

Abschlussbericht Erweiterung des Evangelischen Bildungszentrums in Bad Bederkesa

DBU AZ: 27771

Entwicklung des Ev. Bildungszentrums
als Energierferenz- und Kompetenzzentrum für
energetische Optimierung, Energieeffizienz und
nachhaltige Entwicklung –
Erweiterung des Gebäudeensembles.

Evangelisches Bildungszentrum Bad Bederkesa

Alter Postweg 2

27624 Bad Bederkesa

www.ev-bildungszentrum.de

Architektur- und TGA-Planungsbüro

Carsten Grobe Passivhaus

Boulevard der EU 7, [F]INBOX

30539 Hannover

www.passivhaus.de



Carsten Grobe

PASSIVHAUS.DE

Energiekonzepte | TGA Gesamtplanung

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise unter besonderer Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien und neuer Konzepte zur Gebäudetechnik

Objektstandort: **Ev. Bildungszentrum Bad Bederkesa**
Alter Postweg 2
27624 Bad Bederkesa

Bauherr: **Evangelisches Bildungszentrum Bad Bederkesa**
Dr. Jörg Matzen
Alter Postweg 2
27624 Bad Bederkesa
Tel. 04745 / 949512
Fax 04745 / 949596
e-mail: joerg.matzen@ev-bildungszentrum.de
www.ev-bildungszentrum.de

Architekt: **Architektur- und TGA-Planungsbüro Grobe Passivhaus**
TGA-Planung, Boulevard der EU 7, [F]INBOX
Energiekonzept, 30539 Hannover
energ. Berechnung Tel 0511-400 649-0
 Fax 0511-400 649-70
 e-mail: info@passivhaus.de
 web: www.passivhaus.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Projektziel	4
2.	Das Ev. Bildungszentrum Bad Bederkesa	4
3.	Variantenvergleiche	5
3.1	Heizwärmeerzeugung	6
3.1.1	Heizlast Bestandsgebäude	6
3.1.2	Dimensionierung BHKW-Leistung	7
3.1.3	Varianten-Vergleich	11
3.1.3.1	Standard-Versorgung	11
3.1.3.2	Wärmegeführter Modus	13
3.1.3.3	Stromgeführter Modus	14
3.2	Photovoltaikanlage	15
3.2.1	Grundlage der Berechnung – Ausgangsdaten	17
3.2.2	Varianten-Berechnung	19
3.2.2.1	Grunddaten bei Vollbelegung	19
3.2.2.2	Variante 1: Südausrichtung	20
3.2.2.3	Variante 2: Nordausrichtung	21
3.3	Bau- und Dämmstoffe	23
3.4	Lufttechnische Anlagen	23
3.5	Beleuchtungsanlagen	24
3.6	Plus-Energie-Standard im Neubau	25
3.6.1	Windkraftanlage als Vertikaldreher	26
3.6.2	PV-Aufdachanlage mit Ost-West-Ausrichtung	27
4.	Bestandssanierung	28
4.1	Bestandssanierung als 20-Jahres-Plan	28
4.2	Bestandssanierung Bauabschnitt A	29
4.3	Bestandssanierung der restlichen Bauabschnitte	31
4.4	Bestandssanierung Heizungsanlage	32
4.5	Nutzung der Abwärme der Kälteanlage im Küchenbereich	32
5.	Pädagogisches Konzept	33

1. Projektziel

Das Ev. Bildungszentrum Bad Bederkesa wurde im Bestand renoviert, energetisch optimiert und um ein neues Gebäude erweitert – ein Plus-Energiehaus mit Konferenz- und Seminarräumen sowie zehn weiteren Gästezimmern. Das neue Seminarhaus dient als Referenzobjekt für zukunftsfähiges Bauen und wurde nach strengen Nachhaltigkeitskriterien in den Bereichen Energieeffizienz, Ressourcenschonung, Materialeinsatz, Dämmtechnik und Gebäudeleittechnik errichtet. Mit der Nutzung des Gebäudes als Seminar-, Energiereferenz- und Kompetenzzentrum ist die Bündelung nachhaltigkeitsbezogener Diskurse und anwendungsorientierter Qualifizierung beabsichtigt. Das Energiereferenzzentrum füllt eine Leerstelle im regionalen und überregionalen Innovationssystem und leistet einen Beitrag zur Verbesserung der Infrastruktur im Elbe-Weser-Raum.

Das Projekt wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert.

Im Rahmen der Förderung durch die DBU wurden die konzeptionelle Planung, Variantenvergleiche in den bautechnischen Ausführungen sowie Grundlagenuntersuchungen vorgenommen.

2. Das Ev. Bildungszentrum Bad Bederkesa

Das Ev. Bildungszentrum Bad Bederkesa ist eine gemeinnützige, nach dem Nds. Erwachsenenbildungsgesetz anerkannte öffentliche Bildungseinrichtung in kirchlicher Trägerschaft. Träger ist der ‚Kirchenkreisverband Ev. Bildungszentrum Bad Bederkesa‘ in der Rechtsform einer Körperschaft öffentlichen Rechts.

Als moderne Bildungsstätte sucht das Evangelische Bildungszentrum Bad Bederkesa die Zusammenarbeit und den Dialog mit gesellschaftlichen und kirchlichen Gruppen. Aufgabe und Ziel ist die Verständigung über zentrale Fragen unserer sich immer rascher wandelnden Zeit. Durch die inhaltliche Arbeit will sie zur Lebensorientierung und Vitalisierung des demokratischen Gemeinwesens beitragen. Die Seminarteilnehmer/innen sollen zur Bewältigung gegenwärtiger und zukünftiger Herausforderungen und Aufgaben gestärkt, zur Mitgestaltung ermutigt und zur Übernahme von Verantwortung für sich und andere unterstützt werden. Das Ev. Bildungszentrum sieht sich als demokratische Werkstatt, in der an Entwürfen für eine lebenswerte Zukunft gearbeitet wird. Diesem Ziel entsprechen Bil-

dungsprozesse, in denen personales, soziales und politisches Lernen sowie kreative, künstlerische und religiöse Ausdrucksformen sich wechselseitig anregen und miteinander verbinden. Themenschwerpunkte ergeben sich insbesondere aus der Lebenssituation der Menschen und deren Bildungsbedürfnissen. Die Aufgaben des Evangelischen Bildungszentrums Bad Bederkesa werden in sechs pädagogischen Arbeitsbereichen wahrgenommen:

- Theologie, Kirche und ihr gesellschaftliches Umfeld
- Wirtschaft, Arbeitswelt, Ökologie und Nachhaltige Entwicklung
- Bildungspolitik, Pädagogik, Elementarpädagogik
- Kulturelle Bildung
- Gesundheitsbildung
- Schulentwicklung / Lehrer(innen)bildung

Das Ev. Bildungszentrum wird im Jahr von rund 8.500 Gästen besucht (15.000 Übernachtungstage). Im Jahr 2012 wurden 380 Seminare, Tagungen und Workshops durchgeführt. Die Auslastung beträgt im sechsten Jahr in Folge mehr als 85 %. Im Ev. Bildungszentrum sind 26 Menschen beschäftigt, davon sechs als pädagogische Studienleiter/innen.

3. Variantenvergleiche

Das Energiekonzept des Neubaus wurde seit Planungsbeginn als gesamtheitliches Konzept verfolgt, die Gebäudehülle nach den Maßstäben des Passivhausstandards geplant und der Plusenergiehaus-Standard als Ziel untersucht.

Zu Beginn der Baufeldräumung im Oktober 2010 waren die gebäudeplanerischen Möglichkeiten hinreichend untersucht, bewertet und umgesetzt. So musste zum Beispiel der anfangs geplante Kellerbereich im Neubau zu Gunsten einer wärmebrückenoptimierten Sohlplattenkonstruktion weichen. Dafür erfolgte der Anschluss an die Heizwärmeversorgung über das Bestandsgebäude, was wiederum die Zeit gab, auf der einen Seite mit Erdbauarbeiten beginnen zu können, andererseits noch verschiedene Möglichkeiten der Heizwärmeerzeugung miteinander zu vergleichen.

Auch die Wirtschaftlichkeit einer Nord-gerichteten Indach-Photovoltaik-Anlage wurde geprüft und nachgewiesen. Im Folgenden werden Variantenvergleiche für die Heizwärmeerzeugung und die Produktion von Strom durch PV vorgelegt.

3.1 Heizwärmeerzeugung

Um einen wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten zu können, mussten zunächst die technischen und wirtschaftlichen Leistungsdaten der Variante ‚BHKW-Anlage‘ ermittelt werden. Allgemein sollte die Auslegung auf die thermische Grundlast des Gebäudes erfolgen, was einer thermischen Leistung von ca. 10 bis 20 % der Heizlast bzw. Kesselleistung entspricht. Diese Auslegung ermöglicht eine wirtschaftliche Laufzeit von mehr als 6.000 Betriebsstunden pro Jahr.

Die Auslegung der thermischen Leistung erfolgte dabei auf zwei getrennten Wegen.

3.1.1 Heizlast Bestandsgebäude

Das Bestandsgebäude wird über einen Gas-Brennwertkessel, Fabrikat Brötje, Typ SGB 2.250 beheizt. Die Wärmeleistung beträgt je nach Temperaturbereich der angeschlossenen Wärmeverteilung zwischen 83 bis 237 kW bei 80/60 °C bzw. 92 bis 252 kW bei 50/30 °C.

Zunächst erfolgte eine Überprüfung, ob für den Erweiterungsbau ein Ausbau der Wärmeerzeugung notwendig wäre. Aufgrund von vorliegenden Abrechnungsdaten über den Gasverbrauch konnte anhand von Gradtagszahlen für den Aufstellungsort eine Abschätzung der tatsächlich benötigten Leistung des Wärmeerzeugers (Kesselleistung) erfolgen.

Anmerkung: Die Abrechnung erfolgte anhand von getrennt ermittelten Verbräuchen für Bestands- und Forumsgebäude und wird bilanziert als die gemeinsame Summe.

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

	Gasverbrauch 2010-2011	Gasverbrauch 2009-2010	Gasverbrauch 2008-2009	Gasverbrauch 2007-2008
Forum	21.408 kWh	21.536 kWh	19.775 kWh	17.551 kWh
Bestandsgebäude	347.691 kWh	332.338 kWh	317.221 kWh	339.354 kWh
Heiztage	280 d	280 d	280 d	280 d
GTZ (IWU Daten)	3.989 Kd	3.542 Kd	3.581 Kd	3.262 Kd
QH spez. Referenz Forum	224 W/K	253 W/K	230 W/K	224 W/K
QH spez. Referenz Bestandsgebäude	3.632 W/K	3.909 W/K	3.691 W/K	4.335 W/K
QH spez. Referenz Summe	3.856 W/K	4.162 W/K	3.921 W/K	4.559 W/K
Dtmax (Bremen)	32 K	32 K	32 K	32 K
QH Forum	7 kW	8 kW	7 kW	7 kW
QH Bestandsgebäude	116 kW	125 kW	118 kW	139 kW
QH gesamt	123 kW	133 kW	125 kW	146 kW
QH gesamt (Durchschnitt)		132 kW		

Abbildung: Abschätzung benötigte Kesselleistung

Die notwendige Kesselleistung zur Beheizung wurde auf der Basis des Heizenergieverbrauchs und der Gradtagszahlen des Abrechnungszeitraums mit $Q_H = 132 \text{ kW}$ bestimmt.

Für das Erweiterungsgebäude erfolgte im Rahmen der Entwurfs- und Ausführungsplanung eine Heizlastberechnung mit einem Ergebnis von $\varnothing_{N, \text{Geb}} = 13,3 \text{ kW}$ als Norm-Gebäudeheizlast.

Zusammenfassend ist anzumerken, dass die vorher genannte Kesselleistung von $Q_{\text{Kessel}} = 237$ bis 252 kW eingebaut ist. Das entspricht einer Leistungsreserve von ca. 80 bis 90 % für das Bestandsgebäude und damit nahezu der doppelten Kesselleistung wie benötigt.

Der Heizwärmebedarf für den Erweiterungsbau könnte aus dieser Reserve ohne Erweiterung der Wärmeerzeugung gedeckt werden.

3.1.2 Dimensionierung BHKW-Leistung

Anschließend erfolgte eine Dimensionierung der Leistung des vorgesehenen BHKW für wärmegeführten Betrieb.

Bei dieser Betriebsweise wird die Größe des BHKW lediglich zur Deckung der Grundlast des Gebäudes ausgelegt, um möglichst hohe Betriebszeiten erreichen zu können. Von großem Interesse ist dabei die Bewertung des Heizwärmeverbrauchs außerhalb der Heizperiode in den Sommermonaten. Zu diesem Zweck erfolgte eine zusätzliche Auswertung des Sommer-

Wärmeverbrauchs anhand der Auswertung von Gas-Verbrauchsdaten über einen Zeitraum von mehreren Wochen.

Bei der Beurteilung ergab sich ein täglicher Wärmeverbrauch von ca. 350 kWh/Tag und eine durchschnittliche Wärmeleistung von 15 kW in den Monaten August bis September. Zusätzlich konnten Wärmeverbrauchs-werte von ca. 4,20 kWh pro Gast und Tag festgestellt werden.

Als Ergebnis zur Dimensionierung wurde eine BHKW-Leistung von 15 kW_{th} festgelegt. Dieser Wert entspricht einem Wert von 11 % der vorher be-rechneten, erforderlichen Kesselleistung von 132 kW und bestätigt die genannte Leistungsgröße von 10 bis 20 % der Kesselleistung.

Im Gegensatz zum eingereichten Förderantrag ergaben sich im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung folgende Änderungen:

Im ursprünglichen Antrag war ein Blockheizkraftwerk als Wärmekraftma-schine mit Kreisprozess nach dem Stirlingprinzip vorgesehen. Der dafür vorgesehene Hersteller des BHKW befand sich in der Zwischenzeit in ei-nem Insolvenzverfahren und ist seit 2010 nicht mehr lieferfähig.

Marktfähige Alternativsysteme nach gleichem „Stirling“-Kraftwärmekopplungssystem mit Brennstoff aus Biomasse sind momentan nur auf der Basis von Biogas oder Rapsöl möglich.

Der Brennstoff Biogas ist örtlich nicht verfügbar. Als Alternativ-Brennstoff käme lediglich Biomethan in Frage. Mit Biogas betriebene Blockheizkraft-werke sind bereits marktfähig und in größerer Stückzahl in Betrieb.

Eine weitere Untersuchung entfällt aus diesem Grund. Im Gegensatz sind mit Holz bzw. Holzpellets befeuerte Wärmekraftmaschinen nach vorlie-gender Marktkennntnis momentan nicht verfügbar.

Aus vorher genannten Gründen wurde nach einem vergleichbaren bzw. gleichwertigen Kraftwärmekopplungssystem auf der Basis von Holz ge-sucht. Eine langfristige Recherche ergab für den geforderten Leistungsbe-reich von ca. 15 kW_{th} eine Freikolbendampfmaschine mit integriertem Li-neargenerator als mögliche Alternativlösung.

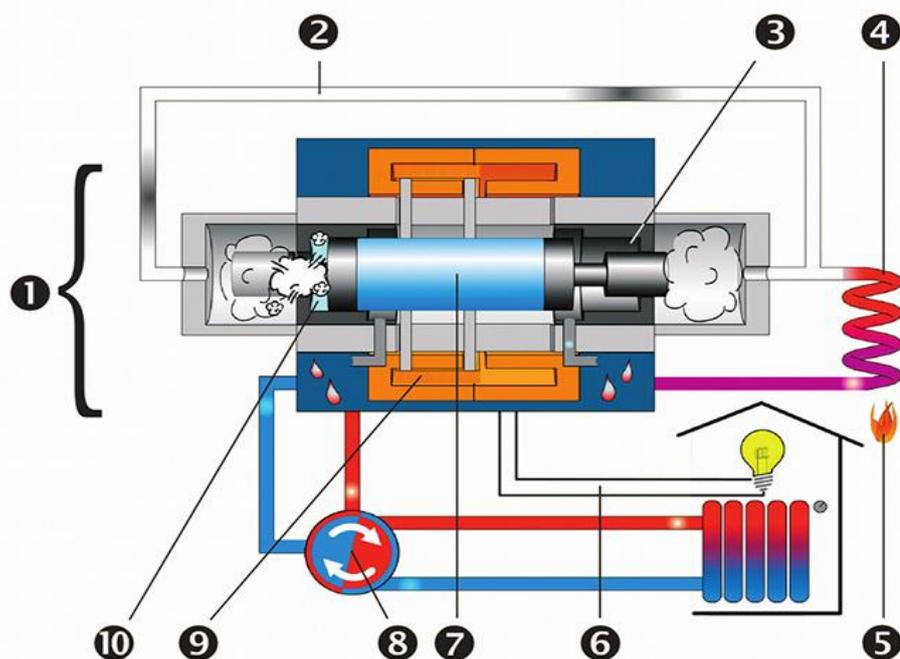
Das Mikro-BHKW arbeitet mit einem prozessdampfbetriebenen Doppel-freikolben, der ebenfalls wie das Stirling-Prinzip als geschlossenes Sys-tem arbeitet und dabei auf drehende Teile verzichtet. Das Funktionsprin-

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

zip besteht darin, dass Wasser in einem Rohrverdampfer von einem Holzpelletbrenner in einem Rohrverdampfer zu Prozessdampf von 350 °C mit 5–30 bar erhitzt wird. Der erzeugte Dampf tritt wechselweise in gegenüberliegende Arbeitszylinder ein und erzeugt durch die Bewegung Strom, indem er die mit dem Doppelkolben fest verbundene Ankerspule durch ein starkes Magnetfeld treibt.

Der in der Spule erzeugte elektrische Strom wird über einen Wechselrichter ins Netz eingespeist. Der Kühlkreislauf führt die Wärme über einen Plattenwärmetauscher ab und übergibt sie an die vorhandene Wärmeverteilung.

VEREINFACHTES FUNKTIONSSCHEMA DES *lion*



Wichtige Bauteile des *lion*-POWERBLOCKS:

① LINATOR

② Dampfleitung

③ rechter Zylinder

④ Rohrverdampfer

⑤ Brenner

⑥ Stromabführung

⑦ Doppelfreikolben

⑧ Wärmetauscher

⑨ Spule

⑩ linker Zylinder

Abbildung: Funktionsschema lion Powerblock, Hersteller Fa. Otag

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

Als Technische Daten werden vom Hersteller, Fabrikat: Otag, Typ: lion Powerblock angegeben:

Kraftwandler:	Freikolbendampfmaschine mit integriertem Lineargenerator
Brennstoff:	Holzpellets
Spannung:	230 V AC, 50 Hz
Anschluss:	3 Phasen
Leistung (modulierend) elektrisch:	0,3 bis 2,0 kW _{el} ± 10%
Leistung (modulierend) thermisch:	3,0 bis 16,0 kW _{th} ± 5%
Gesamtnutzungsgrad:	94 %
Arbeitsfrequenz:	40–75 Hz

Im Vergleich zu anderen Mikro-BHKWs ergeben sich folgende Vorteile:

1. Die thermische Leistung kann dem Heizwärmebedarf modulierend in einem Leistungsbereich von 3,5 bis 16 kW_{th} angepasst werden.
2. Eine Spitzenlastunterstützung ist für den Einfamilienhausbereich in der Regel nicht erforderlich.
3. Die elektrische Leistung ist ebenfalls modulierend in einem Leistungsbereich von 0,3 bis 2 kW_{el}.
4. Die elektrische Leistung kann im v.g. kleineren Leistungsbereich durch gute Leistungsanpassung überwiegend selbst genutzt werden. Durch geringeren Netzbezug muss nur ein geringer Anteil rückgespeist werden.
5. Als zu wartendes, bewegtes Teil ist nur ein Lineargenerator mit geringem Wartungsaufwand eingebaut.
6. Ein Wechselrichter ist in der Kompaktanlage integriert. Dadurch kann eine gute Anpassung an die Anforderungen des öffentlichen Stromnetzes erfolgen.

Aufstellung und Anschluss erfolgen innerhalb des vorhandenen Technikraums im Kellergeschoss des Bestandsgebäudes.



3.1.3 Varianten-Vergleich

Zunächst wurden verschiedene Varianten der Heizwärmebereitstellung verglichen. Da uns dieses Holz-BHKW erst seit Oktober 2011 bekannt war, haben wir lediglich eine überschlägliche Wirtschaftlichkeitsberechnung simuliert. Für den Betriebsmodus des BHKW und das sich daraus ableitende Einspeisevergütungsmodell sollen anschließend weitere Varianten untersucht werden.

3.1.3.1 Standard-Versorgung

Folgend wird die Wirtschaftlichkeit der Bestandsvariante mit dem Gas-Brennwertkessel mit dem Gas betriebenen BHKW und dem Holz-BHKW miteinander verglichen. Die Auslegung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erfolgt auf der Auslegung der thermischen Grundlast im Sommerbetrieb.

Für eine erste Simulationsberechnung wurde eine Energiepreissteigerung für Holzpellets mit 4,5% angenommen. Für Gas einer Energiepreissteigerung von ca. 5,0% gerechnet.

Für die ersten 10 Jahre wurde für beide Anlagen der KWK-Bonus eingerechnet. Ab dem 11. Jahr wird für das Pellet BHKW mit einer Einspeisevergütung von 18,5 cent/kWh wobei hingegen beim Gas BHKW

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

mit einer deutlich geringeren Einspeisevergütung von nur 5,11 cent/kWh gerechnet wurde.

Der Betrachtungszeitraum für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen beträgt 25 Jahre. Hierbei werden die Anschaffungskosten für eine Erneuerung der Anlagen mit betrachtet.

Folgende Tabelle zeigt den Verlauf der aufsummierten relativen Kosten zur Bestandsvariante mit dem Gasbrennwertkessel:



Abbildung: Kostenverlauf der aufsummierten relativen Kosten
grün: Gas-Brennwertkessel, rot: Gas-BHKW, blau: Holz-BHKW

Das Diagramm zeigt, dass sich der Einsatz eines BHKW momentan nicht lohnt. Selbst die Minderkosten für den Einsatz eines kleineren Gas-Brennwertkessels in ca. 10 Jahren beeinflusst die Wirtschaftlichkeit durch die geringen Mehrkosten eines größeren Gasbrennwertkessels kaum.

Der Einsatz eines Pellet betriebenen BHKWs würde sich dennoch aus mehreren Gründen lohnen:

- die bessere CO₂-Bilanz des Brennstoffes Holz würde nicht nur der Umwelt, sondern auch dem Menschen zugutekommen.
- Durch den Einsatz von Holzpellets aus der näheren Umgebung könnte ein großer Teil von Primärenergie eingespart werden.
- Betriebserfahrungen mit dem neuartigen Konzept, welche im Zuge dieses Projektes mit anschließendem Monitoring überwacht

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

- und dokumentiert werden.
- Etablierung und Durchsetzung der neuartigen Technik im Markt.

Durch den Einsatz der Technik lässt sich eine sehr gute Nachhaltigkeit nicht nur in Bezug auf den eingesetzten Brennstoff, sondern auch in Bezug auf die Umwelt erzielen.

Folgende Tabelle zeigt die absoluten Kosten je Variante und Jahr:

Jahr	Bestandsvariante	Gas BHKW	Pellet BHKW
0	2.968,42 €	5.304,47 €	6.033,68 €
1	2.968,42 €	5.313,47 €	6.045,28 €
2	2.968,42 €	5.322,65 €	6.057,11 €
3	2.968,42 €	5.332,01 €	6.069,18 €
4	2.968,42 €	5.341,56 €	6.081,49 €
5	2.968,42 €	5.351,31 €	6.094,05 €
6	2.968,42 €	5.361,24 €	6.106,85 €
7	2.968,42 €	5.371,38 €	6.119,92 €
8	2.968,42 €	5.381,72 €	6.133,24 €
9	2.968,42 €	5.392,26 €	6.146,83 €
10	3.079,44 €	5.403,02 €	6.160,70 €
11	3.079,44 €	5.413,99 €	6.174,84 €
12	3.079,44 €	5.425,18 €	6.189,26 €
13	3.079,44 €	5.436,59 €	6.203,97 €
14	3.079,44 €	5.448,24 €	6.218,98 €
15	3.079,44 €	3.724,89 €	6.234,28 €
16	3.079,44 €	2.767,57 €	3.975,19 €
17	3.079,44 €	2.779,93 €	3.044,57 €

Abbildung: Kostentabelle der aufsummierten absoluten Kosten (Barwert)

3.1.3.2 Wärmegeführter Modus

Ein BHKW ist wärmegeführt, wenn die Leistung des Gerätes von der nachgefragten Wärmemenge geregelt wird. Da ein BHKW mehr Wärme als elektrische Leistung erzeugt, ist diese Leistungsführung bei der Kraft-Wärme-Kopplung naheliegend und ökologisch sinnvoll. Um wirtschaftlich zu arbeiten, muss ein Blockheizkraftwerk eine möglichst hohe Jahreslaufzeit erreichen.

Eine Jahreslaufzeit von 5.000 Stunden im Jahr sollte bei einem wärmegeführten BHKW nicht unterschritten werden. Die BHKW-Leistung darf deshalb nur auf die thermische Grundlast ausgelegt werden. Weitere Betrachtungen erfolgen ausschließlich für wärmegeführten Betrieb.

3.1.3.3 Stromgeführter Modus

Durch die Integration von wärmegeführten Mini-BHKW-Anlagen, aber auch durch photovoltaische Anlagen, nehmen stark schwankende und schwer prognostizierbare Energiebereitstellungen und Netzlastfluktuationen dezentraler Erzeuger zu, womit Betriebsmittel der Energieversorger ungleichmäßig ausgelastet werden und die Netzspannung stark schwankt.

Der BHKW- und PV-Betrieb erfolgt aus Sicht der öffentlichen elektrischen Energieversorgung somit nicht ideal. Eine stromlastkonforme Energiebereitstellung wäre zur Versorgung von Siedlungsgebieten optimal. Damit könnten die Betriebsmittel der Energieversorgungsunternehmen (EVU) gleichmäßiger ausgelastet und verlustbehaftete Energierückspeisungen in die vorgelagerte Netzebene vermieden werden.

Die stromgeführte Betriebsweise strebt eine stromlastkonforme Energiebereitstellung an. Dezentrale BHKW werden speziell gemäß Spitzenbedarfszeiten der Elektroenergieversorger an- und ggf. abgeschaltet. Dies erfolgt ferngesteuert und soll insbesondere dazu beitragen, die Lastspitzen im Stromnetz auszugleichen.

Die Betriebszeit des BHKW orientiert sich damit primär an dem elektrischen Siedlungslastgang. Damit sollen insbesondere zu Starklastzeiten im Versorgungsnetz die BHKW in Betrieb sein, während in Schwachlastphasen versucht wird, den BHKW-Betrieb zu vermeiden. Hierdurch können sowohl Netzlastschwankungen und damit Netzverluste reduziert und zudem die Jahreslastspitze gesenkt werden, was zu bedeutsamer CO₂-Einsparung führt.

Diese Variante ist mit dem gewählten BHKW auf Basis der Freikolbendampfmaschine bisher leider nicht möglich, da eine benötigte kommunikationstechnische Verknüpfung zur Fernsteuerung durch das EVU bisher vom Hersteller nicht vorgesehen ist.

Der Erweiterungsbau bietet nach bestehendem Raumkonzept keinen Platz für die Installation eines Blockheizkraftwerks. Dieses wird im Bestandsgebäude untergebracht und speist von dort aus elektrischen Strom in das öffentliche Stromnetz ein. Die Abwärme wird von Bestandsgebäude und Erweiterung abgenommen.

Die Hauptfrage wird sein, ob eine kleine Holz-BHKW Anlage und eine InDachPV-Anlage mit Nord-Ausrichtung wirtschaftlich sind, bzw. von welchen Parametern dies abhängt. Hierzu sind bisher keine Untersuchungen bekannt.

3.2 Photovoltaikanlage

Die gebäudeintegrierte Photovoltaikanlage dient dem Neubau des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa als vollintegrierte Dacheindeckung. Sie kann mit Photovoltaikmodulen und Blindplatten für die Dach-Randbereiche sowie sonstige Dacheinbauten architektonisch gestaltet werden und verleiht dem Gebäude ein ästhetisch hochwertiges Erscheinungsbild.

Das Ganzdachsystem ist ein flexibles und universelles herstellerunabhängiges Montagesystem. Aufgrund der Nordausrichtung sollen Dünnschichtmodule zum Einsatz kommen, die den geringeren bzw. diffusen Lichtanteil effektiver nutzen als mono- oder polykristalline Module. Die Dach-Randbereiche werden mit passenden Dachplatten aus Alucobond in jeweils passender Größe, Farbe und Stärke eingedeckt.



Die Dichtigkeit der Dacheindeckung basiert auf dem altbewährten Überschuppungsprinzip. Der waagrecht verlaufende Modulüberstand ist mit einem 8–15mm hohen Spalt und einem Verlängerungsblech versehen. Dadurch bleibt der Modulscheibenübergang regendicht, und Stauwärme kann reduziert werden, weil das PV-Modul durch die Spaltöffnungen direkt entlüftet und gekühlt wird.

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise



Die rahmenlosen Module sind frei von störenden Schmutzkanten und bleiben dadurch nachweislich sauberer und leistungsfähiger. Das Indachsystem besitzt eine hagelschlagsichere und nahezu verwitterungsfreie Glasoberfläche. Die Lebensdauer von Glas und der Alu-Edelstahl-Halterung ist fast unbegrenzt. Dieses Photovoltaiksystem trägt somit zum dauerhaften Erhalt der Bausubstanz bei.

Die Belegung in Nordausrichtung stellt dabei eine Besonderheit dar, die bisher nur unzureichend erforscht wurde. Dieses Projekt soll daher insbesondere der Forschung und Dokumentation einer Norddach-Photovoltaikanlage und deren Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dienen.

Vorteile für das Ev. Bildungszentrum Bad Bederkesa

- Indachsystem, d. h. Solarmodule statt Dachziegel
- Wetterfeste Dacheindeckung
- Das Dach finanziert sich durch die Stromproduktion selbst
- Vollständige, architektonische Integration der Photovoltaikmodule und Blindplatten (für Dach-Randbereiche und sonstige Dacheinbauten)
- Unabhängigkeit vom Modulhersteller
- Ertragssteigerung durch Hinterlüftung jedes einzelnen Moduls
- Leistungssteigerung durch rahmenlose, schmutzkantenfreie Module
- Langlebiger als herkömmliche Dacheindeckungen

Die Neigung der Dachflächen wurde von 25° auf 16° verringert um eine Eigenverschattung zu verringern und niedrigere Sonnenstände während der Wintermonate besser nutzen zu können. Auf Basis dieser Dachneigung ist im Folgenden eine erste Wirtschaftlichkeitsprognose berechnet

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

worden. Zur Vergleichbarkeit ist auch ein Dachaufbau mit Süd-Orientierung prognostiziert worden.

3.2.1 Grundlagen der Berechnung / Ausgangsdaten

Dachtyp:	Pultdächer
Ausrichtung der Dachflächen:	Nord-Ost +175° Nord-Ost +150°
Dachneigung:	16°
Dachmaße:	siehe Modulplan im Anhang
Dachflächen:	Dächer 1+2: 268,59 m ² Dach 3: 125,12 m ² Dach 4: 157,76 m ² <i>Gesamt: 551,47 m²</i>
Modulflächen:	Dach 1: 117,42 m ² Dach 2: 100,24 m ² Dach 3: 111,69 m ² Dach 4: 130,78 m ² <i>Gesamt: 460,13 m²</i>

Angaben zu den Photovoltaikmodulen:

Zell-Typ:	Dünnschicht (CIGS)
Anzahl Module:	Dach 1: 123 Dach 2: 105 Dach 3: 117 Dach 4: 137 <i>Gesamt: 482</i>
Nennleistung:	55,43 kW

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise



Die rechnerisch simulierten Preise beinhalten:

- Photovoltaikmodule, rahmenlos, inkl. Klemmleisten
- Montagesystem/Unterkonstruktion inkl. Befestigungsmittel
- Zusatzsicherung für Windzone 4
- DC-Solarkabel, Stecker, Buchsen, Installationsmaterial bis Wechselrichter
- Wechselrichter inkl. 5 Jahre Garantie
- Niederspannungsunterverteilung
- Datenlogger zur Ertragsüberwachung inkl. Zubehör
- Steuergerät für Netzsicherheitsmanagement / Fernabregelbarkeit
- Montage
- AC-seitige Elektroarbeiten inkl. Materialien
- Wechselrichteranschluss, Netzanschluss, Inbetriebnahme
- First- und Seitenanschlüsse
- Zusatzkosten für den Blitzschutz (auf den Dachflächen)
- Generator-Erdung
- Planungskosten

Nicht im rechnerisch simulierten Preis enthalten sind:

- Vorbereitende Maßnahmen wie Schalung, Unterspannbahn, Konterlattung, Traufbohle, Traufblech, Einlaufblech, Dachrinne, Schneefang
- Zähler
- Blitzschutzanlage (ab Traufe zur Erdungsanlage)

3.2.2 Varianten-Berechnung

3.2.2.1 Grunddaten bei Vollbelegung

- EEG-Einspeisevergütung 2012 (Laufzeit EEG 20 Jahre) für 55,43 kW:
0,2388 €/kWh
- Vergütung nach EEG für eigenverbr. Strom bis 30% EV bei 55,43 kW:
0,075 €/kWh
- Vergütung nach EEG für eigenverbr. Strom bei über 30% EV bei 55,43 kW:
0,1188 €/kWh
- angenommener eingesparter Strompreis bei Eigenverbrauch: 0,155 €/kWh
- unterstellte Einspeisevergütung nach gesetzlichem Zeitraum: 0,20 €/kWh (unterstellte Eigenverbrauchsvergütung nach gesetzlichem Zeitraum: wie 1.-20. Jahr)
- Gesamtkosten (netto): 164.337,97 € = 2.964,78 € / kW
- eingesparte Dachdeckungskosten Dachziegel (30,- € pro m²):
16.544,10 €
- eingesparte Dachdeckungskosten Zink (55,- € pro m²): 30.330,85 €
- die jeweils eingesparten Dachdeckungskosten wurden in den Variantenberechnungen von der Investitionssumme abgezogen
- Planungszeitraum: 25 Jahre
- Finanzierung: 20% Eigenkapital: 32.867,59 €, 80% Fremdkapital zu folgenden Konditionen: Laufzeit: 20 Jahre; 0 Jahre tilgungsfrei; Zinssatz nominal 3,1% (Zinsbindungsfrist 10 Jahre, danach Zinssatz 3,5%)

3.2.2.2 Variante 1: Südausrichtung

- Ausrichtung: Dächer 1–3: –5° / Dach 4: –30°
- Stromerträge: garantiert 770 kWh/kW; realistisch 830 kWh/kW (Berechnung erfolgt mit den realistischen Erträgen)

Eingesparte Dacheindeckung: Dachziegel (16.544,10 €)

Eigenverbrauch	Strompreis-Steigerung p.a.	Effektiver Überschuss	Rendite auf 20% EK p.a.	Gesamtkapitalrendite p.a.*
60% (27.604 kWh)	4%	81.827,- €	7,4 %	4,9 %
	6%	138.385,- €	10,2 %	6,1 %
	8%	216.434,- €	12,9 %	7,5 %
70% (32.205 kWh)	4%	98.701,- €	8,6 %	5,3 %
	6%	164.685,- €	11,5 %	6,7 %
	8%	255.742,- €	14,3 %	8,1 %
80% (36.806 kWh)	4%	115.575,- €	9,6 %	5,8 %
	6%	190.985,- €	12,7 %	7,2 %
	8%	295.050,- €	15,5 %	8,7 %

**vor Steuern und Finanzierung!*

Eingesparte Dacheindeckung: Zink (30.330,85 €)

Eigenverbrauch	Strompreis-Steigerung p.a.	Effektiver Überschuss	Rendite auf 20% EK p.a.	Gesamtkapitalrendite p.a.*
60% (27.604 kWh)	4%	99.709,- €	9,9 %	5,8 %
	6%	156.267,- €	12,6 %	7,0 %
	8%	234.315,- €	15,2 %	8,3 %
70% (32.205 kWh)	4%	116.583,- €	11,1 %	6,2 %
	6%	182.567,- €	13,9 %	7,6 %
	8%	273.623,- €	16,6 %	9,0 %
80% (36.806 kWh)	4%	133.456,- €	12,2 %	6,6 %
	6%	208.867,- €	15,2 %	8,1 %
	8%	312.931,- €	17,9 %	9,6 %

**vor Steuern und Finanzierung!*

3.2.2.3 Variante 2: Nordausrichtung

- Ausrichtung: Dächer 1-3: +175° / Dach 4: +150°
- Stromerträge: garantiert 520 kWh/kW; realistisch 560 kWh/kW (Berechnung erfolgt mit den realistischen Erträgen)

Eingesparte Dacheindeckung: Dachziegel (16.544,10 €)

Eigenverbrauch	Strompreis-Steigerung p.a.	Effektiver Überschuss	Rendite auf 20% EK p.a.	Gesamtkapitalrendite p.a.*
60% (18.625 kWh)	4%	-26.176,- €	-	1,0 %
	6%	11.984,- €	0,9 %	2,3 %
	8%	64.644,- €	4,1 %	3,7 %
70% (21.729 kWh)	4%	-14.791,- €	-	1,4 %
	6%	29.729,- €	2,2 %	2,9 %
	8%	91.165,- €	5,4 %	4,3 %
80% (24.833 kWh)	4%	-3.406,- €	-	1,9 %
	6%	47.473,- €	3,3 %	3,4 %
	8%	117.686,- €	6,5 %	4,9 %

**vor Steuern und Finanzierung!*

Eingesparte Dacheindeckung: Zink (30.330,85 €)

Eigenverbrauch	Strompreis-Steigerung p.a.	Effektiver Überschuss	Rendite auf 20% EK p.a.	Gesamtkapitalrendite p.a.*
60% (18.625 kWh)	4%	-8.294,- €	-	1,7 %
	6%	29.866,- €	2,5 %	3,0 %
	8%	82.525,- €	5,5 %	4,4 %
70% (21.729 kWh)	4%	3.091,- €	-	2,1 %
	6%	47.610,- €	3,7 %	3,6 %
	8%	109.046,- €	6,9 %	5,0 %
80% (24.833 kWh)	4%	14.475,- €	1,3 %	2,6 %
	6%	65.355,- €	4,9 %	4,1 %
	8%	135.567,- €	8,0 %	5,6 %

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

**vor Steuern und Finanzierung!*

Die kalkulierten Einstrahlungsdaten basieren auf wissenschaftlichen Datenbanken und spiegeln eine eher konservative Schätzung wider. Eine Veränderung der globalen Strahlungsintensität bzw. langfristige Klimaänderungen können dazu führen, dass zukünftige Werte von den heute gemessenen Einstrahlungsdaten abweichen.

Die Eigenverbrauchsregelung wurde in den Berechnungen berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass in den nächsten Jahren Stromspeichermedien auf den Markt kommen, die einen höheren Anteil des Eigenverbrauchs ermöglichen. An den Berechnungen wird ersichtlich, dass dies zusätzlich zu steigenden Renditen führt.

Die Kalkulation auf Basis einer Kostenschätzung wurde bestmöglich erstellt. Steuern und Abschreibungen wurden in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Die doch sehr hohen Renditen werden durch die Eigenstromvergütung und den Entfall der teuren Ziegel bzw. Zinkeindeckung generiert.

Die Photovoltaikanlage wurde, wie geplant, als nordgerichtetes InDach-System auf dem Neubau installiert.



Abb.: realisierte InDach-Anlage

3.3 Bau- und Dämmstoffe

Die Ausführung mit ökologischen Bau- und Dämmstoffe sollte das Konzept des Gebäudes abrunden.

- Der Rohbau wurde mit einer Perimeterdämmung aus Schaumglas-schotter ausgeschrieben und realisiert.
- Die Fassadenaufteilung in Plattenfassade und Mineralschaum-WDVS wurde optimiert, nachdem durch den Brandschutz Auflagen kamen, welche den Einsatz von Zellulosedämmung in mehreren Gebäudebereichen nicht mehr zuließen.
- Das Fassadenkonzept besteht weiterhin aus einem Mix aus Plattenfassade und WDVS. Die Plattenfassade befindet sich größtenteils im Bereich des Veranstaltungssaals und wurde mit Mineralwollgedämmung realisiert. Ein Ausdämmen mit Mineralschaumplatten, welche ebenfalls als A-Baustoff klassifiziert sind, erschien hier wenig praktikabel, da die Platten an die ebenfalls nicht brennbar auszuführende Unterkonstruktion angepasst werden mussten.
- Bei der Dachdämmung hat es aus Kostengründen Umplanungen gegeben. Die Bereiche mit Zwischensparrendämmung wurde mit Mineralwollgedämmung ausgeführt, was dem Brandschutz geschuldet ist. Die Dämmebenen im überdachten Bereich auf den Bewohnerzimmern wurden durch Zellulose-Schüttdämmung umgesetzt. Die Flachdachdämmung ist aus Kostengründen von Mineralschaumdämmung auf EPS-Dämmung umgeplant worden. Einzelne, brandschutztechnische Bereiche wurden hier in Mineralwollgedämmung realisiert.

3.4 Lufttechnische Anlagen

Aufgrund der unterschiedlichen Nutzung wurden Lufttechnische Anlagen für den Erweiterungsbau erforderlich und für Wohn- und Veranstaltungsbereich auf zwei Anlagen aufgeteilt. Zum einen wird das Gebäude in Passivbauweise mit besonderer Luftdichtigkeit ausgeführt, zum anderen ist ein Vortragssaal mit großer Besucheranzahl vorgesehen.

Für den Wohnbereich mit 10 Zimmern wurde aufgrund der Personenzahl eine maximale Zu- und Abluftmenge von 500 m³/h ausgelegt. Die Anlage ist für Dauerbetrieb während der Heizperiode ausgelegt und versorgt die angeschlossenen Wohnbereiche in Abhängigkeit von Messwerten für Luftqualität und Luftfeuchte. Eine Messung der Luftqualität wird in Abhängigkeit des CO₂-Wertes innerhalb des Abluftkanals mit Kanalfühlern vorgenommen.

Für den Veranstaltungsbereich, bestehend aus Saal und Arbeitsgruppenraum wurde eine maximale Zu- und Abluftmenge von 2.600 m³/h ausgelegt. Die Anlage ist ausgelegt für maximal 100 Personen, die jedoch relativ selten, nur bei entsprechenden Veranstaltungen genutzt wird. Die Luftmenge wird ebenfalls in Abhängigkeit der Luftqualität, gemessen als CO₂-Gehalt in der Abluft gefördert.

Beide Zentralgeräte wurden innerhalb eines Technikraums im Dachgeschoss aufgestellt und erhielten eine hocheffiziente, regenerative Wärmerückgewinnung mit Wärmebereitstellungsgraden von 85 % für das Gerät ‚Wohnbereich‘ und 91 % für das Gerät ‚Veranstaltungsbereich‘.

Aufgrund der hohen inneren Lasten bei voller Belegung wird das größere Zentralgerät mit zusätzlichem Heiz- und Kühlregister für Betrieb mit Erdreichwärmeaustauscher ausgerüstet.

Im Heiz- bzw. Winterbetrieb wird die kalte Außenluft durch das Register vorgewärmt, während im Kühl- bzw. Sommerbetrieb bei hohen Außentemperaturen eine Kühlung erreicht werden kann.

Die Luftförderung erfolgt durch Zu- und Abluftventilatoren mit Antriebsmotoren mit hohen Wirkungsgraden in Effizienzklasse IE 2, ehemals Eff1, die stetig in Abhängigkeit vorher beschriebener Luftqualität geregelt werden.

3.5 Beleuchtungsanlagen

Durch die intensive Zusammenarbeit mit dem Hersteller eines Systems für Lichtkamine ist im Vergleich zu Vorgängermodellen eine deutliche Verbesserung durch eine thermische Trennung mittels einer Zweischeibenverglasung entwickelt worden, die den U-Wert des Systems gegenüber vergleichbaren Systemen gravierend verbessert.

Eine weitere Entwicklung des Herstellers hat sich mit der Kombination des Lichtkamins mit einer LED-Leuchte beschäftigt, um im Deckenspiegel ein einheitliches Bild zu erlangen und die Lichtkamine, sensorgesteuert, bei abnehmendem Tageslicht auf ein dynamisch geregelten Kunstlichtbedarf umzuschwenken. Die Besonderheit des Systems liegt im Gegensatz zu bisher erhältlichen Systemen darin, dass die Kunstlichteinheit außerhalb des Lichtkamins angebracht ist und somit der Tageslichteinfall im Kamin nicht beeinträchtigt wird.

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

Die Belichtung über Lichtkamine mit einer Hybridleuchte wurde nach erheblichen Entwicklungs- und Produktionsverzögerungen realisiert. Diese für das Ev. Bildungszentrum neu entwickelten Hybridleuchten wurden im Foyer des Bestandsgebäudes, im neuen Foyer sowie im Flur des Gästebereichs installiert.

Sämtliche Leuchten (Seminarräume, Gästezimmer, Sanitärbereiche) wurden in LED-Standard realisiert.



Abb.: Kuppeln der Lichtkamine auf dem Flachdach des Bestandsgebäudes

3.6 Plus-Energie-Standard im Neubau

Die zu erwartenden solaren Erträge aus der Indach-PV-Anlage sind simuliert und mit den derzeit berechneten Verbräuchen gegenüber gestellt worden.

Legt man den Primärenergiefaktor für allgemeinen Strommix (PE 2,6) zu Grunde, wird der Plus-Energie-Standard nicht erreicht. Wie im Förderantrag beschrieben sind Ertragssimulationen für nordgerichtete PV-Anlagen bisher wenig untersucht. Teil des Projektes soll eine Überprüfung anhand der real erwirtschafteten Erträge sein. Bis dahin ist der solare Ertrag nur zu schätzen. Für die Zeit dieses Monitorings wird wie folgt verfahren: Das Ev. Bildungszentrum stellt seinen Strom-Liefervertrag mit der EWE komplett auf Strom aus erneuerbaren Energien um. Entgegen der Definition der DENA zum Plus-Energie-Standard:

„Eine Berücksichtigung von Strom aus erneuerbaren Energien (Ökostrom) für das individuelle Gebäude ist aus folgendem Grund nicht möglich: Die Entscheidung, den Strombedarf mit Ökostrom zu decken, ist vom Nutzer bzw. Eigentümer abhängig und ist keine ursächliche Eigenschaft des Gebäudes. Ein neuer Mieter oder Käufer des Gebäudes ist ja frei, wieder zu einem anderen Stromanbieter zu wechseln. Der Energieausweis soll aber die energetischen Eigenschaften des Gebäudes darstellen und bei Verkauf oder Vermietung vorgelegt werden bzw. ausgehangen werden.“

kann in diesem Fall ein Eigentümerwechsel oder Verkauf des Gebäudes ausgeschlossen werden. Die inhaltliche Ausrichtung des Bildungszentrums als Energie-Kompetenz-Zentrum und der daraufhin gerichtete 20-Jahres-Plan des gesamten Komplexes machen einen Wechsel zurück zu einem allgemeinen Strommix unwahrscheinlich. Der Neubau wird daher vorerst als Plus-Energie-Gebäude eingestuft und eine, auch der Definition nach DENA, konforme Lösung wird in den nächsten Jahren angestrebt. Dafür wurde auf dem Bestandsgebäude eine weitere Maßnahme zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energie geplant und realisiert, um den Neubau unabhängig vom bezogenen Strom auf eine positive Energiebilanz zu bringen und auch den Bestand in Teilen mit versorgen zu können. Hierfür sind zwei Varianten untersucht worden:

3.6.1 Windkraftanlage als Vertikaldreher

Die Möglichkeiten des Standortes für das Aufstellen einer vertikal drehenden Windkraftanlage sind untersucht und bewertet, die aktuellen Möglichkeiten von plausibel aufstellbaren Anlagen untersucht worden. Die beste Position ist der Aufstellort auf dem Flachdach des Wirtschaftstraktes im Bestand. Die Position des Bildungszentrums in der örtlichen Einbettung macht aber selbst hier eine wirtschaftliche und ertragreiche Bilanz aus Windkraft unwahrscheinlich. Auf Rücksprache mit Herrn Prof. H. Seifert, Hochschule Bremen, Institut Maritime Technologien / FK-Wind, ist dies bestätigt worden. Daraufhin sind weitere Überlegungen zur Stromerzeugung aus Windkraft verworfen worden.

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise



Abb.: Simulation eine Vertikaldrehers auf dem Flachdach des Bestandsgebäudes

3.6.2 PV-Aufdachanlage mit Ost-West-Ausrichtung

Als Alternative zur Windkraftanlage ist für das Bestandsgebäude eine aufgeständerte PV-Anlage mit Ost-West-Ausrichtung nach dem aerodynamischen Prinzip betrachtet worden.



Abb.: realisierte Anlage

Die Konstruktion der aneinander gestellten Modulreihen erlaubt es, dieses System ohne zusätzliche Auflast auf Bestandsdächern zu installieren, da sie keine Angriffspunkte für den Wind bietet. Wird bei bestehenden Flachdächern die Auflast gegen dieses PV-System getauscht, so ist das System sogar leichter als eine 5cm Kiesauflast, was die Bestandsstatik nicht beeinflusst und daher in vielen Anwendungs- und Sanierungsfällen eine denkbare Lösung darstellen kann.

4 Bestandssanierung

Im Bestandsbau wurde mit Sanierungsmaßnahmen im Bereich des Foyers, des Speisesaals sowie des Wintergartens realisiert.
Die Maßnahmen werden im Folgenden näher erläutert.

4.1 Bestandssanierung als 20-Jahres-Plan

Resultierend aus einem Gespräch zwischen Herrn Grobe (Architekt), Herrn Dr. Grimm (DBU), Frau Djahanschah (DBU) und Herrn Dr. Matzen (Bauherr), ist ein Maßnahmenkatalog zur Bestandssanierung des Ev. Bildungszentrums für die nächsten 20 Jahre erarbeitet worden. In diesem Katalog sind mögliche Maßnahmen, die sich aus dem Forschungsbericht der Hochschule Bremerhaven, geleitet von Herrn Prof. Dr.-Ing. Ritzenhoff, gefördert durch die DBU und die Ev.-luth. Landeskirche Hannover mit einer Projektdauer von 2004–2007 sowie durch die eigene Bestandsaufnahme des Architekturbüros Grobe, erörtert und in ihrer zeitlichen Abfolge zueinander gesetzt worden sind. Hieraus ergaben sich einzelne, für sich selbst zu betrachtende Bauabschnitte, die folgend, in Staffelung ihrer Notwendigkeit der Durchführung, genannt werden:

Bauabschnitt A – Sanierung des Wirtschaftstraktes inkl. Küche, Speisesaal, Arbeits- und Gruppenräumen sowie Foyerbereich, Baujahr 1982

Bauabschnitt B – Sanierung des Verwaltungs- und Gästezimmertraktes, Bj. 1982

Bauabschnitt C – Sanierung des Gästezimmertraktes, Bj. 2000

Bauabschnitt D – Sanierung des Forums, Bj.2000

Innerhalb der einzelnen Bauabschnitte wurden dann mögliche Maßnahmen aufgezeigt, welche wiederum nach ihrem energetischen Optimierungspotential, bauphysikalischen und baukonstruktiven Abhängigkeiten zueinander zeitlich eingeordnet worden sind.

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

Baub Abschnitt A - Arbeits- und Gruppenräume, Speisesaal und Küche, Flur- und Aufenthaltsbereich		Bereiche	Fläche	Kosten	Budget	Termin	energ. Einsparpot.
1	Dachabdichtung Flachdach und Lichtkamine Wirtschaftstrakt - Kiesschicht entfernen, Dachfläche vorbereiten, neue Dachdichtung (inkl. Anschluss aufgehender Bauteile etc.), Anschluss Attiken, neue Attikableche, Blitzschutz neu, Lichtkamine einsetzen (inkl. Arbeiten an Unterdecke), Blitzschutz neu		740 m ²	72.000,00 €	120.000,00 €		
2.1	Option Lüftungsanlage Lüftungskonzept Küche: Zu- und Abluftanlage, ca. 6.000 m ³ /h, mit Wärmerückgewinnung in wetterfester Ausführung für Küche und Speisesaal für Außen aufstellung auf dem Dach. Neue Küchen-Umluftluflhaube mit 30%-AUL-Anteil und Geruchsfilter. Lüftungskanalnetz in fettreicher Ausführung, Dämmarbeiten, Regel- und Steueranlagen und Eelktroverkabelung. Lüftungskonzept Arbeitsräume EG und Spielen/Sport KG: Kombinierte Zu- und Abluftanlage, ca. 1.100 m ³ /h, mit Wärmerückgewinnung als Zwischen- deckengerät für Arbeitsräume EG und Spielen/Sport im KG für Innenaufstellung in Nebenräumen. ZUL-/ABL-/AUL-FOL-Kanäle, Dämmarbeiten, Regel- und Steueranlagen und Elektroverkabelung. - ggf Kostensteigerung durch Brandschutzkonzept (- Zusatzkosten durch Arbeiten an bereits erneuerter Decke)	Küche / Speiseraum	175 m ²	66.000,00 €			
		EG KG	125 m ² 135 m ²	24.500,00 €			
2.2	Ausführung Luftdichtigkeitsebene zum Dach und Dachdämmung - Vorhandene Deckenkonstruktion entfernen - vorhandene Abdichtung mit neuer luftdichter Ebene aufdoppeln - LD Randanschluss der Folie mit Klemmlatte, Spannungsfrei - erweiterte UK zur Erhöhung der Tragfähigkeit der Dämmebene	Flur	370 m ² 210 m ²	6.750 €			
		Gruppenraum 1+2 Andachtsraum					
2.3	Option Dachdämmung - Erweitern der vorhandenen Dachdämmung durch Einblasdämmung auf 40cm (10cm MiWo im Bestand) Einbau Bereichsweise parallel zu Folie/Lattung	Flur Küche Speisesaal	370 m ² 210 m ² 160 m ² 105 m ²	10.500,00 €			
2.4	Ausführung Abhangdecke - Akustikdecke F30						
2.5	Ausführung Beleuchtung - Beleuchtungskonzept erstellen, Bestandslampen entfernen, Kabel- und ggf. Schaltverlegung, neue Leuchten LED-Technik, Tageslicht- und Präsenzsteuerung	Lager/Technik KG öff. Bereich KG Flur EG Küche Speise & Winterg. Gruppenraum 1+2 Andachtsraum	975 m ² 130 m ² 225 m ² 215 m ² 160 m ² 155 m ² 155 m ² 65 m ²				
3	Fenster - Fenster (Bj 1982) durch 3-Scheiben-Verglasung und Rahmen ersetzen - Luftdichter Anschluss, Innenleibungen putzen und malern	Fensterfl. KG & EG	211 m ²				
4	Außenwanddämmung - ggf. Ausblasen des 2-schaligen Mauerwerks oder Außenwanddämmung mit Riemchen/WDVS						
5	Heizungsanlage - Kessel im Zuge der vorangegangenen Maßnahmen überdimensioniert und zum Zeitpunkt der Umsetzung ca 30 Jahre alt						

Baub Abschnitt B - Verwaltungs- und Gästezimmer (ggf. Trakt Bj.2000 differenziert betrachten)

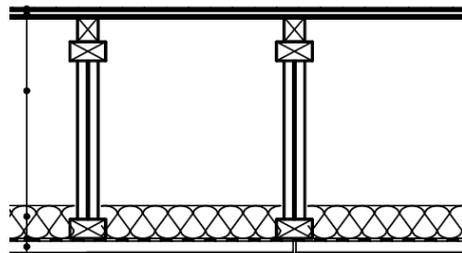
Baub Abschnitt C - Trakt Bj.2000

Baub Abschnitt D - Forum

4.2 Bestandssanierung Bauabschnitt A

Mit der Sanierung des Wirtschaftstraktes ist bereits begonnen worden. Undichtigkeiten im Flachdach und der Wunsch des Bauherrn nach einer neuen Abhangdecke im Foyerbereich des Bestandes führten zu folgenden Maßnahmen: Die bestehende Decken- / Dachkonstruktion ist untersucht worden. Der gesamte eingeschossige Trakt ist mit einem Flachdach durch eine Holzbinderkonstruktion ausgebildet. Der Dachraum ist mit einer 10cm Mineralwollendämmung ausgebildet und wird hinterlüftet. Die

Mineralwollgedämmung ist alukaschiert und durch eine Luftdichtheitsfolie vom Innenraum getrennt. Die Untersuchung der Einbausituation der Dämmung und der Luftdichtheitsfolie wies nach heutigen Kriterien schwere Mängel auf.

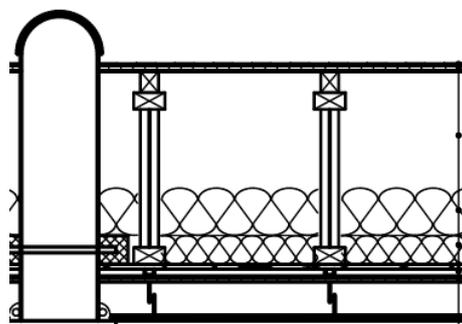


- Dachabdichtung mit Kiesauflast
- Holzschalung
- Fachwerkbinder gem. Statik
- Dämmung, 10cm
- Dampfsperre
- Sparschalung
- Ratserdecke mit Akustik-Platten

Eine Sanierung der Dach- und Deckensituation führte unweigerlich zu weiteren Optionen, welche bedacht und gleich mit umgesetzt worden sind.

Im Zuge der Dachsanierung wurde die Dachdämmung durch Zellulose-Einblasdämmung auf eine Stärke von insgesamt 30cm verstärkt. Die neue Abhangdecke enthält eine fachgerecht umgesetzte Luftdichtheitsebene zur Dachdämmung.

Aus brandschutztechnischen Anforderungen wurde diese Decke als F30-Decke ausgebildet, um den Dachzwischenraum vom Foyer zu trennen und einen Brandüberschlag zwischen den einzelnen Räumlichkeiten zu vermeiden und somit die Sicherheit im Gebäude zu erhöhen.



- neue Dachabdichtung mit Kiesauflast
- Holzschalung
- Fachwerkbinder gem. Statik
- neue Zellulosedämmung, 20cm
- Dämmung, 10cm
- neue Dampfsperre
- neue Sparschalung
- neue F30 Unterdecke
- neue Akustikdecke

Des Weiteren wurde im Zuge der Maßnahme die Foyerbeleuchtung auf LED-Technik und durch den Einsatz von Lichtkaminen mit Hybridleuchten sogar auf eine Tageslichtnutzung umgestellt.

Auch der Einsatz und/oder die Vorinstallation von Lüftungskanälen für ein späteres Nachrüsten einer Lüftungsanlage ist untersucht, jedoch verworfen worden. Das Foyer benötigt auf Grund seiner Größe in absehbarer Zeit keine Lüftungsanlage. Die Gruppenräume sind auf Grund ihrer Lage einfacher und kostengünstiger mit dezentralen Geräten

auszustatten, welche zur Zeit nicht bedacht werden müssen, und auch der Küchen- / Speisesaalbereich wäre durch eine dezentrale Lüftungseinheit direkt über Dach umzusetzen, welche in ihrer Planung keine Auswirkung auf die jetzigen Baumaßnahmen hat. Notwendige Fettabscheider etc. sprechen bei dieser Anlage eher für ein eigenständiges ‚Insel‘-System.

Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen im Foyer ist die Haupteingangstür inkl. der Seitenfenster (nach Norden) komplett durch eine 3-Scheiben-Pfosten-Riegel-Fassade ersetzt worden.

Eine 4-Scheiben-Verglasung ist in diesem Bereich auf Grund der Nord-Ausrichtung überlegt worden, jedoch mangels geeigneter Hersteller, auch in Bezug auf die geringe Fensterfläche und Probleme durch das Scheibengewicht für die Tür und die Fassadenkonstruktion nicht realisiert worden. Der Wintergarten hat eine 3-Scheiben-Überkopfverglasung und eine Sonnenschutzmarkise erhalten, um der sommerlichen Überhitzung vorzubeugen.

In Bezug auf den erstellten Maßnahmenkatalog wären als nächstes der Austausch der Fensterverglasung und die Dämmung der Außenwände sinnvoll. Der Austausch der 2-Scheiben-Verglasung, Bj. 1982, und die konstruktiv luftdichte Anbindung der Fenster wird gegenüber der Außenwanddämmung priorisiert. Der Außenwandaufbau als 2-schaliges Mauerwerk mit Klinkerfassade macht eine einfache, kostengünstige Dämmung, die das Erscheinungsbild und den Charakter des kompletten Gebäudes nicht verändert, nur schwer möglich.

4.3 Bestandssanierung der restlichen Bauabschnitte

In den restlichen Bauabschnitten kann analog zu Bauabschnitt A vorgegangen werden. Da das Umsetzen der Maßnahme aber zeitlich noch nicht einzuordnen ist, kann hier nur ein grober Fahrplan erstellt werden, da Sanierungsmaßnahmen im Bestand nicht nur der energetischen sondern unter Umständen auch der baukonstruktiven Ertüchtigung geschuldet sind und so in ihren Zusammenhängen immer neu bewertet werden müssen.

Generell sollte auch im Rahmen der Sanierung einzelner Bereiche immer auch der größere Zusammenhang gesehen werden. So sind beim Sanieren einzelner Zimmer auch der Tausch der Fenster im Zusammenhang mit einem luftdichten Anschluss, der Tausch der Beleuchtung zu energiesparenden und wartungsarmen LED-Leuchten, aber genauso das Vorsehen einer Lüftungsanlage für das irgendwann recht luftdichte Gebäude etc. wie bereits beschrieben, zu bedenken.

4.4 Bestandssanierung Heizungsanlage

Die vorhandene Heizungsanlage ist, wie in den vorhergehenden Zwischenstandsberichten erläutert, im Moment ausreichend groß dimensioniert und durch ihr Alter noch ausreichend effizient, dass sie auch den Erweiterungsbau mit versorgen kann.

Sollte der Maßnahmenkatalog für die nächsten 20 Jahre wie beschrieben umgesetzt werden, so ist die Heizungsanlage am Ende dieses Zeitraums auch in einem Alter, wo sie ersetzt werden und auf Grund der dichten und gedämmten Gebäudehülle auch viel kleiner dimensioniert werden kann.

Da alle Bestrebungen und Planungen eines Holz-Pellet-BHKW aus bekannten Gründen nicht umsetzbar sind, wird bis auf weiteres keine Veränderung der Heizungsanlage geplant.

4.5 Nutzung der Abwärme der Kälteanlage im Küchenbereich

Im Keller unterhalb der Küche sind zurzeit insgesamt vier Kleinkälteanlagen installiert. Dabei handelt es sich um eine Kälteanlage älterer Bauart für einen Normalkühlraum, zwei kleinere Tiefkühlzellen neuerer Bauart sowie eine neuwertige für zwei Kühltresen innerhalb des aktuell sanierten Speisesaals.

Eine Nutzung der entstehenden Abwärme wurde verworfen, da einerseits ein Anschluss an die vorhandene statische Heizung aufgrund des Temperaturniveaus und fehlender Wärmetauscher in den Kompakt- und Kleinkälteanlagen technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll ist und andererseits eine entsprechende Lufttechnische Anlage für den Speisesaal zur Nutzung des Niedertemperaturniveaus nicht vorhanden ist und vorerst nicht ausgeführt werden soll.

5 Pädagogisches Konzept

Als Energiereferenzzentrum werden hohe inhaltlich-konzeptionelle Anforderungen an das pädagogische Konzept und die Gesamtbewirtschaftung des Ev. Bildungszentrums gestellt.

Naturgemäß wird eine Erwachsenenbildungseinrichtung auf dem Wege über Seminarveranstaltungen den Leitgedanken nachhaltiger Entwicklung verfolgen. Die Zugänge sind intentionaler und nicht-intentionaler Art: Intentionale Bildungsprozesse sind zielgerichtet, absichtsvoll und normativ gehaltvoll. Intentionale Bildung wird entweder vom Ev. Bildungszentrum initiiert (a) oder an das Haus herangetragen (b). Nicht-intentionale Prozesse gestalten sich ‚en passant‘ (c).

(a): Im Jahresprogramm des Ev. Bildungszentrums wurde ein neuer Arbeitsbereich etabliert: ‚Ökologie und nachhaltige Entwicklung‘. In diesem Kontext wurden für das Jahr 2013 zunächst fünf Veranstaltungen vorgesehen:

- Unter dem Motto ‚Passivhaus live – Energieeffizienz erleben‘ gestaltet das Ev. Bildungszentrum in Kooperation mit dem Architekturbüro Grobe Passivhaus drei Veranstaltungen zum Passivhaus-Standard:
 - ‚**Passivhaus-Standard für kommunale Gebäude**‘. Das Seminar richtet sich an Entscheider/innen der öffentlichen Hand.
 - ‚**Passivhaus-Standard – das Handwerk ist dabei**‘. Für Handwerksbetriebe.
 - ‚**Der Weg zum Passivhaus**‘. Für die interessierte Öffentlichkeit.
- Die **Windkraft-** und **Offshore-**Debatte wird im Rahmen eines fünftägigen Bildungsurlaubs thematisiert.
- Im Rahmen eines EU-Projekts über die Förderlinie ‚Grundtvig‘, Förderung der allgemeinen Erwachsenenbildung, sind Mittel für einen 9-tägigen internationalen Workshop unter dem Titel ‚**Green Learning – Energie sparen – Klima schützen**‘ bewilligt worden, der mittlerweile erfolgreich durchgeführt werden konnte (s. Presseartikel). Weitere EU-Projekte befinden sich in der Beantragung.

(b): Neben zahllosen Rundgängen und Erläuterungen des Bauvorhabens, die von Gästen und Gastgruppen des Hauses erbeten wurden, wird das Bildungszentrum als ökologischer Lern- und Lebensort für Tagungen und Veranstaltungen wahrgenommen:

- Der ‚**Fair-Trade-Award 2012**‘ der Konföderation der Ev. Landeskirchen in Niedersachsen wurde im November 2012 im Ev. Bildungszentrum verliehen. Das Haus war als Preisträger nominiert und wurde mit dem ersten Platz ausgezeichnet (s. Presseartikel).

Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

- Die IHK Stade veranstaltet zentrale Tagungen zur ‚Energiewende‘ in Kooperation mit dem Ev. Bildungszentrum.
- Kirchenkreise und Gemeinden, Schulträger und Träger von Kindertagesstätten richten ihre Klausurthemen ‚nach dem Gebäude aus‘, weil sie vor Sanierungsmaßnahmen ihrer Liegenschaften stehen oder Energieeinsparpotenziale sondieren.
- Bauträger nehmen Beratung wahr, um von den Erfahrungen während der Konzeptionsphase, der Bauphase und der jetzigen ‚Betriebspraxis‘ zu profitieren (z. B. Neubau eines Hospizes in Bremervörde; Neubau des UNESCO-Weltkulturerbe Wattenmeer-Besucherzentrums in Cuxhaven).

(c): Ausstattung, Materialität und Technik des Gebäudes teilen sich den Gästen auf unaufdringliche Weise mit – en passent. Warmes Licht mit LED, Tageslicht, Raumklima, Übernachtungserfahrung im Passivhaus, nördlich und ost-westlich ausgerichtete PV-Anlagen werden erlebbar. Das Haus bietet einen Erfahrungs- und Aneignungsraum für nachhaltiges Leben und Wirtschaften. Der Kontext zur öko-fairen, saisonalen und regionalen Beschaffungsphilosophie wird deutlich. Ein neuer Zusammenhang von Komfort und Verantwortung kann erspürt werden.

Dezente Informationsmaterialien regen zur Vertiefung an. So genannte ‚Schaufenster‘ – Wand- und Bodenschnitte – zeigen die ‚inneren Werte‘ zwischen Wandfarbe drinnen und Putz draußen, zwischen Erde und Parkett. Kleine Materialausstellungen laden zum Anfassen und zur Wahrnehmung der Funktionalität ein: Glasschaumschotter, ‚nature-plus‘ zertifizierte Mineralschaumplatten, Zellulose, hauchdünne PV-Module, Lino-leum, Trockenbauwände aus Stroh ... Vieles ist im Musterformat angesammelt worden.

Die Erträge der PV-Anlagen werden dokumentiert, Webcams liefern Bilder vom Dach.

Und wir zeigen, an welchen Stellen wir noch hinter unseren Ansprüchen liegen, was vor uns liegt und welche nächsten Schritte wir in der Bestandssanierung gehen werden.



Erweiterung des Ev. Bildungszentrums Bad Bederkesa in Passivhausbauweise

