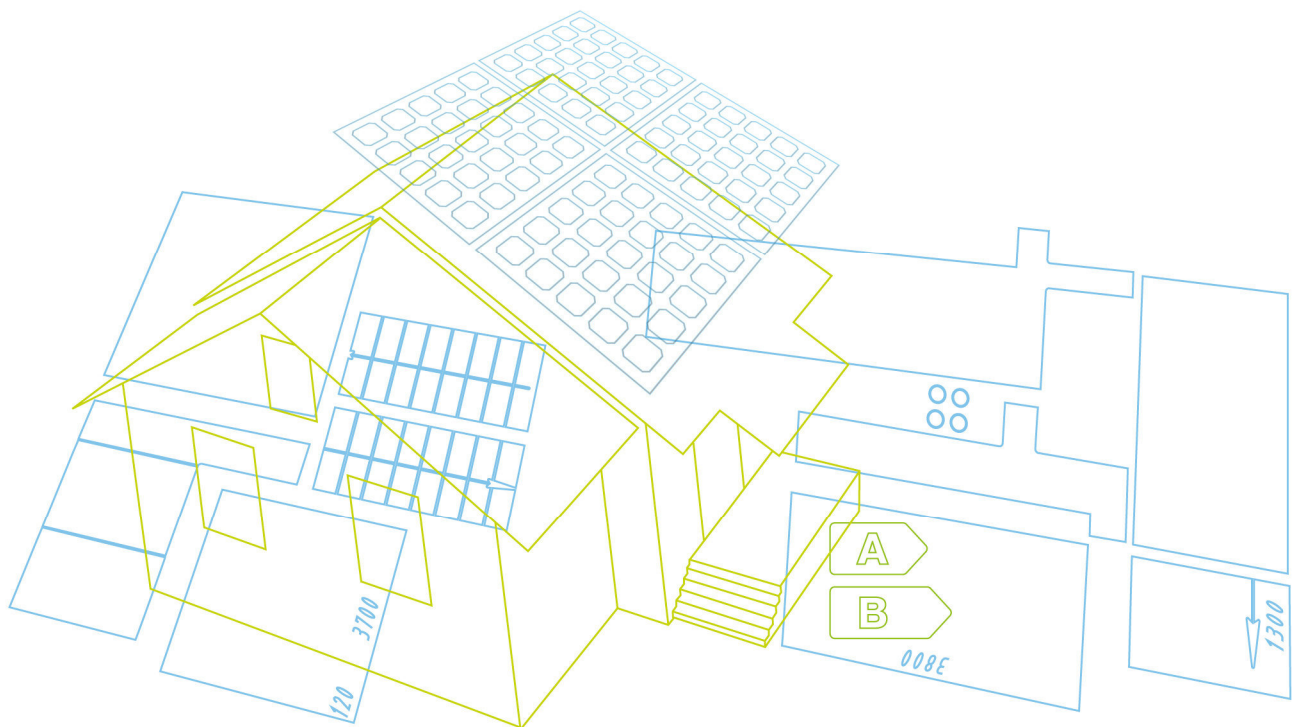




Demonstrationsvorhaben

Sanierung Schule Alberschwende



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A handwritten signature in black ink, reading 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	2
Abstract	2
Ausgangssituation	3
Zielsetzung	3
Bestandsdokumentation	4
Städtebauliche Situation	4
Schultyp	6
Konstruktion	7
Zustand vor der Sanierung.....	7
Durchgeführte Arbeiten im Rahmen des Projektes und ihre Ergebnisse.....	11
Umsetzung des ökologischen Programms.....	11
Weitere Optimierung der Bauteile mit Kostenerhebung durch doppelte Ausschreibung und Vergleichsobjekte	11
Berechnung des gesetzlichen Mindeststandards mit Energieausweis.....	12
Vergleiche Mehrkosten und Einsparpotential.....	12
Ergänzung des optimierten Entwurfs um optimierte Lichtsteuerung und aktive Energiegewinnung durch eine Photovoltaikanlage für die Variante Null- Energiehaus.....	14
Gegenüberstellung der Kosten und Nebenkosten einer zentralen und dezentralen Lüftungsanlage	16
Schallmessergebnis der ausgeführten dezentralen Lüftungsanlage.....	17
Ausblick und Resümee	18
Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen.....	20
Literaturliste	21
Anhänge	22
Abbildungsnachweis	22

Kurzfassung

Die Volks- und Hauptschule Alberschwende aus den Jahren 1964 und 67 wurde im Sommer 09 und 10 generalsaniert und nach einem ökologischen Programm auf sehr hohen technischen Stand gebracht. Ziel der Durchführbarkeitsstudie war es zu untersuchen, ob und unter welchen technischen und finanziellen Auswirkungen in den Schulgebäuden der Passivhausstandard oder 0 Energiestandard erreicht werden kann.

Das Ergebnis zeigt, dass die Schule nach der Sanierung immer noch Heizenergie benötigt, allerdings nur noch ein Zehntel der Biomasse, wie vor der Sanierung. Dabei kosten alle Maßnahmen, die vom gesetzlichen Mindeststandard zum Passivhausstandard führen, zusammen weniger, als sie einsparen. Jährliche Aufwendungen von 22.247 € sparen 23.448 € Energiekosten ein. Die elektrische Energie für die Lüftungsanlage und Beleuchtung kann über Photovoltaikanlagen gedeckt werden.

Synopsis

Die Volks- und Hauptschule Alberschwende aus den Jahren 1964 und 67 wurde im Sommer 09 und 10 generalsaniert und nach einem ökologischen Programm auf sehr hohen technischen Stand gebracht. Ziel der Durchführbarkeitsstudie war es zu untersuchen, ob und unter welchen technischen und finanziellen Auswirkungen in den Schulgebäuden der Passivhausstandard oder 0 Energiestandard erreicht werden kann.

Das Ergebnis zeigt, dass die Schule nach der Sanierung immer noch Heizenergie benötigt, allerdings nur noch ein Zehntel der Biomasse, wie vor der Sanierung. Dabei kosten alle Maßnahmen, die vom gesetzlichen Mindeststandard zum Passivhausstandard führen, zusammen weniger, als sie einsparen. Jährliche Aufwendungen von 22.247 € sparen 23.448 € Energiekosten ein. Die elektrische Energie für die Lüftungsanlage und Beleuchtung kann über Photovoltaikanlagen gedeckt werden.

Abstract

The primary and secondary school of the Community Alberschwende in Vorarlberg, constructed in the years 1964 to 1967 was renovated in the summer holidays 2009 and 2010. The renovation was done by an ecological guideline aiming a demanding level of energy efficiency. Aim of the feasibility report was the analysis of measures and costs to reach full Passive House Standard or even Zero Energy Standard. The results show, that there is still a calculated heating demand after the renovation, but it is produced by biomass and only 10% of the former heating demand. All measurements from legal standard to Passive House Standard cost less than they save energy cost in the long term. (Cost: 22.247 €, Savings: 23.448 €) The demand of electricity for light and ventilation system could be produced by the solar plant.

Ausgangssituation

Die Gemeinde Alberschwende beabsichtigte, den Altbestand ihrer Volks- und der Hauptschule aus den Jahren 1964/67 zu sanieren. Die Sanierung war schrittweise geplant. In den Sommerferien 2009 wurden die Sanierungsarbeiten an der Volksschule durchgeführt, die Hauptschule folgt im Sommer 2010. Die Genehmigungsplanung, Detailplanung, Ausschreibung und Umsetzung sollten nach den Empfehlungen des „Ökoleitfaden: Bau“ im Rahmen des Servicepakets „Nachhaltig:Bauen in der Gemeinde“ durchgeführt werden. Im Rahmen der Arbeitsgruppen zur Sanierungskonzeption wurde beschlossen, die Gebäudehülle nahe Passivhausqualität (U-Werte) zu sanieren.

Im Servicepaket wurde ein ökologisches Programm formuliert, welches im Gemeinderat abgestimmt wurde. Darin werden U-Werte $< 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ für opake Bauteile, der Einsatz von dreifachverglasten Fenstern, weitgehende Wärmebrückenfreiheit, Einsatz effizienter, dezentraler Lüftungsgeräte in den Klassenräumen, sowie eine Luftwechselrate $n_{50} \leq 1 \text{ h}^{-1}$ (Zielwert $0,6 \text{ h}^{-1}$) festgehalten.

Nachdem Architekten-, Bauphysik- und Haustechnikplanung bereits vergeben waren und im Bereich Grundlagenermittlung arbeiteten, wurden durch die Beauftragung der Durchführbarkeitsstudie neue Akzente gesetzt.

Zielsetzung

In der Durchführbarkeitsstudie wurden darüber hinausgehende Ziele formuliert und in Teilbereichen der Schule der Passivhausstandard in der Sanierung geplant und berechnet. Es wurde untersucht, ob mit Hilfe von Haustechnik oder Hochbauelementen in gewissen Bauabschnitten ein Nullenergiehaus zu erreichen ist. Mittels PHPP Berechnungen wurden dann die Einsparungspotentiale des Heizenergiebedarfs erfasst und mit den Mehraufwendungen der Bauteile in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung untersucht. Die Referenz bezog sich hierbei jeweils auf den gesetzlich vorgeschriebenen Mindeststandard der OIB Richtlinie 6, der durch die Berechnung des Energieausweises festgestellt wurde. Für den Nullenergiestandard wurden vom Elektroplaner Photovoltaikanlage und intelligente Beleuchtungssysteme kalkuliert und in ihrer Leistung berechnet. Im Bereich der Lüftung werden die Baukosten und Betriebskosten von zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen für Schulen gegenüber gestellt und Schallmessungen durchgeführt.

Bestandsdokumentation

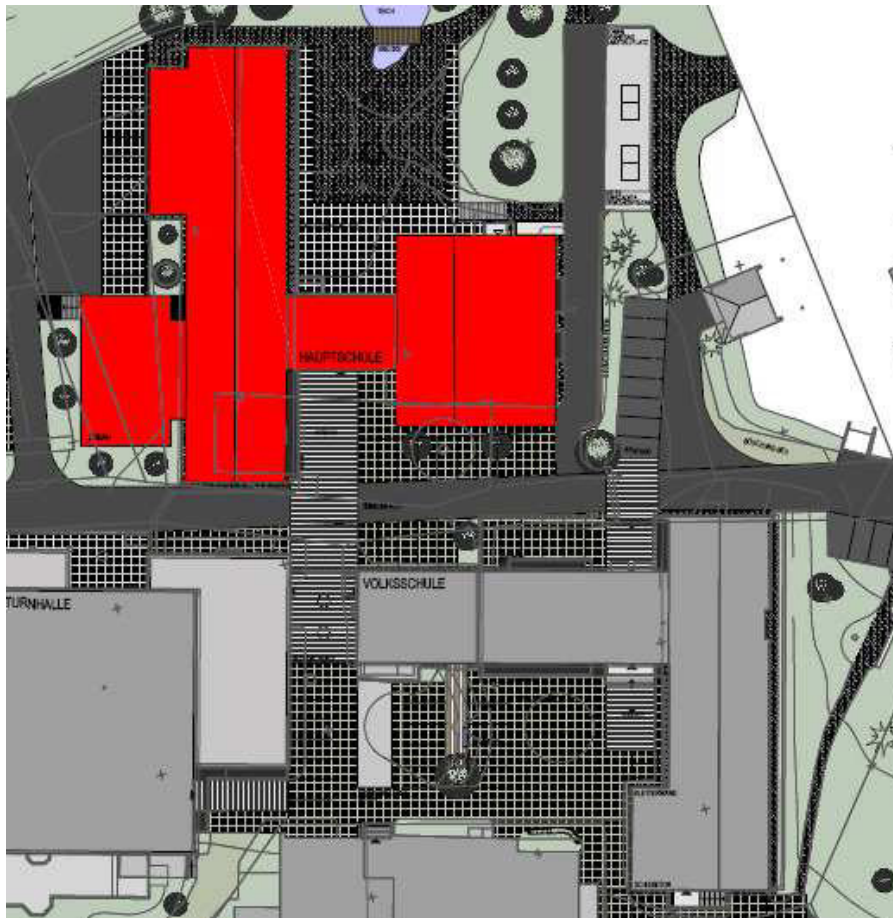


Abb. 1 Lageplan Schule

Städtebauliche Situation

Das Schulzentrum Alberschwende, bestehend aus Volksschule, Turnhalle mit Mehrzwecksaal und Hauptschule befindet im Zentrum der Gemeinde, parallel zur Schwarzachtobelstrasse an einer verkehrsberuhigten Stichstrasse, die das Schulgelände vom Kirchplatz aus durchzieht.

Die Volksschule befindet sich südlich der Erschließungsstrasse auf dem Flurstück 4/6. Die Schule wurde nach einem Wettbewerbsverfahren von dem Architekten Arch. Dipl. Ing. Hans Jutz aus Dornbirn geplant. Es handelt sich um ein L-förmiges Schulgebäude, welches den südseitigen, befestigten Schulhof umfasst.

Entlang der Erschließungsstrasse befindet sich ein eingeschossiger, mit dem Gelände zweifach abgetreppter Flachdachbau, der mit einem massiven Holzvordach an den ebenfalls eingeschossigen Umkleidetrakt der Turnhalle anschließt. Am östlichen Ende befindet sich der in Nord Süd Richtung verlaufende, zweigeschossige Klassentrakt mit flach geneigtem Satteldach.



Abb. 2 Ansicht VS

Die Hauptschule liegt nördlich der Erschließungsstrasse auf dem Flurstück 25/3 und gliedert sich ebenfalls in zwei unterschiedliche Bereiche. Gegenüber den Umkleiden der Turnhalle liegt in Fortsetzung der zweigeschossige Klassentrakt mit flachem Satteldach, östlich davon befindet sich ein ebenfalls zweigeschossiger Neubau aus den 80iger Jahren mit Walmdach.

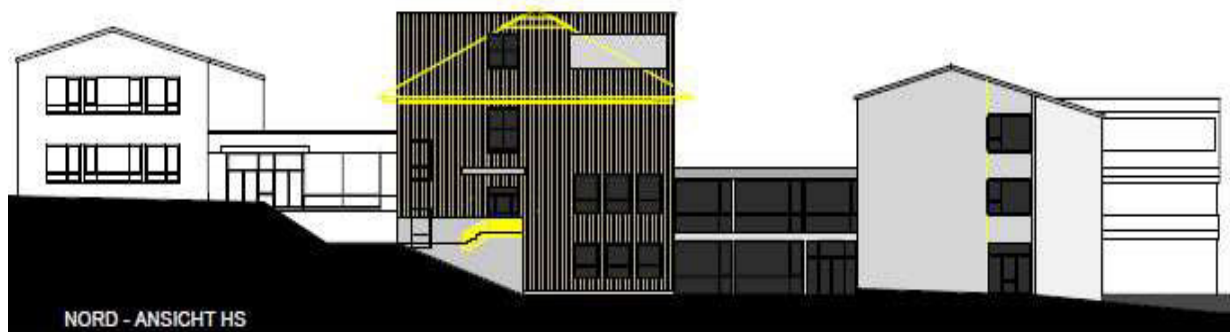


Abb.3 Nordansicht HS

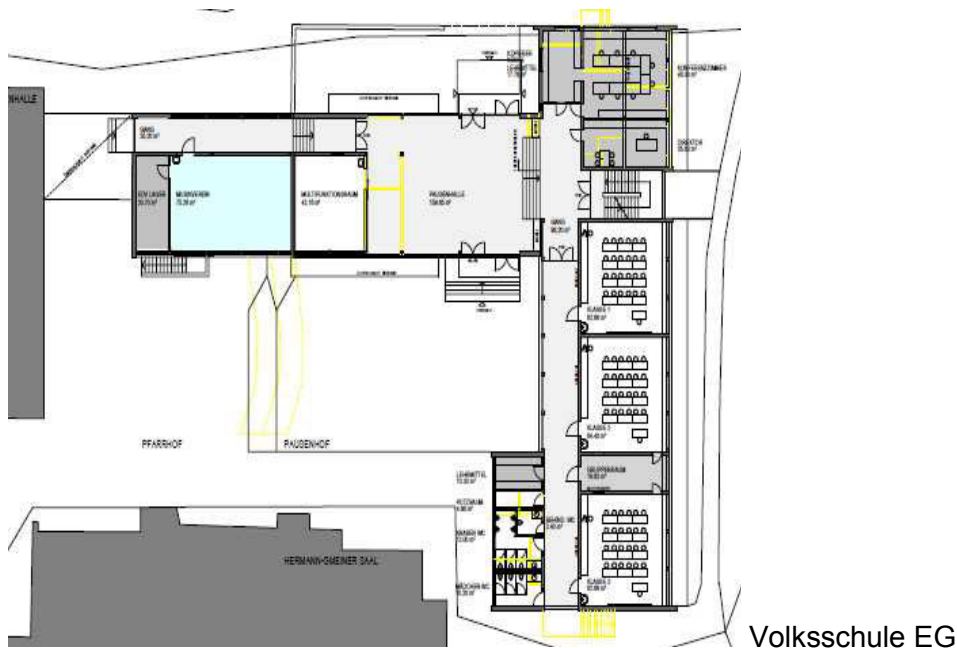


Abb.4 Grundriss VS, EG

Schultyp

Die Volksschule beinhaltet in ihrem 2 geschossigen Satteldachbau 6 Klassen, sowie Musik und Zeichensaal, Lehrerzimmer und Direktorat. Es handelt sich um einen klassischen Schulbau der 60er Jahre mit vorgelagertem Erschließungsgang mit großen Fenstern und schmalen Pfeilern, die sich auf der gegenüberliegenden Fassade in den Klassenzimmer entsprechen.

Der Pausenraum liegt entlang der Erschließungsstraße im eingeschossigen Flachdachgebäude. Im Untergeschoss befinden sich ein Kindergarten und Werkräume. In der Sanierung sind keine Veränderungen des Schultyps geplant. Es handelt sich um optische und energetische Verbesserungen.

Die Hauptschule entspricht mit ihrem Klassentrakt mit Satteldach der Volksschule. Durch Ausnutzung der Hanglage sind hier jedoch im Untergeschoss Klassenräume möglich. Die typischen Gangstruktur mit Stützen und Fenstern zu beiden Seiten des Gebäudes entsprechen sich.

Bei der Sanierung der Hauptschule werden bedeutende Erweiterungen vorgesehen. Das zweigeschossige Walmdachgebäude aus den 80iger Jahren wird um ein Geschoss aufgestockt und im Erdgeschoss für Mittagsbetreuung genutzt. Das Längsgebäude mit Satteldach erhält einen Anbau, in den im Erdgeschoss Konferenzzimmer, Direktorat und Lehreraufenthaltsraum einziehen. Im Obergeschoss befinden sich hier zusätzliche Klassenräume, die im Längsflügel durch die Vorbereitung von mehreren Lernlandschaften verloren gehen werden.



Abb.5 Grundriss HS, EG

Konstruktion

Baugrund beider Schulhäuser ist lehmiger Kies. Sie sind auf Streifenfundamenten gegründet. Die Bodenplatten wurden nachträglich zwischen die Betonwände gegossen. Die Tragstrukturen bestehen aus Stahlbetonstützen und Unterzügen. Die Decken sind Trägerdecken aus Stahlbetonträgern und eingehängten Ziegel. Die Innenwände sind Mauerwerkswände, die Brüstungen bestehen aus Stahlbeton. Die Dachdeckung der Satteldächer bestand aus Welleternit auf einem zimmermannsmäßig gefertigten Dachstuhl bestehend aus Pfetten und Sparren.

Zustand vor der Sanierung

Vor der Generalsanierung bestand akuter Handlungsbedarf, da die Flachdächer von Volksschule und Turnhalle undicht waren. Die Dachsanierungen wurden deswegen vorgezogen.

Die Gebäude verursachten konstruktionsbedingt einen sehr hohen Heizwärmebedarf (Volksschule nach PHPP bezogen auf die Nutzfläche 228 KWh/(m²a), Hauptschule ohne Zubau 180 KWh/(m²a)), obwohl die U-Werte der Außenbauteile durch geringfügige Dämmungen nicht auffallend schlecht waren.



Abb.6 Fassade HS

Die Sichtbetonbrüstungen erreichen durch einen 5 cm starken Heraklithstreifen im Inneren z.B. im Bestand noch einen U-Wert von 0,753 W/(m²K) oder die Putzflächen mit Stahlbetonstützen und Ausmauerungen durch eine 6 cm starke Schicht vorhandenen Styropors einen U-Wert von 0,509 W/(m²K). Die Fenster hingegen waren mit einem U-Wert von knapp 4 W/(m²K) eindeutige Wärmebrücken.

Die erforderliche Heizleistung wurde und wird auch nach der Sanierung über ein Biomassefernwärmenetz herangeführt.



Abb.7 Eingangsbereich VS

Passivhaus Nachweis

Foto oder Zeichnung

Objekt:	Volksschule Alberschwende – Bestand		
Standort und Klima:		T – Alberschwende	
Strasse:			
PLZ/Ort:	Alberschwende		
Land:			
Objekt-Typ:	Schule		
Bauher(rin):	Gemeinde Alberschwende		
Strasse:	Hof		
PLZ/Ort:	Alberschwende		
Architekt:	Jürgen Hapsgl		
Strasse:	Hof		
PLZ/Ort:	Lingau		
Hautechnik:	Planungsteam B-Plus		
Strasse:	Gerbe 1135		
PLZ/Ort:	6863 Egg		
Baujahr:	ca. 1965		
Zahl WE:			
Unbeheiztes Volumen V_u :		Interieurtemperatur	20,0 °C
Personenzahl:		Interne Wärmegewinne	2,8 W/m²
	50,0 m³		

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche			
	Energiebezugsfläche:	Verwendet:	PH-Zielwert
Energiebezugsfläche:	2030,3 m²	Grundrissfläche	
Energie-korrektierter Heizwärme:	228 kWh/(m²a)		15 kWh/(m²a)
Druckverlust-Ergebnis:	5,0 h⁻¹		0,5 h⁻¹
Primärenergie-Kennwert	kWh/(m²a)		120 kWh/(m²a)
(ohne Heizung, Kühlung, etc. u. Warmwasser)			
Primärenergie-Ergebnis	kWh/(m²a)		
(ohne Heizung und Warmwasser)			
Primärenergie-Ergebnis	kWh/(m²a)		
(Beheizung durch solar erzeugten Strom)			
Heizlast	85 W/m²		
Überlappungsheizlast	0 %		
Beheizungsenergie-Auslastung	kWh/(m²a)		15 kWh/(m²a)
Kühlleistung	0 W/m²		

PHPP Bestand VS

Abb.8 Ergebnisblatt PHPP



Abb.9 Bestand HS



Abb.10 Detail Hauptschule



Abb.11 Fachraum Hauptschule

Durchgeführte Arbeiten im Rahmen des Projektes und ihre Ergebnisse

Umsetzung des ökologischen Programms

Im ökologischen Programm, das von den Projektpartnern für die Gemeinde erarbeitet wurde, wurden nicht nur allgemeine Aussagen zur Ökologie und Energieeffizienz getroffen, sondern konkrete Bauteiloptimierungen vorgenommen.

Für die Volksschule wurde vorgeschlagen 24 cm Kork anstelle EPS zu verwenden, die oberste Decke unter dem kalten Dachraum mit 35 cm EPS zu dämmen, Holzfenster mit 3 Scheibenverglasung in den Klassenbereichen einzusetzen. Für diese Verbesserungen wurde die Wirtschaftlichkeit in Referenz zur vorher vorgesehenen Planung in einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren berechnet. Die Ergebnisse zeigten, dass Glasaustausch und Einbau von neuen Fenstern auch beim heutigen Wärmepreis wirtschaftliche Maßnahmen sind. Die Erhöhungen der Dämmung auf der Geschossdecke und an der Außenwand sind auf den gesamten Betrachtungszeitraum gerade noch wirtschaftliche Maßnahmen.

(Anlage 1 Ökologisches Programm)

Weiter wurde der Einsatz effizienter, dezentraler Lüftungsgeräte in den Klassenräumen vorgeschlagen. Die Wärmerückgewinnung der technischen Be- und Entlüftung sollte hierbei mindestens 80% betragen und ein passivhaustaugliches Lüftungsgerät eingesetzt werden. Die luftmengenspezifische el. Leistung der Ventilatoren sollte maximal 0,45 W/m³h betragen.

Eine ausreichend luftdichte Gebäudehülle ist Voraussetzung für eine funktionierende technische Be- und Entlüftung. Es musste eine Luftwechselrate von $n_{50} \leq 1 \text{ h}^{-1}$ (Zielwert 0,6 h^{-1}) sichergestellt werden.

Bezogen auf die Referenz Status quo waren alle Maßnahmen einschließlich der dezentralen Lüftungsanlage wirtschaftliche Maßnahmen.

Weiterhin wurde vorgeschlagen, die raumakustischen Maßnahmen mit Schafwolle statt mit Mineralwolle zu realisieren.

Bei der Hauptschule erfolgten die gleichen Optimierungsvorschläge. Wegen des bereits bestehenden Wärmedämmverbundsystem (WDVS) war der Verbesserungsvorschlag zur Außenwand jedoch 24 cm EPS auf das bestehende WDVS anzubringen.

Weitere Optimierung der Bauteile mit Kostenerhebung durch doppelte Ausschreibung und Vergleichsobjekte

Im nächsten Arbeitsschritt wurden die Bauteile in Richtung Passivhaus weiter optimiert und der gesetzliche Mindeststandard als Referenz festgelegt. Hierzu fertigte das Büro Spektrum (Partner 1) eine umfassende Bauteilliste an. (Anlage 2 Optimierung) Die Mehrkosten zu dieser Liste in Bezug zur OIB Richtlinie 6 nach Energieausweis wurden vom Architekturbüro Hagspiel (Partner 3) ermittelt und dem Energieinstitut für die Berechnungen der Wirtschaftlichkeit überlassen. (Anlage 3 Zusatzkosten Hülle Passivhaus-OIB)

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden vom Energieinstitut bezogen auf die Referenz gesetzlicher Mindeststandard, hier Energieausweis nach OIB Richtlinie 6, gerechnet.

Berechnung des gesetzlichen Mindeststandards mit Energieausweis

Der Energieausweis für Volksschule und Hauptschule wurde vom Büro Spektrum getrennt ermittelt und ergab einen HWB_{BGF ref} für die Hauptschule von 53,92 kWh/m²a und für die Volksschule von 57,40 kWh/m²a. (Anlage 4 Energieausweis VS OIB 6)

Weiterführung der sich ergebenden Bauteillisten und Eingabe ins PHPP:

Die Bauteillisten mit ihren U-Werten wurden vom Energieinstitut in die angelegten PHPP überführt.

Insgesamt liegen somit Berechnungen von 3 Planstände im PHPP vor:

Bestand der Altbauten, Mindeststandard nach OIB Richtlinie 6, Optimierung zum Passivhausstandard.

Darauf folgte die Ermittlung der Mehrkosten in Bezug auf den gesetzlichen Mindeststandard und des beabsichtigten Standards mit Passivhauskomponenten.

Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche				
Energiebezugsfläche:	2030,9	m ²		
	Verwendet:	Monatsverfahren	PH-Zertifikat:	Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	64	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	nein
Drucktest-Ergebnis:	1,0	h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	nein
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung, Kühlung, HHB- u. Haushalts-Strom):		kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)	
Primärenergie-Kennwert (WW, Heizung und Haushaltsstrom):		kWh/(m ² a)		
Primärenergie-Kennwert Einsparung durch solar erzeugten Strom:		kWh/(m ² a)		
Heizlast:	38	W/m ²		
Übertemperaturhäufigkeit:	1	%	über 25 °C	
Energiekennwert Nutzkälte:		kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	
Kühllast:	17	W/m ²		

Abb.12 Auszug PHPP VS, Variante OIB

Vergleiche Mehrkosten und Einsparpotential

Die Berechnungen wurden am Beispiel der Volksschule durchgeführt. In der Passivhausprojektierung erreicht der durch Energieausweis festgelegte OIB 6 Mindeststandard einen Heizwärmebedarf von 65,7 kWh/(m²a) (Monatsverfahren 64,5 kWh/(m²a) oder 133448 kWh/a, jeweils ohne Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Durch die Maßnahmen an der Hülle, lässt sich der Heizwärmebedarf annähernd halbieren. Mit Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird der Passivhausstandard mit 14 kWh/(m²a) erreicht.

Maßnahmenkombination						
Maßnahme	Beschreibung	Referenz		verbesserte Variante		
		Kosten	Einsparung	Beschreibung	Kosten	Einsparung
		EUR brutto	kWh/a		EUR brutto	kWh/a
Außenwanddämmung 26 cm	12 cm	0	0	26 cm DÄ	53.995	3.550
Fenster neu 0,8	Fenster 2-fach	0	0	Fenster neu 0,8	67.560	66.771
Geschossdecke gegen Dach (Volksschule) 35 cm	16 cm	0	0	35 cm DÄ	22.906	2.895
Flachdach	25 cm	0	0	30 cm Weichfaser	37.724	401
Lüftung	keine Maßnahme	0	0	Lüftung	280.900	60.478
alles Maßnahmen Hülle	s.o.	0	0	alle Maßnahmen	463.085	134.095

Abb.13 Auszug aus Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Maßnahmen an der Hülle sind einzeln nicht alle wirtschaftlich, im Gesamtpaket jedoch schon. Der Einbau von Fenstern mit einem Fw von 0,8 W/m²K kostet z.B. die Gemeinde jährlich zusätzlich 3.076 €, spart aber bezogen auf 30 Jahre jährlich 11.675 € ein.

Das zusätzliche Dämmen eines Flachdaches, dass schon 25 cm Dämmung im OIB Standard besitzt um weitere 5 cm lässt sich natürlich nicht über eine Wirtschaftlichkeitsberechnung motivieren.

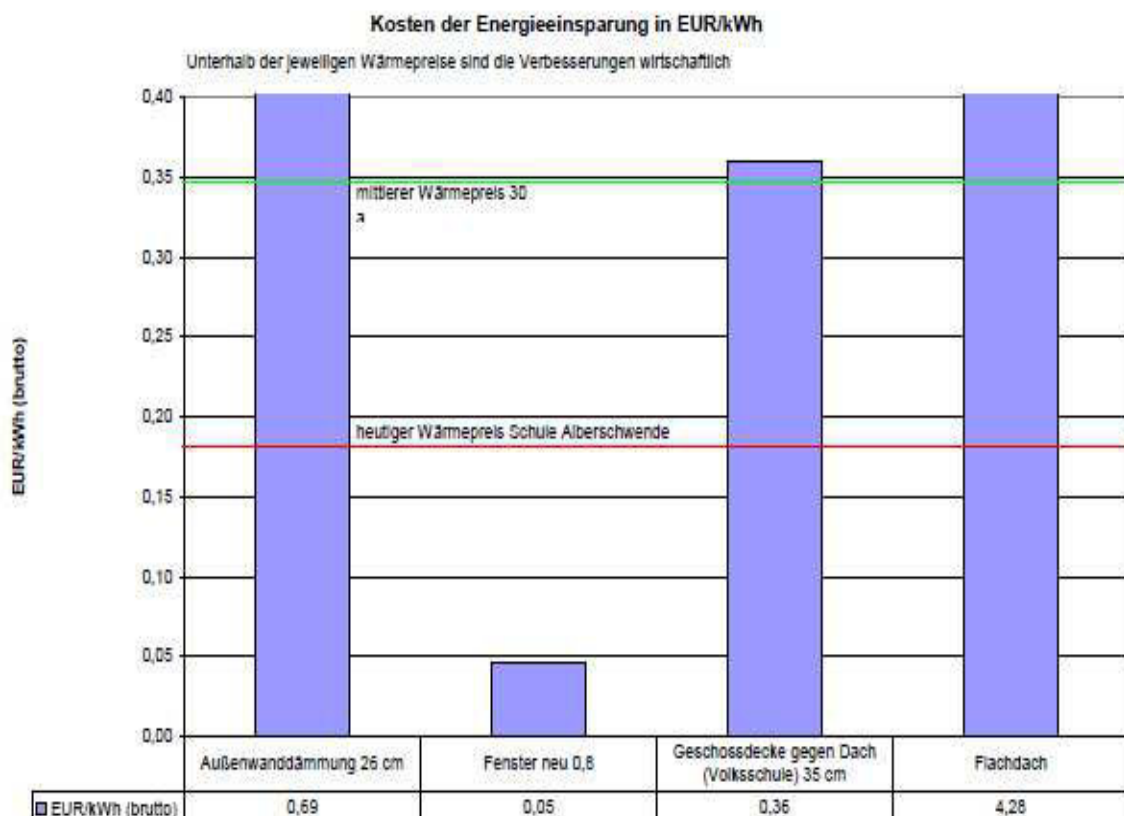


Abb.14 Auszug aus Darstellungsblatt der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Maßnahme kostet über 30 Jahre jährlich 1.718 € und spart nur 70 € pro Jahr ein. Alle Maßnahmen an der Hülle zusammen kosten jährlich 8.296 € zusätzlich, sparen aber jährlich 12.873 € ein. Sie lassen sich also argumentativ nur im Paket durchsetzen. Jede einzelne Maßnahme ist natürlich auf den Stand vor der Sanierung bezogen, wirtschaftlich. Ohne Lüftungsanlage kein Passivhausstandard, allerdings auch keine funktionierende, sanierte Schule.

In der heutigen vorgeschriebenen, dichten Bauweise, steigen die CO₂ Werte in Klassenräumen rasch über 2000ppm und führen zu Konzentrationsschwächen und Müdigkeit. Die Lüftungsanlage darf also nie allein aus Gründen der Energieeffizienz oder Wirtschaftlichkeit geplant werden, sondern muss aus hygienischen Gründen projiziert werden.

Im Fall der Volksschule Alberschwende spart die Lüftungsanlage 60.000 kWh/a an Lüftungswärmeverlusten ein. Sie kostet in der Annuitätenrechnung mit jährlich 15.825 € jedoch mehr als sie einspart (10.575 €).

Alle Maßnahmen die vom gesetzlichen Mindeststandard zum Passivhausstandard führen, kosten zusammen weniger, als sie einsparen. Jährliche Aufwendungen von 22.247 € sparen 23.448 € Energiekosten ein.

Bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist ein sehr günstiger Biomassepreis der Gemeinde von 0,175 € und ein Strompreis von 0,248 € eingesetzt worden. Kapitalzins und Energiepreissteigerung wurden mit 5% angesetzt. Die Bedarfszuweisung des Landes Vorarlberg für die Baumaßnahme betrug 30%. Die Betrachtungszeit liegt bei Gebäudeteilen bei 30 Jahren, bei der Lüftungsanlage bei 25 Jahren.

Kosten pro Jahr Anteil Gemeinde							
Maßnahme	Beschreibung	Referenz		verbesserte Variante			
		Kosten		Kosten		Einsparung	
		EUR/a (brutto)	EUR/a (brutto)	EUR/a (brutto)	EUR/a (brutto)	EUR/a (brutto)	Kosten pro kWh (brutto)
Außenwanddämmung 26 cm	12 cm	0	0	26 cm DÄ	2.459	621	0,69
Fenster neu 0,8	Fenster 2-fach	0	0	Fenster neu 0,8	3.076	11.675	0,05
Geschossdecke gegen Dach (Voll)	16 cm	0	0	35 cm DÄ	1.043	506	0,36
Flachdach	25 cm	0	0	30 cm Weichfaser	1.718	70	4,28
Lüftung	keine Maßnahme	0	0	Lüftung	13.951	10.575	0,23
Hülle und Lüftung	s.o.	0	0	alles	22.247	23.448	5,61

Abb.15 Auszug aus Wirtschaftlichkeitsberechnung: Anteil Gemeinde

Ergänzung des optimierten Entwurfs um optimierte Lichtsteuerung und aktive Energiegewinnung durch eine Photovoltaikanlage für die Variante Null-Energiehaus

Nach der Optimierung von Gebäudehülle und Haustechnik bis zum Passivhausstandard wurden weitere Einsparpotentiale identifiziert. Der Elektroplaner DI Wilhelm Meusburger wurde mit der überschlägigen Planung und Kalkulation einer energieeffizienten Schulbeleuchtung beauftragt.

Ing. Meusburger berechnete eine Einsparung des Energieverbrauches durch tageslichtabhängige Dimmung (Lumen und Lux Absenkung bei höherem Lichtangebot) in Klassen und Sonderräumen von 15.469,30 kWh und damit eine Betriebskostensparnis von

2.300€ im Jahr. Damit ergibt sich eine Amortisationszeit von 11,77 Jahren bei einem zusätzlichen Investitionsvolumen von 27.080 €. (Anlage 5 Optimierung Leuchten)
Für die Projektierung der Photovoltaikanlage wählte Herr Meusburger Kollektoren der Firma Kyocera Solar die zur Hälfte als Wandmontage und zur Hälfte als Flachdachmontage ausgeführt wurden. 60 m² Wandmontage mit 205 Watt p mit dem Typ KD 205 GH-2 PU zu einem Preis von 39.360 € und 60m² Flachdachmontage mit 135 Watt p mit dem Typ 123 GH-2 PU zu einem Preis von 36.080 €.

Mit Gesamterrichtungskosten von 82.940 € und einer zu erwartenden Einspeisevergütung von 6.027 € (42 Cent/kWh im Jahr 2008) erwirtschaftet die Anlage nach knapp 14 Jahren Gewinn.

Der Liefervertrag wird allerdings nur für 12 Jahre garantiert, so dass nach Vertragsablauf nur noch 10 Cent/kWh garantiert werden. Ab diesem Zeitpunkt empfiehlt sich spätestens vorrangig die Deckung des Eigenbedarfs. (Anlage 6 Photovoltaik)

Mit den gewählten Modulen wird ein Stromgewinn von 14.350 kWh erwirtschaftet. Dies reicht zur Deckung des Eigenbedarfs der Hauptschule für Lüftungsanlage (3500 kWh/a), Frostfreiheit der Lüftungsanlage (1540 kWh/a) und optimierter Beleuchtung (15.469 kWh/a) nicht ganz aus. Der Gesamtstrombedarf (20.509 kWh/a) kann jedoch bei der Wahl von ausschließlich Flachdachkollektoren, die sich ohnehin als günstigere Variante erwiesen, sowie einer Erhöhung um ein Viertel der Fläche auf 150 m² erreicht werden (20.500 kWh/a bei geschätzten Errichtungskosten von 97.700 €). Um die gesamte Schulanlage stromautark betreiben zu können, müssten auf beiden Schulen Photovoltaikanlagen installiert werden und das Doppelte investiert werden.

Bei der derzeitigen Einspeisevergütung wird die Anlage in der Vertragslaufzeit nicht ganz amortisiert. Durch die garantierte Lebensdauer der Kollektoren von 22 Jahren und einer zu erwartenden noch längeren Nutzungszeit ist es möglich auf einer Schule mit ca. 150 qm Kollektorfläche den gesamten Strombedarf für Lüftung (ca. 25%) und Beleuchtung (ca. 75%) noch mindestens 10 Jahre nach Vertragsende zu erwirtschaften.

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Variante Nullenergiehaus in Bezug auf den gesetzlichen Verbesserung des Passivhausstandards mit Maßnahmen zur aktiven Stromgewinnung und Stromeinsparung durch dimmbare Leuchten und Tageslichtsteuerung sind in unserem Rechenmodell wirtschaftlich (Ausführungsstandard siehe Anlage 5). Auf 25 Jahre gerechnet kostet die Photovoltaik unter reiner Berücksichtigung des Eigenbedarfes jährlich 4.852 € und spart Strom für 5.091 € im Jahr.

Die Tageslichtsteuerung wirtschaftet noch deutlich besser, mit jährlichen Kosten von 1.345 € zu einer Einsparung von 3.841 €. Das ganze Nullenergiehausmodell kostet im Bezug zum gesetzlichen Mindeststandard jährlich 28.445 € mehr, aber spart dafür Energie im Wert von jährlich 36.824 € ein.

Hierbei sind immer die 30% Bedarfszuweisung des Landes berücksichtigt, mit der Folge, dass den Gemeinden die Folgekosten mehr auf den Haushalt drücken, als die aufgeteilten Investitionskosten.

Gegenüberstellung der Kosten und Nebenkosten einer zentralen und dezentralen Lüftungsanlage

Im Rahmen des Projektes wurde für die Volksschule Alberschwende vom Büro E-Plus eine Gegenüberstellung der Investitionskosten und jährlichen Betriebskosten von zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen vorgenommen. Bei beiden Anlagenvarianten wurde von einer Nutzungszeit von 20 Jahren ausgegangen und Instandhaltungskosten von 0,5% der Investitionssumme angenommen.

Die Investitionskosten der zentralen Lüftungsanlage für eine Energiebezugsfläche von ca. 2000 qm liegen mit knapp 134.000 € etwa 7000 € über der dezentralen Anlage. Die Kostendifferenz beträgt ein halbes Prozent der Investitionssumme.

Deutlicher sind die Unterschiede in den Betriebskosten.

Der Stromverbrauch der zentralen Anlage liegt wegen der großen bewegten Luftmenge und den Leitungslängen bei 5.500 kWh/a. Bei einem Strompreis von 15 Cent/kWh ergeben sich jährliche Stromkosten von 825 €. Bei der dezentralen Anlage belaufen sich die Stromkosten auf weniger als die Hälfte nämlich 375 €. Obwohl 12 Ventilatoren betrieben werden ist die Stromaufnahme in Summe mit 2500 kWh/a deutlich geringer, weil die Luft nur so kurz bewegt werden muss. Zusätzlich müssen hier allerdings 1.100 kWh/a und damit 165 € für Frostschutz aufgewendet werden.

Am deutlichsten unterscheiden sich die Betriebskosten in der Wartung: sie sind bei der zentralen Anlage um ein Drittel höher. Zwar sind die Filterkosten bei der zentralen Anlage wesentlich günstiger, dieser Punkt wird aber durch die teure Wartung der Brandschutzklappen und die aufwendigere Reinigung des Kanalnetzes mehr als aufgehoben. In Summe fallen bei der zentralen Anlage Betriebskosten von 4.090 € an, bei der dezentralen Anlage 2.680 €.

Die Gesamtbewertung beider Anlageformen über die Nutzungsdauer mit Investition, Zins und Betriebskosten ergibt für die zentrale Anlage jährliche Aufwendungen von 14.617 €, für die dezentrale Anlage nur 12.650 €, also einen Unterschied von etwa 2.000 € jährlich.

(Anlage 7 Investitions- und Betriebskostenvergleich Lüftungsanlage)

Schallmessergebnis der ausgeführten dezentralen Lüftungsanlage

Nach dem Ergebnis der Gegenüberstellung beider Lüftungssysteme, entschied sich die Gemeinde für den Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage. Gewählt wurden dezentrale Geräte der Fa. Drexel & Weiss. Um die behördlichen Auflagen eines Schallpegels $L_{A,eq,nT} < 30$ dB und $L_{C,eq,nT} < 50$ dB einzuhalten, wurden die Geräte an der Rückwand des Klassenzimmers mit 12 mm Gipskartonplatte und einer 19 mm Holzwerkstoffplatte eingehaust. Die Lücken wurden später mit einem Klassenschrank gefüllt.

Die Frischluft wird direkt an der Fassade entnommen, die Abluft dort wieder abgeführt. Die Zuluft wird im oberen Drittel der Rückwand mittig ausgeblasen. Es wurde eine Musterklasse eingerichtet, bei der vor Beginn der Gesamtsanierung Schallmessungen in Auftrag gegeben wurden. Die Messungen wurden vom Büro Spektrum, Dr. Karl Torghele durchgeführt.

(Anlage 8 Gutachten Schall)

Die Messungen wurden am späteren Abend durchgeführt, um den Fremdgeräuschpegel durch die an der Schule vorbeiführende Landesstraße möglichst gering zu halten.

Es wurde eine Anlagengeräuschmessung gemäß ÖNORM S 5102 durchgeführt, als Messgeräte wurden ein Echtzeit Frequenzanalysator Typ 2260, Brüel & Kjær, sowie geeichte Freifeldmikrophone der gleichen Firma verwendet. Die Messungen ergaben, dass nur im tieffrequenten Bereich zwischen 63 Hz und 150 Hz der Schallpegel markant angehoben wird. Über 400 Hz wird der Schallpegel von Außengeräuschen definiert. Die Auswertung zeigt, dass unter Berücksichtigung der Frequenzen unter 50 Hz die Anforderungen zum A- bewerteten Schalldruckpegel unter 30 dB eingehalten werden können. Der C-bewertete Schallpegel, der durch die Gewichtungskurve die tiefen Frequenzen (Terzbänder) betont, sind Überschreitungen des Kriteriums $L_{C,eq,nT} < 50$ dB gegeben. Die detaillierte Auswertung zeigt aber, dass die Überschreitungen vor allem durch Terzbänder unter 50 Hz verursacht werden, und dass diese unter der Wahrnehmungsgrenze liegen. Berücksichtigt man diesen Aspekt und wertet den C-bewerteten Schallpegel nur ab Terzbändern über 50 Hz aus, kann die behördliche Auflage erfüllt werden $L_{C,(50-10000),nT} < 50$ dB¹

Im Rahmen einer „Hörprobe“ stuften sowohl der Gutachter Dr. Karl Torghele als auch der Amtssachverständige die akustische Störung durch den Betrieb der Lüftungsanlage als sehr gering bzw. unkritisch ein.

Damit wurde gezeigt, dass dezentrale Anlagen in Klassenzimmern verwendet werden können, ohne dass wahrnehmbare Geräusche zu hören sind, wenn sie mit geeigneten Materialien eingehaust werden.

¹ Die Planung und auch der Nachweis zur behördliche Auflage $L_{C,eq,nT} < 50$ dB stellt ein grundsätzliches Problem dar. Für eine raumakustische und bauakustische Planung in Terzbändern unter 63 Hz fehlen Datengrundlagen und Planungsinstrumente. Die Messung eines standardisierten C-bewerteten Schalldruckpegels stellt aufgrund der sehr problematischen Messung von Nachhallzeiten unter 50 Hz ein grundsätzliches Problem dar. Aus dieser Sicht wäre es wünschenswert, einerseits eine dem Schallschutzbedürfnis angemessene Beschreibung der Auflagen, andererseits aber auch Auflagen, die Planbarkeit und Überprüfbarkeit ermöglichen, zu formulieren. Hier liegen leider Lücken in der Normierung für Lüftungsanlagen vor.

Ausblick und Resümee

Die Volksschule ist fertig saniert und von Schülern und Lehrern begeistert aufgenommen worden. Mit Hilfe eines Demonstrationsbauvorhabens hätte der Energiestandard noch verbessert werden können. In der neuen Richtlinie der EU wird auch in der Sanierung von öffentlichen Gebäuden schon ab 2018 ein fast Nullenergiestandard erwartet: Zitat aus Press release, Europäisches Parlament:

„By the end of 2020 EU Member States must ensure that all newly-constructed buildings have a "very high energy performance", under new rules agreed in Brussels on Monday night. And their energy needs must be covered to a very significant extent from renewable sources, including energy produced on-site or nearby.

The public sector must set an example by owning or renting only this kind of building by the end of 2018 and by promoting the conversion of existing buildings into "nearly zero" standard. It is only thanks to European Parliament negotiators that specific target dates will be included in this legislation.“

Die Schule Alberschwende hat ihren Energieverbrauch schon vor der Sanierung aus erneuerbaren Energiequellen, nämlich Biomassefernwärme gedeckt. Allerdings äußerst ineffizient, mit riesigem Heizwärmebedarf. Um alle öffentlichen Gebäude in einen „Standard nahe Null“ zu sanieren, bedarf es umfassender Aufklärung und Förderungen an den entscheidenden Stellen. Unsere Arbeit hat gezeigt, dass diese Sanierungen nicht unwirtschaftlich sind. Die Gemeinden benötigen jedoch eine höhere Investitionsbereitschaft und müssen bereit sein entsprechend lange Amortisationszeiten zu berücksichtigen. Auch bei unserem berechneten Null – Energiestandard wird der Heizwärmebedarf noch über Biomasse gedeckt. Allerdings benötigt die Schule nur noch weniger als ein Zehntel Biomasse zur Beheizung. Die elektrische Energie für die Lüftungsanlage und Beleuchtung kann über Photovoltaikanlagen gedeckt werden. Der Begriff Nullenergie bleibt jedoch schwammig. Ein Nullenergiegebäude ist in der Regel ein Passivhaus mit Photovoltaik. Ein Passivhaus mit Heizenergiebedarfsdeckung mit Wasserkraft am anderen Ortsende ist deswegen genauso zu bewerten. Entscheidend ist die Gebäudequalität und ein Konzept zur Deckung des Strombedarfs, ob sie nun auf oder an dem Gebäude stattfindet oder an anderer Stelle.



Abb.15 Pausenhof VS nach Sanierung



Abb.16 Volksschule nach der Sanierung

Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Gemeindeprojekte als Leuchtturmprojekte zu sanieren macht Sinn und ist wirtschaftlich darstellbar.

Der Passivhausstandard ist die Grundvoraussetzung für weitere aktive oder passive Einsparungen. In die Hülle sollte am meisten investiert werden, weil sie am längsten hält und somit für mindestens 30 Jahre fixiert bleibt. Trifft man auf einen Bauherren, der sich möglichst dicht am gesetzlichen Mindeststandard bewegen will, sollten einzelne Maßnahmen nicht einer Wirtschaftlichkeitsprüfung unterzogen werden, sondern möglichst Maßnahmenpakete. Jedoch halten die meisten Bauteile auch einer Wirtschaftlichkeitsprüfung direkt mit der Referenz OIB 6 stand. Fensterverbesserungen sind dabei sogar hoch wirtschaftlich.

Lüftungsanlagen sollten nicht alleine unter wirtschaftlichen Kriterien, sondern vor allem unter hygienischen Aspekten betrachtet werden. Eine dezentrale Lüftungsanlage kann in einem Schulbau nicht soviel Energie einsparen, wie sie kostet. Ohne Lüftungsanlage funktioniert das Gebäude jedoch überhaupt nicht und zwischen den Pausen steigt der CO₂ Gehalt in der Luft in unhygienische Höhen.

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind bei den heutigen Schulsanierungen unverzichtbar.

Die Verbesserung eines Passivhauses in Richtung Nullenergie mit Hilfe von Photovoltaik ist sinnvoll. Die Anlage amortisiert sich zwar nicht ganz im Rahmen ihrer 10 jährigen Vertragsdauer, in der Annuitätenberechnung unter reiner Berücksichtigung von Eigenbedarfsdeckung ist sie jedoch wirtschaftlich und kann den Bedarf einer Schule für Lüftungsstrom und optimierte Beleuchtung abdecken. Sie ist damit ein wichtiger Schritt in Richtung Nullenergie. Um den verbleibenden Heizwärmebedarf einer Schule im eigenen Gebäude abzudecken, muss mit einer Wärmepumpe und Erdwärme nachgeheizt werden und die Photovoltaik größer ausgelegt werden. Dies war in unserem untersuchten Objekt nicht der Fall. Da die Restwärme des Gebäudes aus erneuerbaren Rohstoffen gewonnen wird, ist es nicht notwendig bis an eine echte Nullbilanz heranzukommen.

Erst durch die Ausrüstung mit dimmbaren Leuchten und tageslichtabhängiger Lichtsteuerung kann der Strombedarf der Beleuchtung soweit gesenkt werden, dass er von der Photovoltaik selbst erzeugt werden kann. Der Einbau von optimierter Beleuchtung ist wirtschaftlich, auch wenn er in unserer Betrachtung der Nutzungsdauer etwas zu vorteilhaft eingestuft wurde.

Literaturliste

PHPP 2007 = Passivhaus Projektierungs Paket 2007, Anforderungen an qualitätsgeprüfte Passivhäuser, Passivhaus Institut, Dr. Wolfgang Feist

OIB Richtlinie 6 = Österreichisches Institut für Bautechnik, Richtlinie 6, Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe April 2007

IBO 2008 = Passivhaus-Bauteilkatalog, Ökologisch bewertete Konstruktionen, Wien

Protokollband Nr. 4 = Passivhausinstitut Dr. Wolfgang Feist, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Lüftung im Passivhaus

Protokollband Nr. 14 = Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase II, Passivhaus-Fenster

Protokollband Nr. 23 = Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Einfluss der Lüftungsstrategie auf die Schadstoffkonzentration und -ausbreitung im Raum

Protokollband Nr. 24 = Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung

Protokollband Nr. 30 = Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten

Protokollband Nr. 33 = Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Passivhaus-Schulen

Protokollband Nr. 36 = Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase IV, Heizung mit Biobrennstoffen für Passivhäuser

Internet

Passivhausschule Frankfurt Riedberg, Messtechnische Untersuchung Analyse, Juli 2007
www.passiv.de/04_pub/Literatur/Riedberg/PH-Schule_Monitoring.pdf, Stand 10.12.2009

Ausbildungsoffensive Komfortlüftung,
www.hausderzukunft.at/results.html/id4593, Stand 10.12.2009

Anhänge

- Anlage 1 Ökologisches Programm
- Anlage 2 Optimierung
- Anlage 3 Zusatzkosten Hülle in Passivhausstandard
- Anlage 4 Energieausweis VS OIB6
- Anlage 5 Optimierung Leuchten
- Anlage 6 Photovoltaik
- Anlage 7 Investitions und Betriebskostenvergleich Lüftungsanlage
- Anlage 8 Gutachten Schall

Abbildungsnachweis

- Abb. 1 Lageplan Schule, Planauszug Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb. 2 Ansicht VS, Planauszug Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.3 Nordansicht HS, Planauszug Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.4 Grundriss VS, EG, Planauszug Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.5 Grundriss HS, EG, Planauszug Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.6 Fassade Bestand VS, Foto Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.7 Eingangsbereich Bestand VS, Foto Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.8 Bestand HS, Foto Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.9 Detail Hauptschule, Foto Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.10 Fachraum Hauptschule, Foto Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.11 Auszug PHPP VS, Variante OIB, Quelle EIV
- Abb.12 Auszug aus Wirtschaftlichkeitsberechnung, Quelle EIV
- Abb.13 Auszug aus Darstellungsblatt der Wirtschaftlichkeitsberechnung, Quelle EIV
- Abb.14 Auszug aus Wirtschaftlichkeitsberechnung: Anteil Gemeinde, Quelle EIV
- Abb.15 Pausenhof VS nach Sanierung, Foto Architekt Jürgen Hagspiel
- Abb.16 Volksschule nach der Sanierung, Foto Architekt Jürgen Hagspiel

Ökologisches Programm

Erstellt im Rahmen des Servicepaketes „Nachhaltig:Bauen in der Gemeinde“,
als Grundlage zum Beschluss durch die Gemeinde Alberschwende

Projekt: Sanierung Schulzentrum Alberschwende



SPEKTRUM GmbH Lustenauauer Straße 64 A-6850 Dornbirn Tel: +43/(0)5572/20 80 08 Fax: +43/(0)5572/38 38 69 E: office@spektrum.co.at Home: www.spektrum.co.at	Umweltverband Vorarlberg Marktstraße 51, A-6850 Dornbirn T: 05572/55450-14, F: 05572 55450-90 E: d.lenz@gemeindehaus.at Home: www.umweltverband.at	Energieinstitut Vorarlberg Stadtstrasse 33 A-6850 Dornbirn T: 05572/31202-85, F: 05572 / 31 202-4 E: martin.ploss@energieinstitut.at Home: www.energieinstitut.at
--	---	---

INHALTSVERZEICHNIS

AUFGABENSTELLUNG.....4

EINLEITUNG.....4

VORBILDFUNKTION „ÖFFENTLICHER“ BAUHERREN	4
GRUNDSÄTZLICHES	5

ZUSAMMENFASSUNG „BAUÖKOLOGISCHE MAßNAHMEN“6

TURNHALLE	6
VS	6
HS	6
MÖBEL	6
BODENBELÄGE, WANDBESCHICHTUNGEN, ANSTRICHE	7
LÜFTUNGSANLAGE	7
AKUSTIK	7

KRITERIEN ZUR ÖKOLOGISIERUNG8

ÖKOLOGISCHE KRITERIEN ZUR MATERIALWAHL	8
VERZICHT AUF GEFÄHRLICHE UND/ODER ÖKOLOGISCH BEDENKLICHE STOFFE!	8
MINIMIERUNG GEFÄHRLICHER STOFFE	9
POSITIVASPEKTE BEIM BAUSTOFFEINSATZ	9

BAUÖKOLOGISCHE OPTIMIERUNG DER SANIERUNGSPLANUNG10

GEBÄUDEHÜLLE	10
TURNHALLE	10
VOLKSSCHULE	11
HS	11
INNENAUSBAU	11
MATERIAL UND OBERFLÄCHENBESCHICHTUNGEN	11
ELEKTROBIOLOGISCHE HAUSINSTALLATIONEN	12
FAHRRADABSTELLFLÄCHEN	12

ENERGETISCHE OPTIMIERUNG DER SANIERUNGSPLANUNG12

HEIZWÄRMEBEDARF	12
HAUSTECHNIK	13
ENERGIETRÄGER	14
KÜHLUNG	14
BELEUCHTUNG	14

ÖKOLOGISCHE PLANUNGSBEGLEITUNG..... 16

TECHNISCHE GRUNDLAGEN	16
KONTAKTADRESSEN	16
SPEKTRUM GMBH	16
UMWELTVERBAND VORARLBERGER GEMEINDEHAUS	16
ENERGIEINSTITUT VORARLBERG	16

Aufgabenstellung

Die Gemeinde Alberschwende beabsichtigt, den Altbestand des Schulzentrum Alberschwende bestehend aus Volksschule, Hauptschule und Turnhalle zu sanieren. Die Sanierungsplanung und Umsetzung soll nach den Empfehlungen des „Ökoleitfaden: Bau“ im Rahmen des Servicepaketes „Nachhaltig:Bauen in der Gemeinde“ durchgeführt werden.

Das Schulzentrum wurde in mehreren Etappen errichtet. Der Bauzustand und Ausführungszustand der einzelnen Baukörper ist daher unterschiedlich. Die thermischen Sanierungsmaßnahmen sind darauf abzustimmen.

Die Beheizung erfolgt über ein Biomasse-Fernwärmenetz.

In einzelnen Bereichen bestehen Bauschäden (Dichtigkeit der Dachflächen) sowie Mängel bei Sommertauglichkeit und natürlicher Belichtung (zB Turnhalle) und der Raumakustik.

Im Rahmen der Arbeitsgruppen zur Sanierungskonzeption wurde beschlossen, die zu sanierende Gebäudehülle in Passivhausqualität (U-Werte) umzusetzen. Für die Fenster der Volksschule und Hauptschule werden 3-Scheibenverglasungen mit gedämmten Rahmen eingesetzt.

Bei der Turnhalle war zunächst nur die Sanierung des undichten Daches sowie die Neugestaltung der Fassade vorgesehen. Nunmehr soll auch hier eine thermische Sanierung durchgeführt werden.

Einleitung

Angesichts der fortschreitenden Zerstörung von Natur und Umwelt als Folge von zahlreichen Eingriffen in die ökologischen Systeme sind wir alle aufgefordert, zur Erhaltung unserer Lebensgrundlage einen aktiven Beitrag zu leisten. Nicht zuletzt sind hier die Bauindustrie und die Bauherren gefordert Nachhaltigkeitsstrategien zu entwickeln und anzuwenden.

Alle menschlichen Tätigkeiten und im Besonderen der Prozess des Bauens stellen einen Eingriff in die Natur und Umwelt dar. Diese Eingriffe sind irreversibler Art, das heißt, sie sind – wenn überhaupt – nur unter Ressourcen- und Energieeinsatz rückgängig zu machen.

Das ökologische Bauen will mit neuen technischen Mitteln und neuen Erkenntnissen ein gesundes und kostensparendes Bauen und Wohnen ermöglichen, das nicht auf Kosten der Natur, sondern dadurch, dass Luft, Wasser und Boden weitestgehend geschont werden, realisiert wird.

Vorbildfunktion „öffentlicher“ Bauherren

Die Verwirklichung der Nachhaltigkeit ist angesichts des immer schnelleren Wertewandels gerade im Bau eine äußerst anspruchsvolle Aufgabe. Sie erfordert eine behutsame Annäherung, keine spektakulären Konzepte aber eine gewisse Aufsässigkeit im Durchsetzen der grundlegenden Postulate, die sich immer im Dreieck der ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Verträglichkeit unserer Handlungen bewegen müssen. Um dem Postulat der Nachhaltigkeit in einem konkreten Projekt gerecht werden zu können, ist der Planungsphase besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Planungsphase zeichnet sich durch den größten Entscheidungsspielraum mit den geringsten Kostenfolgen aus.

Mit diesem ökologischen Planungsleitfaden soll allen Planern eine Orientierung über die ökologischen Ansprüche der Marktgemeinde Frastanz im Rahmen der Bauprojektrealisierung zur Verfügung gestellt werden.

Grundsätzliches

Die Minimierung des Verbrauchs von Energie und Ressourcen sowie eine möglichst geringe Belastung des Naturhaushalts und der Gesundheit der Bautätigen und vor allem der im Gebäude wohnenden bzw. sich aufhaltenden Menschen bei der Realisierung von Bauvorhaben wird angestrebt. Ökologisch orientiertes Bauen bietet in allen Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden – von ihrer Planung, der Erstellung über die Nutzung und Erneuerung bis zu ihrer Beseitigung dafür geeignete Handlungsansätze.

Das vorliegende ökologische Programm soll PlanerInnen helfen, neben den technischen und nutzerspezifischen Anforderungen auch ökologische Aspekte in der Projektierungsphase zu berücksichtigen.

Für eine ökologische Projektoptimierung sind zu berücksichtigen:

- ☐ sparsamer und schonender Umgang mit Grund und Boden
- ☐ Ressourcenverbrauch bei Erstellung, Nutzung und Beseitigung eines Gebäudes minimieren
- ☐ Verunreinigungen von Luft, Boden und Wasser sowie Abwärme, Abfälle und Lärmentwicklung vermeiden oder gering halten
- ☐ möglichst erneuerbare und emissionsarme Energieträger verwenden
- ☐ sparsamer und rationeller Umgang mit Energie und Wasser
- ☐ umweltfreundliche, gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe einsetzen

Zusammenfassung „Bauökologische Maßnahmen“

Turnhalle

- Holzweichfaser (24 cm) statt Mineralwolle
- Flachdachdämmung mit 30 cm EPS auf Bestandsdämmung; Bestandsdämmung punktuell geprüft und intakt
- Tausch der Gläser; Tausch des bestehenden thermisch nicht getrennten Alu-Rahmen wenn Wirtschaftlichkeit gegeben
- Dachflächenverglasung zur besseren natürlichen Belichtung (Tageslichtsimulation wurden durchgeführt)
- Fassadenverkleidung in Holz (optional Weißtanne)
- Sonnenschutz bei Hallenverglasung (Flexibler Sonnenschutz, Lamellen, Lochblech) Aluminium statt Kupfer

VS

- Kork (24 cm) statt EPS für WDVS
- Oberste Decke mit 35 cm EPS gegen Dachraum
- Fenstertausch Holzfenster mit 3-Scheibenverglasung in Klassenbereich, im Gangbereich evt. in 2-Scheiben-Verglasung
- Dezentrale hygienische Komfortlüftungsanlagen (eingehaust)
- Raumakustische Maßnahmen mit Schafswolle als Absorbens statt Mineralwolle

HS

- EPS (24 cm) auf bestehendes WDVS in EPS
- Oberste Decke mit 35 cm EPS gegen Dachraum
- Fenstertausch Holzfenster mit 3-Scheibenverglasung in Klassenbereich, im Gangbereich evt. in 2-Scheiben-Verglasung
- Dezentrale hygienische Komfortlüftungsanlagen (eingehaust)
- Raumakustische Maßnahmen mit Schafswolle als Absorbens statt Mineralwolle

Möbel

- Vollholzmöbel statt Holzwerkstoffe
- Pulverbeschichtungen statt Lacke
- Für weniger beanspruchte Flächen Wasserlacke, ansonsten können laminatbeschichtete Platten verwendet werden
- Kleber, Lacke, Anstriche emissionsarm im Sinne der Ausschreibungskriterien des Öko-Leitfaden Bau www.oebox-oeg.info

Bodenbeläge, Wandbeschichtungen, Anstriche

Bodenbeläge sind derzeit noch nicht definiert bzw. ausgearbeitet. Die Materialanforderungen hinsichtlich Bauökologie werden gemäß den Ausschreibungskriterien des Öko-Leitfaden Bau www.oebox-oeq.info definiert.

- Parkett, Linol, EPDM, Fliesen, Steinzeug

Lüftungsanlage

Dezentral Lüftungsanlage für Schulklassen, WRG > 80 %, Schalldruckpegel im Regelbetrieb (~ 400 bis 450 m³/h) in den Schulklassen $L_{A,eq} < 30$ dB

Akustik

- Akustikmaßnahmen werden im Detail ausgearbeitet. Als Schallabsorbens soll Schafwolle zum Einsatz kommen.

Kriterien zur Ökologisierung

Der Bauherr verfolgt bei der Realisierung von Bauvorhaben die Minimierung des Massenstromes, der grauen Energie und der gesundheitlichen Belastungen der Bautätigen und vor allem der sich im Gebäude aufhaltenden Menschen.

Bereits in der Planung kann auf den sparsamen bzw. bewussten Einsatz von bauökologischen/-biologischen Baumaterialien Rücksicht genommen werden. Als Planungshilfen stehen hierfür:

- Leitfaden für ökologische Beschaffung – Hochbau.
Waltjen, T.; Mück, W.; Zelger, T.; Torghele, K.: Ökologischer Bauteilkatalog, Springer Verlag, 1999, Wien, New York.
- Steiger, P.: Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten, SIA Dokumentation D 0123, 1995, Zürich.

sowie weiterführende Literatur zur Verfügung.

Ökologische Kriterien zur Materialwahl

Das Bauvorhaben soll gemäß den Kriterien des Ökoleitfadens: Bau umgesetzt werden. (Hrsg. Umweltverband Vorarlberg). Der Ökoleitfaden: Bau ist im Internet unter www.oebox-oeg.info verfügbar.

Die im Weiteren angeführten ökologischen Kriterien stammen im Wesentlichen aus dem Ökoleitfaden: Bau

Sollten seitens des Bieters Probleme in der Nachweisführung der geforderten ökologischen Vorgaben bestehen, wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Prüfung der ökologischen Eignung von Produkten im Auftrag des Auftraggebers von befugten Institutionen, wie durch die Spektrum GmbH, Hr. Dr. Karl Torghele, DI Siegfried Lerchbaumer, Tel. 05572/208008 durchgeführt werden kann.

Verzicht auf gefährliche und/oder ökologisch bedenkliche Stoffe!

Grundsätzlich soll am Bau auf gesundheitsgefährdende, klimaschädliche und umweltgefährliche und/oder ökologisch bedenkliche Stoffe wie

- kanzerogene, mutagene (erbgutverändernde) oder reproduktionstoxische (fortpflanzungsgefährdende) Einsatzstoffe (KMRs) bei Zubereitung
- Azofarbstoffe, die krebserzeugende Amine abspalten
- Schwermetalle, insbesondere Cadmium und Blei in Farben
- polychlorierte Biphenyle
- HFCKW-, HFKW- und FKW-haltige Produkte (div. Ortschäume, div. Schaum- und Dämmstoffe, Klima- und Kühlgeräte)
- SF6-haltige Produkte (Schallschutzfenster)

- PVC (Elektroinstallation, Bodenbeläge, Rohre, Abdichtungsbahnen und – Folien, Dichtstoffe, Fensterrahmen (Fenster und Türen), Oberflächenbeschichtungen)
- Hölzer aus nicht nachhaltiger Produktion

verzichtet werden.

Minimierung gefährlicher Stoffe

Grundsätzlich sollten in Baustoffen folgende Substanzen vermieden werden oder in möglichst geringen Mengen eingesetzt werden:

- Flüchtige Lösungsmittel
- Allergene
- Pestizide (Biozide)
- Flammschutzmittel
- Weichmacher
- Isocyanate (PU Schaumstoffe und –Kleber)

bzw. folgende Substanzen in möglichst geringen Mengen an die Raumluft abgegeben werden:

- Formaldehyd
- Flüchtige und schwerflüchtige Kohlenwasserstoffe
- polyzyklische Kohlenwasserstoffe
- lungengängige und biobeständige (alveolengängig) Fasern
- Radon (radioaktive Strahlung)

Positivsaspekte beim Baustoffeinsatz

Der Einsatz von Recycling- und erneuerbaren Baustoffen (unter Einhaltung aller technischer Anforderungen) sowie von örtlichen Materialien bzw. Materialien mit geringem Transportaufwand mit guter Vertrautheit bei einheimischen Handwerkern ist zu forcieren.

Es ist wünschenswert, bei der Auswahl von Baustoffen bzw. Konstruktionen auf volldeklarierte oder zertifizierte Produkte zurückzugreifen. Diese Maßnahme zielt neben der Minimierung ökologischer Lasten auch auf die Reduktion der Belastungen der Innenraumluft.

Bauökologische Optimierung der Sanierungsplanung

Die Baustoffe und Konstruktionen für die Sanierung bzw. Umbauten sind hinsichtlich ihrer Rückbaubarkeit im Sinne der

- Weiternutzung
- Wiederverwendung vorhandener Baustoffe
- getrennte Verwertung
- getrennte Entsorgung bzw. Deponierung

auszuwählen bzw. zu planen. Ein Konzept der Rückbaubarkeit ist im Rahmen der Planung auszuarbeiten.

Insbesondere gilt es,

- auf die Trennbarkeit von Konstruktionen mit Materialien unterschiedlicher Lebensdauer zu achten. Kraftschlüssigen Verbindungen ist gegenüber Klebeverbindungen gegebenenfalls der Vorzug zu geben und
- auf die Verträglichkeit von unterschiedlichen Baustoffen und Bauteilen

zu achten.

Gebäudehülle

Turnhalle

Bauteil	Herkömmliche/ursprüngliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Außenwand hinterlüftet	Mineralwolle	Holzweichfaserplatte
Fassade	Metallfassade	Holzschirm (Weißtanne)
Sonnenschutz	Kupfer-Lochblech	Aluminium Lamellen
Flachdachdämmung	EPS	EPS auf Bestandsdämmung
Dachhaut	Bituminöse Abdichtung, bekiest	Bituminöse Abdichtung, bekiest
Fenster	Keine Maßnahme	Fenstertausch (Glas + Rahmen) sofern wirtschaftlich vertretbar Zumindest Glastausch (3-Scheibenverglasung)
Natürliche Belichtung	Keine Maßnahmen	Flexibler Sonnenschutz für Fassade, zusätzliche Oberlichter
Verblechung/Spenger	Kupfer	Aluminium oder Edelstahl

Volksschule

Bauteil	Herkömmliche/ursprüngliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Außenwand WDVS	EPS (~ 12 cm)	Kork (24 cm)
Fassade	Dünnbettputz; Kunstharzputz	Mittelbett, Mineralischer Putz
Sonnenschutz	Jalousien	Jalousien
Dachdämmung	EPS (~ 20 cm)	EPS (35 cm)
Fenster	Fenstertausch Holzfenster mit 2-Scheibenverglasung	Fenstertausch Holzfenster mit 3-Scheibenverglasung
Verblechung/Spenger	Kupfer	Aluminium oder Edelstahl
Komfortlüftung	Nein	Ja, dezentral

HS

Bauteil	Herkömmliche/ursprüngliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Außenwand WDVS	EPS (~ 10 cm) auf Bestand	EPS (24 cm) auf Bestand
Fassade	Dünnbettputz; Kunstharzputz	Mineralischer Putz
Sonnenschutz	Jalousien	Jalousien
Dachdämmung	EPS (~ 20 cm)	EPS (35 cm)
Fenster	Fenstertausch Holzfenster mit 2-Scheibenverglasung	Fenstertausch Holzfenster mit 3-Scheibenverglasung
Verblechung/Spenger	Kupfer	Aluminium oder Edelstahl
Komfortlüftung	Nein	Ja, dezentral

Innenausbau**Material und Oberflächenbeschichtungen**

- ☐ Kein PVC, keine halogenhaltigen Produkte
- ☐ Keine klimaschädigenden Stoffe (Schäume, Dämmplatten, Kältemittel)
- ☐ Kein Tropenholz
- ☐ Holzwerkstoffe mit strenger Beschränkung bezüglich Formaldehydgehalt
- ☐ Lösemittelbeschränkung und Weichmacherbeschränkung (zB Phthalate) für Bauchemikalien, Wandfarben müssen ELF-Qualität entsprechen.
- ☐ Bodenbeläge, Verlegewerkstoffe (Grundierungen, Vorstreiche, Spachtelungen, Klebstoffe, Klebeörtel, Flächendichtstoffe u.ä.) müssen den Emissionsstandard

„sehr emissionsarm (EC1) des Codierungssystems EMICODE oder gleichwertig erfüllen.

- Voranstriche und bituminöse Spachtelmassen ausschließlich Produkte auf Emulsionsbasis und nach GISCODE (www.gisbau.de) BBP10 eingestufte Produkte.

Elektrobiologische Hausinstallationen

Analog der Haustechnik ist bei der elektrobiologischen Hausinstallation der Ressourcenverbrauch zu minimieren und elektrobiologische Aspekte einzuplanen:

- Reduktion der Verkabelung auf das erforderliche Mindestmaß bei gleichzeitiger sternförmiger Erschließung/Verlegung in Erschließungszonen
- Leitungsmaterial vorzugsweise aus verdrehten Leitern bzw. geschirmten Kabeln, geerdeten E-Dosen und Kabeltrassen sowie Telefon- und Netzwerkanschlüsse anstatt Funktelefonen oder (WLAN-Netzwerken (kabellose Local Area Networks) für besonders schützenswerte Räume (Vermeidung von Elektrosmog).
- Ausreichend Abstand zu Großverbraucher-Zuleitungen
- Minimal- statt Maximalinstallation

Fahrradabstellflächen

Sind überdacht, absperrrbar und in ausreichendem Ausmaß vorzusehen.

Energetische Optimierung der Sanierungsplanung

Heizwärmebedarf

Zur Festlegung der energetischen Ziele wurde derart formuliert, dass der Dämmstandard den Anforderungen der Passivhausqualität entspricht.

Dies bedeutet eine Reduktion des Energiebedarfs von etwa 75% bis 80 % gegenüber dem Bestand.

Der empfohlene spezifische Heizwärmebedarf¹ q_H von max. 30 kWh/m²_{BGFA} orientiert sich an den Zielwerten des Pflichtenhefts „Energetische Kriterien für Landesgebäude“ (Land Vorarlberg, 2004). Als Zielwert für Sanierung mit raumluftechnischen Anlagen wird dort ein spezifischer Heizwärmebedarf q_H von max. 30 kWh/m²_{BGFA} genannt. (Berechnung gemäß OIB).

Die Maßnahmen, die zur Umsetzung des genannten Ziels erforderlich sind, sind in den Berechnungen des Büros Spektrum aufgeführt, Hauptmaßnahmen sind:

- Wärmeschutzes der opaken und nicht erdberührenden Bauteile
 $U\text{-Werte} < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

¹ Bezogen auf den zu sanierenden Gebäudeteil

- Einsatz von dreifachverglasten Fenstern mit Passivhausrahmen oder von dreifachverglasten Fenstern mit ca. 90mm Holz-Alu Rahmen
- Details sind zu so planen, dass der Aufschlag für Wärmebrücken kleiner oder gleich $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist
- Einsatz effizienter, dezentraler Lüftungsgeräte in den Klassenräumen. Die Wärmerückgewinnung der technischen Be- und Entlüftung beträgt mindestens 80%. Es ist ein passivhaustaugliches Lüftungsgerät einzusetzen. Die luftmengenspezifische el. Leistung der Ventilatoren beträgt maximal $0,45 \text{ W/m}^3\text{h}$.
- Eine ausreichend luftdichte Gebäudehülle ist Voraussetzung für eine funktionierende technische Be- und Entlüftung. Es ist jedenfalls eine Luftwechselrate $n_{50} \leq 1 \text{ h}^{-1}$ (Zielwert $0,6 \text{ h}^{-1}$) sicherzustellen.

Haustechnik

Die haustechnischen Anlagen sowie insbesondere das Heizungskonzept ermöglichen den Einsatz erneuerbarer Energieträger bzw. die Nutzung der Solarenergie. Die Dimensionierung der Heizung sowie des Wärmeverteilsystems und der Lüftung/Kühlung entspricht den Anforderungen des sparsamen Umgangs mit Energie und Wasser:

- Niedertemperaturheizsystem
- gut gedämmte Warmwasserspeicher, Warmwasser- und Heizungsrohre
- zentrale Warmwasserbereitung/Warmwasserbereitung mit Zentralheizung im Winter
- Bei der Nutzung solarthermischer Anlagen ist für die Solar-Umwälzpumpen der Einsatz energiesparender Pumpen mit Niedervolt-Gleichstrommotoren in Verbindung mit Photovoltaik-Modulen vorrangig vorzusehen.

Auf eine „aktive Klimatisierung“ (sh. Punkt Kühlung) von Gebäuden wird verzichtet. Zur Sicherstellung raumhygienischer Anforderungen wird eine **technische Belüftung** vorgesehen. Es ist daher im Gebäude- und Nutzungskonzept sicherzustellen, dass der Energieverbrauch für die technische Lüftung minimiert wird.

Die technische **Lüftung mit Wärmerückgewinnung** (vom Österreichischen Institut für Schul- und Sportstättenbau ÖISS empfohlen) ist gemäß den raumlufthygienischen Anforderungen und nicht an den klimatischen Anforderungen zu dimensionieren.² In Räume z.B. Sanitärräume mit unterschiedlichen Nutzungszeiten muss das Lüftungskonzept einen unabhängigen Betrieb zu lassen. (Steuerung mittels Bewegungsmeldern ist erwünscht.)

LUFTQUALITÄT UND LÜFTUNG

Mindestanforderung: $\text{CO}_2 < 1500 \text{ ppm}$; Zielwert: $\text{CO}_2 < 1200 \text{ ppm}$ (technische Be- und Entlüftung mit CO_2 -Fühler)

² aus: Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft, Herausgeber: Österreichische Akademie der Wissenschaften – Kommission für Reinhaltung der Luft im Auftrag des BMLFUW; BMLFUW, Wien 2003.

Weitere ökologische Anforderungen an die Haustechnik:

- kurze Leitungswege
- Zugänglichkeit (offene Leitungsführung, Installationsschächte, Rohr in Rohr Systeme)
- örtliche Konzentration in speziellen Installationsbereichen
- Minimal- statt Maximalinstallierung

Eine ausreichend luftdichte Gebäudehülle ist Voraussetzung für eine funktionierende technische Be- und Entlüftung. Es ist jedenfalls eine Luftwechselrate $n_{50} \leq 1 \text{ h}^{-1}$ (Zielwert $0,6 \text{ h}^{-1}$) sicherzustellen.

Energieträger

Biomasse-Nahwärmenetz

Eine thermische Solaranlage zur Abdeckung des Warmwasserbedarfs sollte ergänzend installiert werden, wenn bei der Schule/Turnhalle ein Sommerbetrieb vorgesehen ist.

Kühlung

Grundsätzlich ist durch die Planung von Fensterflächen und geeignete Sonnenschutzmaßnahmen die Sommertauglichkeit des Gebäudes sicherzustellen. Diesbezüglich ist ein Nachweis gemäß ÖNORM B 8110-3 beizulegen.

Beleuchtung

Wie auch bei der Haustechnik ist ein energiesparender und ressourcenschonender Betrieb sicher zu stellen. Folgende ökologische Maßnahmen für einen energiesparenden Betrieb der Beleuchtungsanlage sind einzuplanen:

- Bei einer Beleuchtungsstärke von 300 Lux dürfen 10 W/m² installierte Leistung nicht überschritten werden. Der Zielwert liegt bei 7,5 W/m². Bei einer Beleuchtungsstärke von 500 Lux liegt der Grenzwert bei 15 W/m², der Zielwert bei 11 W/m². Diese Werte sind zu erreichen, wenn Leuchtmittel mit einer Lichtausbeute von mindesten 50 Lumen/W sowie hochwertige Leuchten mit einem Betriebswirkungsgrad von mindestens 80 % eingesetzt werden.
- Betriebsdauer ist den effektiven Bedürfnissen anzupassen (tageslichtabhängige Steuerung, Bewegungsmelder) oder ohne Tageslichtregelung
- Beleuchtungsanlage ohne Tageslichtregelung mit dimmbaren elektronischen Vorschaltgeräten (– im Interesse einer späteren Nachrüstung mit Tageslichtsensoren)
- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) und Präsenzmelder (Sanitärräume, Flure)
- 10-50 Lux in Gangflächen, die nicht Ausstellungs- oder Aufenthaltszwecken dienen. (Eine einfache Möglichkeit, den Energieverbrauch für Beleuchtung zu reduzieren, besteht darin, auch niedrige Beleuchtungsstärken zuzulassen, z.B. kann für Gangflächen, die nicht Ausstellungs- oder Aufenthaltszwecken dienen, (Tages)Licht mit 10-50 Lux ohne weiteres ausreichen.)

- eigene Leuchten für die Notbeleuchtung (2/3 Batteriegröße (1/3 Leistungseinsparung möglich) sh. Zielsetzungen)

Entwurf

Ökologische Planungsbegleitung

Technische Grundlagen

Im Auftrag Bauherrn steht die Firma Spektrum GmbH für Beratungen und Hilfestellungen zu Fragen des ökologischen Bauens und der Umsetzung des Ökoleitfadens: Bau zur Verfügung.

Kontaktadressen

Spektrum GmbH

DI Dr. Karl Torghele; DI Siegfried Lerchbaumer

Lustenauerstraße 64; 6850 Dornbirn

T: 05572 / 208 008; F: 05572 / 383869

E: office@spektrum.co.at

Homepage: www.spektrum.co.at

Umweltverband

Vorarlberger Gemeindehaus

DI Dietmar Lenz

Marktstraße 51, A-6850 Dornbirn

T: 05572/55450-14, F: 05572 55450-90

E: d.lenz@gemeindehaus.at

Homepage: www.umweltverband.at

Energieinstitut Vorarlberg

DI Arch.Sabine Erber

Stadtstrasse 33 / CCD, A-6850 Dornbirn

T: 05572/31202-85, F: 05572 / 31 202-91

E: martin.ploss@energieinstitut.at

Homepage: www.energieinstitut.at

Aktenvermerk



08/233 HS Alberschwende DESSA

Bearbeiter: DI Dr. Karl Torghele

Datum: 03.02.2009

Betreff: Bauteilbeschreibung

Inhalt: Optimierung DESSA

Ergeht an: Sabine Erber

Kopie an: Klaus Fink

File: Dokument12

Sachverhalt

Die HS Alberschwende soll als Demonstrationsvorhaben gefördert und umgesetzt werden. Die bauökologische Materialwahl ist neben der energetischen Sanierung und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger zentrales Element des Projektes.

Der Materialkatalog soll daher auf Basis dieser Projektziele bearbeitet werden. Grundlage der Bearbeitung sind die am 30.01.2009 übermittelten Bauteilvarianten.

Materialisierung (Bestand HS)

Bauteil	Herkömmliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Oberste Geschossdecke	16 cm EPS/ 22 mm Spanplatte V100	~ 30 cm Holzweichfaserdämmung/Hanf/Flachs Posterholzkonstruktion mit Vollholzschalung (begehrbar)
Fassade (Bestand Sichtbeton)	14 cm EPS WDVS	Holzweichfaserplatten verputzt alternativ hinterlüftete Konstruktion mit Putzträgerplatte, dahinter ~ 25 bis 28 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Fassade Bestand Putzfassade mit 4 cm EPS	Auf Bestand zusätzlich 10 cm EPS-F	Auf Bestand Holzweichfaserplatten verputzt alternativ hinterlüftete Konstruktion mit Putzträgerplatte, dahinter ~ 22 bis 26 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Fenster	Fixverglasung Pfosten/Riegel $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	Holz/Holz Fenster $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Verglasung Dämmung der Rahmen mit nachwachsenden Rohstoffen oder

		Luft Mindestens 2 öffenbare Flügel in jeder Klasse
--	--	---

Materialisierung (Nebentrakt 1)

Bauteil	Herkömmliche/ursprüngliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Flachdach	16 cm EPS/ 3-lagig Bituminös	Kompaktdach mit Schaumglas (> 30 cm) belüftete Dachkonstruktion, dämmung mit ~ 30 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Fassade Bestand Putzfassade mit 4 cm EPS	Auf Bestand zusätzlich 10 cm EPS-F	Auf Bestand Holzweichfaserplatten verputzt alternativ hinterlüftete Konstruktion mit Putzträgerplatte, dahinter ~ 22 bis 26 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Fenster	Fixverglasung Pfosten/Riegel $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	Holz/Holz Fenster $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ -Verglasung Dämmung der Rahmen mit nachwachsenden Rohstoffen oder Luft Mindestens 2 öffenbare Flügel in jeder Klasse

Materialisierung (Nebentrakt 2)

Bestehende Dachkonstruktion soll abgebrochen werden

Bauteil	Herkömmliche/ursprüngliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Terrasse neu	16 cm EPS/ 3-lagig Bituminös	Kompaktdach mit Schaumglas (> 30 cm) belüftete Dachkonstruktion, Dämmung mit ~ 30 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Fassade Bestand Thermoziegel	Hinterlüftete Fassade mit 8 cm MW Dämmung	hinterlüftete Konstruktion mit heimische Holz (Weißtanne), dahinter ~ 28 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Fenster	Sollen nicht getauscht werden Kunststofffenster ~ 1,3 bis 3,0 $\text{W/m}^2\text{K}$!!!	Holz/Holz Fenster $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ -Verglasung Dämmung der Rahmen mit nachwachsenden Rohstoffen oder Luft

		Mindestens 2 öffentbare Flügel in jeder Klasse
--	--	--

Materialisierung (Nebentrakt 2 - Aufstockung)

Bestehende Dachkonstruktion soll abgebrochen werden

Bauteil	Herkömmliche/ursprüngliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Flachdach	Balkenlage in Leimholz Dachschalung 16 cm EPS	Vollholzbalkenkonstruktion aus heimischen Hölzer (Tanne, Fichte) Kompaktdach mit Schaumglas (> 30 cm) belüftete Dachkonstruktion, Dämmung mit ~ 30 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Außenwand	Holzrahmenkonstruktion mit 14 cm Mineralwolle innen GK beplankt	hinterlüftete Konstruktion mit heimische Holz (Weißtanne), dahinter ~ 28 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs Lehmbohleplatte oder Vollholzschalung als Innenbeplankung
Fenster	Fixverglasung Pfosten/Riegel $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	Holz/Holz Fenster $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ -Verglasung Dämmung der Rahmen mit nachwachsenden Rohstoffen oder Luft Mindestens 2 öffentbare Flügel in jeder Klasse

Materialisierung (Erweiterung West)

Bestehende Dachkonstruktion soll abgebrochen werden

Bauteil	Herkömmliche/ursprüngliche Ausführung	Optimierungsvorschlag
Boden an Erdreich	Stahlbeton mit 12 cm EPS und 7 cm Estrich	Slagstar als Bindemittel Lösefreie Bitumenemulsion als Voranstrich ~ 20 cm Perliteschüttung statt EPS Holzweichfaser-Trittschalldämmplatte Randdämmstreifen aus Wellkarton statt PE
Flachdach	Balkenlage in Leimholz Dachschalung 16 cm EPS	Vollholzbalkenkonstruktion aus heimischen Hölzer (Tanne, Fichte) Kompaktdach mit Schaumglas (> 30 cm)

		belüftete Dachkonstruktion, Dämmung mit ~ 30 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs
Außenwand	Holzrahmenkonstruktion mit 14 cm Mineralwolle innen GK beplankt	hinterlüftete Konstruktion mit heimische Holz (Weißtanne), dahinter ~ 28 cm Holzweichfaser/Hanf/Flachs Lehmbauplatte oder Vollholzschalung als Innenbeplankung
Fenster	Fixverglasung Pfosten/Riegel $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	Holz/Holz Fenster $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ -Verglasung Dämmung der Rahmen mit nachwachsenden Rohstoffen oder Luft Mindestens 2 öffenbare Flügel in jeder Klasse

Innenausbau

Innenputz	Kalk-Gipsputz	Kalkputz Lehmputze
Wandanstriche	Dispersionsfarben	Rein Mineralische Farben Kalk-Kaseinanstrich auf Lehm
Bodenbeläge Erschließung	Versiegelte Böden	Terrazzo, Kunststein, Feinsteinzeug
Bodenbeläge Wohnen und Büro	Parkett	Vollholzparkett Heimische Harthölzer geölt, Wasserlack oder unbehandelt (lösemittelfrei)
Bodenbeläge in Feuchträumen	Versiegelte Böden/Fliesen/PVC	Linol/Kautschuk/Fliesen/Feinsteinzeug
Verblechung/Spengler	Kupfer	Aluminium oder Edelstahl
Dämmstoffe	Mineralwolle	Hanf/Flachs/Holzfaser
Akustikdämmung	Mineralwolle	Schafwolle/Flachs/Hanf/Weichfaser
Akustikplatten	Gipskarton	Vollholzlattung oder Lehmbauplatten
Holz	Holzwerkstoffe	Vorzugsweise Vollholz Holzwerkstoffe mit E0-Qualität
Estrich/Bodenaufbau	Zementestrich mit PE-Randdämmstreifen auf EPS Dämmung	Zementestrich mit Wellkarton-Randdämmstreifen auf Perlite und Holzweichfaser-Trittschalldämmung

**Spektrum – Zentrum für Umwelttechnik
& -management Gesellschaft mbH**

DI Dr. Karl Torghele

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

ANLAGE FORSCHUNGSPROJEKT NEUE ENERGIE 2020

Projekt: ALBERSCHWENDE VOLKS- UND HAUPTSCHULE - HOF **Betrifft: Energetische Sanierung** **Zusatzkosten Hülle in Passivhausstandard**

A) VOLKSSCHULE

Die Volksschule besteht aus einem zweigeschossigen Satteldachtrakt und aus einem eingeschossigen Flachdachgebäude. Das Kellergeschoss wird nicht saniert und ist in nachstehender Betrachtung nicht behandelt worden.

Grundlage ist die Einreichplanung vom November 2008, der Bauteilkatalog aus der energetischen Berechnung nach Mindestvorgabe OIB von Büro Spektrum vom 13.11.2009. und der optimierte Bauteilkatalog vom Büro Spektrum vom 10.02.2009

Kostenansätze aus Variantenausschreibung Schule Alberschwende + aus Vergleichsobjekten

AD01 AD01-DGD, Klassentrakt (Oberste Geschossdecke Klassentrakt) – 587,33m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 16cm stark auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung EPS 32cm stark	
Zusatzkosten:	587,33m2 x Netto Euro 39,00	Netto Euro
	22.905,87	

AW01 AW01-Quertrakt-Übergang Nord (Aussenwand Flachdachgebäude) – 165,90m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 12cm verputzt auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Weichfaserplatten 26cm verputzt	
Zusatzkosten:	165,90 m2 x Netto Euro 81,00	Netto Euro
	13.437,90	

AW02 AW02-Klassentrakt (Aussenwand Klassentrakt) – 358,48m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 12cm verputzt auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Weichfaserplatten 26cm verputzt	
Zusatzkosten:	358,48 m2 x Netto Euro 81,00	Netto Euro
	29.036,88	

AW03 AW04-KlassentraktStirnseite – 97,68m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 12cm verputzt auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Weichfaserplatten 26cm verputzt	
Zusatzkosten:	97,68 m2 x Netto Euro 81,00	Netto Euro
	7.912,08	

AW06 AW06-Übergang Stirnseite – 44,40m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 12cm verputzt auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Weichfaserplatten 26cm verputzt	
Zusatzkosten:	44,40 m2 x Netto Euro 81,00	Netto Euro
	3.596,40	

AW07 AW07-Quertrakt-Übergang Süd – 140,93m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 12cm verputzt auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Weichfaserplatten 26cm verputzt	
Zusatzkosten:	140,93 m2 x Netto Euro 81,00	Netto Euro
	11.415,33	

FD01 FD01-Flachdach – Quertrakt-Übergang – 158,76m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 25cm, nicht hinterlüftet	
----------------------	--------------------------------------	--

Optimierte Ausführung:	belüftete Dachkonstruktion, Weichfaser 30cm	
Zusatzkosten:	158,76 m2 x Netto Euro 92,00	Netto Euro
14.605,92		

ÜBERTRAG	Netto Euro
102.910,38	

ÜBERTRAG	Netto Euro
102.910,38	

FD02 FD01-Flachdach – Quertrakt – 251,29m2:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 25cm, nicht hinterlüftet	
Optimierte Ausführung:	belüftete Dachkonstruktion, Weichfaser 30cm	
Zusatzkosten:	251,29 m2 x Netto Euro 92,00	Netto Euro
23.118,68		

FE/TÜ Fenster und Türen – 587,48m2:

Ausführung nach OIB:	Fenster in Holz-Alu mit Zweifachverglasung	
Optimierte Ausführung:	Passivhausfenster mit Dreifachverglasung	
Zusatzkosten:	587,48 m2 x Netto Euro 115,00	Netto Euro
67.560,20		

A: VS SUMME ZUSATZKOSTEN FÜR HÜLLE IN PASSIVHAUSSTANDARD	Netto Euro	193.589,26
---	-------------------	-------------------

B) HAUPTSCHULE

Die Hauptschule entspricht mit ihrem Klassentrakt dem Satteldach der Volksschule. Durch Ausnutzung der Hanglage sind hier jedoch im Untergeschoss Klassenräume möglich.

An den Klassentrakt angegliedert ist ein Walmdachgebäude aus den 80er Jahren, das mit einem eingeschossigen Flachdachbau mit dem Klassentrakt verbunden ist.

In nachstehender Betrachtung wird nur der schultypische Klassentrakt mit Satteldach behandelt.

Zur Dämmung des Bodens gegen Erdreich wurden Vakuumplatten eingerechnet.

Grundlage ist die Einreichplanung vom Oktober 2009, der Bauteilkatalog aus der energetischen Berechnung nach Mindestvorgabe OIB von Büro Spektrum vom 13.11.2009. und der optimierte Bauteilkatalog vom Büro Spektrum vom 10.02.2009 und der Energieausweis vom 04.11.2009

Kostenansätze aus Variantenausschreibung Schule Alberschwende + aus Vergleichsobjekten

AD01 Decke zu unkonditioniertem geschloss. Dachraum – 689,48m²:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 16cm stark auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung EPS 32cm stark	
Zusatzkosten:	689,48m ² x Netto Euro 39,00	Netto Euro
	26.889,72	

AW01 Aussenwand Klassentrakt– 67,75m²:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 12cm verputzt auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Weichfaserplatten 26cm verputzt	
Zusatzkosten:	67,75 m ² x Netto Euro 81,00	Netto Euro
	5.487,75	

AW02 Aussenwand Klassentrakt – 740,56m²:

Ausführung nach OIB:	Dämmung EPS 12cm verputzt auf Bestand	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Weichfaserplatten 26cm verputzt	
Zusatzkosten:	740,56 m ² x Netto Euro 81,00	Netto Euro
	59.985,36	

FE/TÜ Fenster und Türen – 390,55m²:

Ausführung nach OIB:	Fenster in Holz-Alu mit Zweifachverglasung	
Optimierte Ausführung:	Passivhausfenster mit Dreifachverglasung	
Zusatzkosten:	390,55 m ² x Netto Euro 115,00	Netto Euro
	44.913,25	

EB01 Boden an Erdreich (Bestand Klassentrakt) – 689,48m²:

Ausführung Bestand:	Dämmung Mineralwolle 2cm	
Optimierte Ausführung:	Dämmung Vakuumdämmung 2cm	
Zusatzkosten:	689,48 m ² x Netto Euro 190,00	Netto Euro
	131.001,20	

B: HS SUMME ZUSATZKOSTEN FÜR HÜLLE IN PASSIVHAUSSTANDARD Netto Euro 268.277,28

A+B: VS+HS SUMME ZUSATZKOSTEN FÜR HÜLLE IN PASSIV Netto Euro 461.866,54

Aufgestellt Büro Architektur Jürgen Hagspiel, Klaus Fink 03.12.2009

Datenblatt GEQ

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Gebäudedaten

Brutto-Grundfläche BGF	2.419 m ²	charakteristische Länge l_c	2,52 m
Konditioniertes Brutto-Volumen	9.047 m ³	Kompaktheit A_B / V_B	0,40 m ⁻¹
Gebäudehüllfläche A_B	3.591 m ²		

Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Daten:

Bauphysikalische Daten:

Haustechnik Daten:

Ergebnisse am tatsächlichen Standort: Alberschwende

Leitwert L_T	1.910,5 W/K
Mittlerer U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) U_m	0,53 W/m ² K
Heizlast P_{tot}	86,7 kW
Transmissionswärmeverluste Q_T	215.887 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q_V	85.369 kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_s$	88.547 kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_i$	mittelschwere Bauweise 52.355 kWh/a
Heizwärmebedarf Q_h	160.354 kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF}	66,30 kWh/m²a

Ergebnisse Referenzklima

Transmissionswärmeverluste Q_T	177.933 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q_V	70.335 kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_s$	64.545 kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_i$	44.898 kWh/a
Heizwärmebedarf Q_h	138.824 kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGFref}	57,40 kWh/m²a

Haustechniksystem

Raumheizung: Nah-/Fernwärme ()

Warmwasser: Stromheizung ()

RLT Anlage: natürliche Konditionierung

Berechnungsgrundlagen

Der Energieausweis wurde mit folgenden ÖNORMen und Hilfsmitteln erstellt: GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

Bauteile nach ON EN ISO 6946 / Fenster nach ON EN ISO 10077-1 / Erdberührte Bauteile vereinfacht nach ON B 8110-6 / Unkonditionierte Gebäudeteile vereinfacht nach ON B 8110-6 / Wärmebrücken pauschal nach ON B 8110-6 / Verschattung vereinfacht nach ON B 8110-6

Verwendete Normen und Richtlinien:

B 8110-1 / ON B 8110-2 / ON B 8110-3 / ON B 8110-5 / ON B 8110-6 / ON H 5055 / ON H 5056 / ON H 5057 / ON H 5058 / ON H 5059 / ON EN ISO 13790 / ON EN ISO 13370 / ON EN ISO 6946 / ON EN ISO 10077-1 / ON EN 12831 / OIB Richtlinie 6

Anmerkung:

Der Energieausweis dient zur Information über den energetischen Standard des Gebäudes. Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde. Die errechneten Bedarfswerte können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen. Bei Mehrfamilienwohnhäusern ergeben sich je nach Lage der Wohnung im Gebäude unterschiedliche Energiekennzahlen. Für die exakte Auslegung der Heizungsanlage muss eine Berechnung der Heizlast gemäß ÖNORM H 7500 erstellt werden.

Projektanmerkungen

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Fenster

Welche Verschattungssysteme sind für die Fenster vorgesehen?

Geometrie

Könnte der Keller als unkonditioniert aber gedämmt betrachtet werden und damit andere RSi bekommen?

Heizlast - Berechnung

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Vereinfachte Berechnung des zeitbezogenen Wärmeverlustes (Heizlast) von Gebäuden gemäß Energieausweis

Berechnungsblatt

Bauherr

Immobilienverwaltungs GmbH & Co KG Gemeinde
Alberschwende
Hof 3
6861 Alberschwende

Planer / Baumeister / Baufirma

Firma Jürgen Hagspiel Architektur

6951 Lingenau
Tel.: 05513 30050

Norm-Außentemperatur: -12,5 °C

Berechnungs-Raumtemperatur: 20 °C

Temperatur-Differenz: 32,5 K

Standort: Alberschwende

Brutto-Rauminhalt der

beheizten Gebäudeteile: 9.046,66 m³

Gebäudehüllfläche: 3.591,13 m²

Bauteile	Fläche	Wärmed.- koeffiz.	Korr.- faktor	Korr.- faktor	A x U x f
	A [m ²]	U [W/m ² K]	f [1]	ffh [1]	[W/K]
AD01 AD01-DGD, Klassentrakt	587,33	0,105	0,90		55,63
AW01 AW01-Quertrakt-Übergang Nord	165,90	0,257	1,00		42,57
AW02 AW02-Klassentrakt	358,48	0,233	1,00		83,39
AW03 AW04-KlassentraktStirnseite	97,68	0,195	1,00		19,02
AW06 AW06-Übergang Stirnseite	44,40	0,226	1,00		10,02
AW07 AW07-Quertrakt-Übergang Süd	140,93	0,231	1,00		32,59
FD01 FD01-Flachdach - Quertrakt-Übergang	158,76	0,107	1,00		17,05
FD02 FD02-Flachdach, Quertrakt	251,29	0,114	1,00		28,66
FE/TÜ Fenster u. Türen	587,48	1,512	1,00		888,12
EB01 EB01-erdanliegender Fußboden, alle	838,62	1,270	0,50		532,34
KD01 KD01-Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller	164,25	0,345	0,70		39,69
EW01 EW01-Quertrakt, ohne perimeterdämmung	28,97	0,854	0,80		19,78
EW02 EW02-Klassentrakt, mit Perimeterdämmung	138,87	0,142	0,80		15,81
IW01 IW01-Werkraum gg. Kellerlager	28,17	0,410	0,70		8,09
ZD01 ZD01 warme Zwischendecke	1.420,73	0,410			
Summe OBEN-Bauteile	997,38				
Summe UNTEN-Bauteile	1.002,87				
Summe Außenwandflächen	975,23				
Summe Innenwandflächen	28,17				
Fensteranteil in Außenwänden 42,1 %	587,48				
Summe				[W/K]	1.793

Wärmebrücken (pauschal)

[W/K] 118

Transmissions - Leitwert L_T

[W/K] 1.910

Lüftungs - Leitwert L_V

[W/K] 756,14

Gebäude - Heizlast P_{tot}

[kW] 86,66

Flächenbez. Heizlast P₁ bei einer BGF von 2.419 m² [W/m² BGF] 35,83

Gebäude - Heizlast P_{tot} (EN 12831 vereinfacht) Luftwechsel = 2,00 1/h [kW] 222,03

Die berechnete Heizlast kann von jener gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831 abweichen und ersetzt nicht den Nachweis der Gebäude-Normheizlast gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831. Die vereinfachte Heizlast EN 12831 berücksichtigt nicht die Aufheizleistung und gilt nur für Standardfälle.

Bauteilbeschreibung

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

AD01	AD01-DGD, Klassentrakt	von Außen nach Innen	Dicke	λ	d / λ
	Spanplatte V100		0,0200	0,135	0,148
	EPS		0,3200	0,040	8,000
	Stahlbeton -Bestand		0,2500	2,500	0,100
	Heraklithplatte -Bestand		0,0500	0,060	0,833
	Innenputz -Bestand		0,0005	0,700	0,001
	Luft steh., W-Fluss n. oben 166 < d <= 170 mm		0,1700	1,060	0,160
	Gipskartonplatte, gelocht		0,0125	0,210	0,060
	Korr. = 0,9 Rse+Rsi = 0,2		Bauteil-Dicke 0,8230	U-Wert	0,11

AW01	AW01-Quertrakt-Übergang Nord	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Innenputz		0,0200	0,700	0,029
	Ziegel - Hochlochziegel porosiert < =800kg/m³		0,1200	0,250	0,480
	Luft steh., W-Fluss horizontal 10 < d <= 15 mm		0,0100	0,094	0,106
	Stahlbeton		0,2500	2,500	0,100
	EPS F		0,1200	0,040	3,000
	Silikatputz armiert		0,0100	0,800	0,013
	Korr. = 1,0 Rse+Rsi = 0,17		Bauteil-Dicke 0,5300	U-Wert	0,26

AW02	AW02-Klassentrakt	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Innenputz		0,0200	0,700	0,029
	Ziegel - Hochlochziegel porosiert < =800kg/m³		0,2500	0,250	1,000
	Stahlbeton		0,2200	2,500	0,088
	EPS F		0,1200	0,040	3,000
	Silikatputz armiert		0,0100	0,800	0,013
	Korr. = 1,0 Rse+Rsi = 0,17		Bauteil-Dicke 0,6200	U-Wert	0,23

AW03	AW04-KlassentraktStirnseite	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Innenputz		0,0005	0,700	0,001
	Ziegel - Hochlochziegel porosiert < =800kg/m³		0,3000	0,250	1,200
	Fassadendämmplatte Bestand		0,0300	0,040	0,750
	Putz		0,0100	1,000	0,010
	EPS F		0,1200	0,040	3,000
	Silikatputz armiert		0,0050	0,800	0,006
	Korr. = 1,0 Rse+Rsi = 0,17		Bauteil-Dicke 0,4655	U-Wert	0,19

AW06	AW06-Übergang Stirnseite	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Innenputz		0,0200	0,700	0,029
	Ziegel - Hochlochziegel porosiert < =800kg/m³		0,3000	0,250	1,200
	Zementputz		0,0200	1,000	0,020
	EPS F		0,1200	0,040	3,000
	Silikatputz armiert		0,0100	0,800	0,013
	Korr. = 1,0 Rse+Rsi = 0,17		Bauteil-Dicke 0,4700	U-Wert	0,23

AW07	AW07-Quertrakt-Übergang Süd	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Innenputz		0,0200	0,700	0,029
	Ziegel - Hochlochziegel porosiert < =800kg/m³		0,2500	0,250	1,000
	Stahlbeton		0,2200	2,500	0,088
	Putz		0,0200	0,800	0,025
	EPS F		0,1200	0,040	3,000
	Silikatputz armiert		0,0100	0,800	0,013
	Korr. = 1,0 Rse+Rsi = 0,17		Bauteil-Dicke 0,6400	U-Wert	0,23

Bauteilbeschreibung

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

EB01	EB01-erdanliegender Fußboden, alle	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Zementestrich		0,0500	1,700	0,029
	Polystyrol EPS Trittschalldämmplatte		0,0200	0,044	0,455
	Schlacke		0,0300	0,350	0,086
	Stahlbeton		0,1200	2,500	0,048
	Korr. = 0,5 Rse+Rsi = 0,17		Bauteil-Dicke 0,2200	U-Wert	1,27
EW01	EW01-Quertrakt, ohne perimeterdämmung	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Innenputz		0,0005	0,700	0,001
	Heraklith, aus Bestand		0,0500	0,056	0,893
	Stahlbeton		0,3700	2,500	0,148
	Korr. = 0,8 Rse+Rsi = 0,13		Bauteil-Dicke 0,4205	U-Wert	0,85
EW02	EW02-Klassentrakt, mit Perimeterdämmung	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Innenputz		0,0005	0,700	0,001
	Heraklith, aus Bestand		0,0500	0,056	0,893
	Stahlbeton		0,3700	2,500	0,148
	Polystyrol XPS, CO2-geschäumt		0,2400	0,041	5,854
	Korr. = 0,8 Rse+Rsi = 0,13		Bauteil-Dicke 0,6605	U-Wert	0,14
FD01	FD01-Flachdach - Quertrakt-Übergang	von Außen nach Innen	Dicke	λ	d / λ
	Kies	*	0,0500	0,700	0,071
	Polymerbitumen-Dichtungsbahn, 2-lagig,		0,0080	0,230	0,035
	Polystyrol EPS 20		0,2500	0,038	6,579
	PU-Dämmplatte -Bestand		0,0500	0,024	2,083
	Dampfsperre		0,0002	221,00	0,000
	Stahlbeton -Bestand		0,2100	2,500	0,084
	Luft steh., W-Fluss n. oben 166 < d <= 170 mm		0,3500	1,060	0,330
	Gipskartonplatte, gelocht		0,0125	0,210	0,060
	Korr. = 1,0 Rse+Rsi = 0,14		Bauteil-Dicke 0,8807	U-Wert	0,11
FD02	FD02-Flachdach, Quertrakt	von Außen nach Innen	Dicke	λ	d / λ
	Kies	*	0,0500	0,700	0,071
	Polymerbitumen-Dichtungsbahn, 2-lagig,		0,0080	0,230	0,035
	Polystyrol EPS 20		0,2500	0,038	6,579
	Dampfsperre		0,0002	221,00	0,000
	Stahlbeton		0,3500	2,500	0,140
	Putzträgerplatte -Bestand		0,0750	0,040	1,875
	Innenputz -Bestand		0,0005	0,700	0,001
	Korr. = 1,0 Rse+Rsi = 0,14		Bauteil-Dicke 0,6837	U-Wert	0,11
IW01	IW01-Werkraum gg. Kellerlager	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Stahlbeton (Wand Quertrakt)		0,2000	2,500	0,080
	Luft steh., W-Fluss horizontal 6 < d <= 10 mm		0,0100	0,067	0,149
	Stahlbeton (Wand Quertrakt Übergang)		0,1800	2,500	0,072
	Heratekta E-37-035		0,0750	0,040	1,875
	Korr. = 0,7 Rse+Rsi = 0,26		Bauteil-Dicke 0,4650	U-Wert	0,41

Bauteilbeschreibung

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

KD01	KD01-Decke zu unkonditioniertem ungedämmten Keller			
	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
Zementestrich		0,0500	1,700	0,029
Polystyrol EPS Trittschalldämmplatte		0,0200	0,044	0,455
Schlacke		0,0300	0,350	0,086
Stahlbeton -Bestand		0,2800	2,500	0,112
Faserdämmplatte (z.B. Heratekta E-37-035)		0,0750	0,040	1,875
	Korr. = 0,7 Rse+Rsi = 0,34	Bauteil-Dicke 0,4550	U-Wert	0,35
ZD01	ZD01warme Zwischendecke			
	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
Zementestrich		0,0500	1,700	0,029
Polystyrol EPS Trittschalldämmplatte		0,0200	0,044	0,455
Schlacke		0,0300	0,350	0,086
Stahlbeton -Bestand		0,3500	2,500	0,140
Putzträgerplatte -Bestand		0,0500	0,040	1,250
Innenputz -Bestand		0,0005	0,700	0,001
Luft steh., W-Fluss n. oben 166 < d <= 170 mm		0,1700	1,060	0,160
Gipskartonplatte, gelocht		0,0125	0,210	0,060
	Korr. = 0,0 Rse+Rsi = 0,26	Bauteil-Dicke 0,6830	U-Wert	0,41

Einheiten: Dicke [m], Achsabstand [m], Breite [m], U-Wert [W/m²K], Dichte [kg/m³], λ [W/mK]

*... Schicht zählt nicht zum U-Wert

Geometrieausdruck

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Brutto-Geschoßfläche						2.418,682m ²
Länge [m]	Breite [m]			BGF [m ²]	Anmerkung	
12,220	x	43,880	x 3 =	1.608,64	UG/EG-Klassentrakt	
21,700	x	11,340	x 2 =	492,16	UG/EG-Quertrakt	
14,510	x	11,340	=	164,54	EG-Quertrakt-Übergang	
4,200	x	12,170	x 3 =	153,34	Appendix Südwest	

Brutto-Rauminhalt						9.046,664m ³
Länge [m]	Breite [m]	Höhe [m]		BRI [m ³]	Anmerkung	
43,880	x	12,220 x	11,100 =	5.951,97	Klassentrakt	
4,200	x	12,170 x	11,100 =	567,37	Appendix	
21,700	x	11,340 x	7,320 =	1.801,29	Quertrakt	
14,551	x	11,340 x	4,400 =	726,04	Quertrakt Übergang	

Brutto-Lüftungsvolumen (BGF x 3)						7.256,047m ³
----------------------------------	--	--	--	--	--	-------------------------

AD01 - AD01-DGD, Klassentrakt						587,328m ²
Länge [m]	Breite[m]			Fläche [m ²]	Anmerkung	
43,880	x	12,220	=	536,21	DGD-Klassentrakt	
4,200	x	12,170	=	51,11	DGD-Appendix	

AW01 - AW01-Quertrakt-Übergang Nord						317,392m ²
Länge [m]	Höhe[m]			Fläche [m ²]	Anmerkung	
21,700	x	6,100	=	132,37	Quertrakt	
14,000	x	4,400	=	61,60	Übergang	
12,220	x	10,100	=	123,42	Klassentrakt Nord	
abzüglich Fenster-/Türenflächen					151,490m ²	
Bauteilfläche ohne Fenster/Türen					165,902m ²	

AW02 - AW02-Klassentrakt						701,619m ²
Länge [m]	Höhe[m]			Fläche [m ²]	Anmerkung	
43,880	x	10,100	=	443,19	Klassentrakt Ost	
6,480	x	10,100	=	65,45	Klassentrakt West-Nord	
11,340	x	4,620	=	52,39	Klassentrakt West-Mitte	
13,920	x	10,100	=	140,59	Klassentrakt West1	
abzüglich Fenster-/Türenflächen					343,140m ²	
Bauteilfläche ohne Fenster/Türen					358,479m ²	

AW03 - AW04-KlassentraktStirnseite						132,597m ²
Länge [m]	Höhe[m]			Fläche [m ²]	Anmerkung	
4,200	x	8,100	=	34,02	Klassentrakt Appendix	
12,170	x	8,100	=	98,58	Appendix West	
abzüglich Fenster-/Türenflächen					34,920m ²	
Bauteilfläche ohne Fenster/Türen					97,677m ²	

AW06 - AW06-Übergang Stirnseite						49,896m ²
Länge [m]	Höhe[m]			Fläche [m ²]	Anmerkung	
11,340	x	4,400	=	49,90	Stirnseite West zur	

Geometrieausdruck

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

abzüglich Fenster-/Türenflächen 5,500m²
Bauteilfläche ohne Fenster/Türen 44,396m²

AW07 - AW07-Quertrakt-Übergang Süd					193,360m ²
Länge [m]		Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
14,000	x	4,400	=	61,60	Quertrakt-Übergang Süd
21,600	x	6,100	=	131,76	Quertrakt Süd
abzüglich Fenster-/Türenflächen					52,430m ²
Bauteilfläche ohne Fenster/Türen					140,930m ²

EB01 - EB01-erdanliegender Fußboden, alle					838,622m ²
Länge [m]		Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
12,220	x	43,880	=	536,21	Klassentrakt
4,200	x	12,170	=	51,11	Appendix
22,160	x	11,340	=	251,29	Quertrakt

EW01 - EW01-Quertrakt, ohne perimeterdämmung					28,972m ²
Länge [m]		Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
21,600	x	1,220	=	26,35	Quertrakt Süd
13,100	x	0,200	=	2,62	Versatz Bodenplatte

EW02 - EW02-Klassentrakt, mit Perimeterdämmung					138,866m ²
Länge [m]		Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
21,600	x	1,220	=	26,35	Quertrakt Nord
2,200	x	4,200	=	9,24	Appendix Nord
12,220	x	1,000	=	12,22	Klassentrakt Nord
43,880	x	1,000	=	43,88	Klasentrakt Ost
6,480	x	1,000	=	6,48	Klassentrakt West/N
13,920	x	1,000	=	13,92	Klassentrakt West Mitte
12,170	x	2,200	=	26,77	Appendix West

FD01 - FD01-Flachdach - Quertrakt-Übergang					158,760m ²
Länge [m]		Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
14,000	x	11,340	=	158,76	ges

FD02 - FD02-Flachdach, Quertrakt					251,294m ²
Länge [m]		Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
22,160	x	11,340	=	251,29	ges

IW01 - IW01-Werkraum gg. Kellerlager					28,165m ²
Länge [m]		Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
13,100	x	2,150	=	28,17	Wand gg. Lagerkeller

KD01 - KD01-Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller					164,253m ²
Länge [m]		Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung
11,320	x	14,510	=	164,25	Quertrakt Übergang

Geometrieausdruck

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

ZD01 - ZD01warme Zwischendecke							1.420,733m²
Länge [m]		Breite[m]			Fläche [m²]	Anmerkung	
12,220	x	43,880	x	2	=	1.072,43	klassentrakt
21,700	x	11,340			=	246,08	eg quertrakt
4,200	x	12,170	x	2	=	102,23	appendix

Fenster und Türen Standort

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

	Bauteil Anz. Bezeichnung				Breite [m]	Höhe [m]	Fläche [m²]	U _g [W/m²K]	U _f [W/m²K]	PSI [W/mK]	Ag [m²]	U _w [W/m²K]	AxU _{xf} [W/K]	g	fs	z	amsc
	Prüfnormmaß Typ 1				1,23	1,48	1,82	1,25	1,80	0,070	1,32	1,58		0,58	0,75	0,00	0,00
N																	
	EG	AW01	3	F131-2f- 2,93 x 1,95 (2-fachverglast)	2,93	1,95	17,14	1,25	1,80	0,070	13,81	1,51	25,83	0,58	0,75	0,15	0,10
	EG	AW01	2	F132 13,48 x 2,85	13,48	2,85	76,84	1,25	1,80	0,070	67,20	1,43	110,11	0,58	0,75	0,15	0,10
	EG	AW01	4	F141 2,24 x 2,02	2,24	2,02	18,10	1,25	1,80	0,070	14,12	1,54	27,93	0,58	0,75	0,15	0,10
	EG	AW01	2	F142 3,90 x 2,02	3,90	2,02	15,76	1,25	1,80	0,070	12,74	1,52	23,87	0,58	0,75	0,15	0,10
O																	
	KG	AW02	10	F001 2,59 x 1,69	2,59	1,69	43,77	1,25	1,80	0,070	34,12	1,54	67,41	0,58	0,75	0,15	0,70
	KG	AW02	3	F002 3,20 x 1,69	3,20	1,69	16,22	1,25	1,80	0,070	12,96	1,51	24,55	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW02	20	F101 2,59 x 2,02	2,59	2,02	104,64	1,25	1,80	0,070	83,36	1,52	159,16	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW02	3	F102 3,20 x 2,02	3,20	2,02	19,39	1,25	1,80	0,070	15,83	1,49	28,95	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW02	1	F003 3,40 x 8,20	3,40	8,20	27,88	1,25	1,80	0,070	23,20	1,52	42,32	0,58	0,75	0,15	0,70
S																	
	KG	AW01	1	F041 3,90 x 2,02	3,90	2,02	7,88	1,25	1,80	0,070	6,37	1,52	11,94	0,58	0,75	0,15	0,79
	KG	AW07	1	F032 2,12 x 1,68	2,12	1,68	3,56	1,25	1,80	0,070	2,69	1,57	5,60	0,58	0,75	0,15	0,79
	KG	AW07	3	F031 2,90 x 1,68	2,90	1,68	14,62	1,25	1,80	0,070	11,54	1,53	22,29	0,58	0,75	0,15	0,79
	EG	AW01	2	F041 3,90 x 2,02	3,90	2,02	15,76	1,25	1,80	0,070	12,74	1,52	23,87	0,58	0,75	0,15	0,79
	EG	AW07	6	F131 2,93 x 1,95	2,93	1,95	34,28	1,25	1,80	0,070	27,62	1,51	51,67	0,58	0,75	0,15	0,79
W																	
	KG	AW02	2	F013 2,90 x 1,40	2,90	1,40	8,12	1,25	1,80	0,070	6,00	1,60	13,02	0,58	0,75	0,15	0,70
	KG	AW02	4	F212 2,58 x 2,91	2,58	2,91	30,03	1,25	1,80	0,070	24,72	1,49	44,78	0,58	0,75	0,15	0,70
	KG	AW03	6	F011 1,85 x 0,85	1,85	0,85	9,44	1,25	1,80	0,070	6,05	1,70	16,05	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW02	1	F213 3,60 x 2,91	3,60	2,91	10,48	1,25	1,80	0,070	8,94	1,45	15,16	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW02	11	F212 2,58 x 2,91	2,58	2,91	82,59	1,25	1,80	0,070	67,97	1,49	123,14	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW03	6	F111 1,85 x 1,45	1,85	1,45	16,10	1,25	1,80	0,070	11,63	1,61	25,98	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW03	6	F011 1,85 x 0,85	1,85	0,85	9,44	1,25	1,80	0,070	6,05	1,70	16,05	0,58	0,75	0,15	0,70
	EG	AW06	1	F555 2,50 x 2,20 Eingang Stirnseite	2,50	2,20	5,50	1,25	1,80	0,070	4,20	1,59	8,72	0,58	0,75	1,00	0,39

Summe **98** **587,54** **888,40**

Ug... Uwert Glas Uf... Uwert Rahmen PSI... Linearer Korrekturkoeffizient Ag... Glasfläche

g... Energiedurchlassgrad Verglasung fs... Verschattungsfaktor

gw... effektiv wirksamer Gesamtennergiedurchlassgrad

gw = g * 0,98 * 0,9

z... Abminderungsfakt. für bewegliche Sonnenschutzeinricht.

amsc... Param. zur Bewert. der Aktivierung von Sonnenschutzeinricht. Sommer

Rahmenbreiten - Rahmenanteil

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Bezeichnung	Rb. re [m]	Rb. li [m]	Rb. ob [m]	Rb. u [m]	Anteil [%]	Stulp Anz.	Stb. [m]	Pfost Anz.	Pfb. [m]	H-Spr. V-Spr. Anz. Anz.	Spb. [m]	Bezeichnung - Glas/Rahmen
F131 2,93 x 1,95	0,100	0,100	0,100	0,100	19			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F132 13,48 x 2,85	0,100	0,100	0,100	0,100	13			6	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F031 2,90 x 1,68	0,100	0,100	0,100	0,100	21			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F032 2,12 x 1,68	0,100	0,100	0,100	0,100	24			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F141 2,24 x 2,02	0,100	0,100	0,100	0,100	22			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F142 3,90 x 2,02	0,100	0,100	0,100	0,100	19			2	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F041 3,90 x 2,02	0,100	0,100	0,100	0,100	19			2	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F101 2,59 x 2,02	0,100	0,100	0,100	0,100	20			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F102 3,20 x 2,02	0,100	0,100	0,100	0,100	18			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F001 2,59 x 1,69	0,100	0,100	0,100	0,100	22			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F002 3,20 x 1,69	0,100	0,100	0,100	0,100	20			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F003 3,40 x 8,20	0,100	0,100	0,100	0,100	17			3	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F013 2,90 x 1,40	0,100	0,100	0,100	0,100	26			2	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F213 3,60 x 2,91	0,100	0,100	0,100	0,100	15			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F212 2,58 x 2,91	0,100	0,100	0,100	0,100	18			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F111 1,85 x 1,45	0,100	0,100	0,100	0,100	28			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F011 1,85 x 0,85	0,100	0,100	0,100	0,100	36			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F555 2,50 x 2,20 Eingang Stirnseite	0,100	0,100	0,100	0,100	24			2	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
F131-2f- 2,93 x 1,95 (2-fachverlast)	0,100	0,100	0,100	0,100	19			1	0,100			Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)
Prüfnormmaß Typ 1	0,100	0,100	0,100	0,100	28							Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d <= 70mm)

Rb.li, re, ob, u Rahmenbreite links, rechts, oben, unten [m]

Anteil [%] Rahmenanteil des gesamten Fensters

Stb. Stulpbreite [m]

H-Spr. Anz Anzahl der horizontalen Sprossen

Spb. Sprossenbreite [m]

Pfb. Pfostenbreite [m]

V-Spr. Anz Anzahl der vertikalen Sprossen

Monatsbilanzverfahren HWB

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Standort: Alberschwende

BGF [m²] = 2.418,68 L_T [W/K] = 1.910,46 Innentemp.[°C] = 20

BRI [m³] = 9.046,66 L_V [W/K] = 756,14 q_{ih} [W/m²] = 3,75

Monate	Tage	Mittlere Außen- temperaturen [°C]	Transmissions- wärme- verluste [kWh/a]	Lüftungs- wärme- verluste [kWh/a]	Wärme- verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt- Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/ Verlust	Ausnutz- ungsgrad	Wärme- bedarf [kWh/a]
Jänner	31	-2,36	31.777	12.665	44.442	5.398	4.599	9.997	0,22	1,00	34.448
Februar	28	-0,72	26.598	10.206	36.804	4.876	6.672	11.548	0,31	1,00	25.274
März	31	2,69	24.607	9.808	34.415	5.398	10.043	15.441	0,45	0,99	19.103
April	30	6,62	18.409	7.252	25.661	5.224	11.946	17.171	0,67	0,96	9.242
Mai	31	11,09	12.668	5.049	17.717	5.398	14.037	19.436	1,10	0,80	2.201
Juni	30	14,16	8.039	3.167	11.205	5.224	13.562	18.787	1,68	0,58	313
Juli	31	16,26	5.310	2.116	7.426	5.398	14.075	19.473	2,62	0,38	30
August	31	15,50	6.399	2.550	8.949	5.398	13.682	19.081	2,13	0,46	91
September	30	12,71	10.023	3.948	13.971	5.224	11.496	16.720	1,20	0,76	1.328
Oktober	31	8,03	17.019	6.783	23.802	5.398	7.962	13.361	0,56	0,98	10.735
November	30	2,36	24.260	9.557	33.817	5.224	5.052	10.276	0,30	1,00	23.555
Dezember	31	-1,65	30.779	12.268	43.047	5.398	3.615	9.014	0,21	1,00	34.035
Gesamt	365		215.887	85.369	301.256	63.563	116.740	180.303			160.354
nutzbare Gewinne:						52.355	88.547	140.902			

EKZ = 66,30 kWh/m²a

EKZ = 17,73 kWh/m³a

Ende Heizperiode: 10.05.

Beginn Heizperiode: 22.09.

Monatsbilanzverfahren HWB

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Standort: Referenzstandort (Referenzklima)

BGF [m²] = 2.418,68 L_T [W/K] = 1.910,46 Innentemp. [°C] = 20
 BRI [m³] = 9.046,66 L_V [W/K] = 756,14 q_{ih} [W/m²] = 3,75

Monate	Tage	Mittlere Außen- temperaturen [°C]	Transmissions- wärme- verluste [kWh/a]	Lüftungs- wärme- verluste [kWh/a]	Wärme- verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt- Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/ Verlust	Ausnutz- ungsgrad	Wärme- bedarf [kWh/a]
Jänner	31	-1,53	30.602	12.197	42.799	5.398	3.753	9.151	0,21	1,00	33.650
Februar	28	0,73	24.739	9.493	34.232	4.876	6.041	10.917	0,32	1,00	23.333
März	31	4,81	21.591	8.605	30.196	5.398	9.107	14.505	0,48	0,99	15.855
April	30	9,62	14.278	5.625	19.903	5.224	11.401	16.625	0,84	0,91	4.855
Mai	31	14,20	8.244	3.286	11.530	5.398	14.649	20.047	1,74	0,56	280
Juni	30	17,33	3.673	1.447	5.119	5.224	14.611	19.835	3,87	0,26	3
Juli	31	19,12	1.251	499	1.749	5.398	15.274	20.673	11,82	0,08	0
August	31	18,56	2.047	816	2.863	5.398	13.437	18.836	6,58	0,15	0
September	30	15,03	6.836	2.693	9.530	5.224	10.461	15.685	1,65	0,59	287
Oktober	31	9,64	14.726	5.869	20.595	5.398	7.408	12.806	0,62	0,97	8.214
November	30	4,16	21.788	8.583	30.372	5.224	3.882	9.107	0,30	1,00	21.277
Dezember	31	0,19	28.158	11.223	39.380	5.398	2.914	8.312	0,21	1,00	31.070
Gesamt	365		177.933	70.335	248.268	63.563	112.937	176.500			138.824
nutzbare Gewinne:						44.898	64.545	109.444			

EKZ = 57,40 kWh/m²a
 EKZ = 15,35 kWh/m³a

Monatsbilanzverfahren KB

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Standort: Alberschwende

BGF [m²] = 2.418,68

L_T [W/K] = 1.910,46

Innentemp.[°C] = 26

BRI [m³] = 9.046,66

q_{ic} [W/m²] = 7,50 f_{corr} = 1,40

Monate	Tage	Mittlere Außen- temperaturen [°C]	Transmissions- wärme- verluste [kWh/a]	Lüftungs- wärme- verluste [kWh/a]	Wärme- verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt- Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/ Verlust	Ausnutz- ungsgrad	Kühl- bedarf [kWh/a]
Jänner	31	-2,36	39.132	16.064	55.196	10.797	3.634	14.431	0,26	1,00	13
Februar	28	-0,72	33.302	13.162	46.464	9.752	5.348	15.100	0,32	1,00	38
März	31	2,69	32.171	13.207	45.377	10.797	8.208	19.005	0,42	0,99	164
April	30	6,62	25.886	10.503	36.389	10.449	7.509	17.957	0,49	0,99	317
Mai	31	11,09	20.579	8.448	29.027	10.797	8.983	19.780	0,68	0,95	1.305
Juni	30	14,16	15.817	6.418	22.235	10.449	8.805	19.254	0,87	0,89	2.863
Juli	31	16,26	13.435	5.515	18.951	10.797	8.927	19.724	1,04	0,82	4.908
August	31	15,50	14.492	5.949	20.442	10.797	8.581	19.378	0,95	0,86	3.768
September	30	12,71	17.744	7.200	24.944	10.449	7.170	17.618	0,71	0,95	1.319
Oktober	31	8,03	24.803	10.182	34.985	10.797	6.415	17.212	0,49	0,99	303
November	30	2,36	31.566	12.808	44.374	10.449	4.008	14.457	0,33	1,00	38
Dezember	31	-1,65	38.163	15.667	53.830	10.797	2.831	13.628	0,25	1,00	11
Gesamt	365		307.090	125.124	432.214	127.126	80.418	207.544			15.047

KB = 6,22 kWh/m²a

KB = 6.221 Wh/m²a

Monatsbilanzverfahren KB

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Standort: Referenzstandort (Referenzklima)

BGF [m²] = 2.418,68 L_T [W/K] = 1.910,46 Innentemp.[°C] = 26
BRI [m³] = 9.046,66 q_{ic} [W/m²] = 7,50 f_{corr} = 1,40

Monate	Tage	Mittlere Außen- temperaturen [°C]	Transmissions- wärme- verluste [kWh/a]	Lüftungs- wärme- verluste [kWh/a]	Wärme- verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt- Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/ Verlust	Ausnutz- ungsgrad	Kühl- bedarf [kWh/a]
Jänner	31	-1,53	37.991	5.255	43.246	0	3.046	3.046	0,07	1,00	0
Februar	28	0,73	31.498	4.357	35.855	0	4.935	4.935	0,14	1,00	0
März	31	4,81	29.242	4.045	33.287	0	7.474	7.474	0,22	1,00	1
April	30	9,62	21.875	3.026	24.901	0	7.166	7.166	0,29	1,00	3
Mai	31	14,20	16.284	2.253	18.536	0	9.368	9.368	0,51	0,99	94
Juni	30	17,33	11.579	1.602	13.180	0	9.478	9.478	0,72	0,96	529
Juli	31	19,12	9.494	1.313	10.808	0	9.844	9.844	0,91	0,90	1.402
August	31	18,56	10.267	1.420	11.687	0	8.400	8.400	0,72	0,96	467
September	30	15,03	14.650	2.027	16.677	0	6.533	6.533	0,39	1,00	16
Oktober	31	9,64	22.577	3.123	25.700	0	6.040	6.040	0,24	1,00	1
November	30	4,16	29.167	4.035	33.201	0	3.137	3.137	0,09	1,00	0
Dezember	31	0,19	35.618	4.927	40.545	0	2.322	2.322	0,06	1,00	0
Gesamt	365		270.242	37.382	307.623	0	77.743	77.743			2.512

KB* = 0,28 kWh/m³a
KB* = 277,71 Wh/m³a

Raumheizung - Eingabedaten

Allgemeine Daten

Art der Raumheizung dezentral

Wärmeabgabe

Wärmeabgabetyp Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiatoren, Einzelraumheizer

Systemtemperatur Heizung 70°/55° - Kleinflächige Abgabe

Regelfähigkeit Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät

Heizkostenabrechnung Individuelle Wärmeverbrauchsermittlung und Heizkostenabrechnung (Fixwert)

Wärmeverteilung

	gedämmt	Verhältnis Dämmstoffdicke zu Rohrdurchmesser	Dämmung Armaturen	Leitungslänge [m]	Längen lt. Default
Verteilleitungen				100,38	
Steigleitungen				193,49	
Anbindeleitungen	Ja	2/3	Nein	1.354,46	

Wärmespeicher kein Wärmespeicher vorhanden

Wärmebereitstellung

Bereitstellungssystem Nah-/Fernwärme

Betriebsweise gleitender Betrieb

Nennwärmeleistung 500,00 kW

Hilfsenergie - elektrische Leistung

Umwälzpumpe 191,06 W Defaultwert

Warmwasserbereitung - Eingabedaten

Allgemeine Daten

Art der Warmwasserb. dezentral
Heizperiode getrennt von Wärmebereitschaftssystem Raumheizung

Wärmeabgabe

Heizkostenabrechnung Individuelle Wärmeverbrauchsermittlung und Heizkostenabrechnung (Fixwert)

Wärmeverteilung ohne Zirkulation

	gedämmt	Verhältnis Dämmstoffdicke zu Rohrdurchmesser	Leitungslänge [m]	Längen lt. Default
Verteilleitungen			0,00	
Steigleitungen			0,00	
Stichleitungen	Ja	3/3	386,99	Material Stahl (Fix) 2,42 W/m

Wärmespeicher

Art des Speichers direkt elektrisch beheizter Speicher mit Elektropatrone
Standort konditionierter Bereich
Baujahr Ab 1994
Nennvolumen 10 l freie Eingabe des Nennvolumens

Wärmebereitstellung

Bereitstellungssystem Stromheizung

Heizenergiebedarf

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Heizenergiebedarf - HEB - GESAMT

Heizenergiebedarf (HEB) 189.895 kWh/a

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB) 6.769

Heizwärmebedarf - HWB

Transmissionswärmeverluste	215.887
Lüftungswärmeverluste	85.369
Wärmeverluste	301.256 kWh/a
Solare Wärmegewinne	88.547
Innere Wärmegewinne	52.355
Wärmegewinne	140.902 kWh/a
Heizwärmebedarf	160.354 kWh/a

Warmwasserbereitung - WWB

Wärmeenergie

Warmwasserwärmebedarf (WWWB)	22.772
Verluste der Wärmeabgabe	605
Verluste der Wärmeverteilung	1.058
Verluste des Wärmespeichers	678
Verluste der Wärmebereitstellung	114
Verluste Warmwasserbereitung	2.455 kWh/a

Hilfsenergie

Energiebedarf Wärmeverteilung	0
Energiebedarf Wärmespeicherung	0
Energiebedarf Wärmebereitstellung	0
Summe Hilfsenergiebedarf	0 kWh/a

HEB - Warmwasser 25.226 kWh/a

HTEB - Warmwasser 2.455 kWh/a

Heizenergiebedarf

08-031 Volksschule ALBERSCHWENDE OIB

Raumheizung - RH

Wärmeenergie

Verluste der Wärmeabgabe	3.942
Verluste der Wärmeverteilung	33.184
Verluste des Wärmespeichers	0
Verluste der Wärmebereitstellung	3.228

Verluste Raumheizung	40.354 kWh/a
-----------------------------	---------------------

Hilfsenergie

Energiebedarf Wärmeabgabe	0
Energiebedarf Wärmeverteilung	62
Energiebedarf Wärmespeicherung	0
Energiebedarf Wärmebereitstellung	0

Summe Hilfsenergiebedarf	62 kWh/a
---------------------------------	-----------------

HEB - Raumheizung	164.607 kWh/a
--------------------------	----------------------

HTEB - Raumheizung	4.253 kWh/a
---------------------------	--------------------

Zurückgewinnbare Verluste

Raumheizung	-36.221
Warmwasserbereitung	-1.896

Alberschwende Hauptschule

PROJEKTANALYSE : tageslichtabhängige Dimmung in KLASSEN u. SONDERRÄUMEN :

VERWENDETE LEUCHTEN		
		Einzelpreis
Zumtobel SLOT Einbauleuchte 1/49 Watt	Standard	€ 171
Zumtobel SLOT Einbaul. 1/49 Watt dimmbar	dimmbar	€ 209
Lichtsensor zur Tageslichtmessung inc	mit verdrahtung	€ 250

MEHRKOSTEN GESAMT

Differenz Mehrpreis Dimmbare Lichtleisten			15.580,00		
Tageslichtsensoren			6.500,00		
Pauschale zusatzverdrahtung u. Zubehör			5.000,00		
Gesamtmehrkosten auf das Projekt			27.080,00		

ZUSAMMENFASSUNG/GEGENÜBERSTELLUNG:

	STANDARD			dimmbare	
	AUSFÜHR.			VARIANTE	
LEUCHTENANZAHL	410	Stk		410	Stk
ANSCHLUSSWERT	20.090,00	Watt		20090,00	Watt
BETRIEBSSTUNDEN pro JAHR	1.540,00	Stunden		1540,00	Stunden
ENERGIEVERBRAUCH pro JAHR	30938,6	kWh		15469,3	kWh
ENERGIEKOSTEN pro JAHR	3.403,25	EUR		1701,62	EUR
LAMPENWECHSELKOSTEN	1.000,00	EUR		400,00	EUR
BETRIEBSKOSTEN gesamt pro Jahr	4.403,25	EUR		2101,62	EUR

Einsparung Energieverbrauch pro Jahr	15.469,30 kWh
Einsparung Betriebskosten pro Jahr	2.301,62 EUR

AMORTISATIONSZEIT 11,77 Jahre

- >Durch die Tageslichtsteuerung wird eine Energieeinsparung als Erfahrungswert 50 % berücksichtigt.
- >Verzinsung des Investitionskapitales u.diverse Energiepreiserhöhungen s. in der Kalkulation nicht berücksichtigt
- > Verzinsung und Energiepreis sind Faktoren die sich teilweise kompensieren !
- > Standard Leuchtenlebensdauer werden mindestens 20 Jahre angesetzt
- >Durch das dimmbare Vorschaltgerät und "Soft start" ist eine höhere Lampenbrenndauer gegeben

Raumbezeichnungen in denen eine tageslichtabhängige Abdimmung sinnvoll ist

Nicht sinnvoll in Gängen, Nebenräumen, WC,Kleinbüros

Die variabel zuschaltbaren Tafelleuchten werden nicht gedimmt

DETAILAUFSTELLUNG: Ausgeführte RÄUME der HAUPTSCHULE						
	Fläche in M2	Leuchtenanzahl 49 Watt	Anzahl Lichtsensor	Kosten Standard	Kosten dimmbare Leuchte mit volldigitalem Vorschaltgerät	Kosten Lichtsensor mit Installation
KELLERGECHOSS						
UG Klasse 1	69,00	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
UG Offene Klasse	136,00	22,00	1,00	3.762,00	4598,00	250,00
UG Klasse 2	71,00	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
UG Werkraum Metall	71,00	14,00	1,00	2.394,00	2926,00	250,00
UG Werkraum Holz	82,90	14,00	1,00	2.394,00	2926,00	250,00
UG Textiles Werken	58,90	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
UG Gymnastikraum	142,00	22,00	1,00	3.762,00	4598,00	250,00
UG Nachmittagsbetreuung	67,80	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
ERDGESCHOSS						
EG Klasse 4	70,60	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
EG Klasse 5	71,30	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
EG Offene Klasse	136,00	22,00	1,00	3.762,00	4598,00	250,00
EG Konferenzzimmer	76,40	14,00	1,00	2.394,00	2926,00	250,00
EG Pausenhalle	266,50	25,00	1,00	4.275,00	5225,00	250,00
EG Musiksaal	78,00	14,00	1,00	2.394,00	2926,00	250,00
EG Reserve Mittagsbetreuung	51,70	10,00	1,00	1.710,00	2090,00	250,00
OBERGESCHOSS 1						
OG1 Klasse 6	70,60	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
OG1 Klasse 8	71,30	12,00	1,00	2.052,00	2508,00	250,00
OG1 offene Klasse	138,00	22,00	1,00	3.762,00	4598,00	250,00
OG 1 Klasse west	76,50	14,00	1,00	2.394,00	2926,00	250,00
OG1 Küche/Essen	96,00	16,00	1,00	2.736,00	3344,00	250,00
OG 1 Klasse süd	76,50	14,00	1,00	2.394,00	2926,00	250,00
OG 1 Aufenthalt Stiegenhaus	165,00	25,00	1,00	4.275,00	5225,00	250,00
OG1 Physik	74,70	16,00	1,00	2.736,00	3344,00	250,00
OG 1 Labor	44,00	10,00	1,00	1.710,00	2090,00	250,00
OG 1 Zeichensaal	76,00	16,00	1,00	2.736,00	3344,00	250,00
OBERGESCHOSS 2						
OG 2 Bibliothek	170,00	24,00	1,00	4.104,00	5016,00	250,00
GESAMTSUMME HAUPTSCHULE						
		410	26,00	70.110,00	85.690,00	6500,00

10.2.09 MEUSBURGER

:

Alberschwende Hauptschule

PROJEKTANALYSE PHOTOVOLTAIKANLAGE

Verwendete Kollektoren

für Wandmontage	205 Watt p	Kyocera Solar	Typ KD 205 GH-2PU	990 mmx1500mm
für Flachdachmontage	135 Watt p	Kyocera Solar	Typ KD 135 GH-2PU	668 mmx1500mm

1) INVESTITIONSKOSTEN PHOTOVOLTAIKANLAGE:

		installierte Leistung in kW p	Anzahl Solarmodule	Gesamtfläche Solarmodule in m²	Einheitspreis EUR pro kWp	Gesamtpreis in EUR
a)	Solarmodule Wandmontage	8,2	40	60 m²	4800	39.360,00
b)	Solarmodule Flachdachmontage	8,2	60	60 m²	4400	36.080,00
c)	Wechserichter für Einspeisung					5.000,00
d)	Schaltschrank und Steigleitungen					2500,00
Gesamtkosten auf das Projekt netto					EUR	82.940,00

2) Kalkulierter Energieertrag pro Jahr

a) Kollektor Flachdachmontage

Durchschnittliche Nutzeneenergie	1000	kWh pro Kilowatt und Jahr
erzeugte Energie pro Jahr	8.200,00	Kwh

a) Kollektor Wandmontage (geringerer Wirkungsgrad da schlechterer Einfallswinkel)

Durchschnittliche Nutzeneenergie	750	kWh pro Kilowatt und Jahr
erzeugte Energie pro Jahr	6.150,00	Kwh

GEAMTENERGIEMENGE pro Jahr	14.350,00	kWh
Einspeisetarif derzeit	0,42	EUR / kWh

Gesamteinspeisetarif pro Jahr	6.027,00	EUR (Stand 2008)
--------------------------------------	-----------------	-------------------------

Bemerkungen:

- > Garantierte Lebensdauer der verwendeten Kollektoren 22 Jahre
- > Der garantierte Einspeisetarif ist für 2009 noch nicht festgelegt(0,42 EUR/kWh gelten für 2008)
- > Liefervertrag wird nur auf 12 Jahre gewährt ! Nach Vertragsablauf Stromtarif ca.0,1 EUR /Kwh)

10.2.2009 Meuburger

Variante 1: Betriebs- und Energiekostenberechnung DEZENTRALE Lüftungsanlagen VS Alberschwende - Schultrakt Bestand

	Nutzungs- dauer	Instand- haltung	Investitions- kosten	Kapitalgeb. Kosten	Instandhaltungs Kosten	Betriebsge- bundene Kosten
Anlagenkomponenten	Jahre	% p.a.	Euro netto	Euro netto p.a. Zinssatz 4%	Euro netto p.a.	Euro netto p.a.
Lüftungsanlage	20	0,5%	126.870,00	9.335,32	634,35	
Summen				9.335,32	634,35	
Betriebskosten jährlich						
Lüfterstrom für Ventilatoren in Dezentralgeräte: Stufe 2 = 9 Geräte * 450m³/h; 1 Gerät 1200m³/h; 2 Geräte 150m³/h x 0,35 Wh/m³ = 2,0 kW Gleichzeitigkeit 80% - je nach Klassenbelegung = 1,55kW	Annahme: Anlage läuft im Mittel an 40 Wochen/a (200 Tage) und 40h/Woche (5Tage a`8h) auf Stufe 2 -> 1,55kW x 200 Tage a` 8h = 2500 kWh/a; durschn. Strompreis = 0,15 €/kwh					375,00
elektrische Frostschutzheizung 500W	Annahme: Nachheizung an ca. 200h/a -> 11 Geräte * 0,5 kW * 200h/a= 1.100 kWh					165,00
Wartungskosten	Filterwechsel: 12 Geräte mit 2 Filter a` 50 Euro/ST. Wechsel 1x pro Jahr -> 1.200 EUR Brandschutzklappen: Wartung und Inspektion: 3 ST* 60 EUR/pro Jahr= 180 EUR Reinigung Luftkanalnetz: alle 3 Jahre. Aufwand 2 Mann x 1 d a`8h a`40€/h= 2x3x8x40/3= 213 €/a Lüftungsmonteur 10h/Jahr a`55 EUR= 550 EUR					2.140,00
Summe jährliche Betriebskosten						2.680,00
Zusammenfassung Jahresbetriebskosten						
Summe Nettokosten je Betriebsjahr in EUR						12.649,67

Variante 2: Betriebs- und Energiekostenberechnung ZENTRALE Lüftungsanlagen VS Alberschwende - Schultrakt Bestand

	Nutzungs- dauer	Instand- haltung	Investitions- kosten	Kapitalgeb. Kosten	Instandhaltungs Kosten	Betriebsge- bundene Kosten
Anlagenkomponenten	Jahre	% p.a.	Euro netto	Euro netto p.a. Zinssatz 4%	Euro netto p.a.	Euro netto p.a.
Lüftungsanlage	20	0,2%	133.971,00	9.857,82	267,94	
Summen				9.857,82	267,94	
Betriebskosten jährlich						
Lüfterstrom für Ventilatoren im Zentralgerät: Nennbetrieb = 1 Gerät * 5.000m3/h x 0,6 Wh/m³ = 3,0 kW 1 Gerät * 1.200m3/h x 0,35 Wh/m³ = 0,42 kW	Annahme: Anlage laufen im Mittel an 40 Wochen/a (200 Tage) und 40h/Woche (5Tage a`8h) im Nennbetreib -> 3,42kW x 200 Tage a` 8h = 5.500 kWh/a; durschn. Strompreis = 0,15 €/kwh = 825.- EUR					825,00
Wartungskosten	Filter: 2 Geräte mit 2 Filter a` 50 Euro/ST. Wechsel zwei Mal pro Jahr -> 2*2*50*2= 400.-EUR Brandschutzklappen: Wartung und Inspektion: 20 ST* 60 €/pro Jahr= 1.200 € Reinigung Luftkanalnetz: alle 3 Jahre. Aufwand 2 Mann x 4 d a`8h a`40€/h= 2x4x8x40/3= 840 €/a Lüftungsmonteur 15h/Jahr a`55 EUR = 825,- EUR					3.265,00
Summe jährliche Betriebskosten						4.090,00
Zusammenfassung Jahresbetriebskosten						
Summe Nettokosten je Betriebsjahr in EUR						14.215,76

Messbericht



Berichtsnummer: 090703-087

Projektnummer: 08/031

Auftrag: Akustische Messungen zur Beurteilung der Lüftungsgeräusche in der Musterklasse

Objekt: Musterklasse der VS Alberschwende

Auftragsdatum: Juni 2009

Auftraggeber: Gemeinde Alberschwende Immobilienverwaltungs GmbH & Co. KEG, Hof 3, 6861 Alberschwende

Bearbeitet durch: **S P E K T R U M**
Zentrum für Umwelttechnik & -management
Gesellschaft mbH
DI Dr. Karl Torghele

Dornbirn, 03.07.2009 DI Dr. Karl Torghele
Allgemein beeideter und
gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

INHALT

<u>1</u>	<u>SACHVERHALT</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>ARBEITSUNTERLAGEN</u>	<u>5</u>
<u>3</u>	<u>METHODIK</u>	<u>5</u>
3.1	MESSGERÄTE	5
3.2	MESSVERFAHREN	5
3.3	EICHUNG	5
3.4	KALIBRIERUNG	6
<u>4</u>	<u>MESSUNG UND BEURTEILUNG</u>	<u>6</u>
4.1	NACHHALLZEIT	6
4.2	MESSDATEN	7
4.3	BEWERTUNGSKURVEN	9
4.4	AUSWERTUNG UND BEURTEILUNG GEMÄß DEN BEHÖRDLICHEM BESCHEID	10

1 SACHVERHALT

Gemäß behördlichen Auflagen ist der durch den Betrieb der Komfort-Lüftung verursachte Schallpegel in den Klassen in Anlehnung an die B 8115-2 mit

$$L_{A,eq} \leq 30 \text{ dB}$$

$$L_{C,eq} \leq L_{A,eq} + 20 \text{ dB}$$

beschränkt.

In der Musterklasse in ein dezentrales Lüftungsgerät (Fa. Drexel & Weiss) eingebaut.

Es werden Messungen zum Schalldruckpegel in der Klasse durchgeführt, um zu beurteilen, ob die geforderten Werte eingehalten werden können, oder allenfalls Verbesserungsmaßnahmen erforderlich sind.

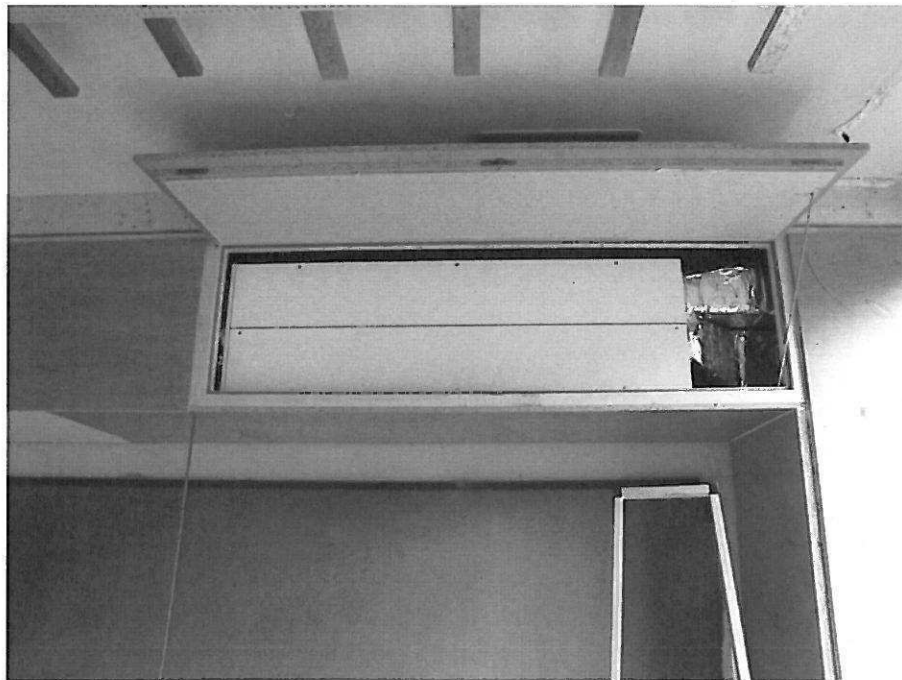


Foto 1: Einbausituation der Lüftungsanlage in der Musterklasse VS Alberschwende (Einhausung; GK-Platte 12 mm, Holzwerkstoffplatte 19 mm).



Foto 2: Einbausituation der Lüftungsanlage in der Musterklasse VS Alberschwende (Einhausung; GK-Platte 12 mm, Holzwerkstoffplatte 19 mm).



Foto 3: Einbausituation der Lüftungsanlage in der Musterklasse VS Alberschwende (Lüftungsauslass).

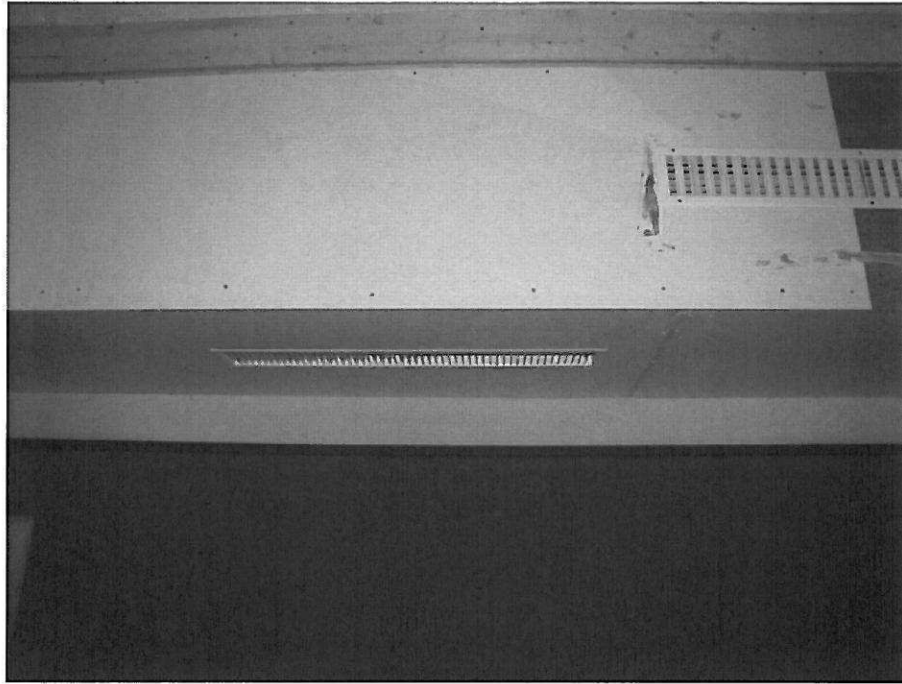


Foto 4: Einbausituation der Lüftungsanlage in der Musterklasse VS Alberschwende (Absaugung).

2 ARBEITSUNTERLAGEN

- ÖNORMEN B 8115-2
- ÖNORM S 5102
- VDI 2081

3 METHODIK

3.1 Messgeräte

- Echtzeit Frequenzanalysator Typ 2260, Brüel & Kjær
- Geeichte Freifeldmikrophone Brüel & Kjær

3.2 Messverfahren

- Anlagengeräusche gemäß ÖNORM S 5102

3.3 Eichung

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Abteilung E3

3.4 Kalibrierung

Der gesamte Messaufbau wurde direkt vor der Messung mit dem Schallkalibrator Typ 4231 von Brüel & Kjær kalibriert.

4 MESSUNG UND BEURTEILUNG

Die Messung findet am 29.06.2009 nach 20h00 statt, da während des Tages die Messungen durch den Verkehrslärm soweit gestört werden, dass keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden können.

Die Auswertung und Beurteilung der Messdaten erfolgt unter Berücksichtigung der Fremdgeräuschpegel (soweit dies möglich ist) sowie unter Berücksichtigung der raumakustischen Eigenschaften.

4.1 Nachhallzeit

Zur Standardisierung der gemessenen Schalldruckpegel werden Nachhallzeitmessungen im raumakustisch relevanten Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 4000 Hz durchgeführt. Die Nachhallzeiten werden in der Ermittlung der standardisierten Schallpegel je Terzband berücksichtigt.

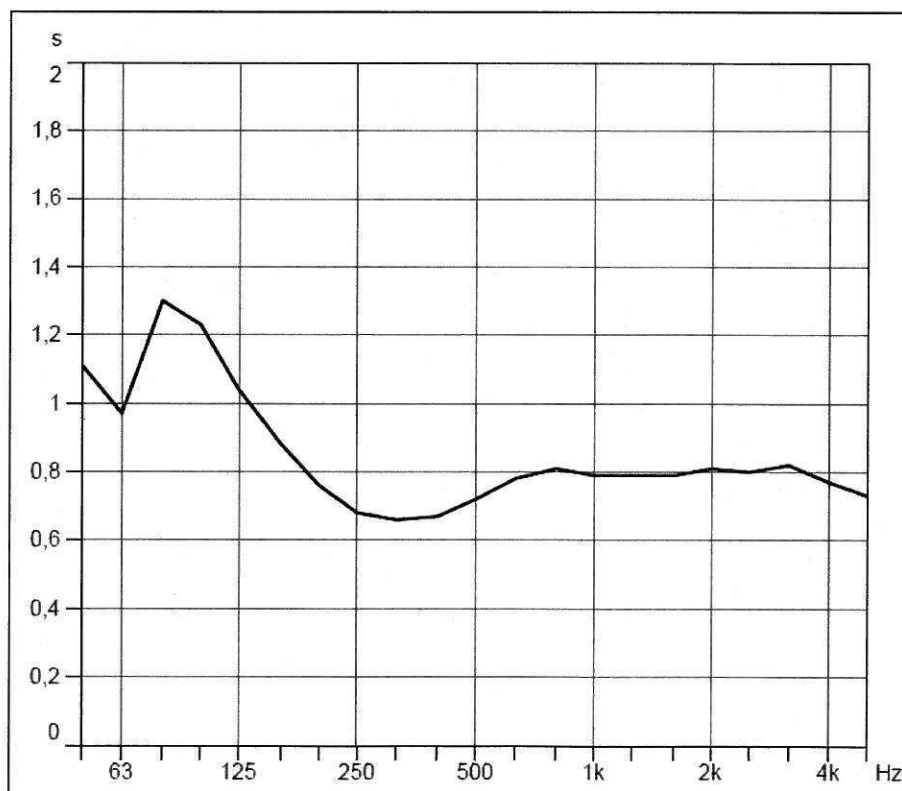


Abbildung 1: Verlauf der Nachhallzeit in der Klasse (ohne Möblierung, Akustikdecke teilweise fertig gestellt).

4.2 Messdaten

Das Anlagegeräusch ist durch ein gleichbleibendes Dauergeräusch (Rauschen) charakterisiert. Aufgrund der Lage der Musterklasse werden die Messwerte durch den Straßenlärm überlagert. Die Messungen werden daher nach 20h00 durchgeführt.

Die Messwerterfassung erfolgt über einen ausreichend langen Zeitraum, sodass anhand des Zeit-Pegeldiagramms ein geeignetes Zeitfenster für die Beurteilung mit ausreichend geringem Fremdgeräuschanteil ausgewertet werden kann.

Schalldruckpegel

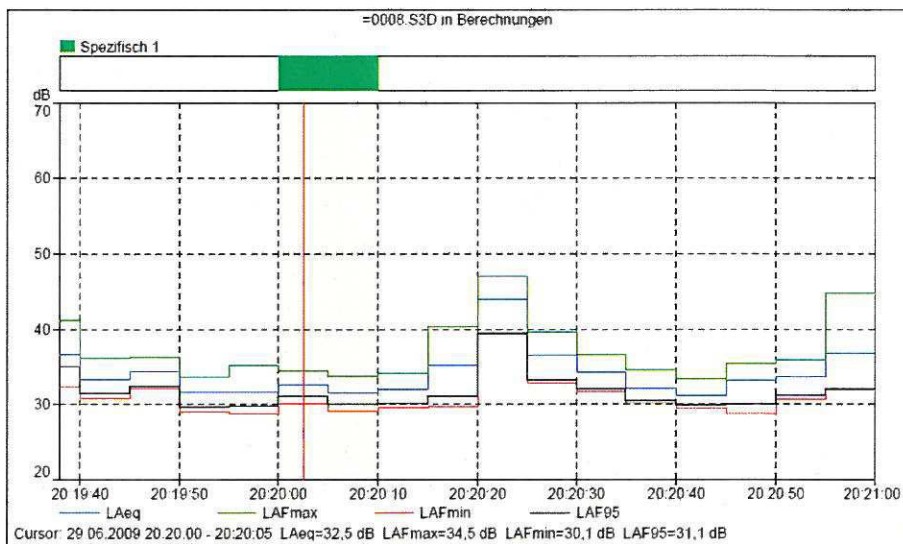


Abbildung 2: Die Auswertung der Messungen erfolgt in einem Zeitfenster, wo der Verkehrslärm die Messung möglichst wenig beeinträchtigt. Da das Lüftungsgeräusch weitgehend gleichbleibend ist, sollte ein möglichst geringe Differenz zwischen $L_{A,95}$ und $L_{A,eq}$ zu erwarten sein. Die Auswertung erfolgt im grau markierten Zeitfenster.

Name	Startzeit	Bemerkungen	LAeq [dB]	LAFmax [dB]	LAFmin [dB]	LAF95 [dB]
Gesamt	29.06.2009 20:19:38		35,7	47,0	28,7	30,3
Unmarkiert	29.06.2009 20:19:38		36,0	47,0	28,7	30,4
(Alle) Spezifisch 1	29.06.2009 20:20:00		32,0	34,5	29,1	30,2
Spezifisch 1	29.06.2009 20:20:00		32,0	34,5	29,1	30,2

Abbildung 3: Auswertung des A-bewerteten Schalldruckpegels ohne Berücksichtigung der raumakustischen Eigenschaften

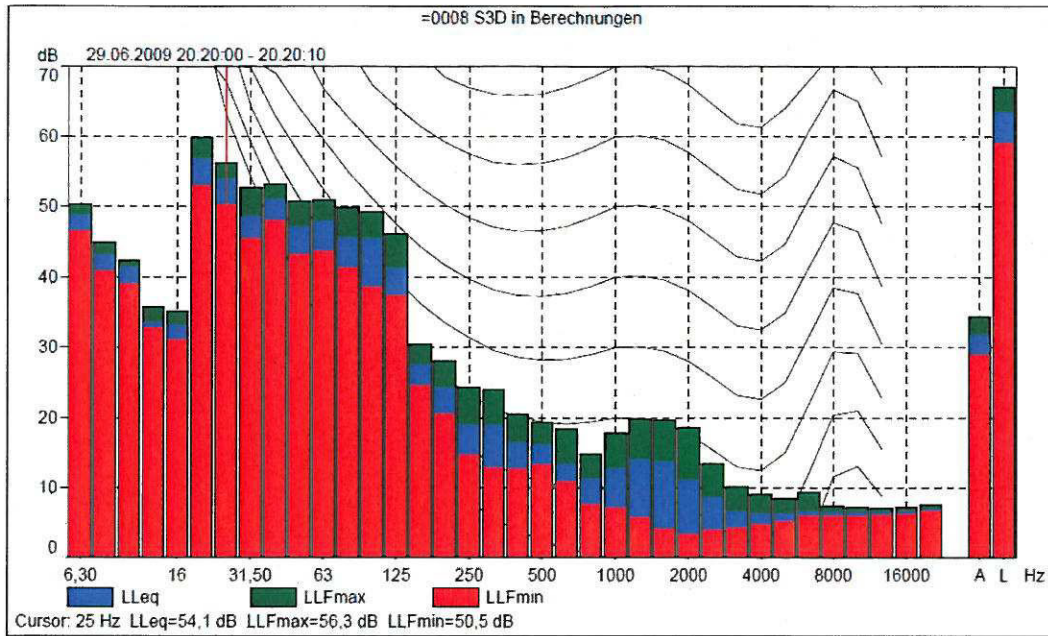


Abbildung 4: Terzbandanalyse der linear bewerteten Schallpegel

Es zeigt sich, dass die höchsten (unbewerteten) Schallpegel in den Terzbändern unter 63 Hz liegen.

Unter Berücksichtigung der Isophonenlinien zeigt sich, dass die Terzbänder um 100 Hz die Hörsamkeit der Lüftungsanlage bestimmen

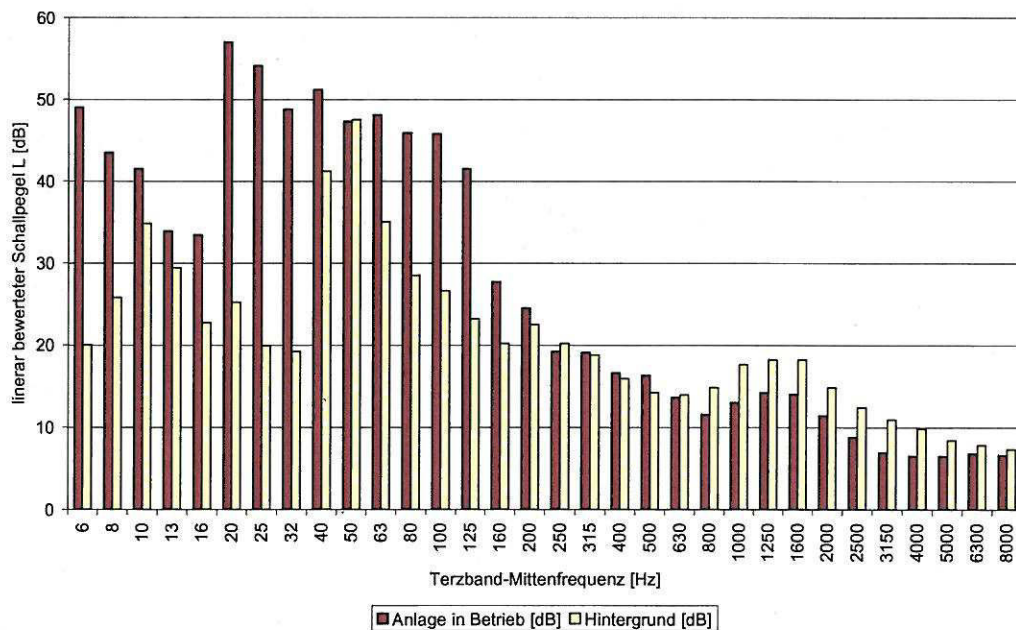


Abbildung 5: Vergleich der gemessenen Schalldruckpegel in Musterklasse bei Anlage in Betrieb bzw. außer Betrieb für den Frequenzbereich von 6,5 bis 8.000 Hz. Für Frequenzbereiche unter 63 Hz sind keine anlagenspezifischen akustischen Daten definiert.

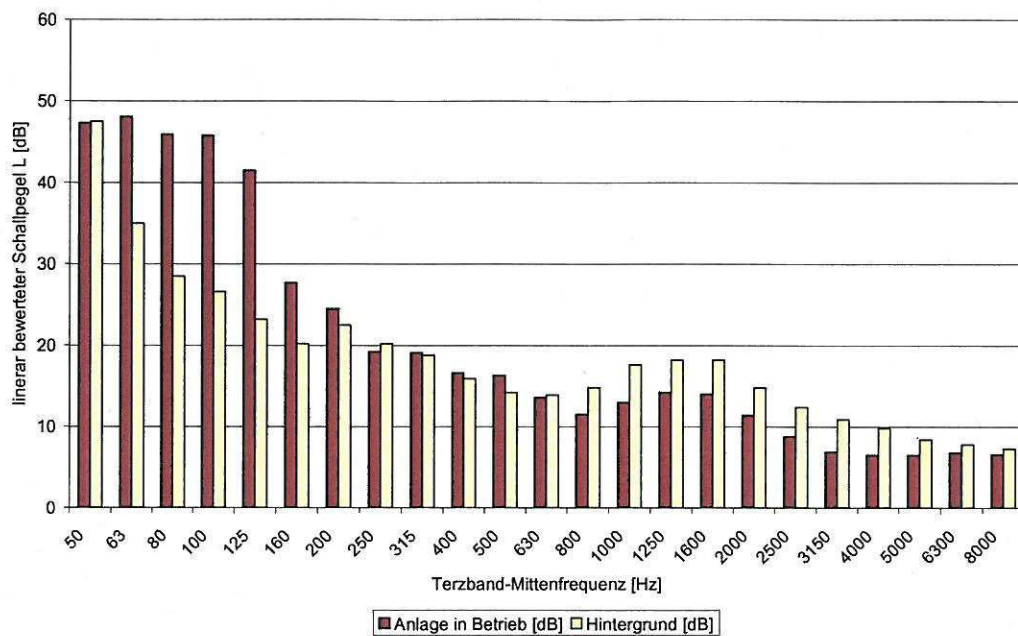


Abbildung 6: Vergleich der gemessenen Schalldruckpegel in Musterklasse bei Anlage in Betrieb bzw. außer Betrieb für den Frequenzbereich von 50 Hz bis 8.000 Hz. In diesem raumakustisch relevanten Frequenzbereich sind akustische Daten zur Lüftungsanlage definiert.

Im tieffrequenten Bereich zwischen 63 Hz und 150 Hz wird der Schallpegel durch den Betrieb markant angehoben. Frequenzbereichen über 400 Hz wird der Schallpegel durch Außengeräusche (Verkehrslärm) bestimmt.

4.3 Bewertungskurven

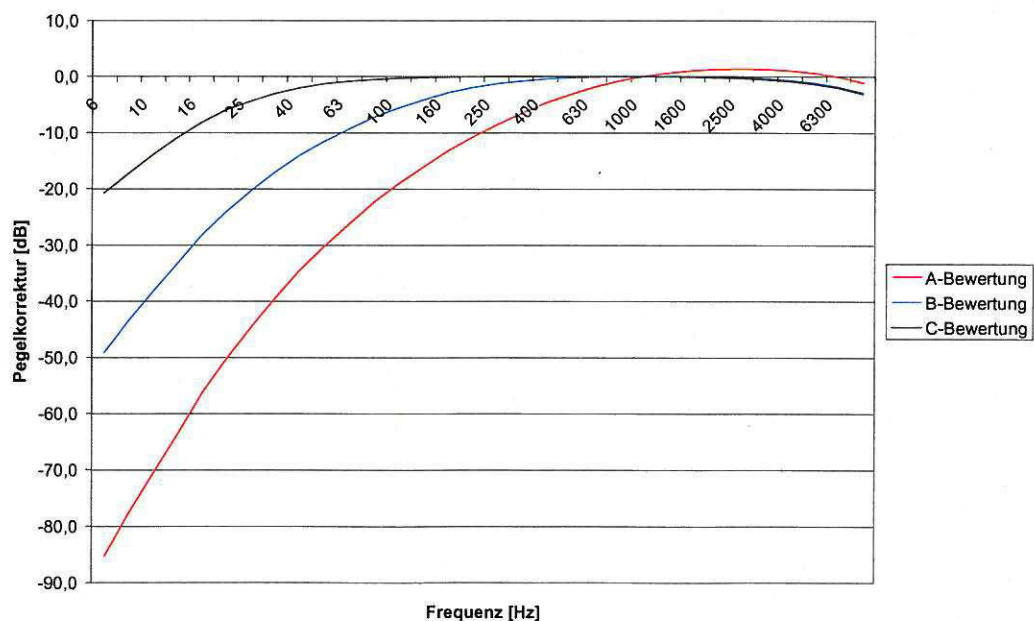


Abbildung 7: Bewertungskurven für A-, B- bzw. C-Bewertung

4.4 Auswertung und Beurteilung gemäß den behördlichem Bescheid

	$L_{C,nT}$ [dB]	$L_{A,nT}$ [dB]
6,5 - 8.000 Hz	53,6	28,7
50- 8000 Hz	49,1	28,6

Abbildung 8: Die Auswertung der Schalldruckpegel $L_{A,eq}$ und $L_{C,eq}$ ⁱ
 Für die Bestimmung des C-bewerteten Schalldruckpegels wirken sich tiefe Frequenzen maßgeblich aus. Im konkreten Fall unterscheidet sich die C-Bewertung unter Berücksichtigung des gesamten Frequenzbereichs im Vergleich zum raumakustisch relevanten Frequenzbereich ab 50 Hz um 5,4 dB.

Die Auswertung zeigt, dass unter Berücksichtigung der Frequenzen unter 50 Hz die Anforderungen zum A-bewerteten Schalldruckpegel eingehalten werden. Hinsichtlich des C-bewerteten Schallpegels werden die Anforderungen nur eingehalten werden, wenn die Auswertung auf den raumakustisch relevanten Bereich über 50 Hz beschränkt wird, ansonsten ist eine Überschreitung der Anforderung gegeben.

Aus bauphysikalischer Sicht wird die akustische Störung durch die gemessenen Schallpegel unter 50 Hz als unkritisch eingestuft. (vgl. NR-Bewertung).

4.4.1 Kommentare zur C-bewerteten Messung

- Die Pegel in den Terzbandbereichen unter 50 Hz sind nach Ansicht des Gutachters maßgeblich durch geometrisch bedingte Eigenschwingungen des Klassenraums bestimmt.
- Akustische Kenndaten der Lüftungsanlage sind nur im raumakustisch relevanten Bereich über 50 Hz (Technisches Datenblatt mit Schalleistungspegelangaben für Auslässe und Geräte ab 63 Hz) definiert.
- Die hörbaren Komponenten der Anlagengeräusche sind durch die Schallpegel im Bereich um 100 Hz bestimmt. Dies kann aus der NR-Bewertung gemäß VDI 2081 abgeleitet werden.

ⁱ Die Ermittlung des $L_{C,eq}$ erfolgt auf Basis der Terzbandmittenpegel unter Anwendung der C-Korrekturwerte.

Schulklasse Alberschwende 090629

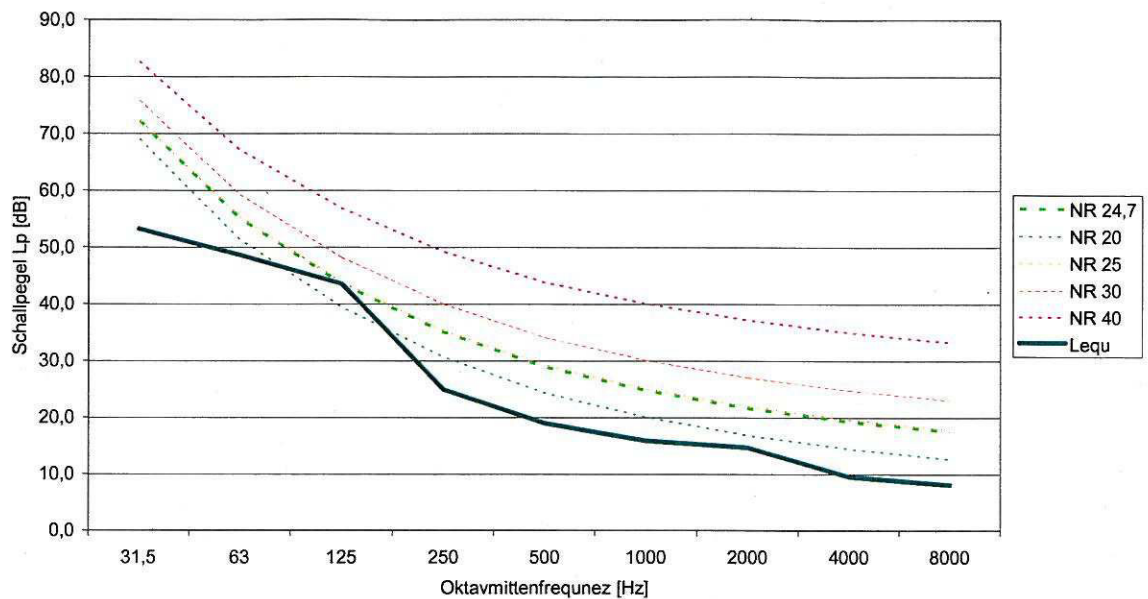


Abbildung 9: Auswertung des anlagenbedingten Schallpegel
NR25 wird eingehalten. Der NR-Wert wird durch die Beiträge bei 100 bis 150 Hz bestimmt.

Die NR-Bewertung zeigt, dass für die akustische Störung die Frequenzen um 100 Hz maßgeblich sind. Die Anforderungen an die A-bewerteten Schallpegel werden zwar eingehalten. Aus bauakustischer Sicht wird aber dennoch empfohlen, zur Verbesserung der anlagenbedingten Schallpegel, ein im Bereich um 100 Hz wirksamerer Schalldämpfer sowohl für die Zu- wie auch die Abluft einzusetzen. Gemäß Angaben des Haustechnikplaners liegt in diesen Terzbandbereichen ein Verbesserungspotenzial von etwa 4 dBⁱⁱ.

Dornbirn, am 03.07.2009


DI Dr. Karl Torghele
Allgemein beeideter und
gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

ⁱⁱ Die $L_{C,eq}$ -Bewertung wird dadurch praktisch nicht verändert. Unter Berücksichtigung der Frequenzen unter 50 Hz bliebe weiterhin eine Überschreitung des $L_{C,eq}$ -Kriteriums bestehen.

IMPRESSUM

Verfasser

Energieinstitut Vorarlberg

Josef Burtscher
Stadtstrasse 33 / CCD, 6850 Dornbirn
Tel. +43 / (0)5572 / 31 202
Fax: +43 / (0)5572 / 31 202-4
E-Mail: info@energieinstitut.at

Projektpartner

- P1. Spektrum Zentrum für
Umwelt und -management Gmbh
- P2. Planungsteam E-Plus
Kalthier&Krauß OEG
- P3. Architektur Jürgen Hagspiel

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH