM - FU in kW
Vzu	280	446	2,3	2,7	2,82
Vab	180	239	1,3	1,5	1,66
Gesamt:	460	685	3,6	4,2	4,48
1/3 Vzu	180	276	0,7	0,8	0,93
1/3 Vab	120	174	0,3	0,4	0,45
Gesamt:	300	450	1,0	1,2	1,38

RLT-Anlage Süd - Auslegungsvolumenstrom in m³/h:	6.100
--	--------------

	dp extern in Pa	dp intern in Pa	Nennleistung in kW	PM in kW	PM - FU in kW
Vzu	260	436	1,4	1,7	1,8
Vab	180	238	0,9	1,1	1,15
Gesamt:	440	674	2,3	2,8	2,95
1/3 Vzu	160	291	0,5	0,58	0,66
1/3 Vab	120	141	0,27	0,31	0,34
Gesamt:	280	432	0,77	0,89	1,0

RLT-Anlage Innenliegende Räume - Auslegungsvolumenstrom in m³/h:	
--	--

	dp extern in Pa	dp intern in Pa	Nennleistung in kW	PM in kW	PM - FU in kW
Vzu	250	214	0,22	0,36	0,39
Vab	200	214	0,2	0,3	0,34
Gesamt:	450	428	0,42	0,66	0,73
1/3 Vzu	160	142	0,07	0,12	0,14
1/3 Vab	120	142	0,06	0,11	0,13
Gesamt:	280	284	0,13	0,23	0,27

RLT-Anlage Event - Auslegungsvolumenstrom in m³/h:	8.000
--	--------------

	dp extern in Pa	dp intern in Pa	Nennleistung in kW	PM in kW	PM - FU in kW
Vzu	300	471	2,5	2,9	3,09
Vab	200	298	1,7	2,0	2,17
Gesamt:	500	769	4,2	4,9	5,26

RLT-Anlage Küche - Auslegungsvolumenstrom in m³/h: 6.400

	dp extern in Pa	dp intern in Pa	Nennleistung in kW	PM in kW	PM - FU in kW
Vzu	300	530	2,1	2,5	2,74
Vab	200	464	1,7	2,0	2,17
Gesamt:	500	994	3,8	4,5	4,91

Erläuterungen

WRG¹ Angabe der Rückwärmzahl (Herstellersangabe) bei $T_{AU/AB} = -15/20^{\circ}\text{C}$

WRG² Angabe des Wärmebereitstellungsgrads (PHPP) bei $T_{AU/AB} = 4/20^{\circ}\text{C}$, incl. nutzbare
1/3 des Auslegungsvolumenstroms entspricht Teillastbetrieb am Nachmittagsbet

15.8 Funktionsbeschreibung RLT

Funktionsbeschreibung

Neubau Berufliche Oberschule Erding

ISP01

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Allgemeine Anlagenbeschreibung.....	3
1.1 Störmeldung und Quittierung.....	3
1.2 Örtlichmeldungen	3
1.3 Filter	3
1.4 Ventilatoren	4
1.5 Temperaturregelung	4
1.6 Frostschutz.....	4
1.7 Eingriff über Tableau	4
1.8 Brandschutzklappen / Rauchmelder.....	5
1.9 Ansteuerung von Pumpen	5
Anlagenteile.....	6
2.1 RLT010– RLT Nord	6
2.2 RLT020 –RLT Süd.....	7
2.3 RLT030 –RLT Innenliegende Räum.....	8
2.5 übergeordnete Regelfunktionen RLT und Heizen/Kühlen	9
2.5.1 Umsetzung in die Programmstruktur	12
2.6 Regelfunktionen der Klassenzimmer	13
2.6.1 Umsetzung in die Programmstruktur	14

1. Allgemeine Anlagenbeschreibung

1.1 Störmeldung und Quittierung

Pro ISP werden an der einmal eingebauten Störmeldeleuchte alle Störmeldungen als Sammelmeldung angezeigt. Alle Meldungen, die bereits als Einzelmeldung auflaufen, werden hier noch einmal mit erfasst.

Die Softwareseitigen Störungen führen zu keinerlei Verriegelungen in der Anlage

Mit dem hier ebenfalls mit angeordneten Quittiertasten lassen sich alle hardwareseitig verriegelten Störungen quittieren. Eine Quittierung per Software ist nicht möglich.

1.2 Örtlichmeldungen

Alle Schalt und Stellbefehle erhalten für die Signalisierung eines Handeingriffes über die Not-handbedienebene eine separate Abfrage der Schaltstellung. Das Verlassen der Automatikstellung wird an der GLT visualisiert.

Alle Regel und Steueralgorithmen laufen unabhängig von dieser Meldung im Hintergrund weiter, es erfolgt keine Reaktion der Anlage.

Bei Handbetrieb werden nur Sicherheitsfunktionen (Motorstörung, Rauchmelder, Brandschutzklappen überwacht. Die hardwareseitige Abschaltung ist im Schaltschrank realisiert. Die Verantwortung für alle Schalthandlungen an der Handebene liegt allein beim Bediener.

1.3 Filter

Alle Gerätefilter werden mit einer Differenzdrucküberwachung einschließlich Meldekontakt ausgestattet, welcher bei Überschreitung eines eingestellten Grenzwertes eine Wartungsmeldung generiert, welche an der GLT visualisiert wird.

1.4 Ventilatoren

Alle Ventilatormotoren werden getrennt angesteuert.

Drehzahlregelung: ZU / AB Volumenstromaufnehmer erfassen den Volumenstrom im Kanal und geben ein 0-10V Signal aus, welches als Istwert auf die Regelung wirkt.

Die beiden Hauptanlagen und die Anlage innenliegende Räume werden druckgeregelt betrieben. Die Anlage EVENT und KÜCHE regeln den Kanaldruck selbstständig (bauseits).

Ein Netzbypass ist nicht vorgesehen.

Alle Ventilatoren werden mit hauptstromseitigem Reparaturschalter mit Meldekontakt ausgestattet.

Der Reparaturschalter wirkt folgende Maßen auf die Anlage:

Zuluft: setzt den Anlageschaltbefehl auf AUS

Abluft: setzt den Anlageschaltbefehl auf AUS

1.5 Temperaturregelung

Die Anlage fährt über Raum / ZU Kaskade.

Dabei ist eine Begrenzung der Zulufttemperatur nach oben (25°C) und unten (17°C) einzuhalten.

1.6 Frostschutz

Bei ansprechen der Frostschutzüberwachung geht die Anlage hardwaremäßig aus, das Erhitzervertil geht auf 100% auf und die Erhitzerpumpe schaltet ein.

1.7 Eingriff über Tableau

Anden Anlagen EVENT und Küche können sie Sollwerte für Luftmenge verändert werden (50-100%), sowie die Anlagen eingeschalten werden, inkl. einer Anzeige für Störung und Betrieb.

1.8 Brandschutzklappen / Rauchmelder

Alle Brandschutzklappen fahren über getrennte Schaltbefehle, werden in Stellung geschlossen (gefallen oder über Motor) und AUF an die DDC gemeldet.

Der elektrische Anschluß erfolgt im Ruhestromprinzip. Jede Klappe wird einzeln am Schaltschrank signalisiert.

Die Brandschutzklappen werden bei eingeschalteter Anlage aufgefahren, sie fahren beim Auslösen des Rauchmelders oder der Klappe selbst, zu.

Die Verriegelung der BSKs bei Auslösen einer BSK auf die Anlage erfolgt softwareseitig, bei Auslösung eines Rauchmelders Hard und softwareseitig.

Es erfolgt eine Auswertung auf der GLT, ob die Klappe ausgelöst hat (Klappe im Bild rot) oder ob die Klappe über den Schaltbefehl über den Schaltbefehl zugefahren ist (Klappe im Bild orange).

1.9 Ansteuerung von Pumpen

Die Erhitzerpumpe wird unter folgenden Bedingungen angesteuert:

- Heizanforderung (Reglerausgang > 3%)
- Nachlaufzeit 5 min
- Blockierschutz: wöchentlich nach 96 Stunden Pumpenstillstand für 5 min EIN

Motorschutz: Bei ausgelöstem Motorschutz (z.B. Thermokontakt) ist ein Wiederanlaufen ohne Reset verhindert. Die Störung ist am Schrank zu quittieren.

Anlagenteile

2.1 RLT010– RLT Nord

Automatikbetrieb über Zeitprogramm mit Wochen und Ferienkalender

Normalbetrieb: Zuluftdruck XXXX Pa

Normalbetrieb: Abluftdruck XXXX Pa

Die Luftmenge errechnet sich aus: $V = \sqrt{(U_R / (XX * 10^{-x}))}$

Zulüfter, Ablüfter: Lüfter drehzahl geregelt über FU,
Sollwertvorgabe über DDC

Temperatur: Raum /ZU Rampe mit Stützstellen

Sollwert (SW): von übergeordneter Funktion

Mindestzulufttemperatur: 17°C

Max-Zulufttemperatur: 25°C

Rauchmelder: RM in ZU/AB schaltet Anlage aus. Reset vor Ort erforderlich.

Störungen

- Die einzelnen Störmeldungen lösen die im folgenden beschriebenen Reaktionen aus:
- ZU- Ventilator → ZU und AB Ventilator AUS
- AB- Ventilator → ZU und AB Ventilator AUS
- BSK gefallen → Meldung, Anlage aus
- Frost → Anlage aus

Hinweis:

Bei der Parametrierung des Zulufttemperaturreglers ist zu berücksichtigen, dass sich Änderungen der Zulufttemperatur nur langsam auf die Raumtemperatur auswirken. Des Weiteren wirkt es sich negativ auf die Quelllüftung aus, wenn die Zulufttemperatur über der Raumtemperatur liegt. Daher sollte im Normalfall die Zulufttemperatur mind. 2 K unter der mittleren Raumtemperatur (belegte Räume) liegen. Nur wenn die mittlere Raumtemperatur unter 19 °C (einstellbarer Sollwert) liegt, darf die Zulufttemperatur angehoben werden.

2.2 RLT020 –RLT Süd

Automatikbetrieb über Zeitprogramm mit Wochen und Ferienkalender

Normalbetrieb : Zuluftdruck XXXX Pa

Normalbetrieb: Abluftdruck XXXX Pa

Die Luftmenge errechnet sich aus: $V = \sqrt{(U_R / (XX * 10^{-x}))}$

Zulüfter, Ablüfter: Lüfter drehzahl geregelt über FU,
Sollwertvorgabe über DDC

Temperatur: Raum /ZU Rampe mit Stützstellen

Sollwert (SW): von übergeordneter Funktion

Mindestzulufttemperatur: 17°C

Max-Zulufttemperatur: 25°C

Rauchmelder: RM in ZU/AB schaltet Anlage aus. Reset vor Ort erforderlich.

Störungen

- Die einzelnen Störmeldungen lösen die im folgenden beschriebenen Reaktionen aus:
- ZU- Ventilator → ZU und AB Ventilator AUS
- AB- Ventilator → ZU und AB Ventilator AUS
- BSK gefallen → Meldung, Anlage aus
- Frost → Anlage aus

Hinweis:

Bei der Parametrierung des Zulufttemperaturreglers ist zu berücksichtigen, dass sich Änderungen der Zulufttemperatur nur langsam auf die Raumtemperatur auswirken. Des Weiteren wirkt es sich negativ auf die Quelllüftung aus, wenn die Zulufttemperatur über der Raumtemperatur liegt. Daher sollte im Normalfall die Zulufttemperatur mind. 2 K unter der mittleren Raumtemperatur (belegte Räume) liegen. Nur wenn die mittlere Raumtemperatur unter 19 °C (einstellbarer Sollwert) liegt, darf die Zulufttemperatur angehoben werden.

2.3 RLT030 –RLT Innenliegende Räum

Automatikbetrieb

Normalbetrieb: Zuluftmenge XXXXm³/h

Normalbetrieb: Abluftmenge XXXXm³/h

Die Luftmenge errechnet sich aus: $V = \sqrt{(U_R / (XX * 10^{-x}))}$

Zulüfter, Ablüfter: Lüfter drehzahl geregelt über FU,
Sollwertvorgabe über DDC

Temperatur: AB /ZU Kaskade ohne Erhitzer, nur WRG Funktion

Sollwert (SW): von übergeordneter Funktion

Mindestzulufttemperatur: 17°C, darunter Anlage AUS

Max-Zulufttemperatur: 24°C

WRG: mit 100% beginnend bei Anlagenstart; wenn nach 15 min nicht mind. 17°C
Zulufttemperatur, dann Anlage für 1 Std. AUS

Intervallzeiten: die Stränge spülen Zonenweise im frei einstellbaren Intervall durch.
Feste Spülzeiten 23.00 Uhr und 6.00 Uhr.

Rauchmelder: RM in ZU/AB schaltet Anlage aus. Reset vor Ort erforderlich.

Störungen

- * Die einzelnen Störmeldungen lösen die im folgenden beschriebenen Reaktionen aus:
- * ZU- Ventilator → ZU und AB Ventilator AUS
- * AB- Ventilator → ZU und AB Ventilator AUS
- * BSK gefallen → Meldung, Anlage aus
- * Frost → Anlage aus

Funktionsbeschreibung FOS BOS

Sonderfunktion:

Wenn über die Regelkreise der RLT eine Heizungsanforderung besteht, wird die Heizung unabhängig von der Betriebsart freigegeben, jedoch wird nicht die Betriebsart selbst gewechselt, die Betriebsartensperre bleibt bestehen.

Der Sollwert Raumtemperatur kann 1x für alle Räume um z. B. 4K über separates Zeitprogramm abgesenkt werden

Atriumlüftung in der Mittagspause:
Über Zeitprogramm und über die Präsenzmelder im Atrium sind in der Mittagspause die Abluftventilatoren der Lüftungsanlage schalten AUS

Die Druckregelung im Atrium ist über die Ventilatoren im Atrium aktiv, die Kuppeln sind offen.

Die ZU Volumenstromregler der Klassenräume erhalten einen abgesenkten Sollwert.

Funktionsbeschreibung FOS BOS

Die folgenden Funktionen sind nur aktiv, wenn die Wetterstation keinen Regen meldet und der Wind weniger wie: xx m/s Windgeschwindigkeit aufweist

Nachlüftung (Nachtkühlung); über AU über die Oberlichtfenster:

Grundsätzlich für alle Einzelraumregler:

Start über: Zeitprogramm zwischen 23.00 und 7.00 Uhr

Für jeden Einzelraumregler separat

Steuerung anhand der Betonkerntemperatur
über 23°C EIN (variabler Sollwert)
unter 21°C AUS (variabler Sollwert)

, wenn die Außentemperatur 2K unter dem „variabler Sollwert“ für EIN und fest 5°C ist.

Sicherheitsfunktion: Zwangs AUS bei Raumtemperatur unter 5°C

Funktion RLT:

Die Druckregelung im Atrium ist über die Ventilatoren im Atrium aktiv, die Kuppeln sind offen.

Die Hautanlagen NORD SÜD sind komplett AUS

Am Tag nach der Nachtlüftung wird der Heizkreis für die Wandheizung bis 12 Uhr gesperrt.

Freie Kühlung (AU über Zuluftgerät):

Bei Betrieb der RLT Anlagen Süd oder Nord ist die Wärmerückgewinnung nicht aktiv:

Funktion RLT:

Die Abluftventilatoren der Lüftungsanlage schalten AUS

Die Druckregelung im Atrium ist über die Ventilatoren im Atrium aktiv, die Kuppeln sind offen.

Die Einzelraumregelung bleibt unberührt

Funktionsbeschreibung FOS BOS

2.5.1 Umsetzung in die Programmstruktur

Übergeordnet schaltet die DDC mit einem 4 Stufenschalter:

Stufe 0=AUS (Auskühlschutz Betonkerntemperatur:	Vorgabe von Kalenderprogramm alle Einzelraumregler gehen AUS unter 10°C in Stufe 1)
Stufe 1=Bereit Schaltmöglichkeit der Einzelräume:	Vorgabe von Kalenderprogramm alle Einzelraumregler gehen in Bereit je nach „belegt“ oder per „Zeitprogramm der Einzelräume“, Einzelraumregler in Stufe 2 dann RLT Nord bzw. Süd mit EIN
Stufe 2=belegt	ohne übergeordnete Automatik alle Einzelraumregler in Stufe 2, RLT Nord bzw. Süd EIN
Stufe 3=freie Kühlung	in Abhängigk. der Param. für „freie Kühlung „ alle Einzelraumregler in Stufe 3, RLT Nord bzw. Süd EIN (ohne Temperatur- regelung)
Stufe 4=Nachtlüftung	Betonkerntemperatur über 21°C alle Einzelraumregler gehen in Stufe 4
Voreinstellung Kalender:	MO-SO: Stufe 1 Ferien: Stufe 0

2.6 Regelfunktionen der Klassenzimmer

Sollwerte für Raumkonditionierung:

Die Sollwerte für die Raumkonditionierung können an der GLT pro Raum innerhalb der vorgegebenen Grenzen eingestellt werden.

	Min.	Max.
Raumtemperatur	10 °C	23 °C
CO2-Konzentration	1 000 ppm	1800 ppm
Mischgassensor	40%	90%
Mindestvolumenstrom bei Präsenz	V min %	50 %

Die eingegebenen Sollwerte werden in einer Übersichtstabellen an der GLT angezeigt.

Bei Überschreitung der Grenzwerte für CO2-Konzentration und Mischgas wird der Raum unabhängig vom Präsenzmelder solange als belegt angesehen, bis die Werte wieder unterschritten sind.

Funktionsbeschreibung FOS BOS

Stufe 4=Nachtlüftung

Vorgabe vom 2.5.1
Heizen / Kühlen AUS
Volumenstrom
auf V min, Luftqualitäts.- und CO2 Regelung
AUS, Oberlichtfenster AUF
RLT NORD und Süd AUS
Atriumslüftung EIN

Abluftumschaltung bei Einzelraum in Stufe 2 (Belegt):

Wenn das WRG Ansteuersignal = 0 ist (AU Temp.=AB Temp.), dann Atriumslüftung
EIN und Abluftgerät AUS

Wenn der ZU Sollwert dann mehr als 2K abweicht, erfolgt eine Rückschaltung.

Digestorium Raumnummer 3.6	2. OG	550	175	0,30	1,4	Ex-Schutz		X	Einspeisung über DDC
Digestorium Raumnummer 3.15	2. OG	550	175	0,30	1,4	Ex-Schutz		X	Einspeisung über DDC
Gesamtsumme / Elektr. Anschlussleistung				20,03					
Gesamtsumme / Gleichzeitigkeiten berücksichtigt				14,29					
SANITÄR									
WW-Bereitung Du/WC's Elt. Durchlauferhitzer 0.7.1 für Dusche und Waschtisch	UG			18	3*26			X	Einspeisung Gewerk ELT
Elt. Durchlauferhitzer für Waschtische Raumnummer:	EG-2.OG	3.11	2.11	1.15	1.20	1.21		X	Schuko Steckdose
Elt. Durchlauferhitzer für Ausgussbecken Raumnummer:	EG-2.OG	3.12	Putzr.	0.10	2 St.		6,5	3*16	Einspeisung Gewerk ELT
Elt. Durchlauferhitzer für Schulbecken Raumnummer:	EG	1.1					11	3*16	Einspeisung Gewerk ELT
Elt. Durchlauferhitzer für Teeküche Raumnummer:	EG	1.5	1.7				2 St.	6,5	3*16
Elt. Durchlauferhitzer für Vorbereitungsräume/Fachräume Raumnummer:	1.OG-2.OG	2.15	3.6	3.15	3 St.		6,5	3*16	Einspeisung Gewerk ELT
WW-Bereitung Küche Elt. Durchlauferhitzer Raumnummer:	EG	1.33	1.33.2	1.32	3 St.		11	3*16	Einspeisung Gewerk ELT
Kochblock - für Küchenbereich / abgestimmt mit Küchenplaner Hr. Posselt 12/2008	EG	1.33			1 St.		27	3*39	Einspeisung Gewerk ELT Lage n. Ang. Küchenplanung
Enthärtungsanlage Aufstellung in Technikraum 0.16	UG						0,05		Schuko Steckdose
WW - Speicherladesystem Aufstellung in Getränkelager 1.33.1	EG						0,1		Einspeisung Gewerk MSR
Fäkalienhebeanlage Anlage mit zwei Pumpen für Reservebetrieb in Pumpensumpf Technikraum mit Betriebs- u. Störmeldung zur DDC	UG			54	95		2,8	5,2	Einspeisung Gewerk ELT
Abwassertauchpumpe in Pumpensumpf Technikraum mit Betriebs- u. Störmeldung zur DDC	UG			9,5	61		0,36	1,6	Einspeisung Gewerk ELT
Regenwassernutzung Anlage mit zwei Pumpen für Reservebetrieb Zentrale kompakte Anlage im Technikraum mit Betriebs- u. Störmeldung zur DDC	UG			20	450		2,2	4,4	Einspeisung Gewerk ELT
Zisternenpumpe Leerrohr zur Zisterne durch Gewerk Kanalbau, Endet im Technikraum UG	Zisterne			20	140		1,5	3,6	Einspeisung Gewerk ELT
Kessel - Fäkalien-Rückstauautomat Staifix FKA Einbau inkl. Steuerung erfolgt im Übergabeschacht / Kanalanschluss Siglfingerstr. ELT-Leerrohr wird vom Gewerk Kanalbau bis zum Übergabeschacht verlegt							0,05	0,35	Einspeisung Gewerk ELT
Gesamtsumme / Elektr. Anschlussleistung				138,56					
Gesamtsumme / Gleichzeitigkeiten berücksichtigt				69,28					
Summe Einspeisung ISP 01 / Technikraum UG				15,71					
Summe Einspeisung ISP 02 / Technikraum Küche EG				4,50					
Summe Einspeisung ISP 03 / Stuhllager Anlage Event EG				4,94					

15.10 Lastzeitprofil

Entwurfsplanung
Heizung/Lüftung/Sanitär

Neubau FOS/BOS Erding

kplan AG

Lastzeitprofile					
Lastzeitprofil 1	(Klassenzimmer, Informatikräume, etc..)				
Zeit					
von	08:00	14:00			
bis	13:00	16:00			
Lastanteil	100%	33,33%			
Lastzeitprofil 2	(Lehrer, etc ...)				
Zeit					
von	07:00	08:00	13:00	14:00	
bis	08:00	13:00	14:00	17:00	
Lastanteil	100	10	100	10	
Lastzeitprofil 3	(Verwaltung, Hausmeister)				
Zeit					
von	07:00				
bis	17:00				
Lastanteil	100				
Lastzeitprofil 4	(Schülercafe, Bibliothek)				
Zeit					
von	07:00	08:00	13:00	14:00	
bis	08:00	13:00	14:00	17:00	
Lastanteil	100	33,33	100	33,33	
Lastzeitprofil 5	(Elternsprechzimmer)				
Zeit					
von	17:00				
bis	20:00				
Lastanteil	100				
Lastzeitprofil 6	(Mittagsverpflegung)				
Zeit					
von	06:00	11:00			
bis	09:00	14:00			
Lastanteil	100	100			
Lastzeitprofil 7	(Server)				
Zeit					
von	00:00				
bis	24:00				
Lastanteil	100				
<i>Pausenhalle zum Zwecke von Veranstaltungen wie z.B. Prüfungen ohne Berücksichtigung!</i>					

15.11 Lichtsteuerung (IB Wieder)

Funktionsbeschreibung Lichtsteuerung

EIN KLASSENZIMMER BESTEHT AUS FOLGENDEN KOMPONENTEN:

- 3 Lichtbänder dimmbar über DALI (BC10RLF, EDC 16.64) bis zu 4 Klassenzimmer auf einen Dali Controller.
- 1 Tafellicht Ein/Aus, 1 Beamersteckdose Ein/Aus, 1 Pultbeleuchtung Ein/Aus (BC10RLF, ERO 6.16)
- 3 LON Präsenzmelder (siehe Skizze)
- 2 Taster Bedienstellen (an Eingang und Tafel) je ein LON Tastsensor Gira TS2 3-fach

FUNKTIONSBESCHREIBUNG LICHTSTEUERUNG KLASSENZIMMER:

Die 3 Lichtbänder werden über die Präsenzmelder Ein/Aus („EIN“ bei Sollwert minus 20lx und „NICHT EIN“ bei Sollwert plus 50lx) geschaltet (alle 3 Melder parallel).

Bei eingeschaltetem Licht wird jedes Lichtband auf denselben einstellbaren (über SNVT) Sollwert (300 lx) entsprechend seines zugehörigen Lichtsensors geregelt.

Über die beiden Bedienstellen (Eingang und Tafel) kann das Licht „manuell“ mit einem langen Tastendruck „Taste 1 AUF bzw. Taste 2 AB“ gedimmt werden sowie bei kurzen Tastendruck „EIN bzw. AUS“ geschaltet werden. Die „AUTO“ Stellung wird mit betätigen der Taste 3 erreicht oder nach Abschalten der Präsenzmelder.

Eine GLT Übersteuerung wird nicht vorgesehen.

Das Tafellicht wird über die 2 Bedienstellen (Eingang und Tafel) der Taste 4 „Ein/Aus“ geschaltet sowie über Präsenz ausgeschaltet.

Eine GLT Übersteuerung wird nicht vorgesehen.

Die Pultbeleuchtung wird über die 2 Bedienstellen (Eingang und Tafel) der Taste 5 „Ein/Aus“ geschaltet sowie über Präsenz ausgeschaltet.

Eine GLT Übersteuerung wird nicht vorgesehen.

Die Beamersteckdose wird Zentral „Ein/Aus“ geschaltet.

Eine GLT Übersteuerung wird nicht vorgesehen.

FUNKTIONSBESCHREIBUNG LICHTSTEUERUNG ALLGEMEINBEREICHE:

Innenliegende Räume (ohne Fenster) werden über Präsenz „Ein“ geschaltet und Zeitverzögert wieder „Aus“ geschaltet. **Bitte Zeit angeben: 5min**

Eine GLT Übersteuerung wird nicht vorgesehen.

Außenliegende Räume (mit Tageslichtanteil) werden über Bedienstelle (LON) „Ein/Aus“ geschaltet sowie über Präsenzmelder Zeitverzögert „Aus“ geschaltet.

Bitte Zeit angeben: 5min

Eine GLT Übersteuerung wird nicht vorgesehen.

15.12 Verschattungskonzept (Fassung vom 21.07.2011, J. Kuckelkorn)

Einleitung

Am 24.11.10 hat Frau Jacobsen als Diskussionsbasis eine Zusammenfassung zum Sonnenschutz erstellt.

Am 29.11.10 fand ein Abstimmungsmeeting zum Thema Sonnenschutz statt.

Am 13.12.10 fand ein Abstimmungsmeeting zum Thema GLT-Konzept statt.

Am 22.12.10 wurde das aktualisierte Verschattungskonzept (in der Fassung 3 v. 22.12.10) vom ZAE Bayern beschrieben.

Am 21.07.11 wurde im Rahmen eines gemeinsamen Meetings aller direkt Beteiligten eine erneute Aktualisierung und Abstimmung durchgeführt. Das aktualisierte Verschattungskonzept ist im Folgenden beschrieben. Die Ausführung seitens Verschattungssystem ist ab 16.8.2011 geplant und soll etwa 2 Wochen dauern.

Ziele

Primäre Ziele sind:

Im Kühlbedarfsfall sollen möglichst solare Strahlungsgewinne vermieden werden.

Dabei soll die Tageslichtversorgung durch ausreichende Helligkeit gewährleistet werden, der Kunstlichteinsatz (Stromverbrauch und Kühlbedarf steigen an) soll vermieden werden.

Im Heizbedarfsfall sollen möglichst solare Strahlungsgewinne genutzt werden.

Weitere Ziele und Vorgaben:

Die Verschattungssteuerung soll auch autark (ohne GLT) einen sinnvollen Funktionsumfang erreichen.

Die Programmierung der Verschattungssteuerung der Steuereinheit soll nicht zu komplex werden, damit die Steuerung noch nachvollziehbar bleibt und die Programmierung schnell und fehlerfrei umgesetzt werden kann.

Der Automatikbetrieb soll durch manuellen Betrieb in einem definierten Umfang übersteuert werden können.

Die GLT soll in begrenztem Umfang die Verschattungssteuerung der Steuereinheit verändern können. Hierbei soll ein Mindestmaß an Freiheitsgraden erreicht werden, um noch nicht absehbare Optimierungen umsetzen zu können.

Situation Gebäude und Zonengruppen:

Das Gebäude ist etwa 19,5 ° im Gegenuhrzeigersinn verdreht (Südseite ca. 160,5 °).

Im Ostbereich gibt es durch die vorhandene Berufsschule Abschattungseffekte.

Es wurden 6 Zonengruppen definiert:

- 1) Fassaden SSO-Seite (Raffstore)
- 2) Fassaden WSW-Seite (Raffstore)
- 3) Fassaden ONO-Seite (Raffstore)
- 4) Fassaden NNW-Seite (Raffstore)
- 5) Vertikale Atriumverglasung SSO-Seite (Raffstore)
- 6) Horizontale Atriumverglasung (Gegenzuganlagen mit Acrylbehang)

Die SSO-Seite und die NNW-Seite werden durch Fluchtbalkone im Oberlichtbereich zusätzlich verschattet.

Lichtkuppeln werden gar nicht verschattet.

Bei hohen Außentemperaturen ist die aktive Kühlung des Gebäudes deutlich limitiert.

Aktuelles Grundkonzept für die Zentrale Steuereinheit:

Die Helligkeit wird für die 4 Fassadenorientierungen und die Dachverglasung erfasst.

Weiterhin werden Wetterdaten (z. B. Temperatur, Windstärke, Windrichtung, Regen) erfasst.

Sicherheitsroutinen fahren wetterabhängig (Sturm, Frost, Regen) die Behänge nach oben, eine Übersteuerung manuell oder durch GLT ist dann nicht möglich.

Für jede der 6 Zonengruppen wird *ein einziger* Automatikbetriebsmode definiert und jeweils *eine* manuelle Übersteuerung beschrieben (Zonengruppen 5 bis 6 sind nur für den Hausmeister steuerbar).

Der Lamellenwinkel ist grundsätzlich nur von einem Mindestwinkel „zu“ bis zum Maximalwinkel d. h. etwa horizontal fahrbar.

1) Fassaden SSO-Seite (Raffstore)

Automatikbetrieb:

Die Zeiten mit direkter Sonneneinstrahlung werden über ein Berechnungsprogramm bestimmt, das die Jahresverschattung (Abschattung durch Gastrozentrum der Berufsschule) für jeden Sonnenschutzbehang (Zone) berechnet.

Wenn ein oberer Helligkeitswert (einstellbarer Sollwert, 30 kLux) für eine Zonengruppe überschritten wird, dann wird die Verschattung aktiviert.

Ohne (berechneten) Direktstrahlungsanteil wird der Behang heruntergefahren und auf 0° Lamellenwinkel (horizontal) gestellt, was aber nur im nordöstlichen Gebäudeflügel im Bereich der Berufsschule vorgesehen ist.

Mit (berechnetem) Direktstrahlungsanteil wird der Lamellenwinkel abhängig von der Sonnenhöhe (Elevation) im Cut-off-Winkel mit sehr geringer Überdeckung nachgeführt. Die Aktualisierung des Cut-off-Winkels erfolgt alle 2° (einstellbarer Sollwert). Der verwendete Winkelbereich liegt dabei zwischen dem Mindestwinkel 46° (einstellbarer Sollwert) und dem Maximalwinkel 0° (horizontal).

Wenn der untere Helligkeitswert (einstellbarer Sollwert, z.B. 15 kLux) für diese Zonengruppe unterschritten wird, dann wird die Verschattung deaktiviert, bzw. hochgefahren (Trägheit ca. 30 Minuten, einstellbarer Sollwert).

Kommentar: Morgens treten sehr niedrige Sonnenstände auf, die zu hohe Cut-off-Winkel auslösen würden. Durch die Mindestwinkelbegrenzung wird dies verhindert, morgens kommt es in Folge allerdings zu Streifenbildung im Raum durch die Direktstrahlung.

Sinnvoll wäre auch, die UG-Räume mit etwas höheren Helligkeitsparametern (unterer und oberer Helligkeitswert) auszustatten, da diese etwas weniger Tageslicht bekommen.

Manuelle Übersteuerung:

Der Sonnenschutz kann zonenweise über ein Raumbedienelement nur eingeschränkt übersteuert werden.

Ist der Behang durch den Automatikbetrieb heruntergefahren, kann durch das Raumbedienelement die Neigung der Lamellen nur dahingehend verändert werden, dass die Lamellen weiter geschlossen werden und zwar über den Mindestwinkel hinaus (bis ca. 85°). Eine Öffnung der Lamellen über den Cut-off Winkel (Hier: Winkel zu Beginn der Übersteuerung) hinaus oder eine Öffnung des Behangs ist nicht möglich.

Ist zu Beginn der manuellen Übersteuerung der Behang hochgefahren (und somit kein Cut-off-Winkel notwendig), kann während der Übersteuerung Behang und Lamellenwinkel beliebig verstellt werden.

Nach einer festgelegten Zeit (in den Pausen bzw. bei Stundenwechsel, einstellbare Sollwerte) erfolgt der Rückfall in den Automatikbetrieb. Siehe **Anhang 1: Unterrichtszeiten**

2) Fassaden WSW-Seite (Raffstore)

Konzept wie bei 1)

Zeiten ohne berechneten Direktstrahlungsanteil sind nicht vorgesehen.

Kommentar: Abends treten sehr niedrige Sonnenstände auf, die zu hohe Cut-off-Winkel auslösen würden. Durch die Mindestwinkelbegrenzung wird dies verhindert, abends kommt es in Folge allerdings zu Streifenbildung im Raum durch die Direktstrahlung. Die Zonengruppe beinhaltet jedoch nur geringe Fensterflächen.

3) Fassaden ONO-Seite (Raffstore)

Konzept wie bei 1)

Zeiten ohne berechneten Direktstrahlungsanteil (Lamellen werden auf horizontal gestellt) sind für Abschattungen durch die Berufsschule vorgesehen.

Kommentar: Morgens treten sehr niedrige Sonnenstände auf, die zu hohe Cut-off-Winkel auslösen würden. Durch die Mindestwinkelbegrenzung wird dies verhindert, morgens kommt es in Folge allerdings zu Streifenbildung im Raum durch die Direktstrahlung. Die Zonengruppe beinhaltet jedoch nur geringe Fensterflächen.

4) Fassaden NNW-Seite (Raffstore)

Automatikbetrieb:

Wenn ein oberer Helligkeitswert für diese Zonengruppe überschritten wird, dann wird die Verschattung aktiviert. Bei Direktstrahlungsanteil sind 30 kLux (einstellbarer Sollwert) vorgesehen, für diffuse Strahlung mindestens 15 kLux (einstellbarer Sollwert), d.h. ohne Direktstrahlungsanteil wird der Behang trotzdem heruntergefahren.

Mit Direktstrahlungsanteil wird der Lamellenwinkel abhängig von der Sonnenhöhe im Cut-off-Winkel nachgeführt. Die Aktualisierung des Cut-off-Winkels erfolgt alle 2° (einstellbarer Sollwert). Der verwendete Winkelbereich liegt dabei zwischen dem Mindestwinkel 46° (einstellbarer Sollwert) und dem Maximalwinkel 0° (horizontal). (also wie bei 1))

Ist kein Direktstrahlungsanteil vorhanden und somit keine Cut-off-Winkel-Steuerung möglich, werden die Lamellen auf 0° (horizontal) eingestellt.

Wenn der untere Helligkeitswert (einstellbarer Sollwert, mindestens 10 kLux) für diese Zonengruppe unterschritten wird, dann wird die Verschattung deaktiviert, bzw. hochgefahren (Trägheit ca. 30 Minuten, einstellbarer Sollwert).

Kommentar: Abends treten im Sommer zwischen 16:00 Uhr und 21:00 Uhr Sommerzeit sehr niedrige Sonnenstände auf, die zu hohe Cut-off-Winkel auslösen würden. Durch die Mindestwinkelbegrenzung wird dies verhindert, abends kommt es in Folge allerdings zu Streifenbildung im Raum durch die Direktstrahlung.

Sinnvoll wäre auch, die UG-Räume mit etwas höheren Helligkeitsparametern (unterer und oberer Helligkeitswert) auszustatten, da diese etwas weniger Tageslicht bekommen.

Manuelle Übersteuerung:

Der Sonnenschutz kann zonenweise über ein Raumbedienelement beliebig übersteuert werden (außer Sicherheitsroutinen).

Dabei kann durch das Raumbedienelement sowohl die Neigung der Lamellen beliebig verändert werden, als auch das Öffnen und Schließen betätigt werden.

Nach einer festgelegten Zeit erfolgt der Rückfall in den Automatikbetrieb. Dabei wird die Nordfassade in zwei Gruppen unterteilt, die unterschiedliche Zeitparametrierungen bekommen:

Der **Verwaltungstrakt EG Nord** fällt nach 3 h (einstellbarer Sollwert) in den Automatikbetrieb zurück.

Raumnummern lt. Architektenplanung 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11

Aktuelle Raumnummern lt. Schule 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115

Eine Gesamtaufstellung aller Räume der Schule ist in einer Excel-Tabelle beigefügt.

Alle anderen Nord-Zonen fallen in den Pausen bzw. bei Stundenwechsel **lt. Anhang 1** (einstellbare Sollwerte) in den Automatikbetrieb zurück.

Kommentar: In Bürobereichen wird der zu häufige Rückfall in den Automatikbetrieb problematischer empfunden werden, als in den Klassenräumen.

5) Vertikale Atriumverglasung SSO-Seite (Raffstore)

Konzept Automatikbetrieb:

Wie bei 1).

Zeiten ohne Direktstrahlungsanteil (Abschattung) sind nicht vorgesehen.

Manuelle Übersteuerung:

Nur durch Hausmeister. Funktionalität bisher nicht beschrieben. Vorschlag: Übersteuerung beliebig. Manueller Rückfall in Automatikbetrieb (und nächtlicher Reset aller Übersteuerungen).

6) Horizontale Atriumverglasung (Gegenzuganlagen mit Acrylbehang)

Automatikbetrieb:

Wenn ein oberer Helligkeitswert (einstellbarer Sollwert, z.B. 25 kLux) für diese Zonengruppe überschritten wird, dann wird die Verschattung aktiviert. Der Messwert wird von einem fünften, in Glasdachebene (Neigung 5° Süd) messenden Helligkeits-Sensor bestimmt. (Früheres Konzept war: aus der Summe der 4 Helligkeitssensoren abgeleitet).

Eine Unterscheidung Direkt- und Diffusstrahlungsanteil kann vernachlässigt werden.

Wenn der untere Helligkeitswert (einstellbarer Sollwert z.B. 15 kLux) für diese Zonengruppe unterschritten wird, dann wird die Verschattung deaktiviert, bzw. eingefahren (Trägheit ca. 30 Minuten, einstellbarer Sollwert).

Manuelle Übersteuerung:

Nur durch Hausmeister. Funktionalität bisher nicht beschrieben. Vorschlag: Übersteuerung beliebig. Manueller Rückfall in Automatikbetrieb (und nächtlicher Reset aller Übersteuerungen).

Grundkonzept für Übersteuerung durch die GLT:

Über analoge Steuersignale wird die Steuereinheit der Verschattungssteuerung übersteuert.

Hierzu wird vorgeschlagen:

Steuersignal 1: Automatikbetrieb für Zonengruppe 1) wird nicht freigegeben. Manueller Betrieb beliebig möglich für Ab/Auf/Lamellenwinkel (außer Sicherheitsroutinen).

Steuersignal 2: Automatikbetrieb für Zonengruppe 2) wird nicht freigegeben. Manueller Betrieb beliebig möglich für Ab/Auf/Lamellenwinkel (außer Sicherheitsroutinen).

Steuersignal 3: Automatikbetrieb für Zonengruppe 3) wird nicht freigegeben. Manueller Betrieb beliebig möglich für Ab/Auf/Lamellenwinkel (außer Sicherheitsroutinen).

Steuersignal 4: Automatikbetrieb für Zonengruppe 4) wird nicht freigegeben. Manueller Betrieb beliebig möglich für Ab/Auf/Lamellenwinkel (außer Sicherheitsroutinen).

Steuersignal 5: Automatikbetrieb für Zonengruppe 5) wird nicht freigegeben. Manueller Betrieb durch Hausmeister beliebig möglich für Ab/Auf/Lamellenwinkel (außer Sicherheitsroutinen).

Steuersignal 6: Automatikbetrieb für Zonengruppe 6) wird nicht freigegeben. Manueller Betrieb durch Hausmeister beliebig möglich für Ab/Zu (außer Sicherheitsroutinen).

Für alle manuellen und GLT-seitigen Übersteuerungen erfolgt täglich ein „Reset“ (bzw. ggf. das komplette Einfahren aller Verschattungen) um **21:30 Uhr** (einstellbarer Sollwert).

Kommentar: Im Winter dienen die solaren Gewinne dazu, den Heizwärmebedarf des Gebäudes zu minimieren. Im Automatikbetrieb schließen die Lamellen auch im Winter, wenn der Helligkeitsschwellwert überschritten wird. Dies reduziert die solaren Gewinne. Daher wird beabsichtigt, die Sonnenschutzautomatik im Winter über die GLT zu deaktivieren. Z. B. bei starken Blendungserscheinungen haben die Nutzer die Möglichkeit den Sonnenschutz über das Raumbedienelement zu nutzen.

Steuersignal 7: Automatikbetrieb für Zonengruppen 1), 2), 3) und 4) wird ersetzt durch Behang herunterfahren und Lamellen ganz zu. Manueller Betrieb beliebig möglich für Ab/Auf/Lamellenwinkel (außer Sicherheitsroutinen).

Steuersignal 8: Automatikbetrieb für Zonengruppen 5) und 6) wird ersetzt durch Behang herunterfahren und Lamellen (nur bei Zonengruppe 5)) ganz zu. Manueller Betrieb durch Hausmeister beliebig möglich für Ab/Auf/Lamellenwinkel (außer Sicherheitsroutinen).

Kommentar: Im Sommer besteht das Ziel, die Überhitzung des Gebäudes zu minimieren. Daher wird vorgeschlagen den Sonnenschutz tagsüber komplett zu schließen, wenn das Gebäude nicht genutzt wird (d. h. vor bzw. nach Schulbetrieb, Wochenende, Ferien, Feiertage). Hierbei werden an allen Fassaden die Behänge herabgefahren und die Lamellen komplett geschlossen.

Im Sommer kann so z. B. an Sonn- und Feiertagen die Strahlung minimiert werden. Da für den größten Teil der Atriumverglasung ein gesondertes Signal bereitsteht, kann potenziell eine starke Verschattung des Atriums auch an anderen Tagen umgesetzt werden.

Diese Betriebsart wird also ausschließlich von der GLT ausgelöst und ersetzt dann den Automatikbetrieb der Steuereinheit.

Steuersignal 9: Manueller Betrieb für Zonengruppe 1) wird nicht freigegeben.

Steuersignal 10: Manueller Betrieb für Zonengruppe 2) wird nicht freigegeben.

Steuersignal 11: Manueller Betrieb für Zonengruppe 3) wird nicht freigegeben.

Steuersignal 12: Manueller Betrieb für Zonengruppe 4) wird nicht freigegeben.

Kommentar: Bei Problemen mit der Übersteuerung in bestimmten Gebäudezuständen oder bei Fensterreinigung kann die manuelle Übersteuerung außer Kraft gesetzt werden.

In Kombination mit z. B. Steuersignal 7 könnten die Behänge gereinigt werden (Hierfür ist allerdings auch eine Möglichkeit seitens der Verschattungssteuerung vorgesehen).

Für den manuellen Betrieb der Zonengruppen 5) und 6) ist diese Funktion nicht notwendig, da hier nur der Hausmeister Zugang hat.

Weitere Anmerkungen

Für Zwecke der Inbetriebnahme, Wartung, Reparatur, Funktions- und Fehlerprüfung etc. waren bisher manuelle Eingriffe am Steuergerät selbst nicht vorgesehen. Dazu zählen:

- Die Abschaltung des Automatikbetriebs (Zonen oder 6 Zonengruppen)
- Manuelles Hochfahren aller Behänge (Zonen oder 6 Zonengruppen)
- Manuelles Herunterfahren aller Behänge (Zonen oder 6 Zonengruppen)
- Sperrung aller GLT-Übersteuerungen

Zur Lamellenreinigung wird daher am Steuergerät für jede Zonengruppe ein Reinigungsprogramm hinterlegt, bei der die jeweiligen Behänge manuell herunter- und zugefahren werden können.

Die Beamer in der Schule sind Tageslichtbeamer, eine Abdunklung ist in der Regel nicht unbedingt notwendig. Zur Raumverdunkelung und Blendschutz steht die Verschattungsanlage bei ungünstiger Witterung sowieso nicht zur Verfügung.

Zwischen GLT und Steuereinheit waren für die Übersteuerung anfangs nur 4 Signale vorgesehen, notwendig sind aber 12 Signale (plus Masse). Da ein zusätzliches Kabel eingezogen werden muss/musste, sollte das gleich ein paar Reservelitzen haben.

Für sinnlose Befehleskombinationen sollte an der GLT eine Kontrollroutine mitprogrammiert werden. Für die Kombination aus Signal 1 bis 6 mit Signal 7 und 8 würde um 21:30 Uhr (einstellbarer Sollwert) ein Konflikt entstehen. Dieser Fall muss vom Steuergerät irgendwie funktional bewältigt werden (kein Programmabsturz), aber nicht unbedingt sinnvoll gelöst werden.

Weitere Problemfälle sind möglich, aber noch nicht identifiziert. Prinzipiell muss/sollte die GLT-Kontrollroutine solche Konflikte vermeiden.

Die Einbindung der Verschattungsübersteuerung in die GLT-Betriebsmodi (z.B. Kühlbedarf, kein Kühlbedarf bzw. „neutraler Betrieb“, Heizbedarf) und deren Umschaltung sind die Grundlage für das weitere Regelkonzept des Überhitzungsschutzes.

Übersteuerungen durch die GLT erfolgen mit „1“ bzw. 10 Volt.

Freigaben durch die GLT erfolgen mit „0“ bzw. 0 Volt.

Für die angegebenen Helligkeitswerte ist zu berücksichtigen, dass diese realen Werten in Fenster-ebene entsprechen. Die einzugebenden Parameter können abweichen, da diese von der Montage (z.B. in Fassadenausrichtung vorgesehen) und Kalibrierung der Sensorik abhängen.

Für die Wettersensorik sind eine Reihe von Fühlern vorgesehen. Auf dem Dach sind bereits zahlreiche Sensoren montiert. Weiterhin ist eine Übergabe von Datenpunkten an die GLT vorgesehen. Eine Aufstellung hierzu nach dem derzeitigen Kenntnisstand des ZAE Bayerns ist in **Anhang 2** dargestellt.

Für die Auswertung von ausgewählten Referenzräumen ist es möglich die IST- und SOLL-Werte aus den Controllern über die Steuerungseinheit aufzuzeichnen. Die Spezifikationen sind noch abzustimmen.

Anhang 1

Unterrichtszeiten FOS/BOS Erding

1./2. Stunde	8.15 – 9.45
3./4. Stunde	10.00 – 11.30
5./6. Stunde	11.45 – 13.15
8./9./10. Stunde	14.00 – 16.15

Verschattungsanlage Klassenräume u. ä.

Rücksetzung manuelle Übersteuerung, Aktivierung Automatikbetrieb

8:00

9:00

9:55

10:45

11:40

12:30

13:25

14:45

15:30

16:25

Anhang 2

Wettersensorik und Datenausgabe an GLT durch die Verschattungsanlage

Tabelle zu möglichen Datenkanälen: **bitte prüfen!**

Geplant	Wertebereich 0-10 V
Windgeschwindigkeit 1	0-25 m/s
Windgeschwindigkeit 2?	0-25 m/s
Windrichtung	0=Nord
Dämmerung?	?
Helligkeit 90° Neigung Süd	0-100 kLux
Helligkeit 5° Neigung Süd	0-100 kLux
Helligkeit 90° Neigung Ost	0-100 kLux
Helligkeit 90° Neigung West	0-100 kLux
Helligkeit 90° Neigung Nord	0-100 kLux
Regen	0=Trocken, 1=Regen
Temperatur	0=-20°C, 1=+80°C
Sonnenwinkel Elevation	0-64°
Sonnenwinkel Azimut (bisher nicht geplant)?	0=Süd (?)

Zur allgemeinen Verwirrung trägt sicher bei, dass bereits jede Menge Sensoren auf dem Dach montiert sind. Hierzu eine aktuelle Zustandsbeschreibung nach unserem Kenntnisstand vom 21.7.2011:

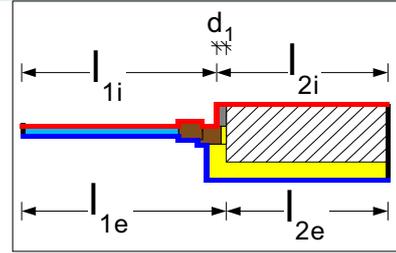
Messkanal/Datenpunkt	bereits auf Gebäudedach vorhanden	bereits auf GLT vorhanden
Windgeschwindigkeit 1	ja	ja
Windgeschwindigkeit 2	ja	nein
Windrichtung	ja	nein
Dämmerung	?Wo?	ja
Helligkeit 90° Neigung Süd	ja, aber nur 45°	ja
Helligkeit 5° Neigung Süd	nein	nein
Helligkeit 90° Neigung Ost	ja, aber nur 45°	ja
Helligkeit 90° Neigung West	ja, aber nur 45°, nicht in Gebäudeachse	ja
Helligkeit 90° Neigung Nord	ja, aber nur 45°	nein
Regen 1	ja	ja, 0-100%
Regen 2	ja	nein
Temperatur	nein	nein
Sonnenwinkel Elevation	(Rechenkanal, von Verschattung)	nein
Sonnenwinkel Azimut	(Rechenkanal, ggf. von Verschattung)	nein
Pyranometer Horizontal	ja, aber etwas v. Süden abgeschattet	ja
Pyranometer Süd	ja, aber nicht an Außenkante	ja
Pyranometer Ost	ja	ja
Pyranometer West	ja	ja
Pyranometer Nord	ja, aber nicht an Außenkante	keine vernünftigen Daten

Hierzu ein paar Fotos:



15.13 Dokumentation Wärmebrückenberechnung

Projekt: FOS/BOS Erding
Bauteilanschluss: Anschluss Fenster -Aussenwand, Leibung
Variante ohne umlaufenden Befestigungswinkel



Bauteile

Fenster 1	
U-Wert (Fenster) U_1	= 0,850 W/m ² K
Innenmaß l_{1i}	= 1,000 m
Dicke d_1	= 0,025 m
Außenmaß l_{1e}	= 1,025 m

Außenwand 2	
U-Wert (Gefach)	= 0,138 W/m ² K
U_m -Wert U_2	= 0,138 W/m ² K
Innenmaß l_{2i}	= 1,000 m
Außenmaß l_{2e}	= 0,975 m

Therm Version 5.2 (5.2.14)	
U-Factor (Therm)	= 0,5147 W/m ² K
Thermlänge	= 2,000 m
längenbezog. Wärmestrom L^{2D}	= 1,029 W/mK

Ψ-Wert	
Ψ_i (bez. auf U_{Gefach})	= 0,041 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_m)	= 0,023 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_{Gefach})	= 0,023 W/mK

Temperaturfaktor

Innentemperatur	= 20,0 °C
Außentemperatur	= -5,0 °C
niedrigste Oberflächentemp.	= °C
Temperaturfaktor f^{2D}	= 0,200 $f_{Rsi} \leq 0,7$

... mit $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ / ... mit $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

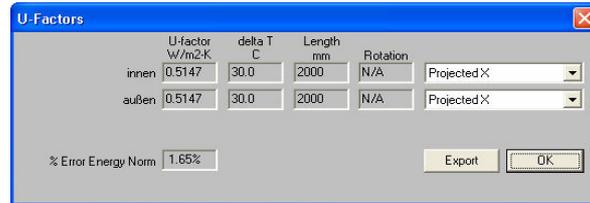
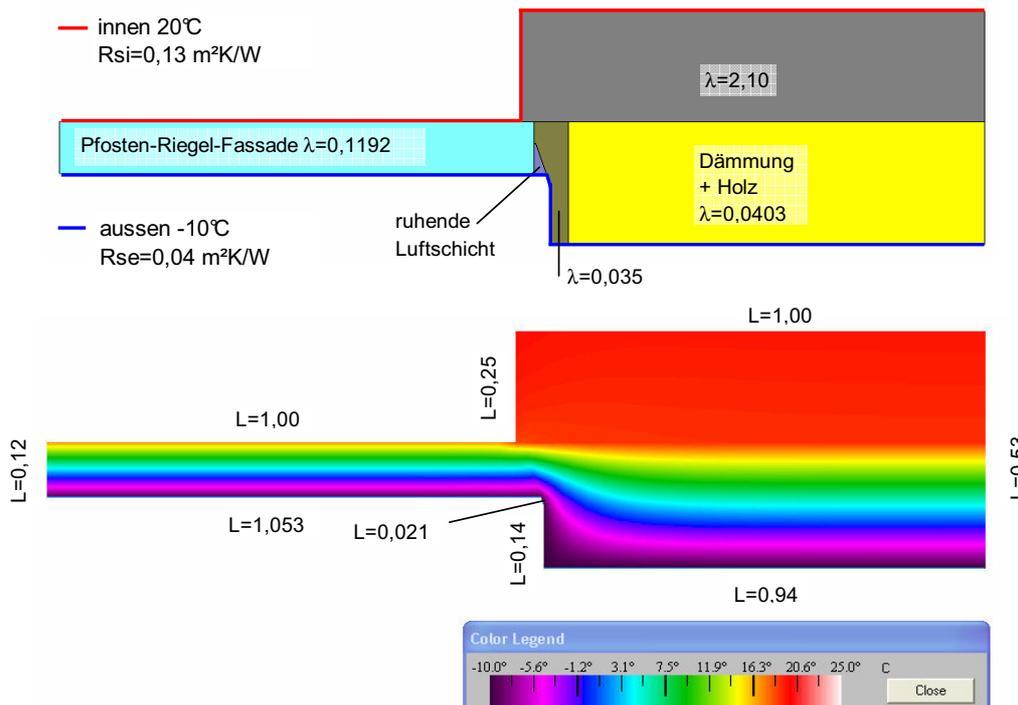
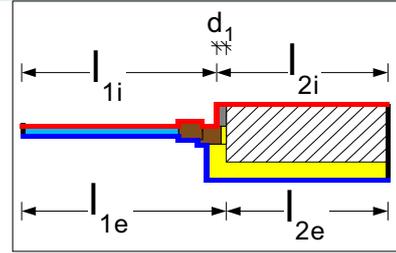


Abbildung:



Projekt: FOS/BOS Erding
Bauteilanschluss: Anschluss Fenster -Aussenwand, Leibung
Planungsvariante



Bauteile

Fenster 1
U-Wert (Fenster) $U_1 = 0,850$ W/m ² K
Innenmaß $l_{1i} = 1,000$ m
Dicke $d_1 = 0,025$ m
Außenmaß $l_{1e} = 1,025$ m

Außenwand 2
U-Wert (Gefach) = $0,138$ W/m ² K
U_m -Wert $U_2 = 0,138$ W/m ² K
Innenmaß $l_{2i} = 1,000$ m
Außenmaß $l_{2e} = 0,975$ m

Therm	Version 5.2 (5.2.14)
U-Factor (Therm) = $0,5286$ W/m ² K	
Thermlänge = $2,000$ m	
längenbezog. Wärmestrom $L^{2D} = 1,057$ W/mK	

Ψ-Wert
Ψ_i (bez. auf U_{Gefach}) = $0,069$ W/mK
Ψ_e (bez. auf U_m) = $0,051$ W/mK
Ψ_e (bez. auf U_{Gefach}) = $0,051$ W/mK

Temperaturfaktor

Innentemperatur = $20,0$ °C
Außentemperatur = $-5,0$ °C
niedrigste Oberflächentemp. = \quad °C
Temperaturfaktor $f^{2D} = 0,200$ fRsi ≤ 0,7

... mit $R_{si} = 0,25$ m²K/W / ... mit $R_{se} = 0,04$ m²K/W

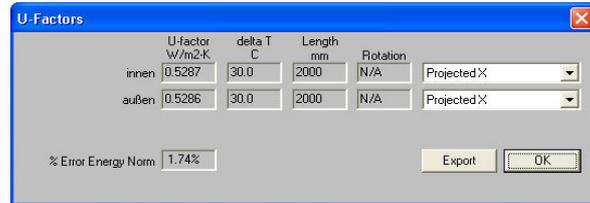
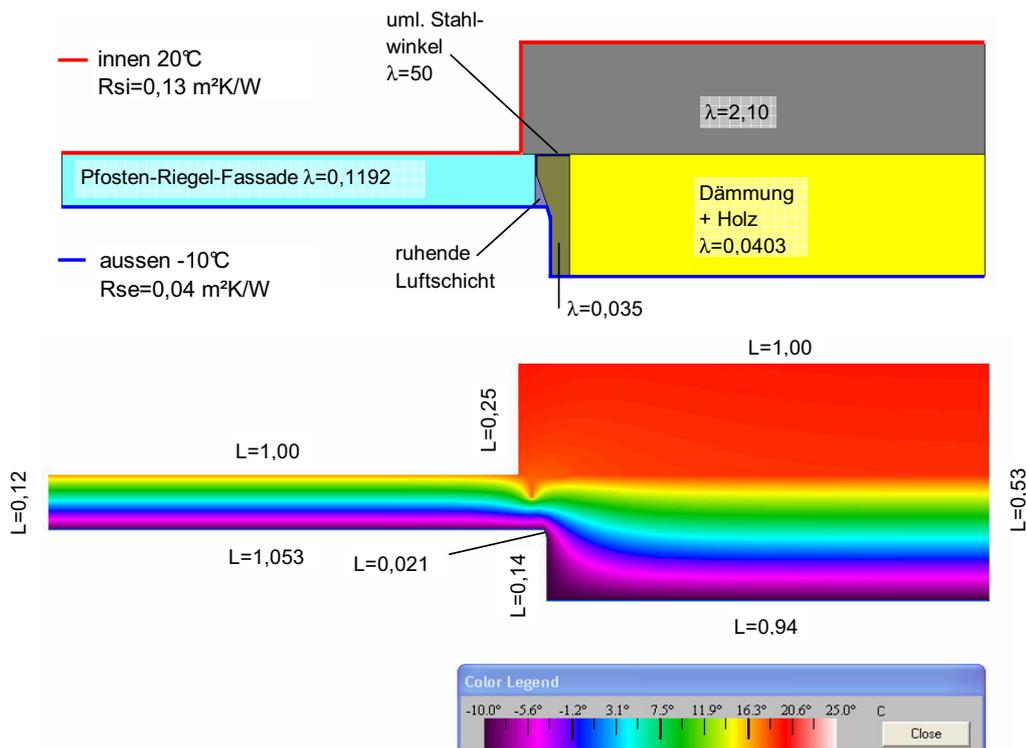
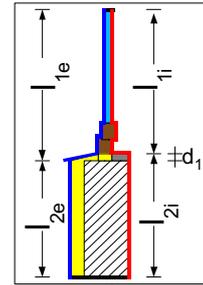


Abbildung:



Projekt: FOS/BOS Erding
Bauteilanschluss: Anschluss Fenster -Aussenwand, Brüstung
Variante ohne umlaufenden Befestigungswinkel



Bauteile

Fenster 1	
U-Wert U_1 =	0,850 W/m ² K
Innenmaß l_{1i} =	1,000 m
Dicke d_1 =	0,025 m
Außenmaß l_{1e} =	1,025 m

Außenwand 2	
U-Wert (Gefach) =	0,138 W/m ² K
U_m -Wert U_2 =	0,138 W/m ² K
Innenmaß l_{2i} =	1,000 m
Außenmaß l_{2e} =	0,975 m

Therm	
Version 5.2 (5.2.14)	
U-Factor (Therm) =	0,5125 W/m ² K
Thermlänge =	2,000 m
längenbezog. Wärmestrom L^{2D} =	1,025 W/mK

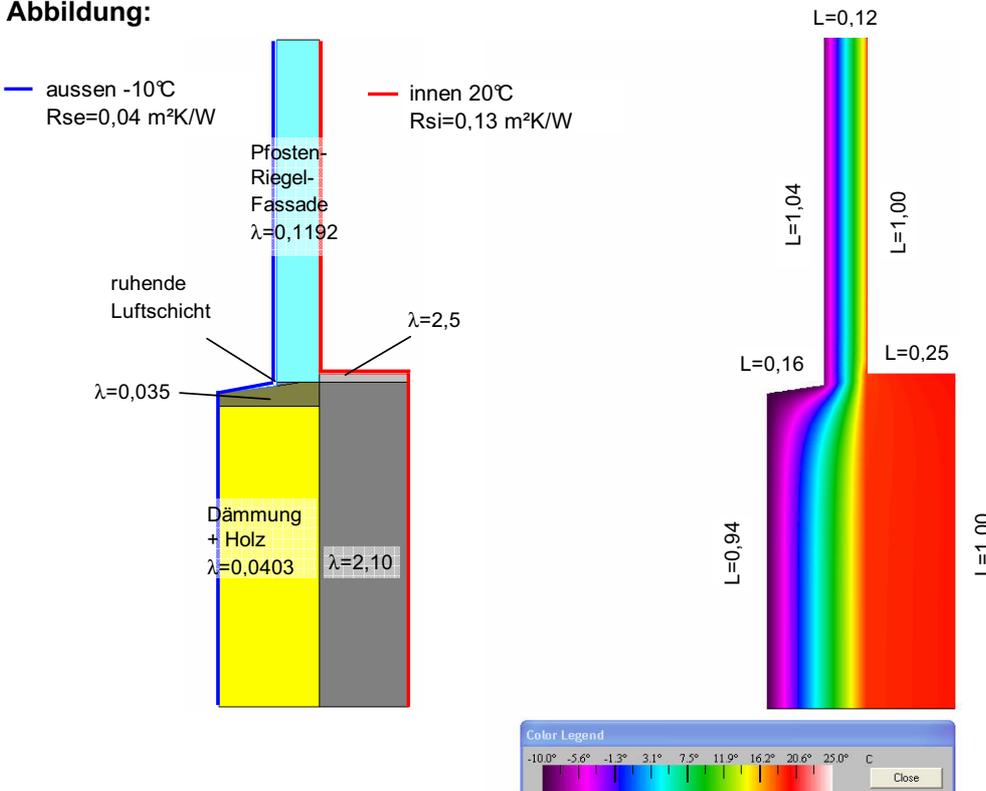
Ψ -Wert	
Ψ_1 (bez. auf U_{Gefach}) =	0,037 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_m) =	0,019 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_{Gefach}) =	0,019 W/mK

Temperaturfaktor

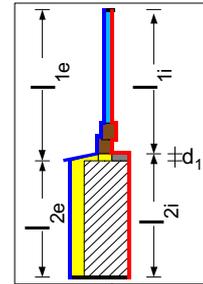
Innentemperatur =	20,0 °C
Außentemperatur =	-5,0 °C
niedrigste Oberflächentemp. =	°C
Temperaturfaktor f^{2D} =	0,200 $f_{Rsi} \leq 0,7$

... mit $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ / ... mit $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abbildung:



Projekt: FOS/BOS Erding
Bauteilanschluss: Anschluss Fenster -Aussenwand, Brüstung
Planungsvariante



Bauteile

Fenster 1

U-Wert U_1 =	0,850 W/m ² K
Innenmaß l_{1i} =	1,000 m
Dicke d_1 =	0,025 m
Außenmaß l_{1e} =	1,025 m

Außenwand 2

U-Wert (Gefach) =	0,138 W/m ² K
U_m -Wert U_2 =	0,138 W/m ² K
Innenmaß l_{2i} =	1,000 m
Außenmaß l_{2e} =	0,975 m

Therm Version 5.2 (5.2.14)

U-Factor (Therm) =	0,5313 W/m ² K
Thermlänge =	2,000 m
längenbezog. Wärmestrom L^{2D} =	1,063 W/mK

Ψ-Wert

Ψ_1 (bez. auf U_{Gefach}) =	0,074 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_m) =	0,057 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_{Gefach}) =	0,057 W/mK

Temperaturfaktor

Innentemperatur =	20,0 °C
Außentemperatur =	-5,0 °C
niedrigste Oberflächentemp. =	°C
Temperaturfaktor f^{2D} =	0,200 $f_{Rsi} \leq 0,7$

U-Factors

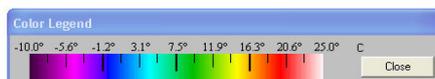
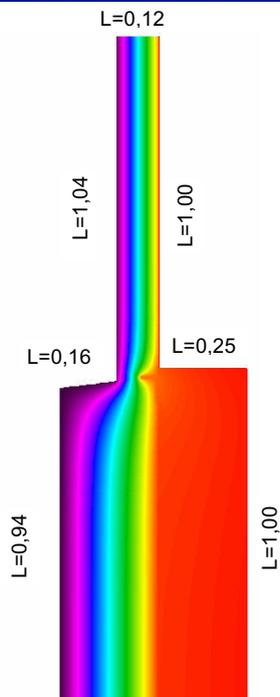
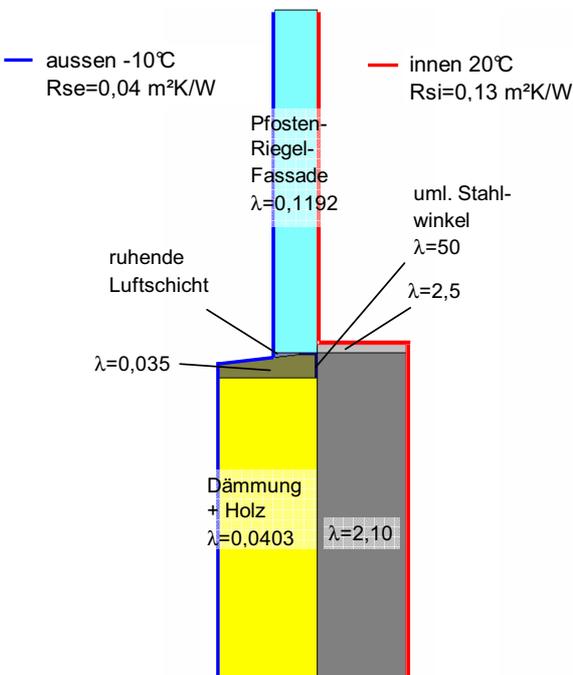
	U-factor W/m ² K	delta T C	Length mm	Rotation	
innen	0.5313	30.0	2000	N/A	Projected Y
außen	0.5313	30.0	2000	N/A	Projected Y

% Error Energy Norm 1.66%

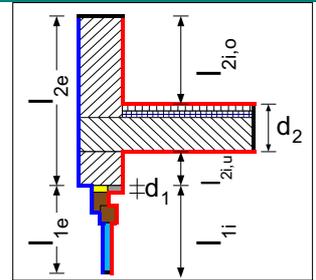
Export OK

... mit $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ / ... mit $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abbildung:



Fenster - Außenwand - Sturz
Bauteilanschluss: Anschluss Fenster -Außenwand, Sturz
Variante ohne umlaufenden Befestigungswinkel



Bauteile

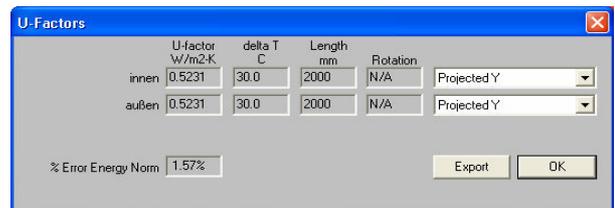
Fenster 1	
U-Wert (Fenster) U_1	0,850 W/m ² K
Innenmaß l_{1i}	1,000 m
Dicke d_1	0,025 m
Außenmaß l_{1e}	1,025 m

Außenwand 2	
U-Wert (Gefach)	0,138 W/m ² K
U_m -Wert U_2	0,138 W/m ² K
Innenmaß $l_{2i,o}$	1,000 m
Dicke der Decke d_2	0,000 m
Innenmaß $l_{2i,u}$	0,000 m
Außenmaß l_{2e}	0,975 m

Therm	
U-Factor (Therm)	0,5231 W/m ² K
Thermlänge	2,000 m
längenbezog. Wärmestrom L^{2D}	1,046 W/mK

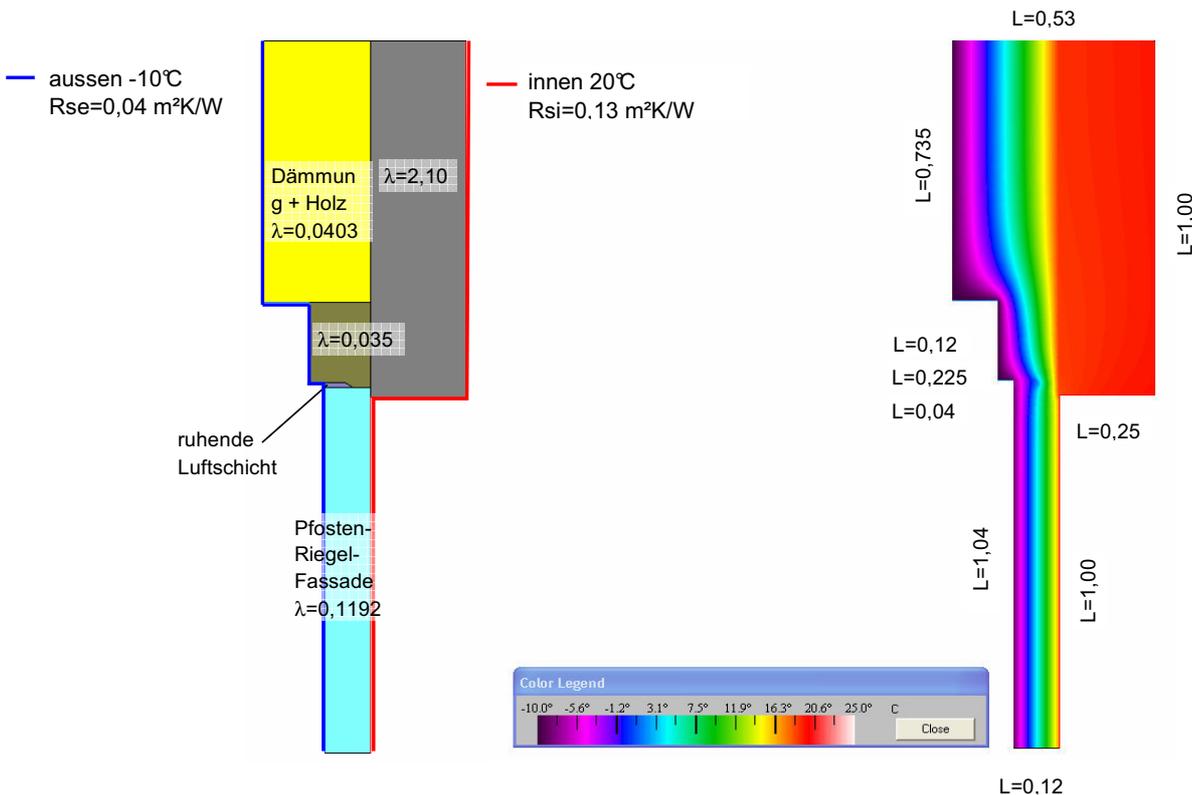
Ψ-Wert	
Ψ_i (bez. auf U_{Gefach})	0,058 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_m)	0,040 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_{Gefach})	0,040 W/mK

Temperaturfaktor	
Innentemperatur	20,0 °C
Außentemperatur	-5,0 °C
niedrigste Oberflächentemp.	°C
Temperaturfaktor f^{2D}	0,200 $f_{Rsi} \leq 0,7$

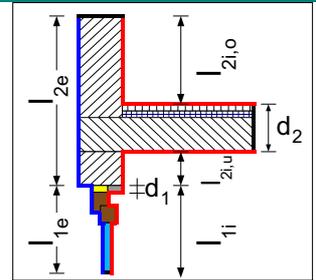


... mit $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ / ... mit $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abbildung:



Fenster - Außenwand - Sturz Bauteilanschluss: Anschluss Fenster -Außenwand, Sturz Planungsvariante



Bauteile

Fenster 1	
U-Wert (Fenster) U_1 =	0,850 W/m ² K
Innenmaß l_{1i} =	1,000 m
Dicke d_1 =	0,025 m
Außenmaß l_{1e} =	1,025 m

Außenwand 2	
U-Wert (Gefach) =	0,138 W/m ² K
U_m -Wert U_2 =	0,138 W/m ² K
Innenmaß $l_{2i,o}$ =	1,000 m
Dicke der Decke d_2 =	0,000 m
Innenmaß $l_{2i,u}$ =	0,000 m
Außenmaß l_{2e} =	0,975 m

Therm Version 5.2 (5.2.14)	
U-Factor (Therm) =	0,5456 W/m ² K
Thermlänge =	2,000 m
längenbezog. Wärmestrom L^{2D} =	1,091 W/mK

Ψ-Wert	
Ψ_i (bez. auf U_{Gefach}) =	0,103 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_m) =	0,085 W/mK
Ψ_e (bez. auf U_{Gefach}) =	0,085 W/mK

Temperaturfaktor

Innentemperatur =	20,0 °C
Außentemperatur =	-5,0 °C
niedrigste Oberflächentemp. =	°C
Temperaturfaktor f^{2D} =	0,200 $f_{Rsi} \leq 0,7$

... mit $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ / ... mit $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

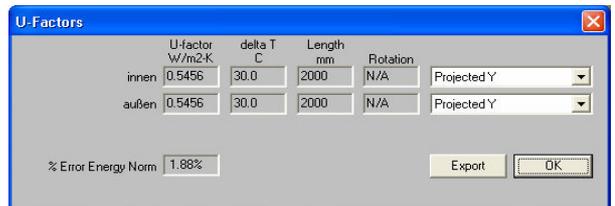
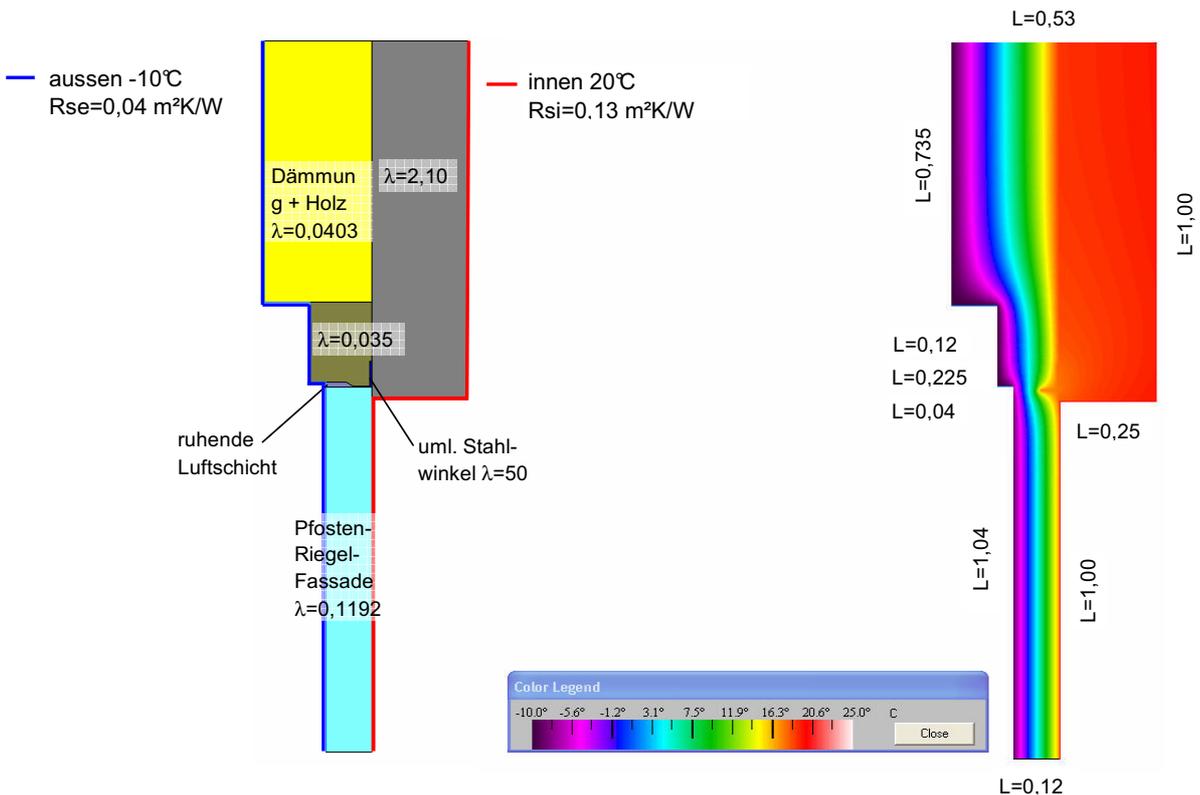
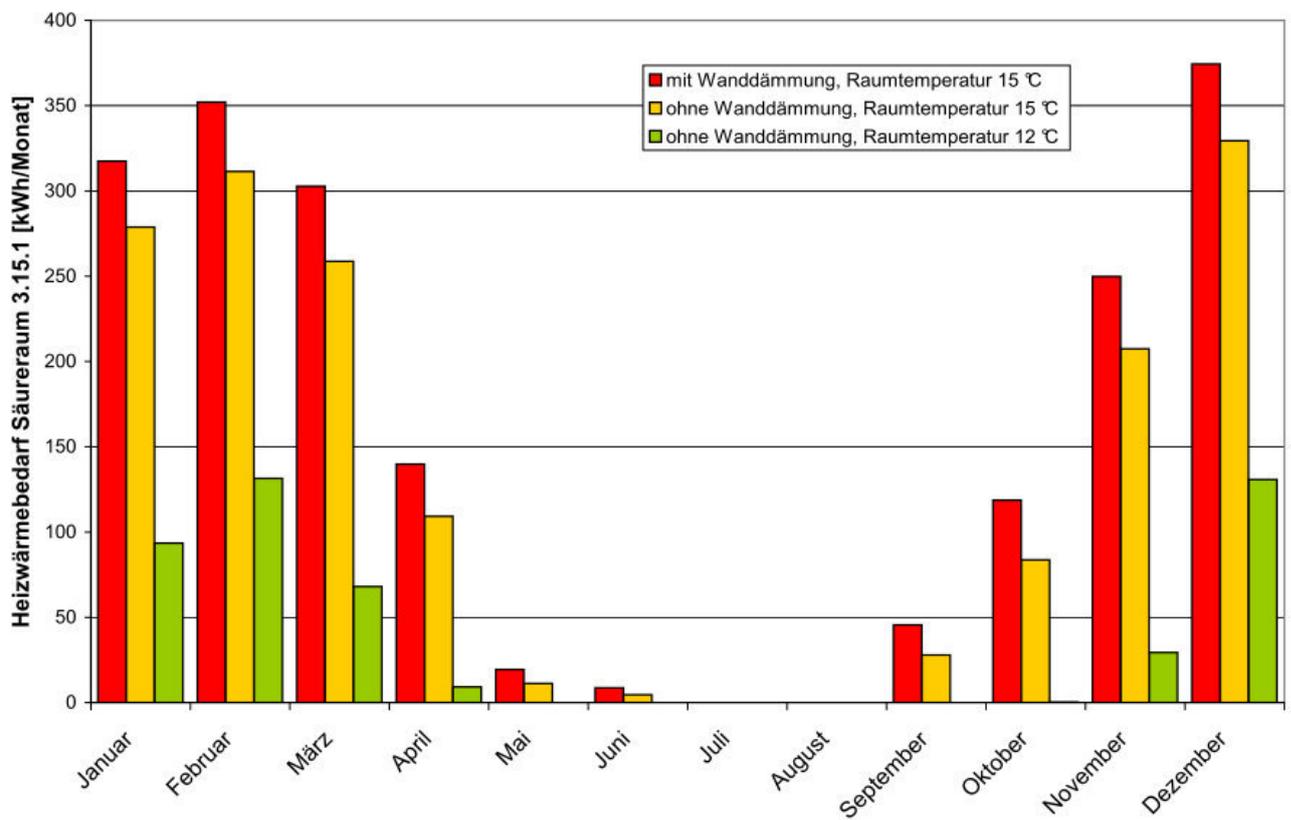
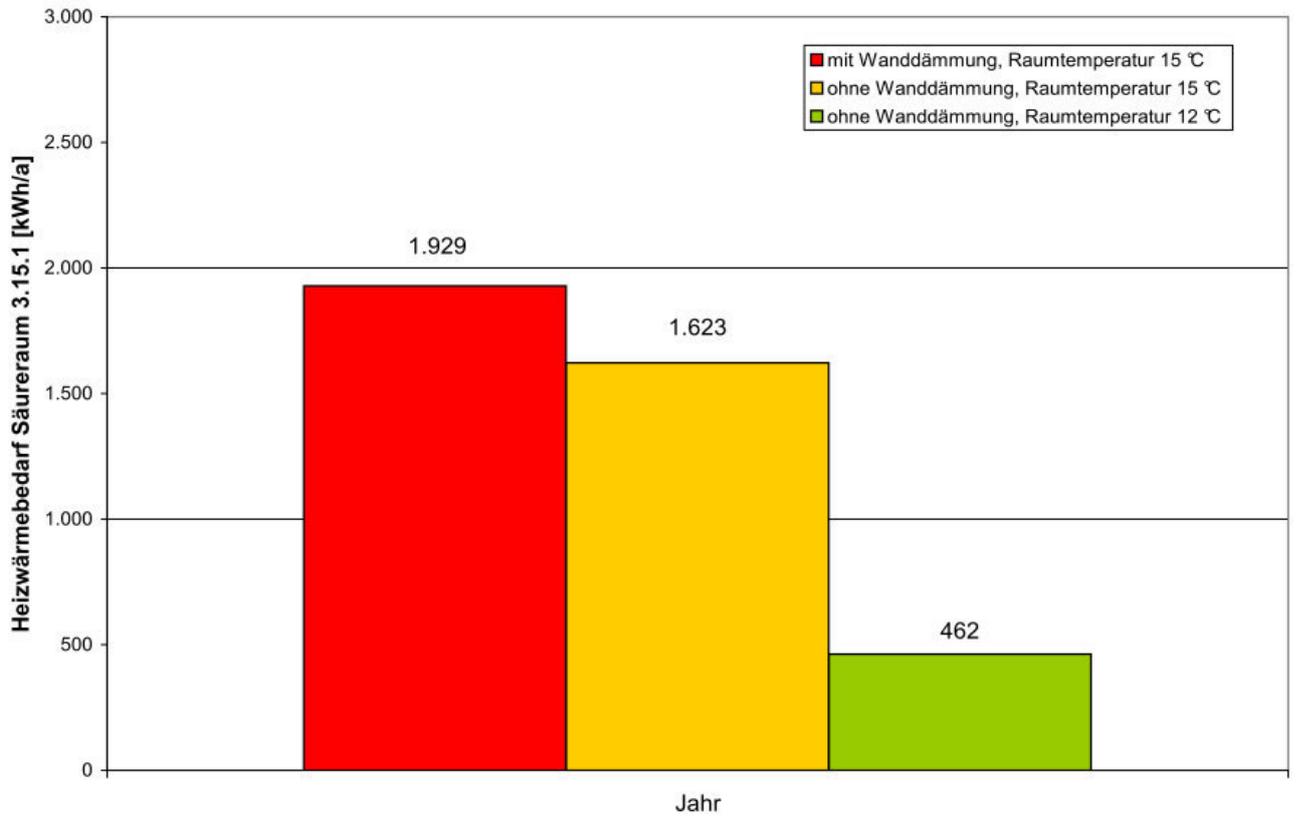


Abbildung:



15.14 Thermische Simulation Säureraum (Ergebniszusammenstellung)



15.15 Umweltpreis



Hauptpreis – 50.000 Euro

Landkreis Erding

Neubau einer Fach- und Berufsoberschule im Passivhausstandard
Deutliche Senkung des Energieverbrauchs gegenüber einem Neubaustandard und Verwendung umweltschonender Materialien

Neubau einer Berufs- und Fachoberschule im Passivhausstandard. Damit werden die Anforderungen hinsichtlich des Energieverbrauchs deutlich unterschritten. Der Einsatz der kontrollierten Be- und Entlüftung stellt trotzdem gute raumklimatische Bedingungen sicher. Die aktive und passive Solarenergienutzung sowie die Nutzung des Tageslichts zur Beleuchtung tragen zu einer weiteren Senkung des Energieverbrauchs bei. Das Gebäude soll mit Beschattungssystemen ausgestattet werden, die trotz der Tageslichtnutzung und der sehr guten Wärmedämmung eine Überhitzung des Gebäudes vermeiden helfen. Für die Bauausführung sind umweltschonende Materialien vorgesehen.

Sonderpreis – 50.000 Euro

Gemeinnützige DEB – soziale Dienstleistungs GmbH, Bamberg

„Kreislaufwirtschaftszentrum“: kombiniertes Recycling- und Arbeitsförderprojekt
Einsparung von Rohstoffen und Vermeidung von Müll

Die DEB hat das Ziel, ausgediente Wirtschaftsgüter verschiedener Arten (Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronik, Möbel, Fahrräder etc.) wieder aufzuarbeiten um sie so einer weiteren Nutzung zuzuführen. Damit werden wertvolle Rohstoffe gespart und Müll vermieden. Für die Vermarktung wird ein eigenes Gebrauchtwaren-Kaufhaus eingerichtet. Das Projekt zeichnet sich dadurch aus, dass es die komplette Kette der Wiederverwertung, von der Sammlung über die Aufarbeitung bis zur Vermarktung, abbildet. Hervorzuheben ist auch das damit verbundene soziale Engagement, das Arbeitslosen Beschäftigung, Fortbildung und einen Wiedereinstieg ins Berufsleben bietet.

E.ON Bayern Vertrieb GmbH Prüfeninger Straße 20 93049 Regensburg
www.eon-bayern-vertrieb.com

Preisträger

E.ON Bayern Vertrieb

E.ON Bayern Umweltpreis 2009

Wir sehen unsere Aufgabe in einer sicheren und umweltgerechten Energieversorgung und fühlen uns für den Schutz der Umwelt verantwortlich. Deshalb unterstützen wir ökologische Ideen und Projekte von Kommunen, Kirchen, Vereinen, Unternehmen sowie Bildungs- und Forschungseinrichtungen in Bayern.

Ziel der Förderung

Durch den E.ON Bayern Umweltpreis werden vorbildliche Projekte gefördert, die Energie sparen und die Umwelt schonen. Das können Erweiterungen bereits abgeschlossener Projekte sein, aber auch Konzepte, deren Realisierung durch die Förderung erleichtert oder überhaupt erst ermöglicht wird.

Schirmherr

Unter der Schirmherrschaft des Bayerischen Staatsministers für Umwelt und Gesundheit, Dr. Markus Söder, wird der E.ON Bayern Umweltpreis zum fünften Mal verliehen.

Attraktive Preisgelder

Der E.ON Bayern Umweltpreis ist mit jährlich insgesamt 250.000 Euro dotiert.



Jury des E.ON Bayern Umweltpreises 2009

Michael Ziegler Ministerialdirigent Bayerisches Staatsministerium des Innern

Melanie Huml Staatssekretärin Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit

Dipl.Ing. (FH) Henning Kaul, MdL a.D.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner Technische Universität München
Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik

Prof. Dr. Konrad Weckerle Professor für Europäisches Wirtschaftsrecht
an der TU München

Hauptpreis – 50.000 Euro

1

Landkreis Erding

Neubau einer Fach- und Berufsoberschule im Passivhausstandard
Deutliche Senkung des Energieverbrauchs gegenüber einem Neubaustandard sowie Verwendung umweltschonender Materialien

2

Sonderpreis – 50.000 Euro

Gemeinnützige DEB (Deutsches Erwachsenenbildungswerk) – soziale Dienstleistungs GmbH, Bamberg

„Kreislaufwirtschaftszentrum“: kombiniertes Recycling- und Arbeitsförderprojekt
Einsparung von Rohstoffen und Vermeidung von Müll

Weitere Preisträger – jeweils 20.000 Euro

3

Landkreis Bamberg

Erstellung einer Potenzialanalyse für die Nutzung erneuerbarer Energie in der Region
Schaffung einer Grundlage für eine nachhaltige Energieversorgung

4

Hochschule Amberg-Weiden – Institut für Energietechnik

Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur Weiterentwicklung von BHKWs
Steigerung der Stromausbeute durch eine nachgeschaltete Mikrogasturbine

5

Ohm-Hochschule Nürnberg – POF Application Center

Angewandte Forschung und Entwicklung eines innovativen Systems zur Tageslichtnutzung
Reduzierung des Energieverbrauchs bei künstlicher Beleuchtung

6

Deutronic Elektronik GmbH, Adlkofen

Energie- und Rohstoffeinsparung der Batteriesystemtechnik
Neuentwicklung des Ladeverfahrens bei Batterien

7

Südleder GmbH & Co, Rehau

Bioenergie aus tierischer Haut
Energiegewinnung aus tierischen Fetten und Reduzierung des bisherigen Abfallaufkommens

8

Agrokraft GmbH, Bad Neustadt a. d. Saale

Bayerische Netzwerke Hydrothermale Karbonisierung (HTC)
Entwicklung einer Pilotanlage für die Herstellung von Kohlebrennstoffen auf pflanzlicher Basis

9

Kulmbacher Brauerei

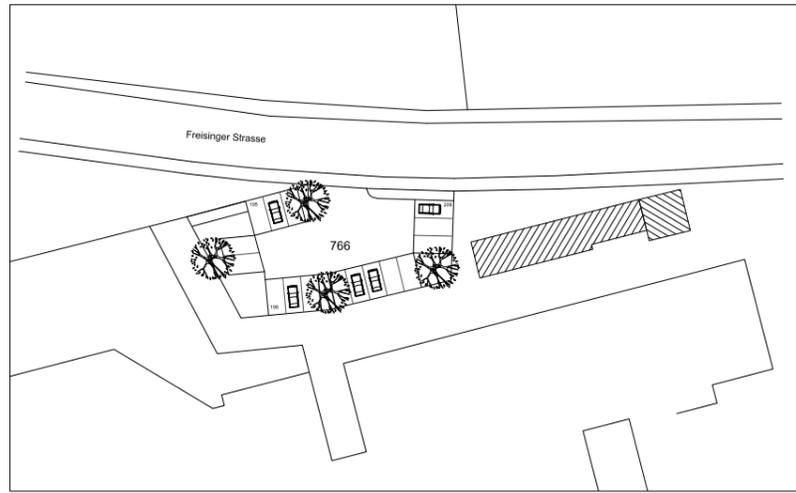
Direktbeheizung einer Flaschenreinigungsmaschine mit Brennwerttechnik
Erhebliche Energieeinsparung durch diese neue Technik

15.16 Fotodokumentation Bauablauf

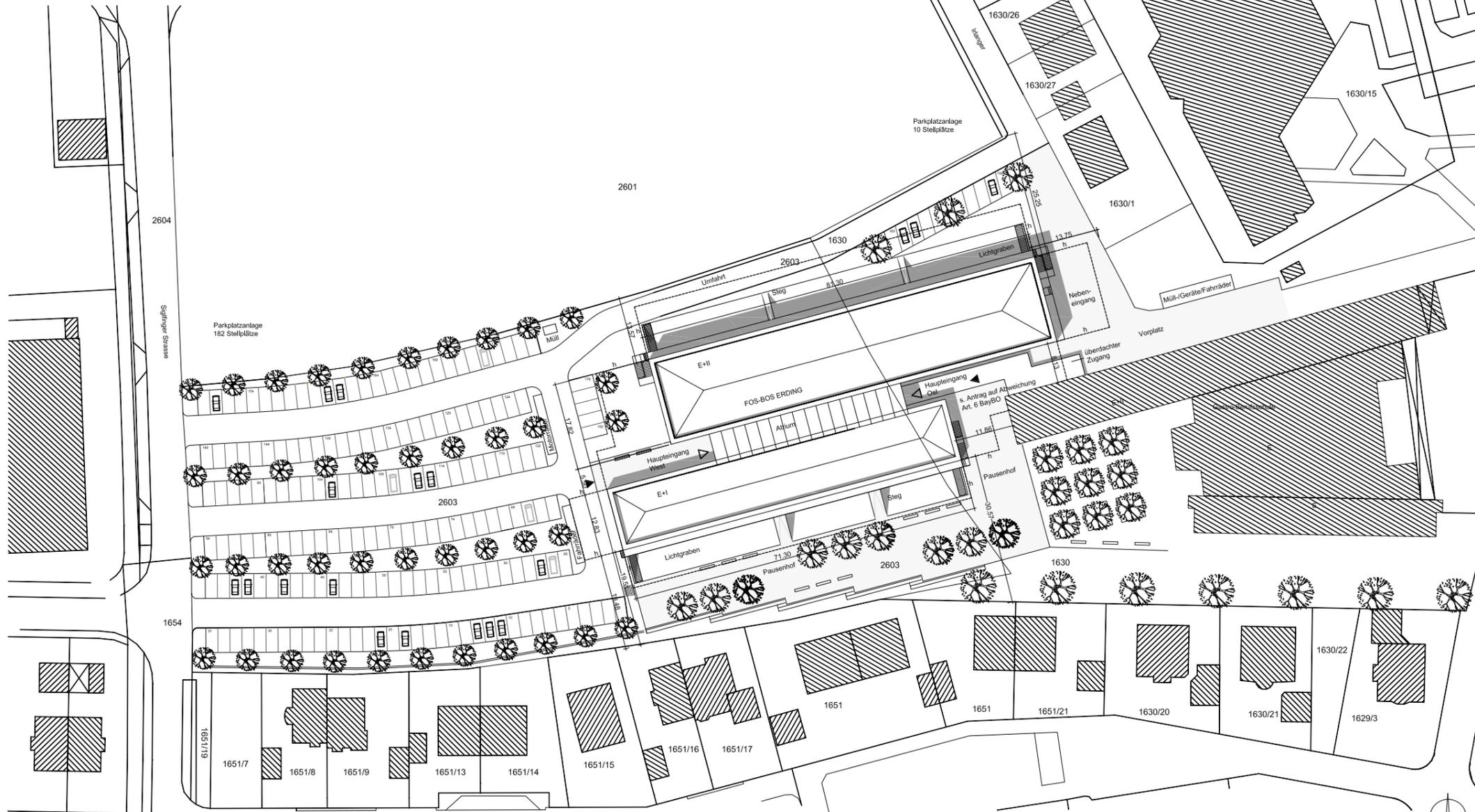
15.17 Presseberichte

Zusammenstellung aller Presseberichte - nach Veröffentlichungsdatum sortiert

15.18 Grundrisse, Schnitte, Ansichten FOS/BOS Erding



Parkplatzanlage Freisinger Str.
16 Stellplätze



Nachbarn: siehe Anlage Liste Nachbarn

Planverfasser:

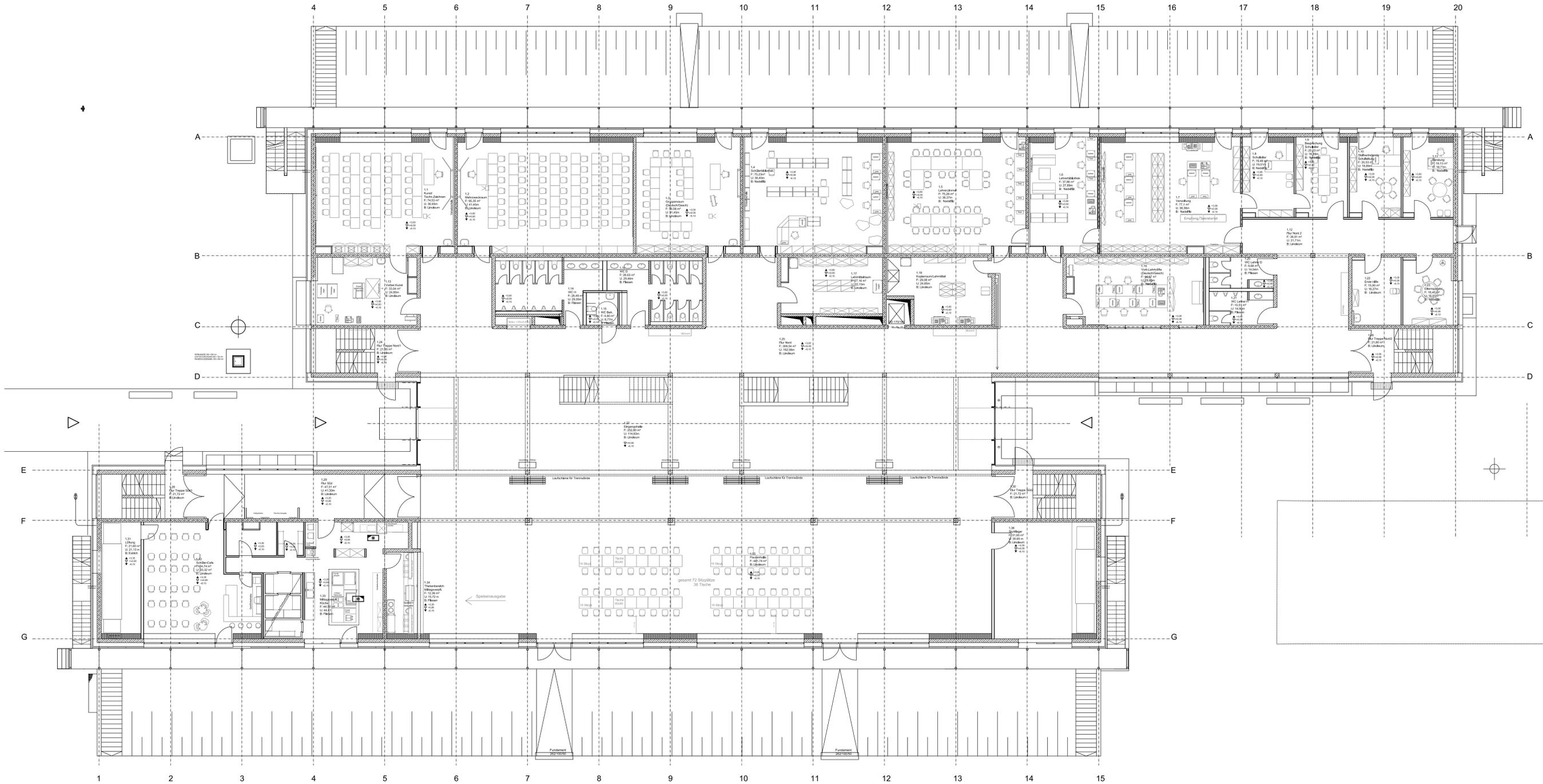
kplanAG <small>E für Projektentwicklung und Gesamtplanung</small>		93326 Abensberg Bahnhofstraße 15 Tel.: (09443) 921-0 Fax: (09443) 921-190
BAUVORHABEN	GENEHMIGUNGSPLANUNG Schule FOS-BOS Erding	BLATTGRÖÖE
BAUHERR	Landkreis Erding Landratsamt, Alois-Schießl-Platz 2 85435 Erding	GEÄNDERT
DARSTELLUNG	Lageplan	GEZEICHNET gr/wo
		DATUM 28.07.08
		MAßSTAB 1 : 500
		BLATT-NR. 1





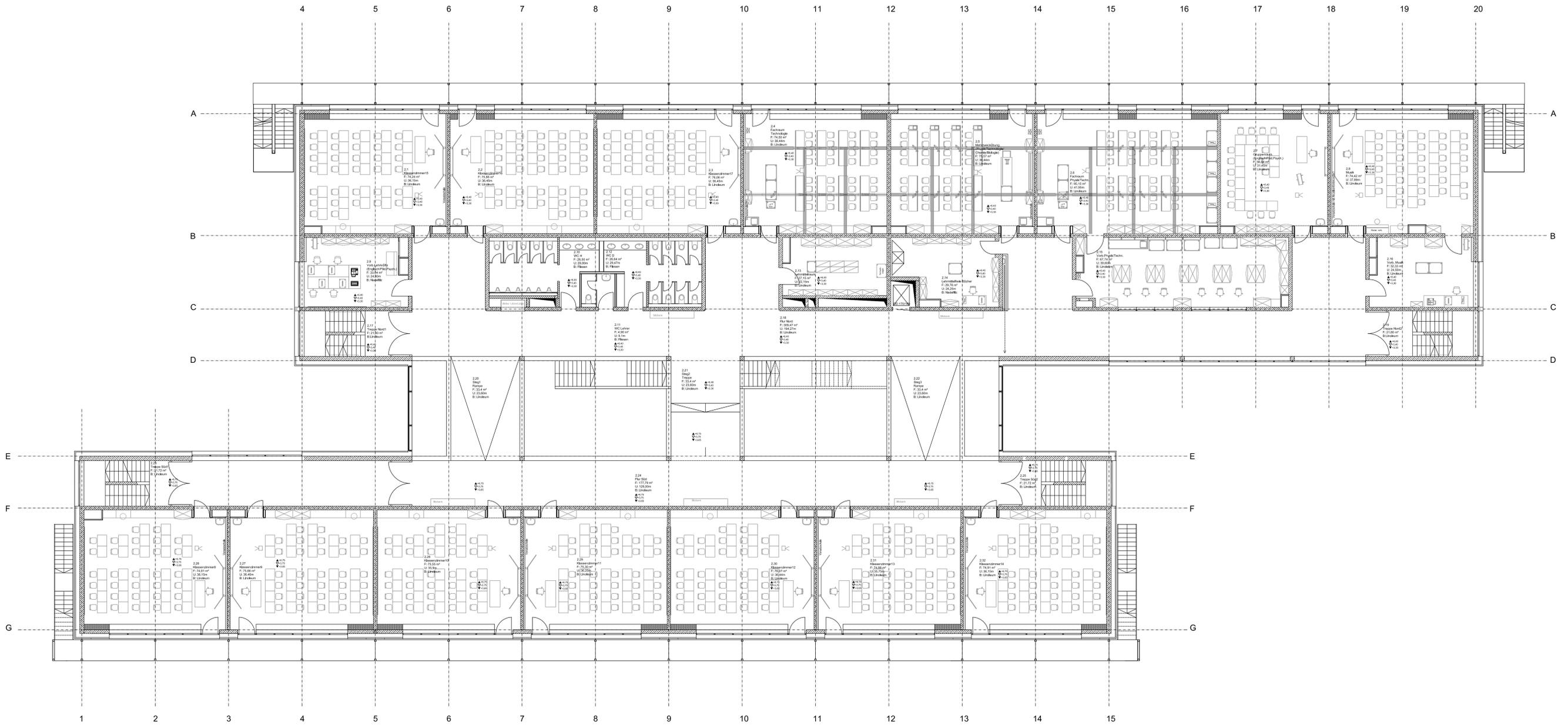
INDEX_B 24.08.2010

kplan AG		für Projektentwicklung und Gesamtplanung		93328 Abensberg Sauerbrunnle 13 Tel.: (09443) 921-0 Fax: (09443) 921-180	
PLANART	Ausführungsplanung	SACHBEARBEITER	Datum	Name	
BAUVORHABEN	FACHBERE-BERUFSOBERSCHULE	GEPLANT			
BAUORT	ERDING	GEZEICHNET	02.03.09	OF	W
BAUHERR	LANDKREIS ERDING	PROJEKT-NR.	7039	BLATTGRÖÖE	A0
BAUTEIL	UNDZ	MAßSTAB	BLATT-NR.		
DARSTELLUNG	UNTERGESCHOSS	1 : 100	A.A.1/2.020		
CAD-NAME	ERDING_FOS_BOS_WERKPLANUNG				



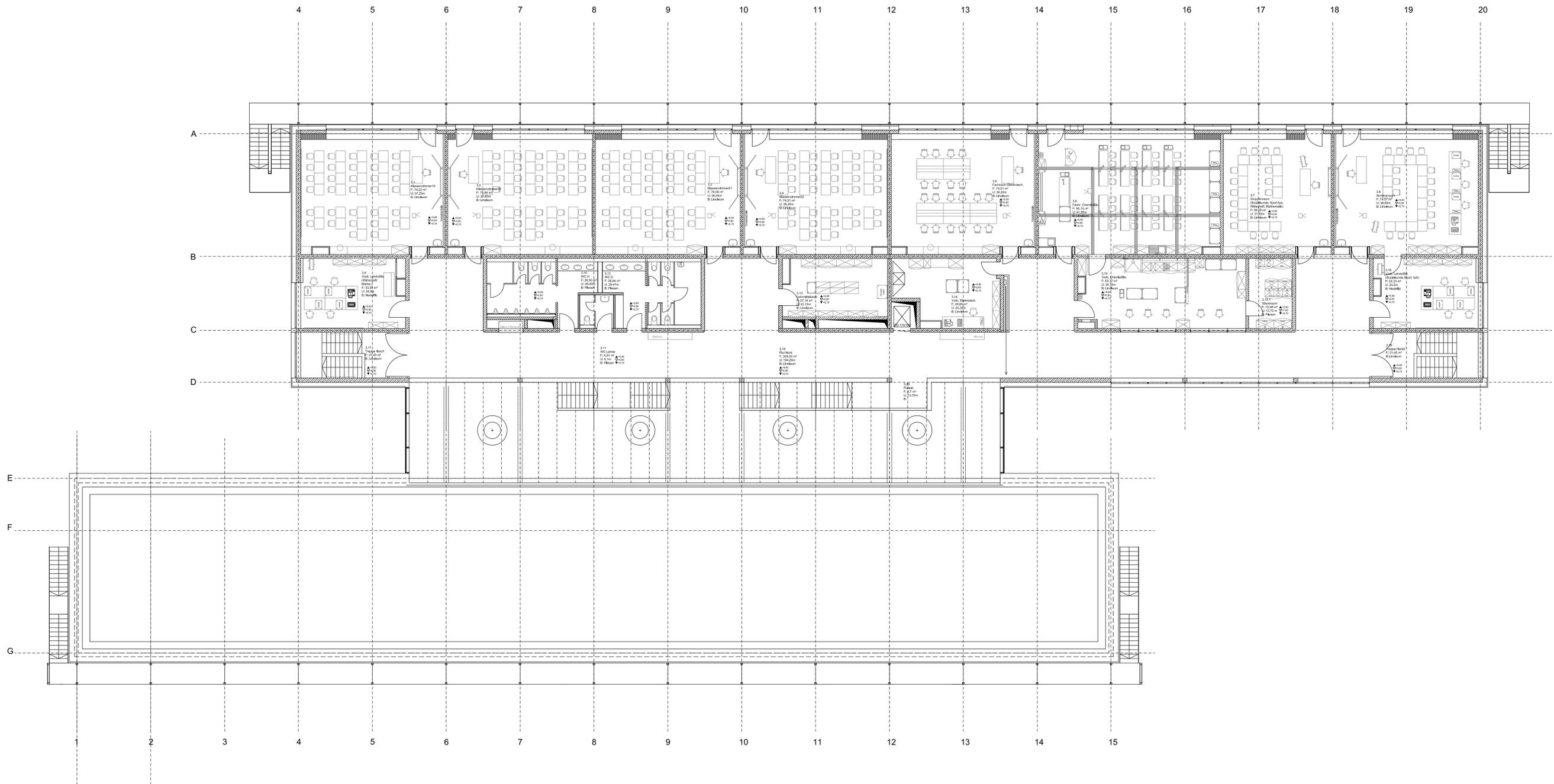
INDEX_B 24.08.2010

kplan AG für Projektentwicklung und Gesamtplanung		93326 Abensberg Bahnhofstraße 13 Tel.: (09443) 921-0 Fax: (09443) 921-180	
		SACH-BEARBEITER Datum Name	GEPLANT 9'
PLANART Ausführungplanung	SACH-VORHABEN FACHOBER-BERUFSOBERSCHULE	GEZEICHNET 02.03.09	w0
BAUORT ERDING	BAUHERR LANDKREIS ERDING	PROJEKT-NR. 7039	BLATTGRÖÖE A0
BAUTEIL 1UND2	DARSTELLUNG ERDGESCHOSS	MASSSTAB 1 : 100	BLATT-NR. A.A.1/2.021
CAD-NAME ERDING_FOS_BOS_WERKPLANUNG			



INDEX_B 24.08.2010

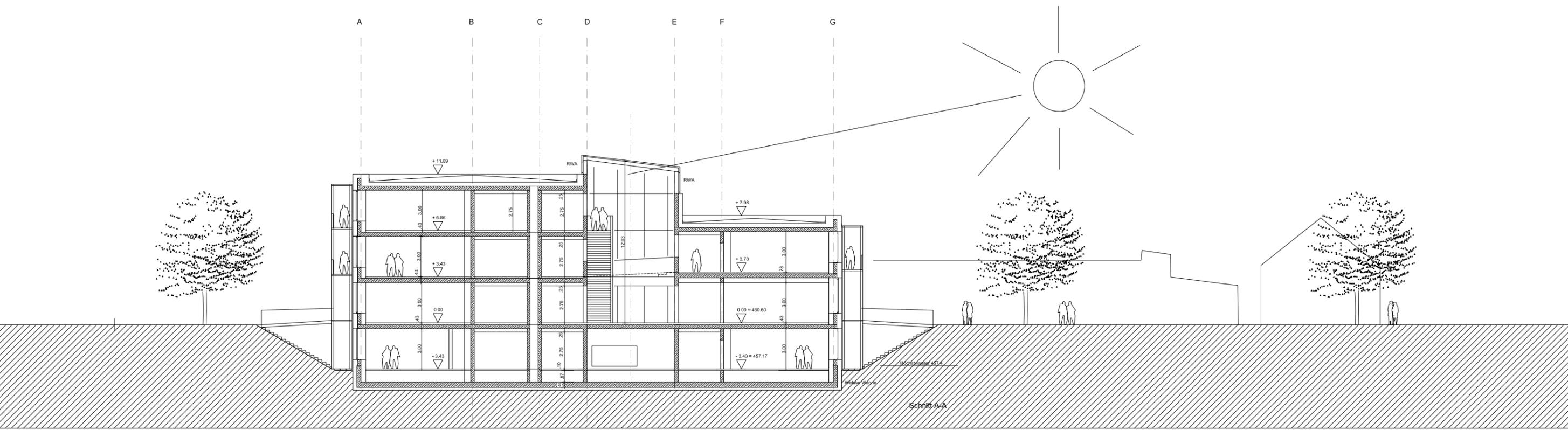
kplan AG für Projektentwicklung und Gesamtplanung		93326 Abensberg Bahnhofstraße 13 Tel.: (09443) 921-0 Fax: (09443) 921-180	
		SACHBEARBEITER GEPLANT GEZEICHNET PROJEKT-NR. MAßSTAB	Datum 02.03.09 BLATTGRÖßE A0 BLATT-NR. A.A.1/2.022
PLANART BAUVORHABEN BAUORT BAUHERR BAUTEIL DARSTELLUNG CAD-NAMEN	Ausführungsplanung FACHHOCHBERUFSOBERSCHULE ERDING LANDKREIS ERDING LUND2 1.OBERGESCHOSS ERDING_FOS_BOS_WERKPLANUNG	1 : 100	Name 9' AD



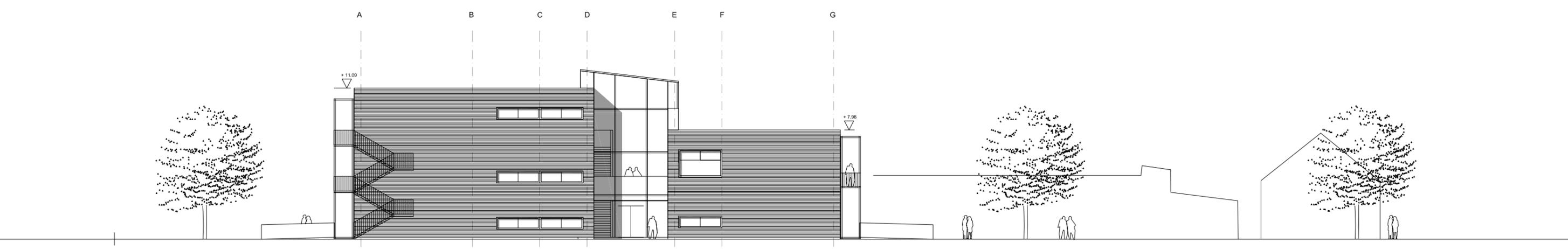
INDEX_B 24.08.2010

kplan AG		Für Projektentwicklung und Gesamtplanung	
PLANART	Ausführungsplanung	SACHBEARBEITER	Datum
BAUVORHABEN	FACHBERE-BERUFSSCHULE	GEPLANT	02
BAUORT	ERDING	GEZEICHNET	02.03.09
BAUHERR	LANDKREIS ERDING	PROJEKTNR.	7039
BAUTEIL	1UND2	BLATTGRÖÖE	A0
DARSTELLUNG	2.OBERGESCHOSS	MAßSTAB	BLATTNR.
CAD-NAME	ERDING_FOS_BOS_WERKPLANUNG	1 : 100	A.A./2.023

93326 Aabensberg
Bismarckstraße 13
Tel.: (09443) 921-0
Fax: (09443) 921-100



Schnitt A-A

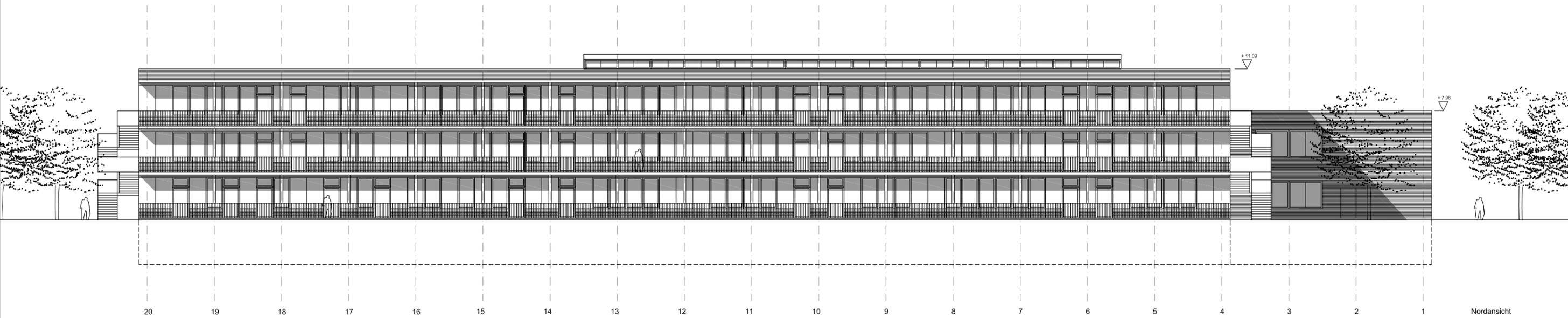


Westansicht

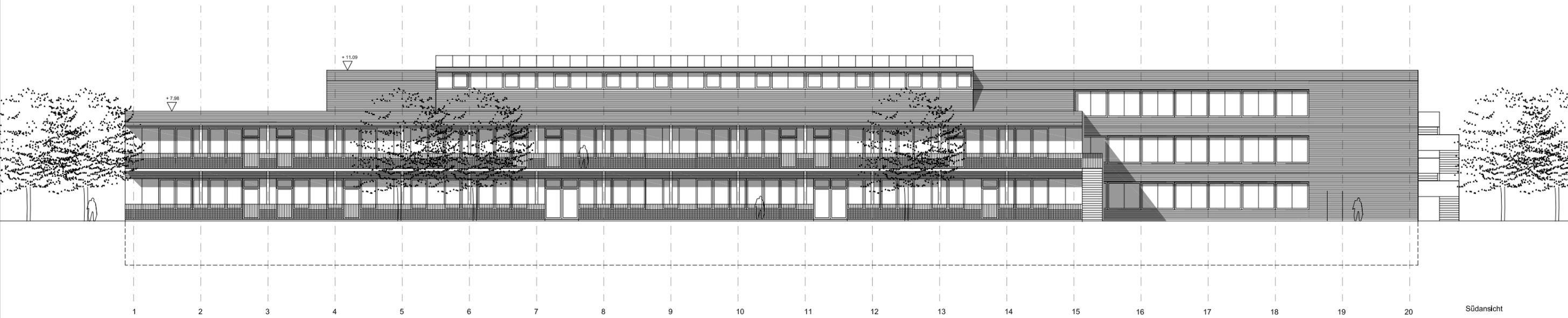
Nachbarn: siehe Anlage Liste Nachbarn

Planverfasser:

kplanAG <small>Projektdokumentation und Gesamtplanung</small>		<small>93326 Aidenberg Bahnhofstraße 15 Tel: (09443) 9242 Fax: (09443) 924190</small>	
BAUVORHABEN	GENEHMIGUNGSPLANUNG Schule FOS-BOS Erding	BLATTGRÖÖE	GEÄNDERT
BAUHERR	Landkreis Erding Landratsamt, Alois-Schleiß-Platz 2 85435 Erding	PROJEKT-NR.	GEZEICHNET
DARSTELLUNG	Schnitt, Westansicht	CAD-NAMME	DATUM
		MASSTAB	BLATT-NR.
		1 : 100	6



Nordansicht



Südansicht

Nachbarn: siehe Anlage Liste Nachbarn

Planverfasser:

kplanAG <small>Gf. Projektentwicklung und Gesamtplanung</small>		<small>93326 Alzenberg Bahnhofstraße 15 Tel.: (09443) 92146 Fax: (09443) 921180</small>	
BAUVORHABEN	GENEHMIGUNGSPLANUNG Schule FOS-BOS Erding	BLATTGRÖÖE	GEÄNDERT
BAUHERR	Landkreis Erding Landratsamt, Alois-Schieß-Platz 2 85435 Erding	PROJEKT-LEIT.	GEZEICHNET
DARSTELLUNG	Ansichten, Nord und Süd	CAD-NAMME	DATEUM
		MASSTAB	BLATT-NR.
		1: 100	7

15.19 FOS/BOS Erding- „wie gebaut“ – Projektzusammenstellung und Ergebnisse (Autor: H. König)

Fachoberschule und Berufsoberschule in Erding – „wie gebaut“

Projektzusammenstellung und Ergebnisse

Auftraggeber: Landkreis Erding

Autor: Dipl. Ing. Architekt Holger König Datum 20.1.2014

LEGEP Software GmbH Moosweg 9 85757 Karlsfeld

Tel. 08131-276983/ Fax 08131.27.69.85/mail@ascona-

koenig.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abb. 4-1: Sonstige Kosten, Direkteingabe als Textelement.....	4-6
Abb. 4-2: Amortisationskurve (statische Berechnung)	4-13
Abb. 4-3: Phasenbutton – Aktivierung - Deaktivierung	4-18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Kubatur und Flächen nach DIN 277	4-4
Tabelle 4-2: Anzahl der erfassten Elemente	4-4
Tabelle 4-3: Anzahl und Wert der erfassten Textelemente o. MWSt.....	4-7
Tabelle 4-4: Herstellungskosten nach LEGEP und k-Plan	4-7
Tabelle 4-5: Herstellungskosten nach BRI, BGF und NGF Kostengruppe 1-7	4-7
Tabelle 4-6: Herstellungskosten nach BRI, BGF und NGF Kostengruppen 3 und 4 inkl. MWSt.....	4-8
Tabelle 4-7: Energiebedarf Endenergie Referenz- und Niedrigstenergievariante	4-10
Tabelle 4-8: Betriebskosten nach Medien pro m ² NGF.....	4-11
Tabelle 4-9: Rahmenbedingung der Lebenszykluskostenrechnung	4-12
Tabelle 4-10: Betriebskosten nach Medien pro m ² NGF o. MWSt.....	4-12
Tabelle 4-11: Lebenszyklus- Nutzungskosten jährlich bezogen auf den m ² Nutzfläche o. MWSt....	4-13
Tabelle 4-12: Ergebnis Barwertberechnung FOS/BOS Erding Niedrigstenergiegebäude	4-15
Tabelle 4-13: Ergebnis Barwertberechnung FOS/BOS Erding Standardvariante	4-16
Tabelle 4-14: Rahmenbedingung der Ökobilanzberechnung	4-17
Tabelle 4-15: Stoffmasse absolut und nach BRI, BGF, Phase Herstellung.....	4-18
Tabelle 4-16: Vergleich erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergie ohne Betrieb und mit Betrieb m ² NGF	4-19
Tabelle 4-17: Vergleich Umweltindikatoren absolut ohne Betrieb und mit Betrieb m ² NGF	4-20
Tabelle 4-18: Materialmengen absolut in kg nur Herstellung.....	4-22

1 Veranlassung

Für eine umfassenden Nachhaltigkeitsnachweis der geplanten Berufsoberschule in Erding wurde 2008 neben dem Energieeffizienznachweis nach PHPP, der gesamte verursachte Stoffstrom und dessen Umweltbelastung für eine bestimmte Lebensdauer des Gebäudes berechnet. Die Ergebnisse wurden in einem Bericht dargelegt (Dokument: 081128BOSERDINGEND.PDF)

Für den Abschlußbericht des Vorhabens hat der Fördergeldgeber, die Deutsche Bundesstiftung Umwelt verlangt eine Berechnung für das Gebäude „wie gebaut“ durchzuführen. Diese Arbeit wurde 12-2013 vom Landratsamt Erding bei dem Berichtsverfasser in Auftrag gegeben. Dazu wird die Software und Datenbank „LEGEP“ eingesetzt. Durch die integrale Arbeitsweise des Programms, ist es möglich eine Überprüfung und Validierung der Berechnungsergebnisse durch einen Vergleich mit den Arbeiten und Gutachten anderer Projektanten im Bereich Herstellungskosten und Energiebedarf durchzuführen.

2 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Während 2008 das Projekt in der Ausschreibungsphase befand, wird dieser Bericht auf der Basis des realisierten Gebäudes durchgeführt. Dazu wurde auf der Basis der alten Baubeschreibung durch das Büro K-Plan eine Synopseliste erstellt. Auf Basis der vorgelegten Dokumente (Dokument: 131017-FOS-ERDING-BAUBESCHREIBUNG-KURZ-ERG-WILD.DOC) wurde das Gebäudemodell überarbeitet und angepasst.

Der integrale Ansatz der LEGEP-Software auf Basis der Elementmethode erlaubt mit einem gegenüber einer üblichen computergestützten Kostenermittlung geringem Mehraufwand eine komplexe Beschreibung und Beurteilung aller vorgesehenen Planungen.

Nach der Eingabe eines Projektes mit Elementen stehen Informationen zu den Herstellungskosten, den Nutzungskosten, dem wärmetechnischen Verhalten, den Kosten der Ver- und Entsorgung, den Energie- und Stoffströmen und der Ressourceninanspruchnahme, sowie der resultierenden Umweltbelastung eines Gebäudes zu Verfügung.

Zusätzlich zu diesen Angaben soll die realisierte Schule mit einer Standardschule verglichen werden, die in der Größenordnung mit der gebauten Schule identisch ist, aber nur die Standardforderungen der Energieeinsparverordnung von 2007 einhält.

3 Zusammenfassung der Projektauswertung

3.1 Kosten

Mit 7% Mehrinvestition für das gesamte Bauvorhaben (KGR 1-7) wird ein energetisch zukunftsfähiges Gebäude realisiert, das bezüglich des Nutzkomforts erhebliche Vorteile aufweist.

3.2 Ver- und Entsorgung

Der Endenergiebedarf ist für das Standardgebäude ca. 3 x so hoch wie der Endenergiebedarf des Niedrigstenergiegebäudes. Es ergeben sich Ver- und

Entsorgungskosten für das Niedrigstenergiegebäude, die um 50 % niedriger sind, als für das Standardgebäude.

3.3 Lebenszykluskosten

Die Lebenszykluskosten im Verlauf des Betrachtungszeitraums zeigen, dass die höheren Investitionskosten der realisierten Variante – ca. 800.000 € netto bei KGR 300/400 – durch die niedrigeren Versorgungskosten des Gebäudes ausgeglichen werden können. Dabei wird durch die vollständige Modellierung aller Folgekosten auch berücksichtigt, dass die realisierte Variante durch den höheren Technisierungsgrad höhere Wartungs- und Instandsetzungskosten aufweist.

Insgesamt werden bei dieser statischen Betrachtung (ohne Kostendynamisierung) die Betriebskosten um 4,3% unterschritten. Die dynamische Barwertberechnung nach den Regeln der Zertifizierung für das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen der Bundesregierung für Bundesbauten mindert den Effekt der höheren Versorgungskosten der Standardvariante für die späteren Lebenszyklusjahre ab. Trotz der Abzinsung über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren ergibt sich ein günstigerer Barwert für die Niedrigstenergievariante mit einer Differenz von € 52,58 oder 3,3 %. Dieser Betrag bezieht sich nach den Regeln der Zertifizierung auf den m² Bruttogrundfläche. Absolut wird bei einer BGF von 9083 m² eine Differenz von 477.600.- € erreicht.

3.4 Ökobilanz

Das Niedrigstenergiegebäude unterschreitet die Werte der Standardvariante bei

- Nicht erneuerbare Primärenergie 46,7%
- Erneuerbare Primärenergie 53,8%
- Klimagaspotenzial 42,7 %
- Ozonabbaupotenzial 32,9%
- Ozonbildungspotenzial 40,76%
- Versauerungspotenzial 41,65%
- Überdüngungspotenzial 45,67%

Dieses Ergebnis unterstreicht deutlich die Entlastungspotenziale des Gebäudes für die Umwelt, bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit.

4 Projektberechnung und -bewertung

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Projektauswertungen in den einzelnen Legep-Programmen dargestellt und diskutiert.

4.1 Kubatur und Flächen

Die Angaben zum umbauten Raum, BGF, NGF usw. haben für die Kennwertbildung des Gebäudes in allen Aspekten eine entscheidende Bedeutung. Deshalb wird auf die korrekte Erfassung dieser Werte nach DIN 277 besondere Sorgfalt gelegt.

Nach Erhebungen des Auftraggebers und der Projektanten gab es unterschiedliche Angaben zu den Kubatur- und Flächen nach DIN 277 und DIN 18599. Dies ist üblich, erschwert aber die Plausibilitätsprüfung der Angaben.

Die Auswertungen in dieser Untersuchung beruhen auf folgenden Angaben.

BRI m³		
38724,5		
BGF m²	KF m²	
9083,3	1401,4	
NGF m²	VF m²	FF m²
7681,9	2174,3	389,9
NF m²	NNF m²	
5117,7	66	
HNF m²		Beh. NGF m²
5051,2		7574

Tabelle 4-1: Kubatur und Flächen nach DIN 277

4.2 Baukosten

Seitens des Auftraggebers wurde die Kostenfeststellung nach DIN 276 Teil 3 erstellt. Die Kostengliederung beruht auf der alten DIN 276 (Dokument: 13-10-04 Wd Hal_Jn Honorare FOS BOS KOSTENFESTSTELLUNG.PDF). Da die Dokumentation der Kosten nach Gewerken aufgebaut ist können nicht alle Kostengruppen der DIN 276 eindeutig zugeordnet werden. Deshalb wurde zusätzlich eine Kostenauswertung auf Gewerkeebene durchgeführt. Diese Daten wurden mit den Kostenwerten in LEGEP verglichen und zum Teil ergänzt. Es ergab sich eine hohe Kostenkongruenz, wenn in der Datenbank das Preisniveau auf den „VON-Preis“ eingestellt wurde. Eine weitere Anpassung der Preisdatenbank an regionale oder konjunkturelle Besonderheiten wurde nicht vorgenommen.

4.2.1 Projekteingabe

Die Kostenberechnung in LEGEP basiert auf der Erfassung des Gebäudes nach Elementen. Erfasst wurden die Bauteile im Bereich der Kostengruppen (KGR) 300 Baukonstruktion, KGR 400 Technische Anlagen und KGR 500 Außenanlagen. Die Abb. 4.2 zeigt die Menge der eingesetzten Elemente gegliedert nach KGR und Grob- bzw. Feinelementen.

LEGEPElemente	Grobelemente	Feinelemente	Sonstige
Elemente KGR 300	78	73	2
Elemente KGR 400	64	43	5
Elemente der KGR 500	11	4	10
Summe	153	120	17

Tabelle 4-2: Anzahl der erfassten Elemente

Die Kosten für das Projekt können entweder mit Elementen aus der LEGEP-Stammdatenbank erfasst oder nach den Angaben der Kostenberechnung (Büro k-Plan) als Textbaustein im Projekt unter „Sonstige Kosten“ eingetragen werden (s. Abb. 4.1). Diese Kostenangaben werden als numerisches Datum in der Projekt-Datenbank gespeichert und als Information unter „Herstellungskosten“ im Projekt mitverwaltet.

Diese Textelemente dienen nur als Dateninformation, haben also keine Relevanz für andere Bearbeitungsmodule (Energie, Lebenszykluskosten, Ökobilanz). Im Programm Lebenszykluskosten werden für diese Angaben **keine Folgekosten und im Ökologieprogramm keine Umweltbelastungen berücksichtigt**. Dies betrifft Kostenstellen aus den folgenden Kostengruppen:

- 100 (Herrichten)
- 200 (Erschließung)
- 400 (Haustechnik)
- 500 (Außenanlagen)
- 600 (Ausstattung)
- 700 (Planungskosten).

Diese Erfassungsmöglichkeit wird gewählt, wenn es sich um Kostenarten handelt,

- die nicht mit Elementen abbildbar sind z.B. Erschließungskosten
- die auf spezifischen Kostenangeboten beruhen, welche kaum spezifizierbar sind, z.B. Schulküche
- die als Einzelkomponenten angeboten werden und zurzeit keine ausreichenden Daten für die anderen Programme zu Verfügung stehen, z.B. Einzelaggregate der Haustechnik.

DIN	189E	Alt					
110				Grunderwerb	✓	1.384.000,00	
123				Notargebühren	✓	725,21	863,00
125				Grunderwerbsteuer	✓	0,00	
141				Abräumen von Einfriedungen	✓	32.975,00	39.240,25
147				Sicherung von Oberboden (Grabung)	✓	26.350,00	31.356,50
149				Sonstige Herrichtungskosten	✓	12.071,17	14.364,69
211				Abwasser Anschlussgebühren	✓	96.564,25	114.911,46
211				Abwasseranlagen	✓	17.357,28	20.655,16
212				Abbruchmaßnahmen	✓	0,00	
212				Wasserversorgung	✓	0,00	0,00
215				Elektrische Stromversorgung	✓	30.718,08	36.554,52
219				Sonstige öffentliche Erschliessung	✓	0,00	0,00
221				Abwasserentsorgung	✓	0,00	
222				Wasserrechtliche Erlaubnis	✓	453,78	540,00
225				Stromversorgung Überlandwerke	...	3.295,43	3.921,56
226				Telekom	✓	5.457,69	6.494,65
371				Kücheneinbauten/Waschmaschinen	✓	126.384,00	150.396,96
397				Wasserhaltung	✓	26.534,66	31.576,25
431				Überströmbauteil für 40 Räume	✓	40.000,00	47.600,00
446				Blitzschutz	✓	85.350,00	101.566,50
456				Notbeleuchtung	✓	21.220,00	25.251,80
484				Regelungstechnik	✓	332.191,37	395.307,73
490				Installation Heizung Messung	✓	9.382,96	11.165,72
532				Lärmschutzmassnahmen	✓	79.521,72	94.630,85
541				Abwasser zusätzlich	✓	121.137,00	144.153,03
541				Grauwasser	✓	22.815,00	27.149,85
541				Regenwasser	✓	77.694,00	92.455,86
542				Wasserversorgung	✓	8.701,06	10.354,26
544				Heizung zum Bestandsgebäude	✓	21.340,00	25.394,60
545				Raumlufttechnik (Brunnen)	✓	15.900,00	18.921,00
546				Stromversorgung	✓	27.507,62	32.734,07
552				Müllhäuschen	✓	15.162,54	18.043,42
590				Sonstige Anlagen im Aussenbereich	✓	31.484,09	37.466,07
611				Allgemeine Ausstattung , Schulmöbel	...	798.807,84	950.581,33
611				Allgemeine Beleuchtung	✓	21.416,76	25.485,94
611				Verdunkelung	✓	3.533,15	4.204,45
612				EDV-Anlage	✓	255.664,39	304.240,62
711				Projektleitung-Vorbereitung	✓	101.808,25	121.151,82
731				Entwurf - Planung	✓	2.159.209,02	2.569.458,73
739				Projektsteuerung	✓	105.000,00	124.950,00
740				Gutachten	✓	121.805,00	144.947,95
748				Monitoring	✓	146.464,49	174.292,74
749				Monitoring ZAE	✓	21.448,50	25.523,72
769				Förderung DBU	✓	-714.423,00	
772				Veröffentlichungen	✓	38.616,46	45.953,59
790				Abzüge wegen Schäden	✓	-59.588,15	-70.909,90

Abb. 4-1: Sonstige Kosten, Direkteingabe als Textelement

LEGE-Elemente	Textelemente	Kostenwert ca. T€
Textelemente KGR 100	6	1.456.121
Textelemente KGR 200	10	153.826
Textelement KGR 300	2	152.927
Textelemente KGR 400	5	478.761
Textelemente KGR 500	10	421.261
Textelemente KGR 600	4	1.079.420

Textelemente KGR 700	9	1.920.339
Summe	46	5.672.056

Tabella 4-3: Anzahl und Wert der erfassten Textelemente o. MWSt.

Diese „Sonstigen Kosten“ werden auch für die Standardschule eingesetzt, da diese Kosten nicht mit der Erfüllung der EnEV in Zusammenhang stehen.

4.2.2 Projektauswertung

Die Kostenzusammenstellung und –Auswertung ergab folgenden Sachverhalt:

Eine Auswertung der Kostengruppen nach DIN 276 von der 1. bis zur dritten Stelle ist im Kostenmodul möglich.

Gebäude	Standard- gebäude o.MWSt €	Standard- gebäude m.MWSt. €		Niedrigst- Energie- Variante o. MWSt.	Niedrigst- Energie- Variante m.MWSt. €
KGR 100	1.456.537	1.469.824		1.456.121	1.469.824
KGR 200	153.846	183.077		153.846	183.077
KGR 300	6.205.055	7.384.016		6.426.660	7.647.725
KGR 400	1.753.373	2.086.514		2.324.907	2.766.639
KGR 500	978.457	1.164.364		994.357	1.183.285
KGR 600	1.081.342	1.286.797		1.081.342	1.286.797
KGR 700	1.920.340	2.285.205		1.923.550	2.424.765
Gesamtsumme	13.548.537	15.859.799		14.360.785	16.962.115

Tabella 4-4: Herstellungskosten nach LEGEP und k-Plan

Die numerische Gesamtübersicht erlaubt einen Kennwertevergleich nach Flächenansätzen. Dabei wird der absolute Betrag der jeweiligen Kostengruppe auf den umbauten Raum (BRI), die Bruttogrundfläche (BGF) oder die Nutzfläche (NF) bezogen. Der dabei ermittelte Wert kann als Benchmark mit anderen dokumentierten Zahlen verglichen werden. Da im Schulbereich nur wenige Orientierungswerte vorhanden sind, wird auf Vergleichszahlen der Nutzungsklasse „Bürogebäude“ zurückgegriffen.

Zum Projektvergleich werden auch die Kubatur- bzw. Flächenkosten über alle Kostengruppen 1 – 7, bzw. nur die KGR 300 und 400, mit und ohne MWSt. ermittelt.

Gebäude	€/m³ BRI inkl. MWSt.	BRI m³	€/m² BGF inkl. MWSt.	BGF m²	€/m² NGF inkl. MWSt.	NGF m²
Niedrigst-Energie- Variante	438	38274	1.870	9083	2.211	7681
Standardvariante	411	38274	1.753	9083	2.072	7681

Tabella 4-5: Herstellungskosten nach BRI, BGF und NGF Kostengruppe 1-7

Eine Auswertung nur der Kostengruppen 3 und 4 ergab folgende Werte (s. Tabelle 4-7). Diese Berechnung bezieht sich bei der Schule Erding allerdings auf die Kubatur und die Flächen inklusive der überdachten Atriumflächen

Gebäude	€/ m ³ BRI inkl. MWSt.	BRI m ³	€/ m ² BGF inkl. MWSt.	BGF m ²	€/ m ² NGF inkl. MWSt.	NGF m ²
BOS Erding	246	38724	1. 46	9083	1273	7682
Vergleichsobjekt						
BKI 40100-11	256	64288	1.103	9697	1350	
FOS/BOS Biberach	309	44993	1192	11659	1.425	9750
Erding::Biberach	- 57		- 118		-155	

Tabelle 4-6: Herstellungskosten nach BRI, BGF und NGF Kostengruppen 3 und 4 inkl. MWSt.

4.2.3 Ergebnis

Mit 7% Mehrinvestition für das gesamte Bauvorhaben (KGR 1-7) wird ein energetisch zukunftsfähiges Gebäude realisiert, das bezüglich des Nutzkomforts erhebliche Vorteile aufweist.

4.3 Wärme und Energie

Für die Ermittlung des Wärmebedarfs und der Energiekosten konnte auf die Analyse des Endberichts durch das Büro Hausladen zugrunde gelegt werden. (Dokument: 11-08-19 PE Fr Hutter _Endbericht_Entwurf.DOC)..Die dokumentierten Daten auf der Basis der aktualisierten Kennwerte in Anlehnung an den „Leitfaden elektrische Energie“ durch das Büro IP5 aus Karlsruhe werden als externe Daten in der LEGEP-Berechnung verwendet (Dokument: 110719_LEE_IP5_akt.PDF).

4.3.1 Projekteingabe

Grundlage der Berechnung in LEGEP sind die Elemente, die entsprechende Daten über Materialien, Schichtaufbau und daraus resultierenden U-Wert bereitstellen. Diese Elemente werden mit ihren entsprechenden Flächen den Hüllflächentypen zugeordnet.

Für das Standardgebäude wurden die Hüllflächen und die technischen Anlagen so modifiziert, dass nur noch der Grenzwert der EnEV 2007 erreicht wird. Die Daten werden in dem Dokument: 140110-FOS-BOS-ERDING-BERECHNUNG-ENERGIEBEDARF-SIMULATION.xls zusammengefasst.

FOS-BOS

Felder ausfüllen

Berechnung Energiebedarf aus EnEV-Angaben

Projekt: FOS/BOS-ERDING
 Auditor: Holger König Datum: 18.01.2014

Der Auswertung liegen zugrunde die Berechnung nach DIN 18599 des Büros: Bayer Bauphysik

beh. NGF m ²	Baukörper 1	Baukörper 2	Summe	DIN 277
	7574		7574	

Reales Gebäude inkl.

Daten aus Simulation und LEE

Küche

Endenergie	Beheizung	Warmwasser	Hilfsenergie/DIV	Beleuchtung	Lüftung	Kühlung	ern. PE
kWh/m ² NGF							
Strom		3,136	7,830	7,034	1,893	1,559	
Wärme Fernwärme	12,360	0,000					0,000
	0,000						0,000
					0,000		
						Summe	33,81

Bei Beheizung durch örtliche BHKW=Fernwärme 0,00 % erneuerbare Energie PE-Faktor 0,00
 Der regenerative Anteil von Heizung und WW werden von der nicht erneuerbaren PE abgezogen und als Sekundärbrennstoff berechnet. Dies erfolgt durch Eintrag der Menge in das Betriebselement KWK erneuerbar.

ern. Primärenergie	0,00%	0,00	0,00				0,00
Verbleibende nicht ern. Endenergie		12,36	0,00				

Endenergie gesamtes Gebäude	Beheizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Beleuchtung	Lüftung	Kühlung	ern. PE
-----------------------------	-----------	------------	--------------	-------------	---------	---------	---------

Absolute Mengen

kWh/ Gebäude	Strom	0,00	23.752,06	59.304,42	53.275,52	14.337,58	11.807,87	
kWh/ Gebäude	Fernwärme	93.614,64	0,00	0,00			0,00	Erdgas
	Erdgas	0,00					0,00	Fernwärme
	Gutschrift Strom BHKW					0,00		

Referenzgebäude

Endenergie		Beheizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Beleuchtung	Lüftung	Kühlung	
kWh/m² NGF	Strom		8,469	5,0354	18,998		1	0
	Fernwärme	75,496	0					0
Gesamt		75,496	8,469	5,0354	18,998		1	0
	Solarenergie		0					
							Summe	108,9984

Absolute Mengen

		Beheizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Beleuchtung	Lüftung	Kühlung	
kWh/Gebäude	Strom		64.144,21	38.138,12	143.890,85	7.574,00	0,00	
	Heizung Öl	571.806,70	0,00				0,00	
	Solarenergie		0,00	bereits separat gehalten				
							Summe	825.553,88

Tabelle 4-7: Energiebedarf Endenergie Referenz- und Niedrigstenergievariante

4.3.2 Kosten der Ver- und Entsorgung mit Medien

Der Bedarf an Heizung, Warmwasser, Beleuchtungsstrom wird auf Basis der vorliegenden Berechnung ermittelt, der Bedarf an Frischwasser wird bezogen auf die m² BGF statistisch erfasst und der weiteren Berechnung zugrunde gelegt. Die angegebenen Kosten für die Medienver- und -entsorgung wurden auf der Basis von Kostenwerten für Strom und Wasser wie sie in Verträgen der Betreiber (Landkreis, Kommune) mit den Medienlieferanten vertraglich geregelt sind.

- Strom 0,21 €/kWh
- Fernwärme 0,09 €/kWh
- Frischwasser 2,01 €/m³
- Abwasser 2,14 €/m³
- Regenwasser 1,10 €/m³.

	Betriebskosten Strom- €/kWhm ² a	Betriebskosten Wasser /Abwasser €/m ² a	Betriebskosten Heizung+WW €/m ² a	Betriebskosten Gesamt €/m ² a
FOS/BOS Erding Niedrigstenergie- variante	3,79	1,17	1,47	6,43
Standardvariante	5,18	1,17	6,69	13,04
Vergleichswerte				
Schule Biberach nach DIN 18599	5,29	0,92	6,83	13,04
Plakoda 2004				12,78
OSCAR 2004				8,04
Nieders. 2003				6,77
Baden-Württ. 2004				9,26
IFMA 2005				12,75

Tabelle 4-8: Betriebskosten nach Medien pro m² NGF

4.3.3 Ergebnis

Der Endenergiebedarf ist für das Standardgebäude ca. 3 x so hoch wie der Endenergiebedarf des Niedrigstenergiegebäudes. Es ergeben sich Ver- und Entsorgungskosten für das Niedrigstenergiegebäude, die um 50 % niedriger sind, als für das Standardgebäude.

4.4 Lebenszykluskosten

4.4.1 Berechnungsansatz

Die Berechnung von Lebenszykluskosten kann bei der Festsetzung der Rahmenbedingungen unterschiedliche Werte festsetzen. Die hier dargestellte Berechnung der Lebenszykluskosten orientiert sich an den Festsetzungen des Steckbriefs 16 Lebenszykluskosten des

Zertifizierungssystem Nachhaltiges Bauen der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) bzw. 2.1.1 des Bewertungssystem nachhaltiges Bauen (BNB) in der Fassung der Steckbriefe von 2009.

Die Rahmenbedingungen der Berechnungen werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Rahmenbedingung Barwertberechnung	DGNB-System SB 16/BNB Kriterium 2.2.1
Betrachtungszeitraum	50 a
Lebenszyklusphasen	Herstellung
	Ver- und Entsorgung
	Reinigung
	Wartung
	Instandsetzung
Inflationsrate	2%
Zinsrate	5,5%
Steigerung Energiekosten	4%
Energiekosten	Angabe Steckbrief 16 Strom 21 Cent/kWh Fernwärme 9 Cent/kWh
Wartung	Nach % der Herstellungskosten nach VDI 2067
Regelmäßige Instandsetzung	Nach % der Herstellungskosten nach VDI 2067
Nutzungsdauern	Leitfaden nachhaltiges Bauen, VDI 2067
Unregelmäßige Instandsetzung	Nach Nutzungsdauern in Jahren je nach Bauteil
Wirtschaftlichkeitsberechnung	Barwertberechnung mit 3,5% Realzins

Tabelle 4-9: Rahmenbedingung der Lebenszykluskostenrechnung

4.4.2 Projekteingabe

Für die Ermittlung der Lebenszykluskosten wird ein Betrachtungszeitraum von 50 Jahren angenommen. Berücksichtigt werden alle Phasen des Lebenszyklus:

- Ver- und Entsorgung
- Reinigung
- Wartung
- Regelmäßige Instandsetzung
- Unregelmäßige Instandsetzung

Die folgende Tabelle listet die jährlichen Kosten bezogen auf den m² NGF o. MWSt. auf.

	Reinigungs- kosten €/m ² NGFa	Wartungs- kosten €/m ² NGFa	Instandsetz- ungskosten €/m ² NGFa	Betriebs- kosten €/m ² NGFa	Gesamtkosten €/m ² NGFa
FOS/BOS Erding Niedrigstenergie- variante	4,40	3,51	10,58	6,44	24,93
Standardvariante	4,29	2,51	7,37	11,89	26,06
Vergleichswerte					
Schule Biberach nach DIN 18599	9,78	3,04	10,25	4,69	27,76

Tabelle 4-10: Betriebskosten nach Medien pro m² NGF o. MWSt.

Im Vergleich mit einer ähnlichen Berufsoberschule erreicht die Erdinger Schule nahezu die gleichen Werte.
 In den zugänglichen Studien werden die Folgekosten fast ausschließlich auf die Nutzfläche (NF) bezogen (s. Tab 4-11).

Gebäude	Nutzfläche (NF) m ²	Reinigung €/m ² a	Wartung €/m ² a	Instandsetzung €/m ² a
FOS/BOS Erding Niedrigstenergievariante	5117,7	6,44	3,77	13,08
Vergleichsobjekte				
Plakoda 2004		11,76		8,70
OSCAR 2004		4,51	6,19	---
Nieders. 2003		9,14	1,38+7,61	---
Baden-Württemb. 2004		10,00	0,66	---
IFMA 2005		14,56	19,50	23,56

Tabelle 4-11: Lebenszyklus- Nutzungskosten jährlich bezogen auf den m² Nutzfläche o. MWSt.

4.4.3 Amortisation (statische Berechnung)

Die zusätzlichen Investitionskosten amortisieren sich für den Bauherren bei einem Mehrinvest für die Herstellungskosten der KGR 300/400 von ca. 800.000 € durch die Einsparung im Bereich der Versorgungskosten innerhalb von 18 Jahren. Dabei wird berücksichtigt, dass die Wartungs- und Instandsetzungskosten bei der realisierten Variante etwas höher liegen, als bei der Standardvariante. Die untere Abbildung zeigt die beiden Verlaufskurven für die Varianten. Die blaue Kurve beschreibt die realisierte Variante.

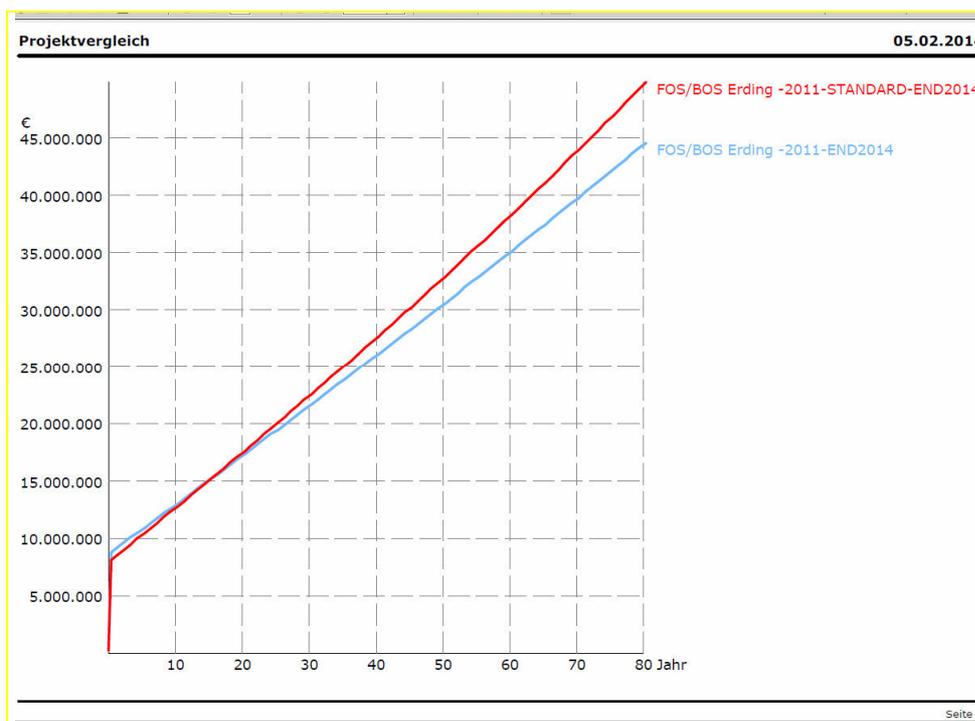


Abb. 4-2: Amortisationskurve (statische Berechnung)

Die obige Berechnung ist mit den Steigerungsraten bei den Energiekosten durchgeführt worden, berücksichtigt aber keine Abzinsung der anderen Folgekosten. Es handelt sich um eine statische Vergleichsrechnung. Im Moment ist eine Amortisationsanzeige der dynamisierten Kosten nicht möglich.

Da die Abzinsung die höheren Folgekosten einerseits aber auch die höheren Energiepreise in späteren Jahren abdämpft, verschiebt sich dadurch der Amortisationszeitpunkt einige Jahren nach hinten.

4.4.4 Ergebnis

Die Lebenszykluskosten im Verlauf des Betrachtungszeitraums zeigen, dass die höheren Investitionskosten der realisierten Variante – ca. 800.000 € netto bei KGR 300/400 – durch die niedrigeren Versorgungskosten des Gebäudes ausgeglichen werden können. Dabei wird durch die vollständige Modellierung aller Folgekosten auch berücksichtigt, dass die realisierte Variante durch den höheren Technisierungsgrad höhere Wartungs- und Instandsetzungskosten aufweist.

Insgesamt werden bei dieser statischen Betrachtung (ohne Kostendynamisierung) die Betriebskosten um 4,3% unterschritten. Die dynamische Barwertberechnung nach den Regeln der Zertifizierung für das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen der Bundesregierung für Bundesbauten mindert den Effekt der höheren Versorgungskosten der Standardvariante für die späteren Lebenszyklusjahre ab. **Trotz der Abzinsung über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren ergibt sich ein günstigerer Barwert für die Niedrigstenergievariante mit einer Differenz von € 52,58 oder 3,3 %. Dieser Betrag bezieht sich nach den Regeln der Zertifizierung auf den m² Bruttogrundfläche. Absolut wird bei einer BGF von 9083 m² eine Differenz von 477.600.- € erreicht.**

Die folgende Tabelle beinhaltet das Ergebnis der dynamischen Barwertberechnung über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren.

Neubau Betriebsgebäude Simmern
Neubau eines Wohngebäudes

Lebenszykluskosten und
Ökobilanz für die Zertifizierung

Lebenszykluskosten

PROJEKT: FOS/BOS Erding

Datum Jan2014

Auditor : Holger König

BGF m² 9.083

Jahre a

m²=BGF a=50a

Indikatoren

- Herstellung
- Reinigung
- Wartung
- Reparatur

- Instandsetzung
- Ver- und Entsorgung
- Barwert

Herstellung, Reinigung, Wartung, Instandsetzung, Ver- und Entsorgung

Nutzungstyp: Gebäude-Nichtwohnen

	BRI	BGF	Jahre	Phase	LCC	%	Barwert einzeln
					Einzelsumme der Phase/a		
FOS/BOS Erding		9083	50	Herstellung	8.751.567		8.751.567
Niedrigstenergie				Summe/m ² BGF	963,48		
				Reinigung	33.762	0,39	802.262
				Summe/m ² BGF	3,72		
				Wartung 300/400	31.135	0,36	1.334.445
				Summe/m ² BGF	3,43		inkl. Reg.
				regelm. Instandsetz.	25.054	0,29	Instands.
				Summe/m ² BGF	2,76		
				Instandsetzung 300/400	149.342	1,695	1.539.372
				Summe/m ² BGF	16,44		
				Ver- und Entsorgung	49.440	0,56	1.647.136
				Summe/m ² BGF	5,44		
				Summe Folgek.	288.733	3,3	5.323.215
				Summe/m ² BGF	31,78		
				Barwert Gebäude und Betrieb			14.074.783
				Summe/m² BGF			1.549,52

Tabelle 4-12: Ergebnis Barwertberechnung FOS/BOS Erding Niedrigstenergiegebäude

BRI	BGF	Jahre	Phase	LCC		Barwert einzeln
				Einzelsumme der Phase/a	%	
FOS/BOS Erding Standardvariante	9083	50	Herstellung	7.958.429		7.958.429
			Summe/m²BGF	876,16		
			Reinigung	32.951	0,41	782.990
			Summe/m²BGF	3,63		
			Wartung 300/400	20.127	0,25	771.048
			Summe/m²BGF	2,22		
			regelm. Instandsetz.	12.339	0,16	inkl. Reg. Instands.
			Summe/m²BGF	1,36		
			Instandsetzung 300/400	119.621	1,5	1.321.844
			Summe/m²BGF	13,17		
			Ver- und Entsorgung	107.994	1,36	3.722.881
			Summe/m²BGF	11,89		
			Summe Folgek.	359.993	4,5	6.598.764
			Summe/m²BGF	39,62		
			Barwert Gebäude und Betrieb						14.557.193
Summe/m² BGF						1.602,63

Tabelle 4-13: Ergebnis Barwertberechnung FOS/BOS Erding Standardvariante

4.5 Ökologie

Seit der ersten Berechnung 2008 haben sich die Rahmenbedingungen für die Erstellung einer Ökobilanz normiert. Durch die Veröffentlichung der DIN EN 15804 und DIN EN 15978 sind die Rechenregeln auf europäischer Ebene festgelegt worden.

Die Berechnung der Ökobilanz orientiert sich an den Festsetzungen des Steckbriefs 1-5 und 10-11 Ökobilanz des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), bzw. 1.1.1 – 1.1.5 und 1.2.1 – 1.2.2 des BNB-Systems.

Die Rahmenbedingungen der Berechnungen werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Rahmenbedingung Barwertberechnung	DGNB-System SB 1-5, 10-11/LBNB 1.1.1 – 1.1.5, 1.2.1 – 1.2.2P
Betrachtungszeitraum	50 a
Lebenszyklusphasen	Herstellung
	Versorgung
	Instandsetzung
	Entsorgung
Verwendete Datenbank	Ökobau.dat
Energiebedarf	Nach DIN 18599
Nutzungsdauern	Leitfaden nachhaltiges Bauen, VDI 2067

Tabelle 4-14: Rahmenbedingung der Ökobilanzberechnung

4.5.1 Projekteingabe

Im Rahmen der Projektbearbeitung müssen verschiedene Festlegungen in der Datenbank getroffen werden. Diese betreffen

- Die Wahl eines Energiemix für den Strombedarf
- Die Wahl einer Ökomoduldatenbank

Mit dem Zertifizierungssystem wurde als Rechengrundlage durch das Ministerium eine Datenbank mit Ökobilanzen bereitgestellt, die anzuwenden ist. Im Gegensatz zur Berechnung von 2008, die mit der Ecoinvent-Datenbank durchgeführt wurde, wird bei der vorliegenden Berechnung die Ökobau.dat 2009 herangezogen.

Die Bilanzierung aller technischen Anlagen/Kostengruppe 400 bezüglich ihrer ökologischen Folgen konnte 2008 noch nicht durchgeführt werden, da ein Forschungsprojekt beim Bundesamt für Bauordnung und Raumplanung (BBR), bei dem der Verfasser beteiligt war [BBR2008], noch nicht abgeschlossen war. Diese Daten liegen mittlerweile vor und werden vollständig in die Berechnung miteinbezogen.

Die folgenden Auflistungen beinhalten das Ergebnis der Ökobilanz über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren.

4.5.2 Projektauswertung

4.5.2.1 Stoffmasse

Jede Ökobilanz beginnt mit einer umfassenden und vollständigen Auswertung aller Bauteile des Gebäudes bezüglich der stofflichen Zusammensetzung und Stoffmenge. Die Darstellung der Stoffmasse ist das einzige Kriterium um die Plausibilität der Eingabe zu überprüfen. Die Auswertung erfolgt numerisch und graphisch. Die folgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Stoffmassen der beiden Varianten für die Herstellungsphase an.

Die geringere Stoffmasse der Standardvariante ist auf die geänderten Konstruktionen zurückzuführen. Hier sind folgende Bauteilveränderungen aufzulisten:

- Zweifachverglasung
- Geringere Dämmstärken
- Keine Lüftungsanlagen
- Ausgleichsschüttung (Splitt)

Gebäude	Kg absolut	Kg KG 30	Kg KGR 400	Kg/BGF m²	Kg/m² NGF.	% KGR 400
Niedrigstenergievariante	13.653.776	13.498.700	153.404	1.503	1.777	1,12
Standardvariante	12.545.091	12.484.389	59.039	1.381	1.633	0,47

Tabelle 4-15: Stoffmasse absolut und nach BRI, BGF, Phase Herstellung

Je nach Bedarf können durch die Buttonleiste weitere Lebenszyklusphasen aktiviert oder deaktiviert werden. Folgende Phasen können berücksichtigt werden:

- Neubau (Ne)
- Reinigung (Re)
- Wartung (Wa)
- Betrieb (Be)
- Instandsetzung (Ins)
- Rückbau (Rü)
- Entsorgung (Ent)
- Erdaushub
- Beleuchtungsstrom
- Wasser und Abwasser.

Die beiden letzten Aspekte sind Teilmengen der Betriebsphase. Sie werden aber von der Energieeinsparungsverordnung für Wohngebäude nicht regulär erfasst. Deshalb besteht hier die Möglichkeit bei Vergleichsrechnungen mit anderen Berechnungswerkzeugen diese Umweltbelastungen auszuschalten. Kursiv gedruckte Phasen werden in der Ökobilanzierung nach den Zertifizierungsregeln zurzeit nicht berücksichtigt



Abb. 4-3: Phasenbutton – Aktivierung - Deaktivierung

4.5.2.2 Energie- und Stofffluss-Input

Der benötigte Aufwand an Energie zur Herstellung aller Bauprodukte und die Bereitstellung der Medien für die Betriebsphase des Gebäudes wird durch die Indikatoren „Primärenergie erneuerbar“ und „Primärenergie nicht erneuerbar“ ausgedrückt. Da hierbei alle Vorketten der Energiebereitstellung erfasst werden, werden auch die Begriffe „Graue Energie“ oder „kumulierter Energieaufwand (KEA)“ verwendet.

Da die erneuerbare Primärenergie bei nachwachsenden Rohstoffen auch den inkorporierten Heizwert umfasst, ist ein Addieren der beiden Primärenergien zu vermeiden. Es soll entweder nur die nicht erneuerbare Primärenergie dargestellt werden oder erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergie in getrennter Darstellung.

- Primärenergie erneuerbar kWh
- Primärenergie nicht erneuerbar kWh
- Stoffmasse in kg zur Plausibilitätsprüfung

Die Werte bezogen auf einen m² NGF pro Nutzungsjahr bei 50 Jahren sind:

FOS/BOS-Erding		Primärenergie erneuerbar	Primärenergie nicht erneuerb.	Primärenergie erneuerbar	Primärenergie nicht erneuerb.
		kWh absolut	kWh absolut	kWh/m ² NGFa	kWh/m ² NGFa
Niedrigst Energie Gebäude	Gebäude ohne Betrieb	2.390.039	10.474.369	6,22	27,2
	Gebäudeversorgung	11.113.503	28.816.846	28,9	75,02
	Gebäude mit Betrieb	13.503.542	39.291.216	34,35	99,95
Standardvariante	Gebäude ohne Betrieb	2.076.957	8.769.349	5,28	22,31
	Gebäudeversorgung	37.190.395	64.899.060	94,61	165,1
	Gebäude mit Betrieb	29.267.353	73.668.409	76,2	191,8
Unterschied in %Niedrigstenergie zu Standard		53,8	46,7		

Tabelle 4-16: Vergleich erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergie ohne Betrieb und mit Betrieb m² NGF

Das Verhältnis der erneuerbaren Primärenergie zu nicht erneuerbarer bei dem Niedrigstenergiegebäude ist 1 zu 3, bzw. 25,6% Anteil an der Gesamtenergie. Dies ist auf den regenerativen Anteil der Fernwärme und des elektrischen Stromes und dem geringeren Aufwand für die Versorgung des Gebäudes zurückzuführen.

Bei der Standardvariante verschiebt sich das Verhältnis der erneuerbaren Primärenergie zu nicht erneuerbarer auf 1 zu 2, bzw. 34,8% Anteil an der Gesamtenergie.

4.5.2.3 Umweltwirkung

Die Wirkungen auf die Umwelt werden durch verschiedene Indikatoren beschrieben. Diese Indikatoren drücken quantitativ bestimmte Umweltbelastungen aus:

- Klimagase kg CO₂ äquivalent

- Versauerung kg SO2 äquivalent
- Ozonzerstörung kg CFC11 äquivalent
- Ozonbildung kg Ethen äquivalent
- Überdüngung kg POP4 äquivalent

Die Anzeige erfolgt wie bei der Stoffmasse numerisch und grafisch

FOS/BOS -Erding		Klimagaspo tenzial	Ozon- abbaupote nzial.	Ozon- bildungs potenzial	Versauer ungspote nzial.	Über- düngung spotenz.
		Kg CO2/m ² NGFa	Kg CFC11 /m ² NGFa	Kg Ethen /m ² NGFa	Kg SO2/m ² N GFa	Kg P/ m ² NGF
Niedrigst Energie Gebäude	Gebäude ohne Betrieb	3.780.589	0,1451814 2	1764,26	10.352,4 8	1217,191
	Gebäude- versorgung	6.288.615	0,8436358 0	1083,95	11.366,5 0	1213,303
	Gebäude mit Betrieb	10.069.205	0,9888172 2	2848,21	21.718,9 8	2430,493
Standard- variante	Gebäude ohne Betrieb	3.315.528	0,1314394 9	1.580,27	9.360,97	1.067,47 7
	Gebäude- versorgung	14.257.383	1,3428777 42	3.228,22	27.862,2 3	3.406,27 4
	Gebäude mit Betrieb	17.572.911	1,4743169 1	4.808,49	37.223,2 1	4.473,75 1
Unterschi ed in % Niedrigste nergie zu Standard		42,7	32,9	40,76	41,65	45,67

Tabelle 4-17:: Vergleich Umweltindikatoren absolut ohne Betrieb und mit Betrieb m² NGF

4.5.3 Ergebnis der Ökobilanz

Das Niedrigstenergiegebäude unterschreitet die Werte der Standardvariante bei

- Nicht erneuerbare Primärenergie **46,7%**

- Erneuerbare Primärenergie 53,8%
- Klimagaspotenzial 42,7 %
- Ozonabbaupotenzial 32,9%
- Ozonbildungspotenzial 40,76%
- Versauerungspotenzial 41,65%
- Überdüngungspotenzial 45,67%

Dieses Ergebnis unterstreicht deutlich die Entlastungspotenziale des Gebäudes für die Umwelt, bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit.

4.5.4 Materialdokumentation.

Die Materialdokumentation unterscheidet zwischen Gewichts- und Volumenanteilen. Dies erlaubt eine bessere Differenzierung der Stoffanteile. Die Gliederung der Materialien unterscheidet zwischen verschiedenen Gebäudebauteilen:

Materialien der Primärstruktur

- Gruppe 1 Mineralisches Baumaterial
- Gruppe 2 Pflanzliches Baumaterial
- Gruppe 3 Metall
- Gruppe 4 Kunststoffe

der Sekundärkonstruktion bzw. Ausbaumaterialien

- Gruppe 5 Abdichtung, Klebstoffe
- Gruppe 6 Bodenbeläge, Estriche
- Gruppe 7 Dämmstoffe (Schall/Wärme)
- Gruppe 8 Putz, Ausbauplatten, Fassadenplatten
- Gruppe 9 Beschichtungen

der technischen Anlagen

- Gruppe 10 Technischer Ausbau

der Baukomponenten

- Gruppe 12 Transluzente Bauteile.

Die numerische Auswertung erlaubt zusätzlich jedes Material bezüglich seines verursachenden Bauelements im Gebäude zu lokalisieren. Die Tabelle gibt einen Überblick über die Materialzusammensetzung beider Varianten und erlaubt zusätzlich einen Vergleich mit der Projektmodellierung von 2008.

FOS/BOS Erding	Niedrigstenergiegebäude kg	Auswertung 2008 kg	Standardgebäude kg
Gesamt Phase Herstellung	13.653.749	13.971.179	12.545.064
1 Mineralisches Material	11.367.090	11.282.242	10.448.390
2 Pflanzliches material	131.946	143.061	108.274
3 Metall	682.304	597.390	663.483
4 Kunststoffe fossil	27.150	10.226	29.147
5 Abdichtungen, Schutzschichten	175.186	176.509	94.348
6 Bodenbeläge, Estriche	784.829	1.337.695	765.578

7 Dämmstoffe	111.713	77.974	69.934
8 Putz, Ausbauplatten, Fassade	301.765	277.114	301.765
9 Beschichtungen	22.143	19.404	22.143
10 Technischer Ausbau	12.939	6.724	11.090
11 Transluzente Bauteile	36.682	38.191	30.908

Tabella 4-18: Materialmengen absolut in kg nur Herstellung

Die Veränderungen im Zeitraum 2008 – 2011 sind durch die Konstruktionsänderungen begründet und in der Menge plausibel.

Die Materialzusammensetzung zeigt die Dominanz des mineralischen Baustoffs der Primärkonstruktion, in diesem Fall Beton. Weitere Anteile sind im Wandbereich der Putz und die mineralischen Ausbauplatten des Trockenbaus, der Estrich und die Bodenbeläge. Wichtig ist auch die Materialkomponente Metall mit 4,7%, vor allem in Form des Bewehrungsseisens, bzw. der Fensterrahmen. Das pflanzliche Material Holz ist kaum erkennbar, trotz der Fassadenmenge. Unbedeutend sind auch die Anteile der transluzenten Bauteile der Verglasung.

5 Zusammenfassung

Die Schule FOS/BOS Erding zeigt in der ökonomischen und ökologischen Gesamtbewertung ein positives Gesamtergebnis. Dies beruht auf der Kombination von effizient genutztem umbautem Raum (Schulräume im UG mit Abgrabungen), der sehr guten Gebäudehülle und einem innovativen Haustechnikkonzept. Die positiven Kennwerte sind auch auf die erhöhte Kubatur bzw. NGF durch das Atrium zurückzuführen, das aber wiederum wesentlicher Bestandteil des Klimakonzeptes ist, das sehr gute Komfortwerte bei reduziertem Technikeinsatz ermöglicht. Diese Kombination kompensiert die im Elementevergleich unvorteilhaft abschneidenden Einzelkonstruktionen.

Die integrale Betrachtungsweise des Gebäudekonzeptes ist in der Lage einerseits die Einzelaspekte aufzuzeigen, deren Beurteilung aber immer wieder unter dem Gesamtaspekt interagierender Gebäudeteile durchzuführen.

Damit wird auch deutlich, dass erfolgreiche Bau- und Nutzungskonzept nur dann gelingen können, wenn das Zusammenspiel der Einzelkomponenten in der Entwurfs- und Baudurchführungsphase von allen Beteiligten berücksichtigt wird.

Bei der Bewertung der Ökobilanz nach dem Zertifizierungssystem BNB erhält das Niedrigstenergiegebäude in fast allen Kriterien die höchste Punktzahl (s. Anlage 6.1)

6 Anhang

6.1 LCA-Bewertung nach Zertifizierung

6.1.1 Niedrigstenergiegebäude

Zertifizierung nach BNB

Ökologie-Kriterien 1.1.1 – 1.1.5 und 1.2.1 – 1.2.2

Ökobilanzierung, Stoffstrom und Wirkungsbilanzen

Life Cycle Assessment (LCA)

Projektdate

Projekt

Projektname: ****ENTWURF** FOS/BOS Erding -2011-ZERTIFIZIERUNG**

Projektnummer: **Bearbeiter: Holger König**

Gebäudeteil:

Objektadresse

Strasse/Nr.: Siglfinger Strasse

PLZ/Ort: 85422 Erding

Flurnr.: 2603

Bauherr/Auftraggeber

Name:

Strasse/Nr.:

PLZ/Ort:

Planungsbüro

Name:

Strasse/Nr.:

Gebäudegrunddaten (LCA)

Allgemeines

Gebäudeart:	Nichtwohnungsbau Neubau
Gebäudetyp:	Berufsschule
Beschreibung:	Zweizügiger Baukörper mit Atrium, drei- und viergeschossig, KG als HNF-Nutzung durch Abgrabungen, Stahlbetonbau mit außenseitigen Stahlfluchtbalkonen als Verschattungselemente, Temperierung durch Luftströmungskonzept, Beheizung über Fernwärme.

Kubatur und Flächen

Grundstück

Grundstücksfläche:	Bebaute Fläche:	Unbebaute Fläche:
15.000,00 m ²	2.556,00 m ²	12.444,00 m ²

Geschosse

Geschosse oberirdisch:	Geschosse unterirdisch	Tiefgarage außerhalb des Gebäudes:
4,0	0,0	m ²
Geschoßhöhe:		
3,75 m		

Kubatur und Grundflächen

Bruttogrundfläche a:	Bruttogrundfläche a,b,c:	Konstruktionsgrundfläche:
9.083,30 m ²	m ²	1.401,40 m ²
Nettogrundfläche:	Verkehrsfläche:	Technische Funktionsfl.:
7.681,90 m ²	2.174,30 m ²	389,90 m ²

(KGR 300 und 400)

Instandsetzung (KGR300/400)	612.778	16,49 %		
Entsorgung	404.500	10,89 %		
Summe Gebäude	3.715.804	100,00 %	37,14 %	9,67
Versorgung	6.288.615		62,86 %	16,37
Summe Gebäude mit Versorgung	10.004.419		100 %	26,05

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.1 (BNB) ((Ökobau.dat 4/2010))	100.00
---	---------------

Ökologie-Steckbrief 1.1.2 – Ozonabbaupotenzial

Gesamtbelastung Ozonabbaupotenzial kg CFC11 Äquivalente

Phase	kg CFC11 äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kg CFC11 äquival. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	0,1665	121,12 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	0,0401	29,21 %		
Entsorgung	-0,0692	-50,33 %		
Summe Gebäude	0,1374	100,00 %	14,01 %	0,00000036
Versorgung	0,8436		85,99 %	0,00000220

Summe Gebäude mit Versorgung	0,9811	100 %	0,0000255
---------------------------------	--------	-------	-----------

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.2 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	100.00
---	--------

Ökologie-Steckbrief 1.1.3 – Ozonbildungspotenzial

Gesamtbelastung Ozonbildungspotenzial kg C₂H₄ Äquivalente

Phase	kg C ₂ H ₄ äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kg C ₂ H ₄ äquival. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	1.229,13	70,21 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	709,28	40,52 %		
Entsorgung	-187,81	-10,73 %		
Summe Gebäude	1.750,60	100,00 %	61,76 %	0,00456
Versorgung	1.083,95		38,24 %	0,00282
Summe Gebäude mit Versorgung	2.834,55		100 %	0,00738

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.3 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	100.00
---	--------

Ökologie-Steckbrief 1.1.4 – Versauerungspotenzial

Gesamtbelastung Versauerungspotenzial kg SO₂ Äquivalente

Phase	kg SO ₂ äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung g	kg SO ₂ äquival. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	8.679,93	85,06 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	3.584,44	35,12 %		
Entsorgung	-2059,55	-20,18 %		
Summe Gebäude	10.204,82	100,00 %	47,31 %	0,027
Versorgung	11.366,50		52,69 %	0,030
Summe Gebäude mit Versorgung	21.571,31		100 %	0,056

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.4 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	100.00
---	---------------

Ökologie-Steckbrief 1.1.5 – Überdüngungspotenzial

Gesamtbelastung Überdüngungspotenzial kg PO₄ Äquivalente

Phase	kg PO4 äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kg PO4 äquival. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400)	873,96	72,81 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	236,95	19,74 %		
Entsorgung	89,36	7,45 %		
Summe Gebäude	1.200,27	100,00 %	49,73 %	0,00312
Versorgung	1.213,30		50,27 %	0,00316
Summe Gebäude mit Versorgung	2.413,58		100 %	0,00628
Bewertung				
Summe Bewertung Steckbrief 1.1.5 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)				100.00

Ökologie-Steckbrief 1.2.1 – Primärenergie nicht erneuerbar

Gesamtinput Primärenergie nicht erneuerbar kWh

Phase	kWh PE nicht erneuerbar	% von Summe- Gebäude	% von Summe- Gebäude + Versorgu ng	kWh PE nicht ern. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	11.498.044.	112,73 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	3.917.127	38,40 %		
Entsorgung	-5215476.	-51,13 %		
Summe Gebäude	10.199.695.	100,00 %	26,14 %	26,56
Versorgung	28.816.846		73,86 %	75,03
Summe Gebäude mit Versorgung	39.016.541.		100 %	101,58

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.2.1 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	100,00
--	---------------

Ökologie-Steckbrief 1.2.2 – Primärenergie Gesamt + % erneuerbar

Gesamtinput Primärenergie Gesamt kWh

Phase	kWh PE Gesamt.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kWh PE Gesamt / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	13.609.943.	108,19 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	4.716.979.	37,50 %		
Entsorgung	-5747408	-45,69 %		
Summe Gebäude	12.579.514.	100,00 %	23,96 %	32,75
Versorgung	39.930.349.		76,04 %	103,96
Summe Gebäude mit Versorgung	52.509.863.		100 %	136,71

Gesamtinput Primärenergie % Anteil Primärenergie erneuerbar kWh

Phase	% Anteil PE erneuerbar.
Herstellung (KGR 300 und 400))	15,52 %.
Instandsetzung (KGR300/400)	16,96 %..
Entsorgung	9,26 %.
Summe Gebäude	18,92 %..
Versorgung	27,83 %
Summe Gebäude mit Versorgung	25,70 %..

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.2.1 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010) Primärenergie gesamt	90,0
--	-------------

Gebäudegrunddaten (LCA)

Allgemeines

Gebäudeart:	Nichtwohnungsbau Neubau
Gebäudetyp:	Berufsschule
Beschreibung:	Zweizügiger Baukörper mit Atrium, drei- und viergeschossig, KG als HNF-Nutzung durch Abgrabungen, Stahlbetonbau mit außenseitigen Stahlfluchtbalkonen als Verschattungselemente, Temperierung durch Luftströmungskonzept, Beheizung über Fernwärme.

Kubatur und Flächen

Grundstück

Grundstücksfläche:	Bebaute Fläche:	Unbebaute Fläche:
15.000,00 m ²	2.556,00 m ²	12.444,00 m ²

Geschosse

Geschosse oberirdisch:	Geschosse unterirdisch	Tiefgarage außerhalb des Gebäudes:
4,0	0,0	m ²
Geschoßhöhe:		
3,75 m		

Kubatur und Grundflächen

Bruttogrundfläche a:	Bruttogrundfläche a,b,c:	Konstruktionsgrundfläche:
9.083,30 m ²	m ²	1.401,40 m ²
Nettogrundfläche:	Verkehrsfläche:	Technische Funktionsfl.:
7.681,90 m ²	2.174,30 m ²	389,90 m ²

Nutzfläche:	Hauptnutzfläche	Nebennutzfläche
5.117,70 m ²	5.051,70 m ²	66,00 m ²
Bruttorauminhalt:		
38.724,50 m ³		

Datengrundlagen zur ökologischen Betrachtung

Betrachtungszeitraum	50 Jahre
Ökodaten-Katalog	Bund

Strommix

Land	Deutschland
-------------	-------------

Land	Luxemburg
Land	Portugal
Land	Spanien

Union für die Koordinierung des Transports von Elektrizität (UCPTE)

Anteile

Gas	Öl	Wasserkraft	Umwälz-wasserkraft	Braunkohle	Steinkohle	Kernkraft	DWR andere UCPTE	SWR andere UCPTE
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdgas	Schweröl	Wasserkraft	Windkraft	Braunkohle	Steinkohle	Kernkraft	Biomasse Fest/Abfall	Biogas
10,7 %	0,8 %	4,9 %	2,8 %	26,3 %	23,4 %	28,8 %	1,7 %	0,6 %

Ökologie-Steckbriefe 1.1.1 – Treibhauspotenzial

Gesamtbelastung Treibhauspotenzial kg CO₂ Äquivalente

Phase	kg CO ₂ äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kg CO ₂ äquival. /m ² NGF a
-------	-----------------------------	---------------------------	---	---

			g	
Herstellung	2.336.127	71,86 %		
(KGR 300 und 400)				
Instandsetzung	502.811	15,47 %		
(KGR300/400)				
Entsorgung	411.804	12,67 %		
Summe Gebäude	3.250.743	100,00 %	18,57 %	8,46
Versorgung	14.257.383		81,43 %	37,12
Summe Gebäude mit Versorgung	17.508.125		100 %	45,58

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.1 (BNB)	83.38
((Ökobau.dat 4/2010))	

Ökologie-Steckbrief 1.1.2 – Ozonabbaupotenzial

Gesamtbelastung Ozonabbaupotenzial kg CFC11 Äquivalente

Phase	kg CFC11 äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kg CFC11 äquival. / m ² NGF a
Herstellung	0,1382	111,74 %		
(KGR 300 und 400))				
Instandsetzung	0,0358	28,96 %		
(KGR300/400)				
Entsorgung	-0,0504	-40,71 %		

Summe Gebäude	0,1237	100,00 %	8,43 %	0,00000032
Versorgung	1,3429		91,57 %	0,00000350
Summe Gebäude mit Versorgung	1,4666		100 %	0,00000382

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.2 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	89.39
--	--------------

Ökologie-Steckbrief 1.1.3 – Ozonbildungspotenzial

Gesamtbelastung Ozonbildungspotenzial kg C₂H₄ Äquivalente

Phase	kg C ₂ H ₄ äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kg C ₂ H ₄ äquival. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	1.051,06	67,09 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	638,49	40,76 %		
Entsorgung	-122,93	-7,85 %		
Summe Gebäude	1.566,61	100,00 %	32,67 %	0,00408
Versorgung	3.228,22		67,33 %	0,00840
Summe Gebäude mit Versorgung	4.794,84		100 %	0,01248

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.3 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	77.96
--	--------------

Ökologie-Steckbrief 1.1.4 – Versauerungspotenzial

Gesamtbelastung Versauerungspotenzial kg SO₂ Äquivalente

Phase	kg SO ₂ äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung g	kg SO ₂ äquival. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	7.232,26	78,50 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	3.258,09	35,36 %		
Entsorgung	-1277,04	-13,86 %		
Summe Gebäude	9.213,31	100,00 %	24,85 %	0,024
Versorgung	27.862,23		75,15 %	0,073
Summe Gebäude mit Versorgung	37.075,54		100 %	0,097

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.1.4 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	100.00
---	---------------

Ökologie-Steckbrief 1.1.5 – Überdüngungspotenzial

Gesamtbelastung Überdüngungspotenzial kg PO₄ Äquivalente

Phase	kg PO4 äquival.	% von Summe Gebäude	% von Summe Gebäude + Versorgung	kg PO4 äquival. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400)	752,71	71,65 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	212,44	20,22 %		
Entsorgung	85,41	8,13 %		
Summe Gebäude	1.050,56	100,00 %	23,57 %	0,00274
Versorgung	3.406,27		76,43 %	0,00887
Summe Gebäude mit Versorgung	4.456,83		100 %	0,01160
Bewertung				
Summe Bewertung Steckbrief 1.1.5 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)				100.00

Ökologie-Steckbrief 1.2.1 – Primärenergie nicht erneuerbar

Gesamtinput Primärenergie nicht erneuerbar kWh

Phase	kWh PE nicht erneuerbar	% von Summe- Gebäude	% von Summe- Gebäude + Versorgu ng	kWh PE nicht ern. / m ² NGF a
Herstellung (KGR 300 und 400))	9.174.831.	108,01 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	3.092.170	36,40 %		
Entsorgung	-3772326.	-44,41 %		
Summe Gebäude	8.494.675.	100,00 %	11,57 %	22,12
Versorgung	64.899.060		88,43 %	168,97
Summe Gebäude mit Versorgung	73.393.735.		100 %	191,08

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.2.1 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	100,00
---	---------------

Ökologie-Steckbrief 1.2.2 – Primärenergie Gesamt + % erneuerbar

Gesamtinput Primärenergie Gesamt kWh

Phase	kWh PE Gesamt.	% von Summe	% von Summe	kWh PE Gesamt / m ² NGF a
-------	----------------	----------------	----------------	--------------------------------------

		Gebäude	Gebäude + Versorgung	
Herstellung (KGR 300 und 400))	10.851.455.	102,75 %		
Instandsetzung (KGR300/400)	3.859.926.	36,55 %		
Entsorgung	-4149969	-39,29 %		
Summe Gebäude	10.561.412.	100,00 %	9,38 %	27,50
Versorgung	102.089.456.		90,62 %	265,79
Summe Gebäude mit Versorgung	112.650.868.		100 %	&293,29

Gesamtinput Primärenergie % Anteil Primärenergie erneuerbar kWh

Phase	% Anteil PE erneuerbar.
Herstellung (KGR 300 und 400))	15,45 %.
Instandsetzung (KGR300/400)	19,89 %..
Entsorgung	9,10 %.
Summe Gebäude	19,57 %..
Versorgung	36,43 %
Summe Gebäude mit Versorgung	34,85 %..

Bewertung

Summe Bewertung Steckbrief 1.2.1 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	30,2
Primärenergie gesamt	
Summe Bewertung Steckbrief 1.2.1 (BNB) (Ökobau.dat 4/2010)	50.0

Anteil Primärenergie erneuerbar

Textquellen

SIA 123 Steiger Ökologische Baukonstruktionen, Zürich 1996, veröffentlicht in der Schriftenreihe des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins Nr. 123

NIED03 Staatliches Baumanagement Niedersachsen, Jahresbericht Energie- und Gebäudemanagement des Landes Niedersachsen Hannover 2003

[OSC2004] Jones Lang LaSalle OSCAR 2004 Büronebenkostenanalyse Berlin 2004

[BBR2008] Kreissig, König, Stoffregen, Ökologische Bewertung der Haustechnik, Forschungsprojekt des BBR im Programm Zukunft BAU, 1. Zwischenbericht Stuttgart 2008