

NEUE ENERGIEN – 2020

Endbericht - Tätigkeitsbericht

Programmsteuerung:
Klima und Energiefonds

Programmabwicklung:
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

1 Projektdaten

Kurztitel	Dessa 2020	
Langtitel	Demonstrationsvorhaben Sanierung Schule Alberschwende	
Projektnummer	818874	
Programm/Programmlinie	Neue Energien 2020, 1. Ausschreibung	
Antragsteller	Energieinstitut Vorarlberg, DI Sabine Erber	
Projektpartner	P1: Spektrum Zentrum für Umwelt und –management Gmbh P2:Planungsteam E-Plus Kaltheier&Krauß OEG P3: Architektur Jürgen Hagspiel	
Projektstart u. Dauer	Projektstart: 13.10.2008	Dauer: 12 Monate
Berichtszeitraum	Von 13.10.2008 bis 30.09.2009	
Synopsis: Die Volks- und Hauptschule Alberschwende aus den Jahren 1964 und 67 wird 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. Im Februar 2009 wurde ein Antrag zum Demonstrationsbauvorhaben vorgezogen eingereicht um im Bauablauf integriert zu bleiben. Dieser Antrag wurde negativ beschieden.		

Inhaltsverzeichnis

1	Projektdaten	2
2	Technisch-wissenschaftliche Beschreibung der Arbeit	4
2.1	Projektabriss	4
	Ausgangssituation	4
	Zielsetzung	4
	Methodik	5
	Ausblick und Resümee	5
2.2	Inhalte und Ergebnisse des Projektes	6
2.2.1	Ausgangssituation/Motivation des Projektes	6
2.2.2	Zielsetzungen des Projektes	8
2.2.3	Durchgeführte Arbeiten im Rahmen des Projektes und ihre Ergebnisse	9
2.2.4	Beschreibung der evt. Schwierigkeiten bei Erreichung der geplanten Ziele	15
2.2.5	Beschreibung der „Highlights“ des Projektes	16
2.2.6	Beschreibung und Begründung der Unterschiede zum Projektantrag	17
2.3	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen	17
2.4	Arbeits- und Zeitplan	19
2.5	Literaturliste	20
2.6	Internethnachweis	20
2.7	Anhänge	21
3	Unterschrift	22

2 Technisch-wissenschaftliche Beschreibung der Arbeit

2.1 Projektabriss

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 hinaus gehende Ziele formuliert und in Teilbereichen der Schule den 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.

Methodik

Da alle Projektpartner der Studie am Bauablauf beteiligte Fachingenieure sind, war es möglich und sinnvoll die in der Studie vertieften Themen, angelegt an die interdisziplinäre Fachplanung bei energieeffizienten Gebäuden vorzunehmen.

Planungsvarianten und Kosten wurden vom Architekten entwickelt, Bauteileigenschaften, Energiekennzahlen und ökologische Qualitäten vom Bauphysiker bestimmt, PHPP und Lüftungsplanung vom Haustechnikfachplaner vorgenommen und alle Ergebnisse vom Energieinstitut zusammengeführt und die Planertreffen organisiert. Die errechneten Daten wurden jeweils elektronisch weitergesandt, weiterverarbeitet und dann im Energieinstitut gesammelt.

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.

2.2 Inhalte und Ergebnisse des Projektes

2.2.1 Ausgangssituation/Motivation des Projektes

Bestandsdokumentation (Arbeitspaket 1)

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. (Anlage 1 Entwurfsplan VS)

Die Hauptschule liegt nördlich der Erschließungsstrasse auf dem Flurstück 25/3 und gliedert sich ebenfalls in zwei unterschiedliche Bereiche. Gegenüber der 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. (Anlage 2 Entwurfsplan HS)

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 60ger Jahre mit vorgelagertem Erschließungsgang mit großen Fenstern und schmalen Pfeilern, die sich auf der gegenüberliegenden Fassade in den Klassenzimmer entsprechen.

Neue Energien 2020 1. Ausschreibung

Klima und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Der Pausenraum liegt entlang der Erschließungsstraße im eingeschossigen Flachdachgebäude. Im Untergeschoss befindet sich ein Kindergarten und Werkräume. In der Sanierung sind keine Veränderungen des Schultyps geplant. Es handelt sich um optische und energetische Verbesserungen. (Anlage 3 Entwurf VS EG)

Die Hauptschule entspricht mit ihrem Klassentrakt mit Satteldach der Volksschule. Durch Ausnutzung der Hanglage sind hier jedoch im Untergeschoss Klassenräume möglich. Die typische 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 80er 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. (Anlage 4 Entwurf 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 Ziegeln. 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. (Anlage 5 PHPP VS Bestand)

Z.B die Sichtbetonbrüstungen erreichen durch einen 5 cm starken Heraklithstreifen im Inneren im Bestand noch einen U-Wert von $0,753 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ oder die Putzflächen mit Stahlbetonstützen und Ausmauerungen durch eine 6 cm starke Schicht vorhandenes Styropor einen U-Wert von $0,509 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$. Die Fenster hingegen waren mit einem U-Wert von knapp $4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ eindeutige Wärmeverluste.

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

2.2.2 Zielsetzungen des Projektes

Zielkatalog (Arbeitspaket 2)

Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines Zielkatalogs zur weitergehenden Energieeinsparung und Ökologie, bei Einhaltung eines Heizwärmebedarfs von $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nach PHPP in mindestens einem Gebäudeteil und Ausschöpfung des Potentials einer Photovoltaikanlage und weiterer Energieeffizienz-Maßnahmen in der Beleuchtung.

Die Sanierungsmaßnahmen wurden nach Vorschlag des Architekten im Kostenrahmen entwickelt und dann anhand des im Servicepakets entwickelten ökologischen Programm (Anlage 6), welches von den Gemeindevertretern beschlossen wurde, optimiert.

In diesem ersten Optimierungsschritt wurden z.B Vorschläge für ökologischere Materialien, stärkere Dämmmaßnahmen und qualitativ bessere Fenster gemacht. (Anlage 7 Optimierung)

In einem weiteren Schritt wurden die Baumaterialien weiter verbessert und die Ergebnisse mit dem PHPP überprüft. Ziel war das Erreichen des Passivhausstandards. Verschiedene Varianten wurden am PHPP durchgespielt. Den Passivhausstandard erreichte die Variante der Volksschule, die den Keller aus dem Nutzungskonzept und dem Belüftungskonzept ausschloss. Dies erschien auch umsetzbar, weil ein Großteil des Untergeschosses nur für Lagerräume genutzt wurde.

Bei der Hauptschule, die im Bestand ohne Zubau einen Heizwärmebedarf von $180 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nach PHPP auswies, zeigte das optimierte PHPP $16 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{h})$, ebenfalls ohne Zubau aus den 80er Jahren. Bei dieser Variante wurden zur Dämmung des Bodens gegen Erdreich Vakuumplatten eingerechnet. Zu diesen beiden Planungsvarianten wurden die Mehrkosten vom Architekten entwickelt und bezogen auf die ursprünglichen Planungen dargestellt.

Es errechneten sich Mehrkosten bezüglich der geplanten Baukosten für beide Schulen, ohne die Aufstockung des Gebäudes aus den 80er Jahren von 548.294 € . (Anlage 8 Zusatzkosten Hülle)

Im nächsten Schritt wurde der Elektroplaner beauftragt zu berechnen, wie viel Strom an der Schule durch optimierte Beleuchtungskonzepte eingespart werden könnte und was diese Systeme kosten würden. Zu dem plante er zwei Photovoltaikanlagen, die auf dem Flachdach bzw. auf der Südfassade situiert waren und jeweils 60 m^2 groß waren. Das Ziel dieser Berechnungen war herauszufinden, ob die Schule nach ihrer Sanierung als

Nullenergieschule bezeichnet werden kann, wenn alle geplanten Maßnahmen in einem Demonstrationsbauvorhaben umgesetzt werden.

2.2.3 Durchgeführte Arbeiten im Rahmen des Projektes und ihre Ergebnisse

Umsetzung des ökologischen Programms

Im ökologischen Programm 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. Ergebnisse waren, 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 9 Diagramm Kosten EUR)

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 $0,45 \text{ W/m}^3\text{h}$ 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 $0,6 \text{ h}^{-1}$) 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 dem bereits bestehenden Wärmedämmverbundsystem (WDVS) war der Verbesserungsvorschlag Außenwand jedoch 24 cm EPS auf das bestehende WDVS anzubringen.

Weitere Optimierung der Bauteile mit Kostenerhebung durch doppelte Ausschreibung und Vergleichsobjekte (Arbeitspaket 3: Zielvarianten Faktor 10)

Im nächsten Arbeitsschritt wurden die Bauteile in Richtung Passivhaus weiter optimiert und der gesetzliche Mindeststandard als Referenz festgelegt. Hierzu fertigte DI Dr. Karl Torgele eine umfassende Bauteilliste an. (Anlage 7 Optimierung) Die Mehrkosten zu dieser Liste in Bezug zur OIB Richtlinie 6 nach Energieausweis wurden vom Architekturbüro Hagspiel

Neue Energien 2020 1. Ausschreibung

Klima und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

ermittelt und dem Energieinstitut für die Berechnungen der Wirtschaftlichkeit überlassen.
(Anlage 10 Zusatzkosten Hülle Passivhausstandard_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 11 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

Ermittlung der Mehrkosten in Bezug auf den gesetzlichen Mindeststandard und des beabsichtigten Standards mit Passivhauskomponenten ((Arbeitspaket 4: Parallele Ausschreibung)

(Anlage 12 PHPP VS OIB 6)

Ziele: 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) 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	Referenz			verbesserte Variante		
	Beschreibung	Kosten EUR brutto	Einsparung kWh/a	Beschreibung	Kosten EUR brutto	Einsparung 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

Die Maßnahmen an der Hülle sind einzeln nicht alle wirtschaftlich, im Gesamtpaket jedoch schon. Der Einbau von Fenstern mit einen 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.

Neue Energien 2020 1. Ausschreibung

Klima und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

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

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, mit recht 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 zusammengenommen kosten 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 pro kWh EUR/kWh (brutto)
		Kosten EUR/a (brutto)	Einsparung EUR/a (brutto)	Beschreibung	Kosten EUR/a (brutto)	Einsparung EUR/a (brutto)	
Außenwanddämmung 26 cm	12 cm	0	0	26 cm DA	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 DA	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

Ergänzung des optimierten Entwurfs um optimierte Lichtsteuerung und aktive Energiegewinnung durch eine Photovoltaikanlage für die Variante 0 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

Neue Energien 2020 1. Ausschreibung

Klima und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

tageslichtabhängige Dimmung 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 13 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 15 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. 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.

(Anlage 15 Diagramm Nullenergie)

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 16 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 $L_{A, \text{equ}, nT} < 30 \text{ dB}$ und $L_{C, \text{equ}, nT} < 50 \text{ dB}$ 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 Gesamtanierung 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, Bruel & Kjaer, 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 $L_{C, \text{equ}, nT} < 50 \text{ dB}$ 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 $L_{C, (50-10000), nT} < 50 \text{ dB}$ ¹

Im Rahmen einer „Hörprobe“ stufen 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 $L_{C, \text{equ}, nT} < 50 \text{ dB}$ 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.

2.2.4 Beschreibung der evt. Schwierigkeiten bei Erreichung der geplanten Ziele Hier Arbeitspaket 5: Festlegung Demonstrationsvorhaben

Bei der Antragstellung eines Demonstrationsbauvorhabens ist die Terminalschiene der Beantragung eine große Herausforderung. Einerseits müssen die Planungsprozesse sehr weit fortgeschritten sein, um Berechnungen von verschiedenen Energieniveaus mit Kosten belegen zu können, andererseits sollte genügend Vorlauf zum Baubeginn bestehen um ggf. Förderungen in den Bauablauf einzubeziehen und Alternativen umsetzen zu können.

Im Planungsprozess der Schule Alberschwende stellte sich nach Start der Durchführbarkeitsstudie und einem auf Sommerferien fokussierten Bauablauf sehr rasch die Frage, wann das Ziel, nämlich die Antragsstellung erreicht werden könnte.

Die großen Bauabschnitte waren eingeteilt in Sommerferien 2009 Sanierung Volksschule mit Ausschreibungen in Januar und Februar 2009, sowie Sommerferien 2010 Sanierung Hauptschule mit Ausschreibungen im Winter 2010. Um einen höheren energetischen Standard mindestens bei der Hauptschule umzusetzen, wäre ein positiver Bescheid bis Herbst 2009 unabdingbar. Als die Ausschreibung Haus der Zukunft plus im Oktober 2008, mit Abgabe im Februar 2009 veröffentlicht wurde, erschien diese Ausschreibung unserer Projektgruppe als einzige Möglichkeit um einen Antrag sinnvoll ins Baugeschehen einzubinden. Eine etwaige Ausschreibung im Herbst 2009 würde in jedem Fall zu spät kommen um die Ergebnisse im Bau einzubringen, weil mit einem Förderentscheid erst nach Vergabe der Bauleistungen der Hauptschule zu rechnen wäre. Deswegen entschieden wir uns direkt nach Arbeitsbeginn der Durchführbarkeitsstudie das Arbeitspaket 5 "Festlegung Demonstrationsvorhaben" vorzuziehen und mit vereinter Kraft so schnell wie möglich die notwendigen Unterlagen zu erarbeiten und den Projektantrag ohne an sich wünschenswerte Voruntersuchungen fristgerecht abzugeben.

Unter dem Akronym Dessa Bau wurde mit unserer Unterstützung von der Immobilienverwaltungs GmbH der Gemeinde Alberschwende ein Demonstrationsbauvorhaben in der Aktionslinie 1, Schlüsseltechnologien und Konzepte für das Gebäude der Zukunft, mit Projektstart am 1. September 2009 und Projektende Ende 2011 beim Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie beantragt. Die beantragte Projektart war eine Sondierung für Experimentelle Entwicklung, Projektpartner waren das Energieinstitut, die Fa. Spektrum und der Umweltverband Vorarlberg.

Die definierten Ziele des Antrags legten einen Schwerpunkt auf ökologische Umsetzung im Rahmen einer Faktor 10 Sanierung und wurden von Messungen und Umfragen begleitet.

Zitat Kurzfassung

„Das Schulzentrum Alberschwende wird in den Jahren 2009 bis 2011 mit Passivhauskomponenten als Faktor 10 Sanierung saniert. Angestrebt wird eine Sanierung unter Nachhaltigkeitskriterien, d.h. hohe energetische Effizienz und die Verwendung von ökologischen Baustoffen.“

Die von der Gemeinde definierten ökologischen und energetischen Anforderungen werden in Auszügen unter 2.1 dargestellt.

Neben den Architekten, Haustechnik- und Elektroplanern wird das Bauvorhaben vom Servicepaket „Nachhaltig Bauen in Gemeinden“ begleitet. Dieses Paket sichert die

Umsetzung der Ziele, die die Gemeindevertreter mit dem ökologischen Programm verabschiedet haben, in allen Planungs- und Bauphasen. Neben der Umsetzung der energetischen Ziele ist so sichergestellt, dass bis zum Einbau und der Verarbeitung der Produkte am Bau, nur Materialien verwendet werden, die den von der Gemeinde definierten Kriterien entsprechen. Neben der Energieeinsparung und CO²-Minimierung steht die Gesundheit von Schülern und Lehrern in der Schule im Vordergrund. Dies wird durch aktive Schadstoffvermeidung und durch Realisierung einer hohen Raumluftqualität erreicht. Die Ergebnisse werden durch Messungen und Umfragen bei den Nutzern erhoben.“

Am 22. Mai 2009 ging bei der Gemeinde Alberschwende die Ablehnung des Projektes mit folgender Begründung ein:

„Auch wenn die Betonung der ökologischen Baustoffwahl in einem Demonstrationsprojekt durchaus Signalwirkung für die Sanierung von Schulbauten haben kann und die Eignung der Beteiligten für die Projektarbeit gegeben ist, wird der potentielle Beitrag des Projektes- in Form eines Demonstrationsprojektes für eine energetische und qualitativ hochwertige Gebäudemodernisierung einer Schule aus den 1960er Jahren- zu den Programmzielen von Haus der Zukunft Plus als nicht ausreichend groß eingestuft.“

2.2.5 Beschreibung der „Highlights“ des Projektes

Besonders schön war es, noch in der Projektzeit die Fertigstellung der Sanierung der Volksschule Mitte September 2009 zu erleben und vorher die Baustelle zu besichtigen, auf der aufgrund der knappen Bauzeit vorzugsweise in den Sommerferien auf Hochtouren gearbeitet wurde. Obwohl das Demonstrationsbauvorhaben abgelehnt wurde, ist die Volksschule ein Vorzeigeprojekt geworden.

Es wurde eine in weiten Teilen ökologische Faktor 10 Sanierung realisiert.

Architektonisch wurde die Schule durch ein frisches Farbkonzept deutlich aufgewertet und durch konzeptionell eingesetzte Kunst am Bau Gelder mit interessanten Details versehen. Komplementärfarben zum durchgängig gelben Fußboden wurden bei Türen und in den Fenstern eingesetzt. In jedem Raum wurden zwei unterschiedliche Glasfarben eingesetzt, was sowohl tagsüber in den Klassen, als auch im Dunkeln von außen das Licht färbt und damit einen besonderen Akzent setzt. Die Färbung der Gläser wurde mit einer eingelegten Farbfolie erreicht.

2.2.6 Beschreibung und Begründung der Unterschiede zum Projektantrag

Im Unterschied zum Projektantrag wurde, wie schon unter 4. erwähnt, der Antrag nicht zum Ende der Durchführbarkeitsstudie, sondern nach 3 Monaten Projektlaufzeit geschrieben. Auch wenn das von den vorbereitenden Arbeiten keineswegs der optimale Zeitpunkt war, war es doch der einzig auf den Bauablauf passende Antragstermin. Mit einer längeren Vorlaufzeit hätte man jedoch einen pointierteren Antrag stellen können, dem vielleicht auch mehr Chancen eingeräumt worden wären.

So wurde unter großem zeitlichen Druck an dem Antrag gearbeitet und nach der Absage waren die Inhalte der Durchführbarkeitsstudie obsolet.

2.3 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Welche Erkenntnisse wurden aus der Arbeit gezogen?

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 der Luft in schwindelnde 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.

Wie arbeitet das Team weiter?

Teile des Teams, nämlich das Büro Spektrum und das Energieinstitut arbeiten weiter im Servicepaket „Nachhaltig Bauen für Gemeinden“ in der Beratung und Begleitung von energieeffizienten, ökologischen, öffentlichen Gebäuden. Derzeit sind 6 öffentliche Neubauten von Kindergarten bis Veranstaltungsraum und 10 Sanierungen, überwiegend Schulbauten, in Beratung und Planungsbegleitung.

Die beiden anderen Partner E-Plus und Architektur Hagspiel sind immer wieder Planer bei öffentlichen Bauvorhaben und können ihr Wissen an andere Projekte weitergeben.

Für welche Zielgruppe sind die Ergebnisse relevant?

Die Ergebnisse sind für unsere eigenen Beratungen interessant und demzufolge auch für andere beratende oder planende Institutionen oder Büros.

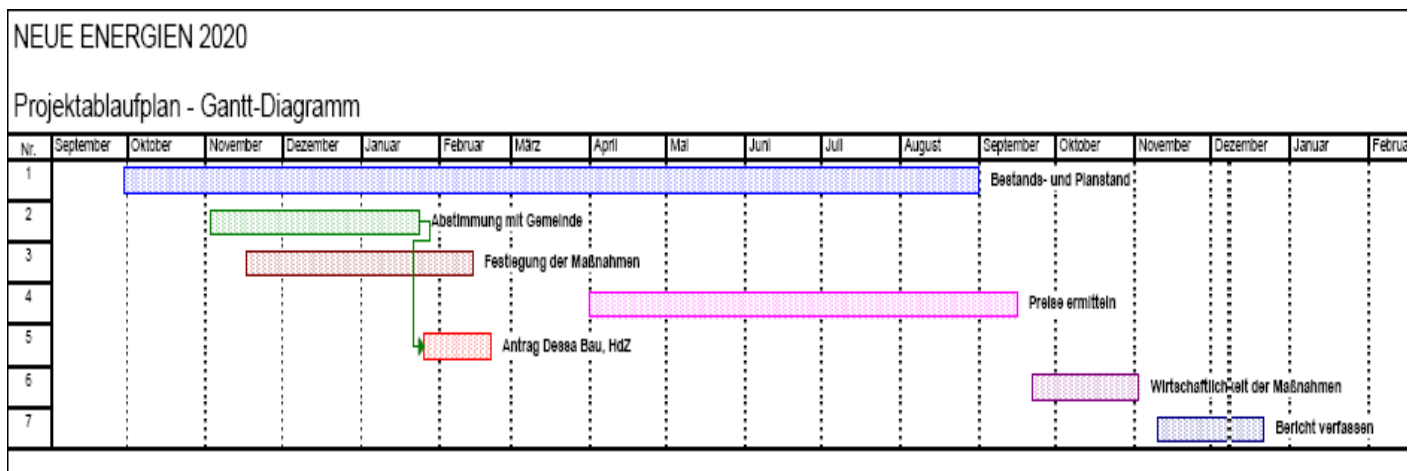
Letztlich werden in den nächsten Jahren hunderte Schulen in Europa aus den 60iger Jahren, der großen Bauboom Zeit, saniert werden. Jede Gemeinde steht vor der Frage nur das gesetzliche Minimum oder eine klimafreundliche, weiterführende Sanierung zu finanzieren.

Die wenigsten sind in der Lage, bevor sich der Gemeinderat zur Sanierung und in der Regel zur Festlegung des Finanzrahmens festlegt, so viele Grundlagen zu ermitteln, wie wir es dank der Durchführbarkeitsstudie tun konnten. Die Zahlen der Investitionskosten pro Quadratmeter, die jede eingesparte Kilowattstunde kosten, sind auf sehr viele dieser Projekte übertragbar. Auch die Abschätzungen der Photovoltaik und Lichtsteuerung werden meist nicht durchgeführt um Planungskosten zu sparen.

2.4 Arbeits- und Zeitplan

Darstellung des Arbeits- und Zeitplans im Abgleich zum Projektantrag

Wie schon unter Schwierigkeiten bei der Projektabwicklung erwähnt, wurde der Zeitplan der Projektes auf Grund des vorgezogenen Projektantrages im Programm Haus der Zukunft mit dem Titel „Dessa Bau“ umgestellt. Die Festlegung der Maßnahmen und die Abstimmung mit der Gemeinde, die Antragsteller war, wurden vorgezogen, so dass der Antrag Mitte Februar 2009 abgegeben werden konnte. Die anderen Arbeiten der Durchführbarkeitsstudie, wie Kostenermittlung, PHPP Berechnung und Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden nach und nach bis Ende der Projektlaufzeit Ende September durchgeführt.



2.5 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

2.6 Internetaachweis

Passivhauschule 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

2.7 Anhänge

- Anlage 1 Entwurf und Bestand VS
- Anlage 2 Entwurf und Bestand HS
- Anlage 3 Entwurf VS EG
- Anlage 4 Entwurf HS EG
- Anlage 5 PHPP VS Bestand
- Anlage 6 Ökologisches Programm
- Anlage 7 Optimierung
- Anlage 8 Zusatzkosten Huelle
- Anlage 9 Diagramm Kosten EUR
- Anlage 10 Zusatzkosten Hülle in Passivhausstandard_OIB
- Anlage 11 Energieausweis VS OIB6
- Anlage 12 PHPP VS OIB 6
- Anlage 13 Optimierung Leuchten
- Anlage 14 Photovoltaik
- Anlage 15 Diagramm Nullenergie
- Anlage 16 Investitions und Betriebskostenvergleich Lüftungsanlage
- Anlage 17 Gutachten Schall

3 Unterschrift

Ich bestätige, dass der Bericht vollinhaltlich durch die Partner des Projektes akzeptiert wurde.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift und Stampiglie des
Antragsteller (Koordinators)