
EnEff:Schule

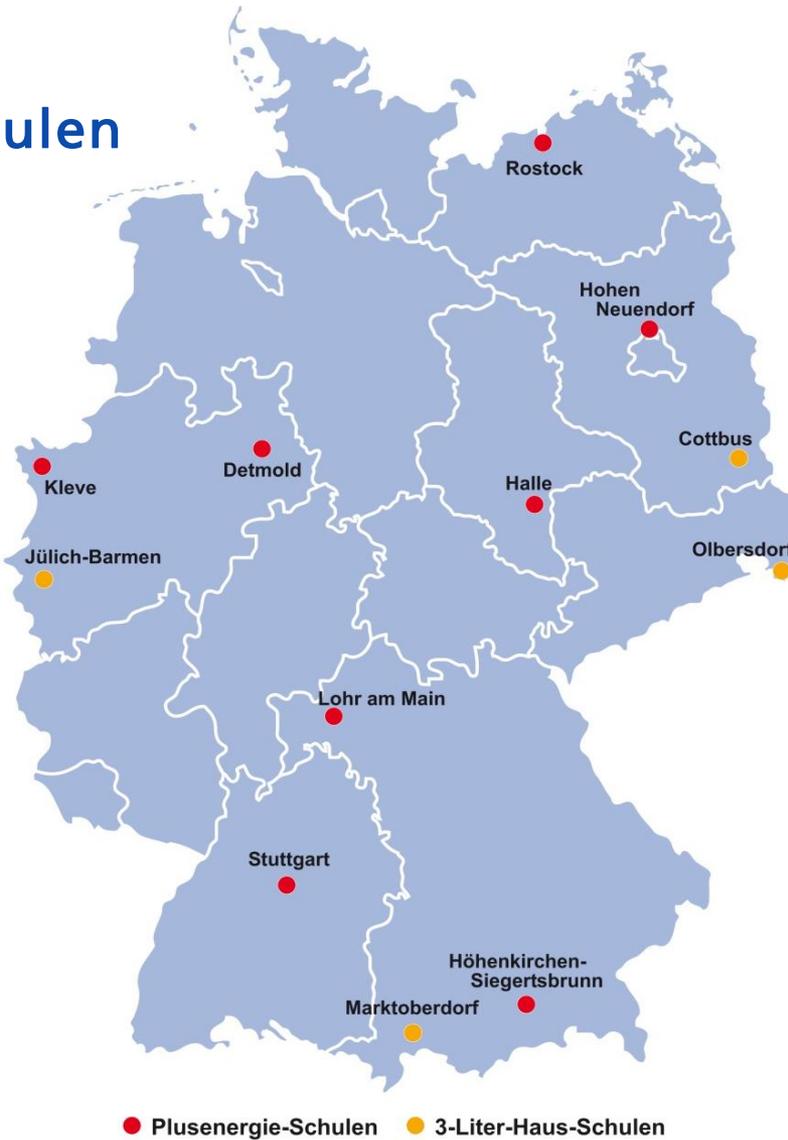
Wärmeschutz und Wärmebereitstellung – wie wurde dies bei verschiedenen Demoprojekten gelöst?

6. Symposium Energieeffiziente Schule
17.-18. November 2015

Johann Reiß

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Standorte der Energieeffizienten Schulen



ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

SCHULE	ABGESCHLOSSENE PROJEKTE											
												
Science College	Grundschule	Förderschule	Gymnasium	Gymnasium	Gymnasium	Grund- u. Hauptschule	Realschule	Grundschule und Hort	Kindertagesstätte	Berufsschule	Schul- und Sportzentrum	
STANDORT	Overbach (Jülich-Barmen)	Hohen-Neuendorf	Olbersdorf	Cottbus	Markt-oberdorf	Rostock	Stuttgart	Kleve	Halle	Höhenkirchen	Detmold	Lohr am Main
ENERGET. ZIEL	3-Liter-Haus Niveau	Plus-Energie	3-Liter-Haus Niveau	3-Liter-Haus Niveau	3-Liter-Haus Niveau	Plus-Energie	Plus-Energie	Plus-Energie	Plus-Energie	Plus-Energie	Plus-Energie	Plus-Energie



Neubau



Sanierung

Max-Steenbeck-Gymnasium Cottbus vor Sanierung



Max-Steenbeck-Gymnasium Cottbus vor Sanierung



Max-Steenbeck-Gymnasium Cottbus vor Sanierung



Max-Steenbeck-Gymnasium Cottbus nach Sanierung



Max-Steenbeck-Gymnasium Cottbus nach Sanierung



Max-Steenbeck-Gymnasium Cottbus nach Sanierung



Max-Steenbeck-Gymnasium Cottbus nach Sanierung 3-Liter-Haus-Schule

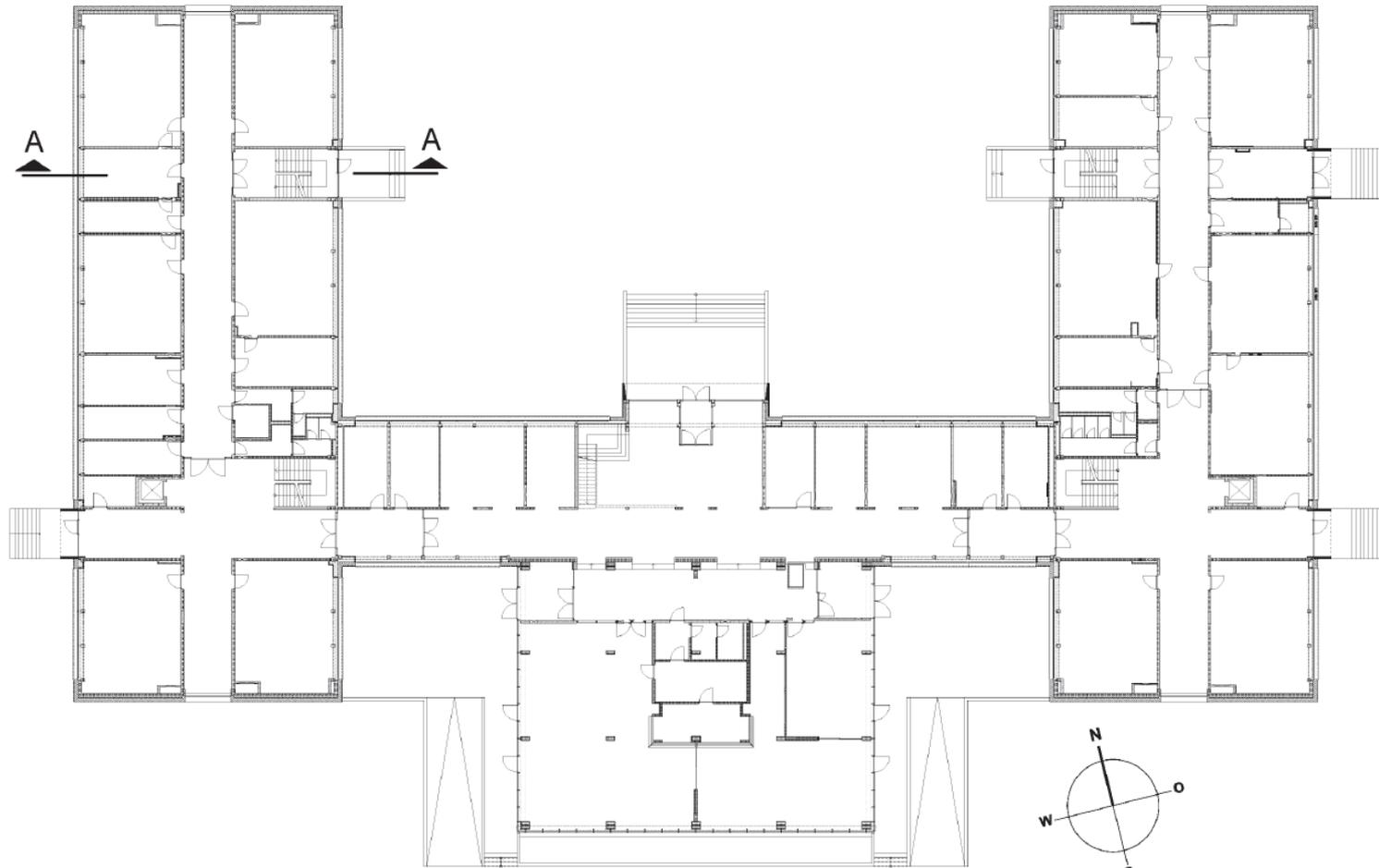


Baujahr:	1974
Sanierungszeitraum:	2010 - 2011
Anzahl der Schüler:	500
Anzahl der Klassenzimmer:	40
Beheizte Nettogrundfläche:	8.048 m²
Beheiztes Gebäudevolumen:	30.336 m³
A / V-Verhältnis:	0,35 m⁻¹
Spezifischer Transmissions- wärmeverlust H'_T:	0,28 W/m²K

Seitenflügel A

Zwischenbau

Seitenflügel B



Grundriss Erdgeschoss

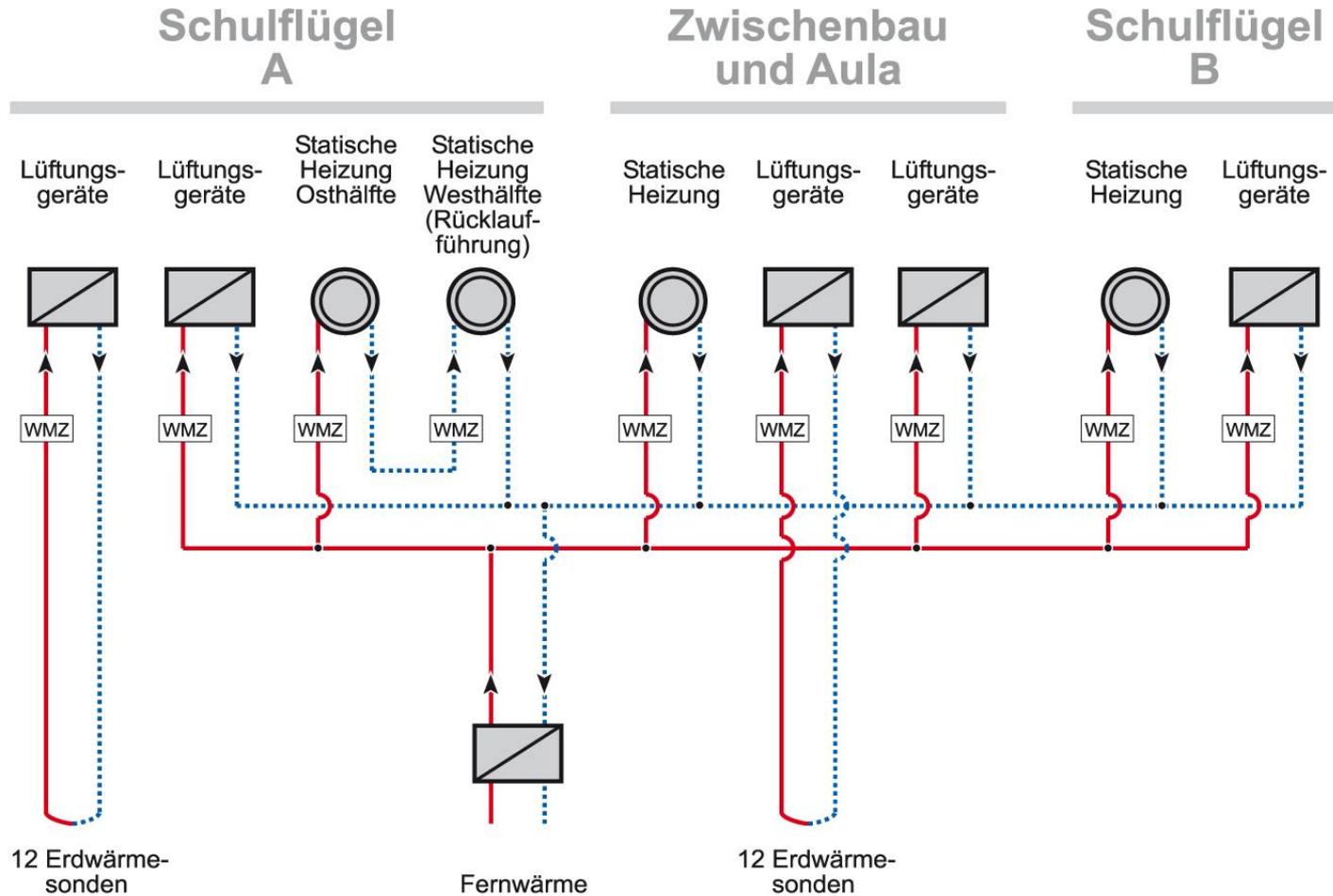
Umgesetzte bauliche Maßnahmen

Bauteil	U-Wert [W/m ² K]		Beschreibung
	vorher	nachher	
Außenwand	1,30	0,15	26 cm Wärmedämmverbundsystem
Fenster	2,60	0,80	3-fach Wärmeschutzverglasung in hocheffizienten Kunststoffrahmen
Dach	0,62	0,11	30 cm Dämmung
Boden	3,00	0,40	12 cm Dämmung

Umgesetzte anlagentechnische Maßnahmen

- Weiterhin Fernwärmenutzung
- Nutzung des Fernwärmerücklaufs für die Beheizung einer Hälfte des westlichen Gebäudeflügels
- Sole-Erdwärmeübertrager zur Vortemperierung der Außenluft vor dem Wärmetauscher
- Erdwärmespeicher mit solarer Überschusswärmenutzung (Sporthalle)
- Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Heizanlagenchema



LEGENDE: WMZ Wärmemengenzähler

Messwerte vor Sanierung

Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a
Heizung und Trinkwarmwasser	133,2	93,2
Beleuchtung und elektr. Verbraucher	14,4	38,9
GESAMT	147,6	132,1

Messwerte 2014 nach Sanierung

Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a
Heizung	20,0	14,0
Hilfsenergie	0,5	1,3
Belüftungsstrom	6,2	16,1
Beleuchtung	6,2	16,1
GESAMT	32,4	44,6

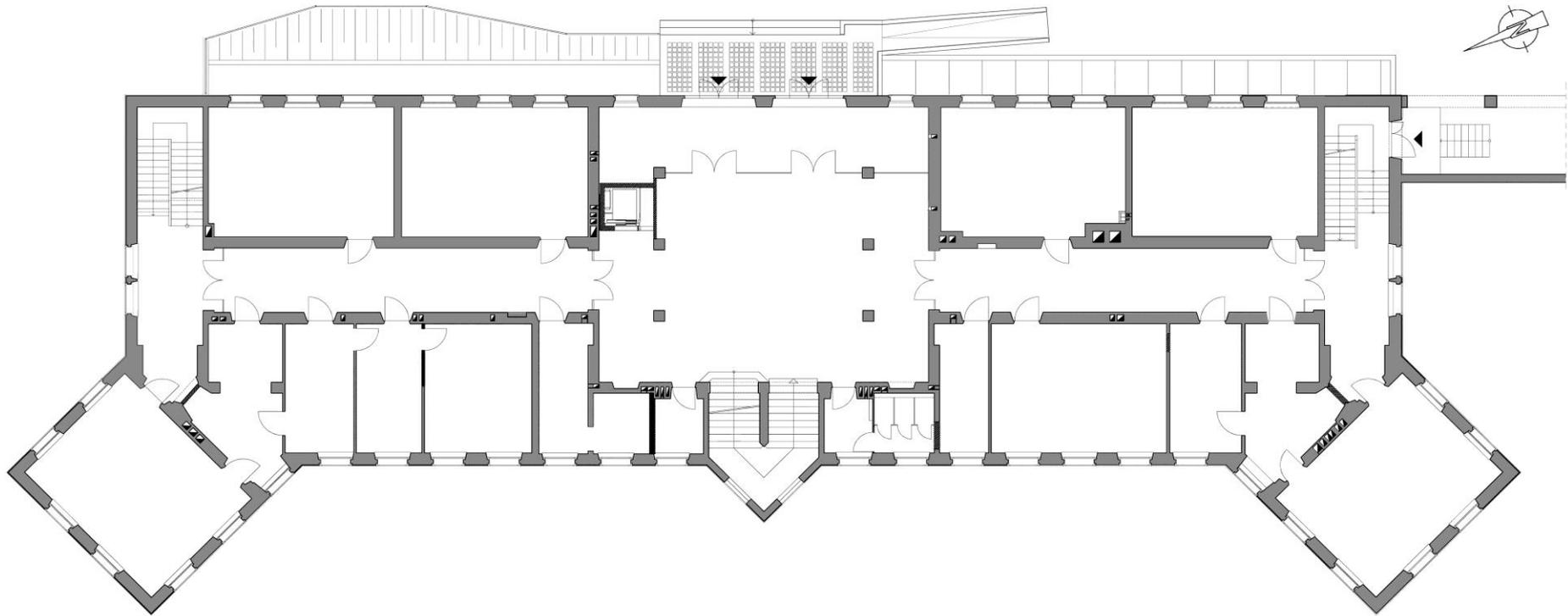
Friedrich-Fröbel-Schule Olbersdorf vor Sanierung



Friedrich-Fröbel-Schule Olbersdorf nach Sanierung 3-Liter-Haus-Schule



Baujahr:	1927/28
Sanierungszeitraum:	2008 - 2010
Anzahl der Schüler:	180
Anzahl der Klassenzimmer:	22
Beheizte Nettogrundfläche:	4.439 m²
Beheiztes Gebäudevolumen:	17.880 m³
A / V-Verhältnis:	0,25 m⁻¹
Spezifischer Transmissions- wärmeverlust H'_T (vor / nach der San.):	1,56 / 0,42 W/m²K



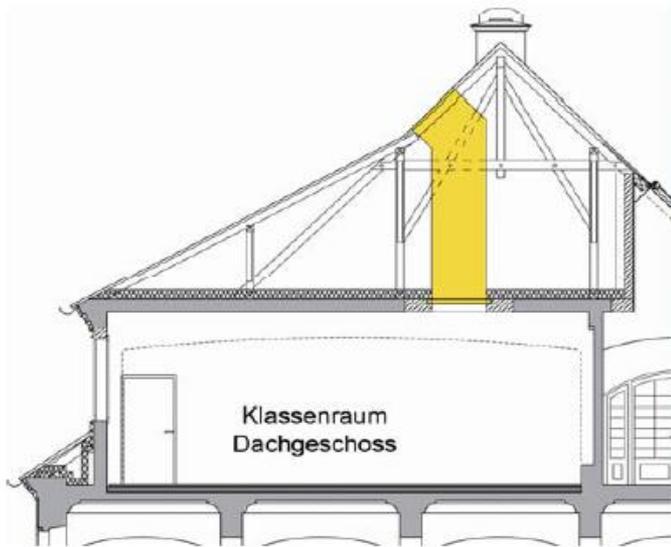
Grundriss EG nach Sanierung

Bauteil	U-Wert [W/m²K]		Beschreibung
	vorher	nachher	
Außenwand	1,25	0,34	51 cm Mauerwerk mit 7 cm EPS-Dämmung (WLG 032)
Fenster West	1,70	1,00	Zuluft-Kastenfenster Außenfenster: Einfachverglasung Innenfenster: Zweifachverglasung
Fenster Ost	2,80	0,90	Zuluft-Kastenfenster Außenfenster mit elektrochromer Verglasung: Zweifachverglasung Innenfenster: Zweifachverglasung
Oberste Geschossdecke	1,70	0,22	Mauerwerk, 5 cm Estrich, 15 cm Mineralwollgedämmung, 2 cm OSB-Platte
Boden	3,09	0,36	10 cm Beton, 2 cm Vakuumdämmpaneele, 4 cm Estrich
		0,32	10 cm XPS-Dämmung, 10 cm Beton, 4 cm Estrich

Umgesetzte anlagentechnische Maßnahmen

- **zwei Gasabsorptionswärmepumpen, je 35 kW**
- **10 Erdsonden, je 100 m tief**
- **zwei Gasbrennwertkessel zur Lastspitzenabdeckung, je 80 kW**
- **Wärmeabgabe über Heizkörper**
- **Sanitärräume: präsenzgeregelte Abluftanlage**
- **Klassenräume: CO₂-geregelte Abluftanlage und Zuluft über Zuluftkastenfenster**

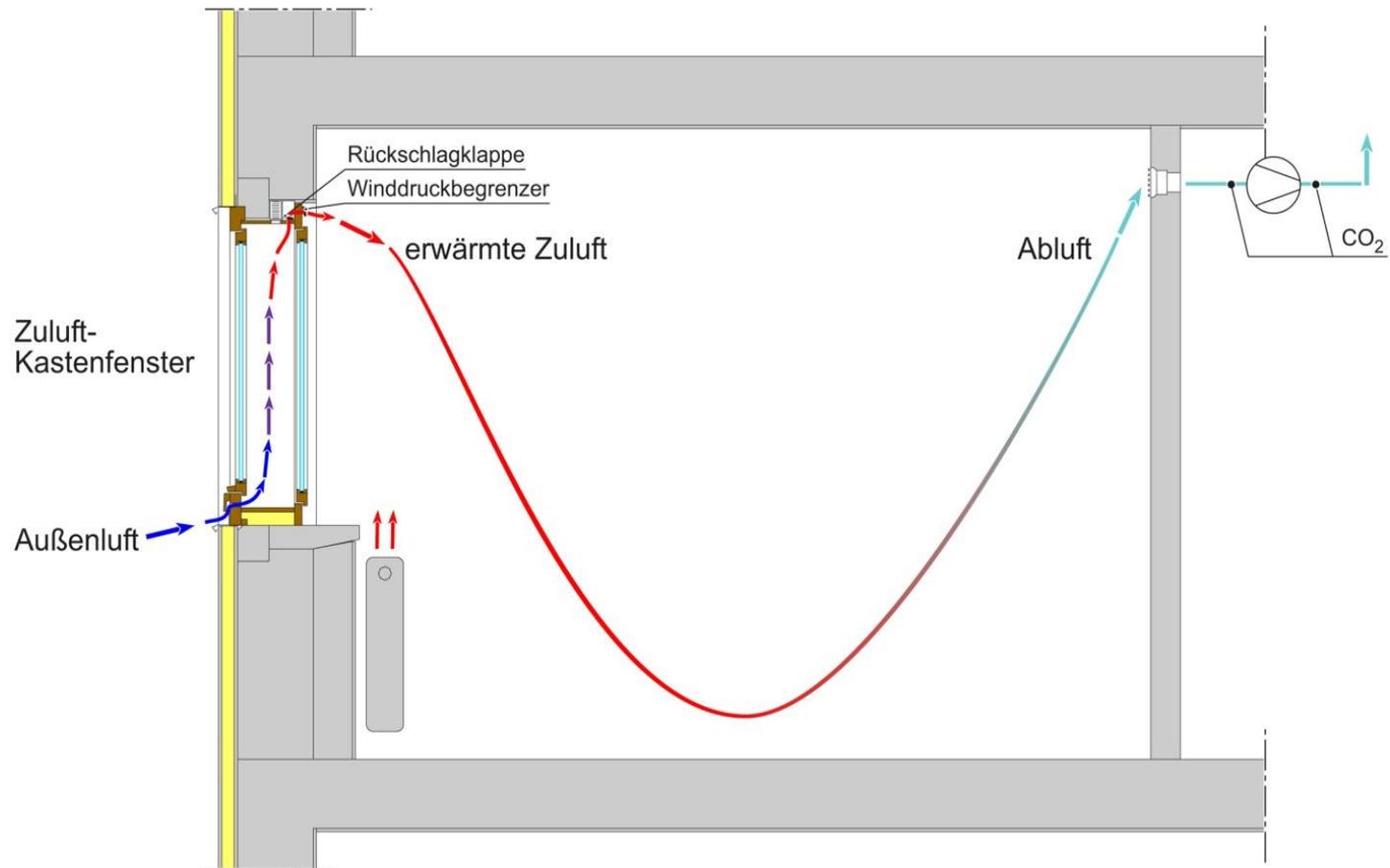
Lichtschacht



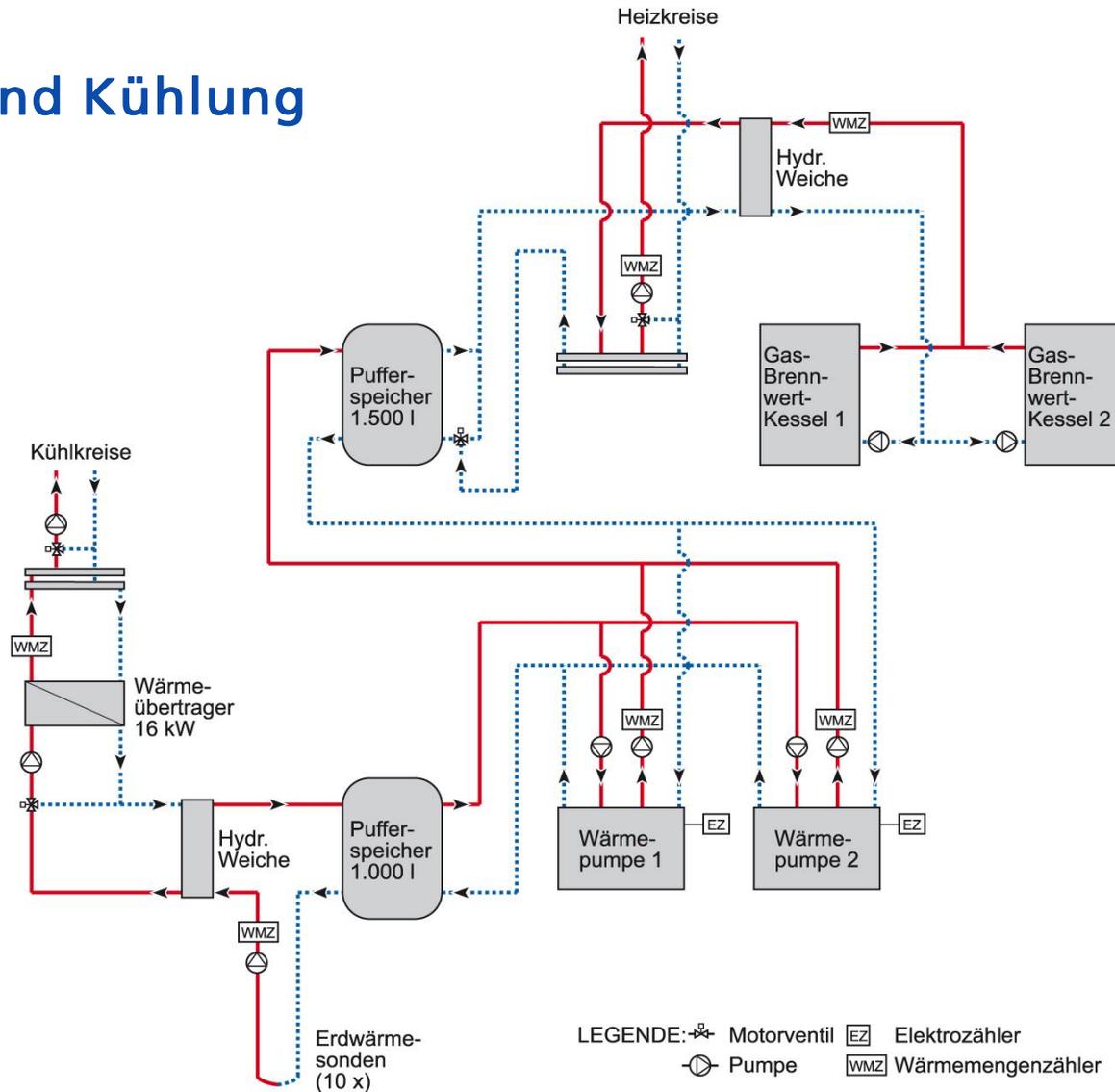
Klassenzimmer mit Lichtschacht



Zuluft Kastenfenster



Heizung und Kühlung



Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a
Heizung und Trinkwarmwasser	144,0	158,4
Beleuchtung	11,5	34,4
GESAMT	155,5	192,8

Messwerte vor Sanierung

Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a
Heizung	35,8	39,3
Hilfsenergie	1,7	4,5
Belüftungsstrom	-	-
Beleuchtung	-	-
GESAMT	37,5	43,8

Messwerte 2013 nach Sanierung

Gymnasium Marktoberdorf vor der Sanierung

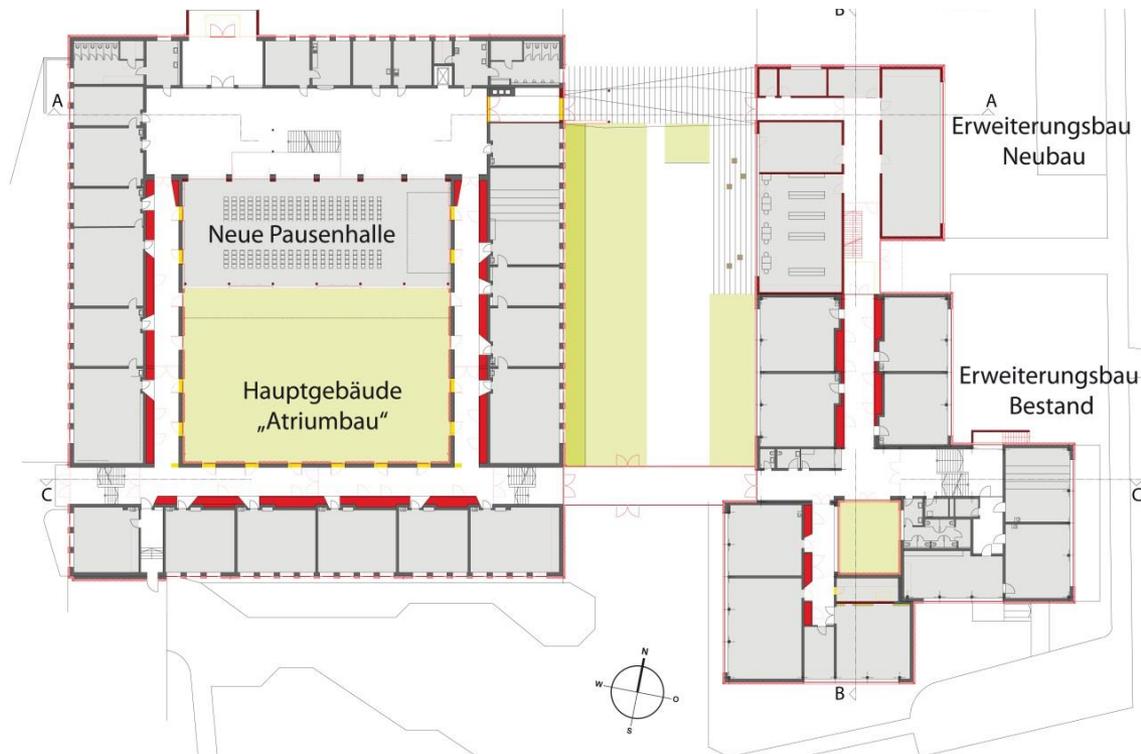
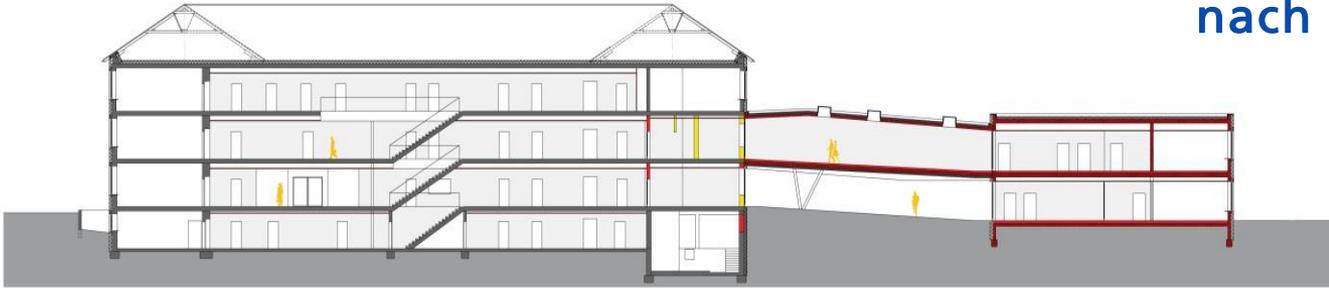


Gymnasium Marktoberdorf nach der Sanierung 3-Liter-Haus-Schule



Baujahr:	1962 (Hauptgebäude)
Sanierungszeitraum:	2011 - 2013
Anzahl der Schüler:	1.061
Anzahl der Klassenzimmer:	130
Beheizte Nettogrundfläche:	8.910 m²
Beheiztes Gebäudevolumen:	37.712 m³
A / V-Verhältnis:	0,25 m⁻¹
Spezifischer Transmissions- wärmeverlust H_T':	0,57 W/m²K

Schnitt nach Sanierung



Grundriss EG nach Sanierung mit Erweiterungsbau

Gymnasium Marktoberdorf

Erfolgscontracting

- Es wurde eine neue Form der Ausschreibung und Vergabe für Anlagentechnik entwickelt , das „Erfolgscontracting“
- Dieses Verfahren wird bei der Vergabe angewendet
- Es steht dabei Qualitätssicherung im Vordergrund
- Der Auftragnehmer muss über die Vertragslaufzeit von 15 Jahren ein komfortables Raumklima garantieren und darf dabei einen maximal zulässigen Endenergieverbrauch nicht überschreiten

Umgesetzte bauliche Maßnahmen

Bauteil	U-Wert [W/m ² K]		Beschreibung
	vorher	nachher	
Außenwand	1,06	0,12	zusätzl. 25 cm EPS-Dämmung (WLG 035)
Außenwand gegen Erdreich	1,11	0,14	zusätzl. 25 cm EPS-Dämmung (WLG 040)
Fenster	2,70	1,40	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung
Dach	0,36	0,11	zusätzl. 30 cm EPS-Dämmung (WLG 035)
Boden gegen Erdreich	0,77	0,77	keine Veränderung

Umgesetzte anlagentechnische Maßnahmen

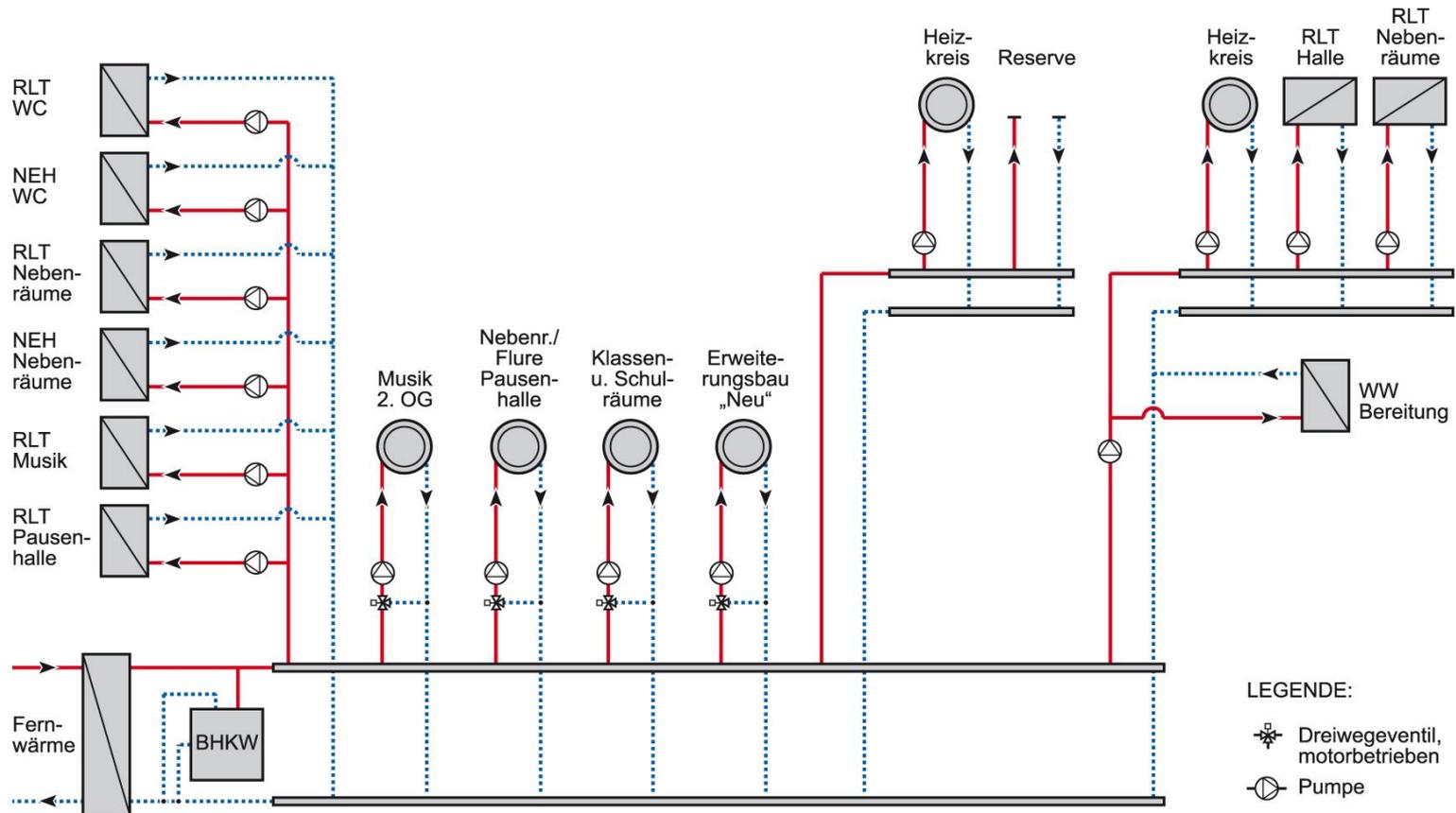
- **Neues Vergabeverfahren
»Erfolgscontracting«**
- **Biogas Blockheizkraftwerk**
- **dezentrale Lüftungsanlage mit
Wärmerückgewinnung**
- **Photovoltaik-Anlage mit 46 kW_p**

Heizanlagenschema

Hauptgebäude
„Atriumbau“

Erweiterungsbau
„Bestand“

Dreifach-
Turnhalle



Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a
Heizung und Trinkwarmwasser	69,8	69,1
Stromverbrauch	8,1	21,0
GESAMT	77,9	90,1

Messwerte vor Sanierung

Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a
Heizung	18,8	13,4
Hilfsenergie	0,2	0,4
Belüftungsstrom	7,9	19,0
Beleuchtung	-	-
GESAMT	26,9	32,8

Messwerte 2014 nach Sanierung

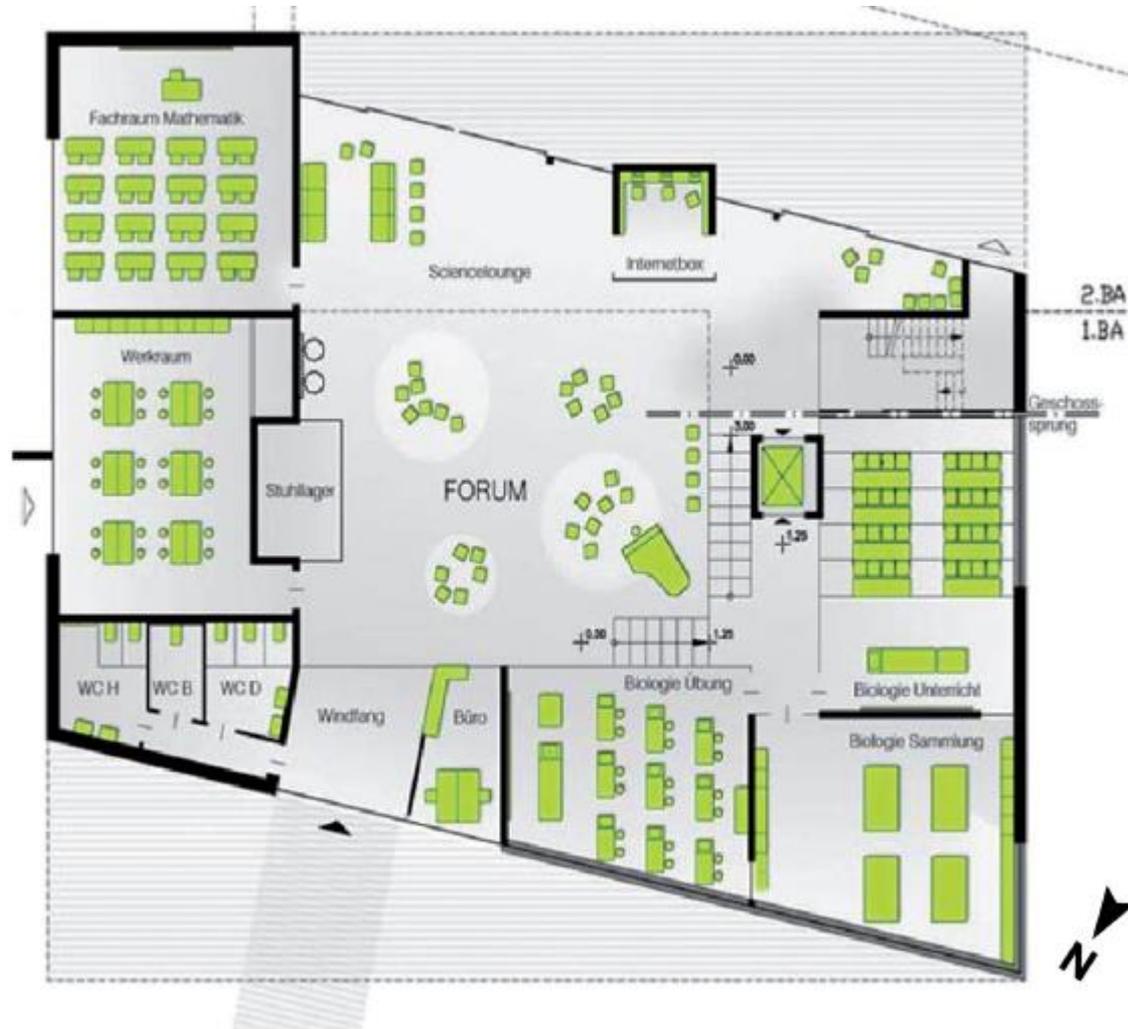
Science College Overbach 3-Liter-Haus-Schule



Science College Overbach, Gästehaus



Baujahr:	2009
Anzahl der Schüler:	330
Anzahl der Klassenzimmer:	12
Beheizte Nettogrundfläche:	1.860 m²
Beheiztes Gebäudevolumen:	8.556 m³
A / V-Verhältnis:	0,39 m⁻¹
Spezifischer Transmissions- wärmeverlust H'_T:	0,23 W/m²K



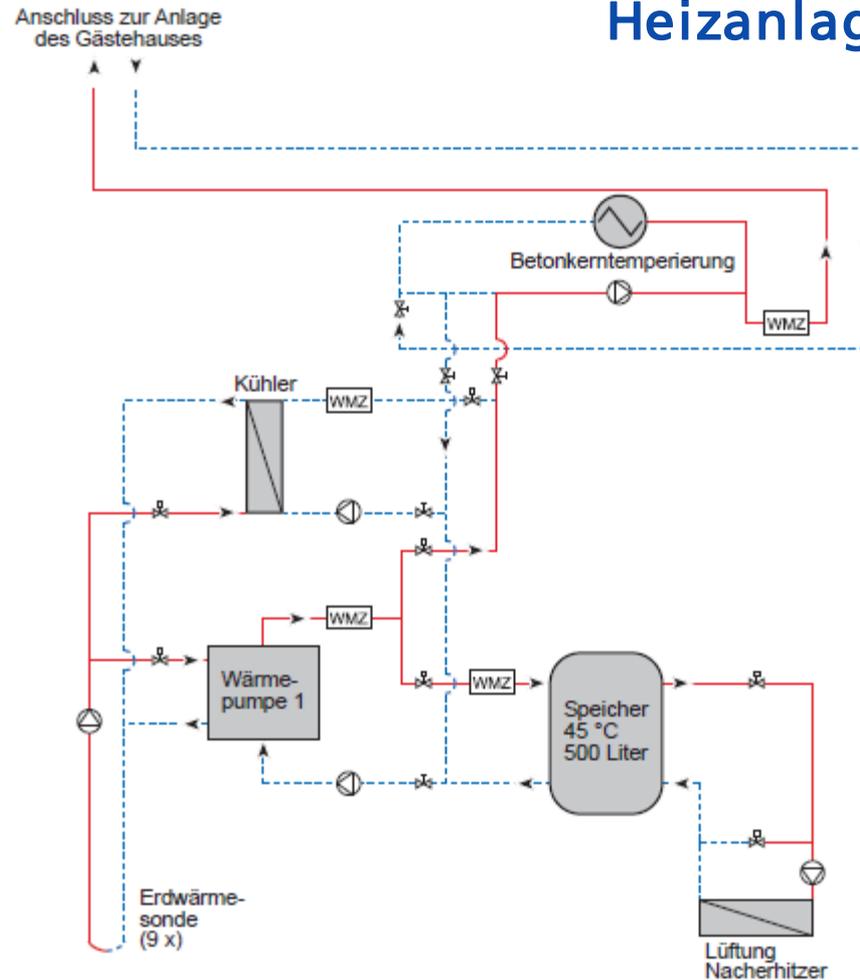
Grundriss Erdgeschoss

Bauteilaufbauten

Bauteil	U-Wert [W/m ² K]	Beschreibung
Außenwand	0,15	25 cm Stahlbeton 30 cm PS-Hartschaum WLG 040 Silikonharzbeschichtung Vandalismusschutz (bis h=2,50 m)
Fenster	0,80	Aluminiumfenster mit 3-fach-Isolierverglasung mit schaltbarem EControl-Glas
Dach	0,11	Oberflächenschutz Dachdichtungsbahn 32 cm EPS-Dämmung druckfest WLG 035 27 cm Stahlbetondecke (innen sichtbar belassen)
Boden	0,10	Bodenbelag 13 cm Estrich 20 cm Stahlbeton

- **Wärmeversorgung über Wärmepumpe mit 9 Erdsonden und Betonkerntemperierung**
- **Niedrigexergie-Konzept (Nutzung von inneren und äußeren Wärmequellen)**
- **Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärme- und Feuchterückgewinnung**

Heizanlagenchema



LEGENDE:
 Motorventil
 Pumpe
 Handventil
 Wärmemengenzähler

Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a	Messung 2013 36,0 kWh/m ² a
Heizung	8,4	20,5	
Hilfsenergie	2,4	6,1	
Belüftungsstrom	3,6	9,4	
Beleuchtung	5,7	14,8	
GESAMT	20,1	50,8	

Grundschule Hohen Neuendorf Plusenergieschule



Grundschule Hohen Neuendorf Klassenraum



Baujahr:	2011
Anzahl der Schüler:	540
Anzahl der Klassenzimmer:	18
Beheizte Nettogrundfläche:	6.563 m²
Beheiztes Gebäudevolumen:	38.184 m³
A / V-Verhältnis:	0,39 m⁻¹
Spezifischer Transmissions- wärmeverlust H_T':	0,20 W/m²K

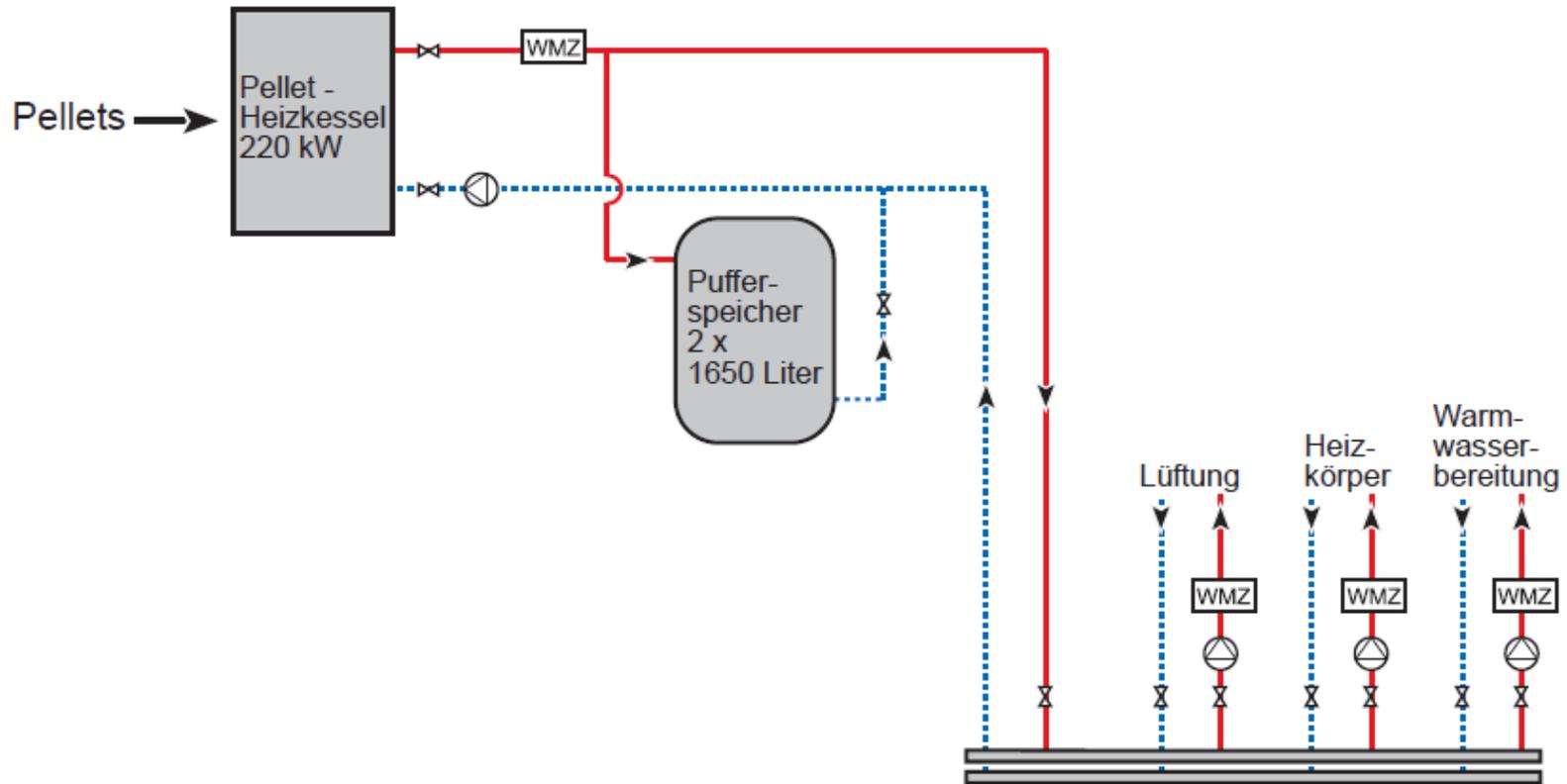
Bauteilaufbauten

Bauteil	U-Wert [W/m²K]	Beschreibung
Außenwand	0,15	25 cm Stahlbeton mit Vormauerziegeln 20 cm Mineralwolle WLG 032 1 cm Luftschicht vertikal Vollklinker
Fenster	0,80	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung
Dach	0,11	Dachdichtungsbahn FPO 35 cm Polystyrolschaum Dampfsperre 28 cm Stahlbeton
Boden	0,10	6 cm Zementestrich 22 cm Polystyrol-Hartschaumplatten Bitumenschweißbahn 25 cm Stahlbeton PE-Folie Ethafom

Umgesetzte Maßnahmen:

- Pellet-Heizkessel
- hybrides Lüftungskonzept mit Wärmerückgewinnung und motorisch öffenbaren Fensterflügeln
- Photovoltaik-Anlage

Heizanlage



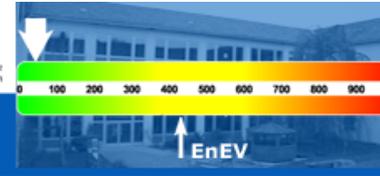
LEGENDE:  Ventil
 Pumpe  Wärmemengenzähler

Energieanteil	Endenergie kWh/m ² a	Primärenergie kWh/m ² a
Heizung	53,7	10,7
Hilfsenergie	0,3	0,9
Belüftungsstrom	1,6	4,2
Beleuchtung	5,9	15,4
GESAMT	61,5	31,2

Messung 2013

18,6 kWh/m²a Gewinn
durch PV

Geplant war Holz-Pellet-
BHKW mit 6,1 kWh/m²a
(primär)
Stromerzeugung



EnEff:Schule Energieeffiziente Schulen

[Inhaltsübersicht](#) | [Kontakt](#) | [Impressum](#) | [Datenschutz](#) | [Log in](#)

Sie sind hier: Startseite

- [Startseite](#)
- [Projektbeschreibung](#)
- [Demonstrationsobjekte](#)
- [Innovative Techniken](#)
- [Veröffentlichungen](#)
- [Veranstaltungen](#)
- [Links](#)
- [EU-BUILD UP - School Portal](#)

BMW-Begleitforschung Energieeffiziente Schulen (EnEff:Schule)

Das Begleitprojekt zum Forschungsvorhaben "Energieeffiziente Schule (EnEff.Schule)", das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Förderkonzeptes "Energieoptimiertes Bauen (EnOB)" gefördert wird, hat zum Ziel, sämtliche Aktivitäten auf dem Gebiet der Energieeffizienten Schulsanierung zusammenzuführen und darzustellen.

Kategorie	Innovative Techniken		Lüftung	Sonnenschutz / Kühlung	Beleuchtung	Regelung
	Demonstrationsobjekte					
Plusenergieschulen		<input checked="" type="checkbox"/>				
3-Liter-Haus Schulen		<input checked="" type="checkbox"/>				
Best-Practice Beispiele		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Messdaten

- [Höhenkirchen](#)
- [Cottbus](#)
- [Hohen Neuendorf](#)
- [Olbersdorf](#)
- [Overbach](#)
- [Biberach](#)



www.eneff-schule.de