



4. Workshop Energieeffiziente Schulen, Rostock
„Plusenergieschule Detmold- Sanierung mit vorgefertigten
Holzelementen“ Harald Semke

EnOB Beispielhafte Sanierung
EnEFF: Schule-Leuchtturm
Förderkennzeichen 03ET1075E
RenewSchool Best Practice Beispiel

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Sanierung Berufskolleg
Detmold zur
+Plusenergieschule

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Integraler Planungsprozess

Interdisziplinäre Moderation verschiedenartiger, hoher Anzahl von Projektbezügen

Förderung der Eigenverantwortung beteiligter Akteure durch **partizipative**, ausreichend empathische, **zielorientierte** Kommunikation.

Zielkonflikte verschiedenartiger fachlicher Perspektiven **als Entwicklungs- Potential mobilisieren**, erhöht interdisziplinären Austausch im stufenweisen Durcharbeiten und Qualität der Projektergebnisse.



Entwicklung des Vorhabens

Zeitachse/ Projekt-Historie

- 2009 Erste Projektgespräche zwischen Bauherren, Schule und Architekt
- 2009 Entwicklung eines Sanierungskonzeptes + Planung Erweiterungsbauten
- 2010 Konzepterstellung für ein **BMU**- Modellprojekt, Gebäudesanierung
- 2010 Baubeginn Erweiterungsbauten, Umbauten, Brandschutzmaßnahmen
- 2011 **EnOB**- Antrag Plusenergieschule
- 2012 **Fertigstellung** Lernlandschaft, Lehrrestaurant, Lern- und Verwaltungstrakt
- 2013 Zuwendungsbescheid durch das **BMWi** für San. zur Plusenergieschule
- Januar 2014 Bauliche Umsetzung Gebäudesanierung zur Plusenergieschule
- Mai 2014 Auszeichnung mit dem **BMWi-Preis „Schule 2030 – Lernen mit Energie“**
- März 2016 Bauliche Fertigstellung (ohne Außenanl.), anschl. 2-Jahre Monitoring
- 2016 Umbau Klassenzimmer für Phase II des Intensivmonitoring
- 2017 Anschluss Langzeitmonitoring



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Berufsschule als Lernort mit hoher Signalwirkung

Verbesserung der Lernbedingungen (Raumluftqualität, Aufenthaltsqualität, Gestaltungsqualität, thermische Behaglichkeit, Akustik, Komfort, Nutzerfreundlicher Bedienkomfort)

Strenge Auswahl ausschließlich Raumluftemissionen vermeidender **Baustoffe**

Beteiligung der Schule am integralen Planungsprozess (Partizipation ermöglicht verbesserte Teilhabe an den Ergebnissen)

Positive Außenwirkung und Verstärkung eines **transparenten, positiven und fach- und sachgerecht begründeten innovativen „Wir-Gefühls“**

Drastische Reduktion der gesamten **Baufolgekosten** im Lebenszyklus

Drastische Reduktion schädlicher **ökologischer Folgewirkungen** einschl. Optimierung **Stoffkreisläufe** (Recycling, Upcycling, Trennbarkeit, etc.) und **gebundene** (graue) **Energie** in den Baustoffen

BAUDATEN

FELIX
FECHENBACH
BERUFSSKOLLEG
DETMOLD



Lippe*bildung*

Schule: Felix-Fechenbach-Berufskolleg
Schulträger: Kreis Lippe, Eigenbetrieb Schulen

Architekten: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO
Dipl.- Ing. Harald Semke, Architekt AKNW

Mitarbeit: Harald Semke, Architekt AKNW
Monika Marasz, Architektin AKNW
Dirk Wolf, Architekt AKNW
Volkmar Schultz Dipl.-Ing. Fachrichtung Architektur,
Wilrun Griemert, Duale Studentin Fachbereich
Architektur u.a.

Bruttogrundfläche:

Gesamt: 28.800 m²

PLUSENERGISCHE: 15.800 m²

Erweiterungsbauten: 1.800 m²

Umbau: 5.700 m²

Energetische Sanierung: 14.300 m²

Fertigstellung Erweiterungsbauten: 06 / 03 / 2012

Kosten Erweiterungsbauten: 3,8 Mio. Euro

Kosten Umbauten: 1,2 Mio. Euro

Kosten Sanierung: 7,8 Mio. Euro

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages


pape oder semke
ARCHITEKTURBÜRO



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Gebäudesanierung mit dem Ziel Plusenergie-Schule

modellhaft deutliche Verbesserung der Energieeffizienz („Faktor 4“)

Komfortverbesserung + Verbesserung der Aufenthaltsqualität

Jahresbilanz mit mehr **reg. Primärenergieerzeugung** als für Beheizung, Lüftung, Trinkwarmwassererwärmung und Beleuchtung einschließlich Hilfsenergie

verbraucht wird → **+ Plusenergieschule**



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Integriertes Photovoltaikdach

Piloteinsatz eines neu entwickelten **integrierten Solardaches** mit leistungsstarken und sehr wirtschaftlichen **kristallinen PV-Modulen**

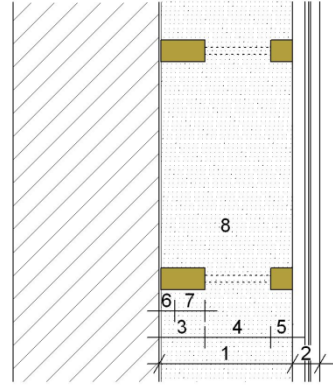
Bekannte Nachteile kristalliner PV-Module in **integrierten Lösungen** hinsichtlich Leistungsverlust sollen **verbessert** werden

Architekturqualität durch sichtbare **gebäudehomogene** Solardächer



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



- 1 Abmessung Stegträger i.M. 36 cm
- 2 Putzträger und Putz
- 3 Altbauwandseitiger Gurt des Stegträgers ca. 6x6 bis 6x12 cm
- 4 Gurtzwischenraum
- 5 Putzträgerplattenseitiger Gurt ca. 6x6 cm
- 6 Toleranzbereich (CNC- gefertigt nach digitalem Aufmaß)
- 7 statisch notwendige Gurtabmessung ca. 6x6 cm
- 8 Zellulosedämmung i.M. 36 cm

Energetische Sanierung mit vorgefertigten Wand- und Decken- Elementen in Modulbauweise

**Einsatz wärmebrückenoptimierter Holzstegträger, homogener Anschluss der Elemente an inhomogene
Altbaufassaden**

Entwicklung entsprechender Holztafelelemente mit Herstellerfirma Lignotrend

Passgenaue Fertigung innerhalb modularer Parameter nach 3-D-Scan der Gebäude

Energetische Sanierung während des laufenden Schulbetriebes (Bauzeitverkürzung, Reduktion von Störungen)

Einsatz biozidfreier Putzfassaden

Langlebigkeit und sehr geringer Anteil gebundener Energien

Mit Herstellerfirma Alco optimierte Passivhausfenster, schmale, tiefe glasleistenlose Profile aus Holz,
Aluabdeckung außen, U-Wert= 0,73W/(m²*K)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Energetische Sanierung mit vorgefertigten Wand- und Decken- Elementen in Modulbauweise

Einsatz wärmebrückenoptimierter Holzstegträger, homogener Anschluss der Elemente an inhomogene
Altbaufassaden

Entwicklung Holztafelelemente mit Herstellerfirma Lignotrend

Passgenaue Fertigung innerhalb modularer Parameter nach 3-D-Scan der Gebäude

Energetische Sanierung während des laufenden Schulbetriebes (Bauzeitverkürzung, Reduktion von Störungen)

Einsatz biozidfreier Putzfassaden

Langlebigkeit und sehr geringer Anteil gebundener Energien

Mit Herstellerfirma Alco optimierte Passivhausfenster, schmale, tiefe glasleistenlose Profile aus Holz,
Aluabdeckung außen, U-Wert= 0,72 W/(m²*K)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Energetische Sanierung mit vorgefertigten Wand- und Decken- Elementen in Modulbauweise

Einsatz wärmebrückenoptimierter Holzstegträger, homogener Anschluss der Elemente an inhomogene Altbaufassaden

Entwicklung Holztafelelemente mit Herstellerfirma Lignotrend

Passgenaue Fertigung innerhalb modularer Parameter nach 3-D-Scan der Gebäude

Energetische Sanierung während des laufenden Schulbetriebes (Bauzeitverkürzung, Reduktion von Störungen)

Einsatz biozidfreier Putzfassaden

Langlebigkeit und sehr geringer Anteil gebundener Energien

Mit Herstellerfirma Alco optimierte Passivhausfenster, schmale, tiefe glasleistenlose Profile aus Holz, Aluabdeckung außen, U-Wert= 0,72 W/(m²*K)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Energetische Sanierung mit vorgefertigten Wand- und Decken- Elementen in Modulbauweise

Einsatz wärmebrückenoptimierter Holzstegträger, homogener Anschluss der Elemente an inhomogene Altbaufassaden

Entwicklung Holztafelelemente mit Herstellerfirma Lignotrend

Passgenaue Fertigung innerhalb modularer Parameter nach 3-D-Scan der Gebäude

Energetische Sanierung während des laufenden Schulbetriebes (Bauzeitverkürzung, Reduktion von Störungen)

Einsatz biozidfreier Putzfassaden

Langlebigkeit und sehr geringer Anteil gebundener Energien

Mit Herstellerfirma Alco optimierte Passivhausfenster, schmale, tiefe glasleistenlose Profile aus Holz, Aluabdeckung außen, U-Wert= 0,72 W/(m²*K)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Energetische Sanierung mit vorgefertigten Wand- und Decken- Elementen in Modulbauweise

Einsatz wärmebrückenoptimierter Holzstegträger, homogener Anschluss der Elemente an inhomogene Altbaufassaden

Entwicklung Holztafelelemente mit Herstellerfirma Lignotrend

Passgenaue Fertigung innerhalb modularer Parameter nach 3-D-Scan der Gebäude

Energetische Sanierung während des laufenden Schulbetriebes (Bauzeitverkürzung, Reduktion von Störungen)

Einsatz biozidfreier Putzfassaden

Langlebigkeit und sehr geringer Anteil gebundener Energien

Mit Herstellerfirma Alco optimierte Passivhausfenster, schmale, tiefe glasleistenlose Profile aus Holz, Aluabdeckung außen, U-Wert= 0,72 W/(m²*K)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Energetische Sanierung mit vorgefertigten Wand- und Decken- Elementen in Modulbauweise

Einsatz wärmebrückenoptimierter Holzstegträger, homogener Anschluss der Elemente an inhomogene Altbaufassaden

Entwicklung Holztafelelemente mit Herstellerfirma Lignotrend

Passgenaue Fertigung innerhalb modularer Parameter nach 3-D-Scan der Gebäude

Energetische Sanierung während des laufenden Schulbetriebes (Bauzeitverkürzung, Reduktion von Störungen)

Einsatz biozidfreier Putzfassaden

Langlebigkeit und sehr geringer Anteil gebundener Energien

Mit Herstellerfirma Alco optimierte Passivhausfenster, schmale, tiefe glasleistenlose Profile aus Holz und rduz. Aluabdeckung außen, U-Wert= 0,73 W/(m²*K)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

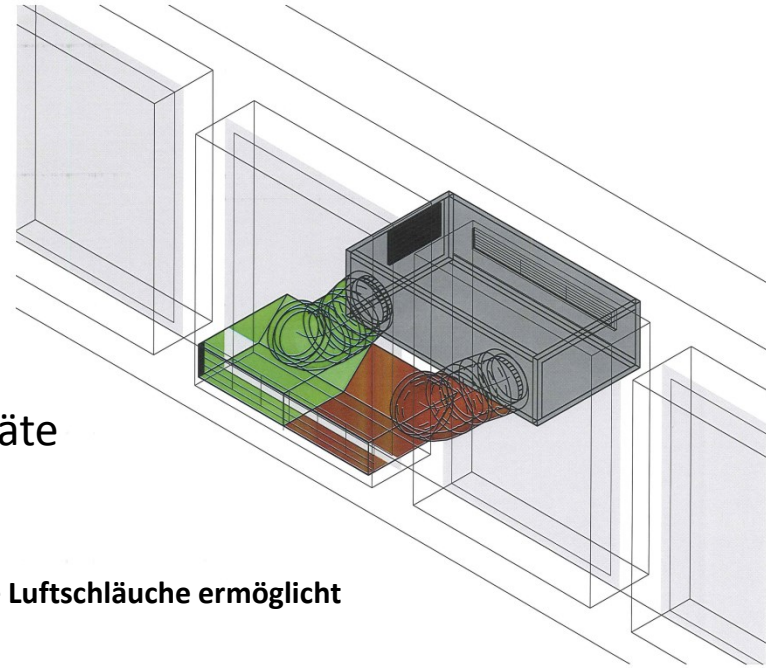
Lüftungskonzept unter Einsatz zentraler und
fassadenorientierter, dezentraler Lüftungsgeräte
sowie Deckenventilatoren

Innovative Luftverteilung durch für diesen Einsatz neuartige textile Luftschläuche ermöglicht
geräuschlose, zugfreie, sehr gleichmäßige Luftverteilung

Innovative dezentrale Lüftungsgeräte werden fassadenorientiert eingesetzt

Sehr geringer Stromverbrauch bei leistungsstarker Passivhauslüftung (WRG 85%)

Stromeffiziente Deckenventilatoren zur Verbesserung der Wärmeübergänge zu den
massiven Altbau- Bauteilen und Verbesserung des sommerlichen Überwärmungsschutzes



Quelle: Ing.- Büro Schmitz

FOTO FASSADENAUSSCHNITT GEBÄUDE 3



Altbaufassadenteile in unterschiedlichen Ebenen (vorher)



Außenansicht Gebäude 1 (vorher)



Vorgefertigte Fassaden- Dämmelemente in Modulbauweise, Gebäude 1



Vorgefertigte Fassaden- Dämmelemente in Modulbauweise, Gebäude 3 (nachher)



Vorgefertigte Fassaden- Dämmelemente in Modulbauweise, Gebäude 1 (naher)



Vorgefertigte Fassaden- Dämmelemente in Modulbauweise, Gebäude 1, von Innen + aussen (nachher)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Energiekonzept

Minnimierung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Hüllflächensanierung mit vorgefertigten, hochgedämmten Elementen in Modulbauweise (PH-Standard)

Plusenergieschule durch Optimierung bestehender Verteil-Systeme, Energieerzeugung auf den Schuldächern mit sehr hohem Anteil selbstgenutzen PV-Stromes

Drastische Reduktion der Lüftungswärmeverluste durch zentrale u. dezentrale Wärmerückgewinnung mit stromeffizienten Lüftungsgeräten (fassadenorientiert dezentral/ zentral/ Fensterlüftung einbezogen)

Drastische Reduktion der Gebundenen „Grauen“ Energie

Nutzung des Fernwärmeanschlusses mit Primärenergiefaktor 0

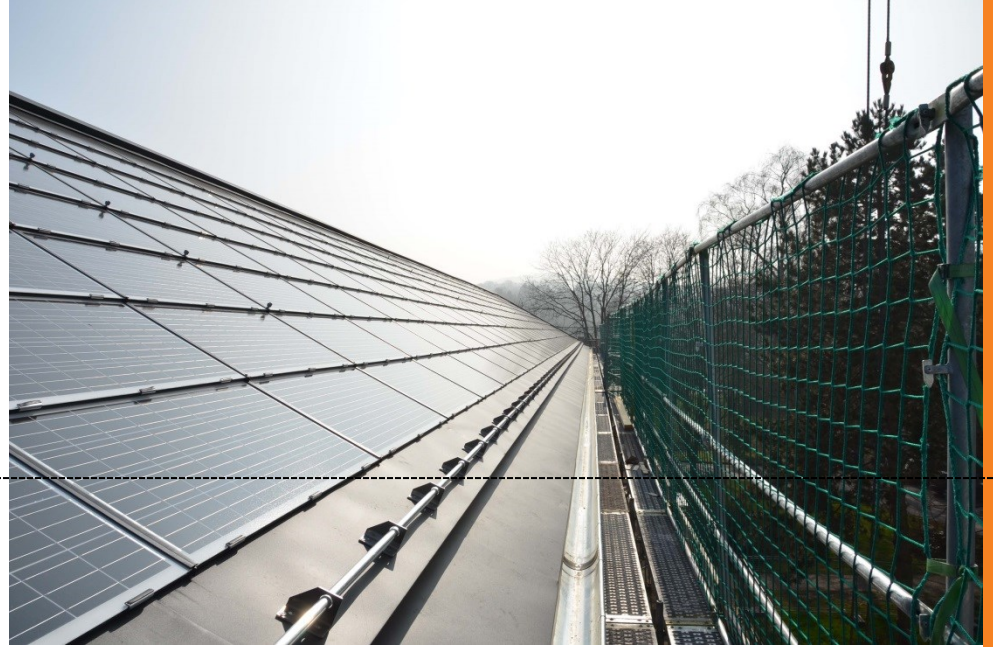
Stromsparende LED-Beleuchtung, Präsenz- und Tageslichtoptimierung, Lichtreflektion

Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Behaglichkeit durch homogene Oberflächentemperaturen, Tageslichtnutzung.



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Energiekonzept

Minnimierung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Hüllflächensanierung mit vorgefertigten, hochgedämmten Elementen in Modulbauweise (PH-Standard)

Plusenergieschule durch Energieerzeugung auf den Schuldächern mit sehr hohem Anteil (über 90 %!) selbstgenutzen PV-Stromes

Drastische Reduktion der Lüftungswärmeverluste durch zentrale u. dezentrale Wärmerückgewinnung mit stromeffizienten Lüftungsgeräten (fassadenorientiert dezentral/ zentral/ Fensterlüftung einbezogen)

Drastische Reduktion der Gebundenen „Grauen“ Energie

Nutzung des Fernwärmeanschlusses mit Primärenergiefaktor 0

Stromsparende LED-Beleuchtung, Präsenz- und Tageslichtoptimierung, Lichtreflektion

Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Behaglichkeit durch homogene Oberflächentemperaturen, Tageslichtnutzung.

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Energiekonzept

Minnimierung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Hüllflächensanierung mit vorgefertigten, hochgedämmten Elementen in Modulbauweise (PH-Standard)

Plusenergieschule durch Energieerzeugung auf den Schuldächern mit sehr hohem Anteil selbstgenutzen PV-Stromes

Drastische Reduktion der Lüftungswärmeverluste durch zentrale u. dezentrale Wärmerückgewinnung mit stromeffizienten Lüftungsgeräten (fassadenorientiert dezentral/ zentral/ Fensterlüftung einbezogen)

Drastische Reduktion der Gebundenen „Grauen“ Energie

Nutzung des Fernwärmeanschlusses mit Primärenergiefaktor 0

Stromsparende LED-Beleuchtung, Präsenz- und Tageslichtoptimierung, Lichtreflektion

Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Behaglichkeit durch homogene Oberflächentemperaturen, Tageslichtnutzung.



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Energiekonzept

Minnimierung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Hüllflächensanierung mit vorgefertigten, hochgedämmten Elementen in Modulbauweise (PH-Standard)

Plusenergieschule durch Energieerzeugung auf den Schuldächern mit sehr hohem Anteil selbstgenutzen PV-Stromes

Drastische Reduktion der Lüftungswärmeverluste durch zentrale u. dezentrale Wärmerückgewinnung mit stromeffizienten Lüftungsgeräten (fassadenorientiert dezentral/ zentral/ Fensterlüftung einbezogen)

Drastische Reduktion der Gebundenen „Grauen“ Energie

Nutzung des Fernwärmeanschlusses mit Primärenergiefaktor 0

Stromsparende LED-Beleuchtung, Präsenz- und Tageslichtoptimierung, Lichtreflektion

Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Behaglichkeit durch homogene Oberflächentemperaturen, Tageslichtnutzung.



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Energiekonzept

Minnimierung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Hüllflächensanierung mit vorgefertigten, hochgedämmten Elementen in Modulbauweise (PH-Standard)

Plusenergieschule durch Energieerzeugung auf den Schuldächern mit sehr hohem Anteil selbstgenutzen PV-Stromes

Drastische Reduktion der Lüftungswärmeverluste durch zentrale u. dezentrale Wärmerückgewinnung mit stromeffizienten Lüftungsgeräten (fassadenorientiert dezentral/ zentral/ Fensterlüftung einbezogen)

Drastische Reduktion der Gebundenen „Grauen“ Energie

Nutzung des Fernwärmeanschlusses mit Primärenergiefaktor 0

Stromsparende LED-Beleuchtung, Präsenz- und Tageslichtoptimierung, Lichtreflektion

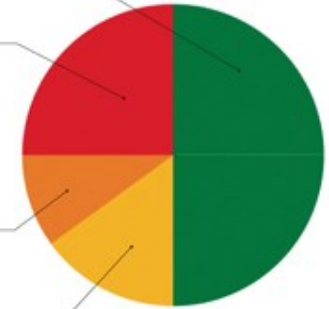
Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Behaglichkeit durch homogene Oberflächentemperaturen, Tageslichtnutzung.

50% Regenerative Wärme aus dem Biomasse-Industrie-Heizkraftwerk (Kraft-Wärme-Kopplung)

25 % Wärme aus Gross-BHKW's (Kraft-Wärme-Kopplung)

10 % Regenerative Wärme aus der Holzhackschnitzel-Kesselanlage

15 % Konventionelle Wärme aus Spitzenlastkesseln



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -



Energiekonzept

Minnimierung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Hüllflächensanierung mit vorgefertigten, hochgedämmten Elementen in Modulbauweise (PH-Standard)

Plusenergieschule durch Otimierung bestehender Verteil-Systeme, Energieerzeugung auf den Schuldächern mit sehr hohem Anteil selbstgenutzen PV-Stromes

Drastische Reduktion der Lüftungswärmeverluste durch zentrale u. dezentrale Wärmerückgewinnung mit stromeffizienten Lüftungsgeräten (fassadenorientiert dezentral/ zentral/ Fensterlüftung einbezogen)

Drastische Reduktion der Gebundenen „Grauen“ Energie

Nutzung des Fernwärmeanschlusses mit Primärenergiefaktor 0

Stromsparende LED-Beleuchtung, Präsenz- und Tageslichtoptimierung, Lichtreflektion

Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Behaglichkeit durch homogene Oberflächentemperaturen, Tageslichtnutzung.

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

Energiekonzept

Minnimierung des Heiz- und Kühlbedarfes durch Hüllflächensanierung mit vorgefertigten, hochgedämmten Elementen in Modulbauweise (PH-Standard)

Plusenergieschule durch Otimierung bestehender Verteil-Systeme, Energieerzeugung auf den Schuldächern mit sehr hohem Anteil selbstgenutzen PV-Stromes

Drastische Reduktion der Lüftungswärmeverluste durch zentrale u. dezentrale Wärmerückgewinnung mit stromeffizienten Lüftungsgeräten (fassadenorientiert dezentral/ zentral/ Fensterlüftung einbezogen)

Drastische Reduktion der Gebundenen „Grauen“ Energie

Nutzung des Fernwärmeanschlusses mit Primärenergiefaktor 0

Stromsparende LED-Beleuchtung, Präsenz- und Tageslichtoptimierung, Lichtreflektion

Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Behaglichkeit durch homogene Oberflächentemperaturen, Tageslichtnutzung.



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Thema und Zielsetzung -

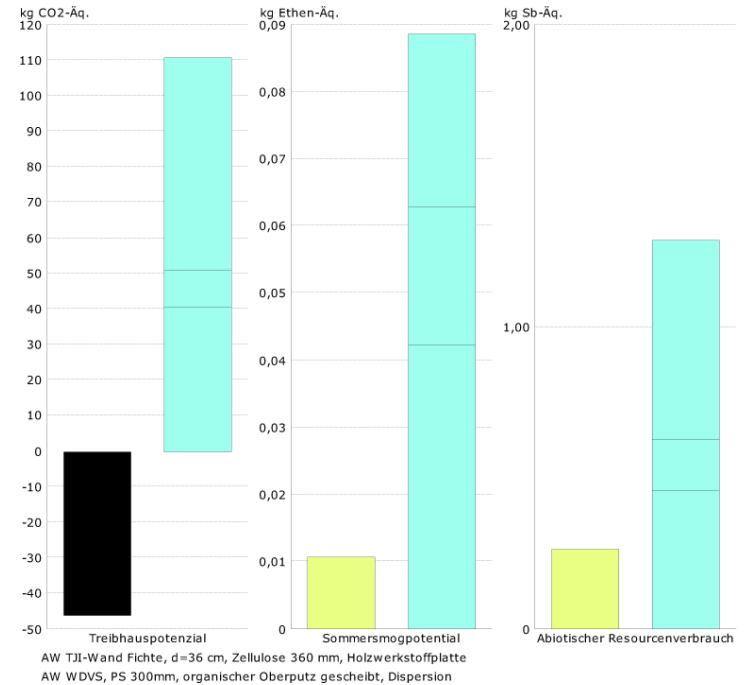
Nachhaltige und ökologische Architekturqualität

Steigerung der Energieeffizienz, entlang der Wertschöpfungskette
(Herstellung-Planung-Bauen-Betrieb-Recycling)

Reduktion ökologischer Folgewirkungen durch Sanierungsmaßnahmen

Wirtschaftliche Reduktion der Folgeaufwendungen

Das architektonische Konzept zielt auf eine positive und freundliche Atmosphäre der Innen- und Außenräume ab, die den vielfältigen Anforderungen der unterschiedlichen Nutzungsbereiche gestalterisch, klimatisch, licht- und farbkonzeptionell fördernd begegnet und damit letztlich auch gesundheitsfördernde Wirkung entfalten sollen.



Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Ergebnisse -

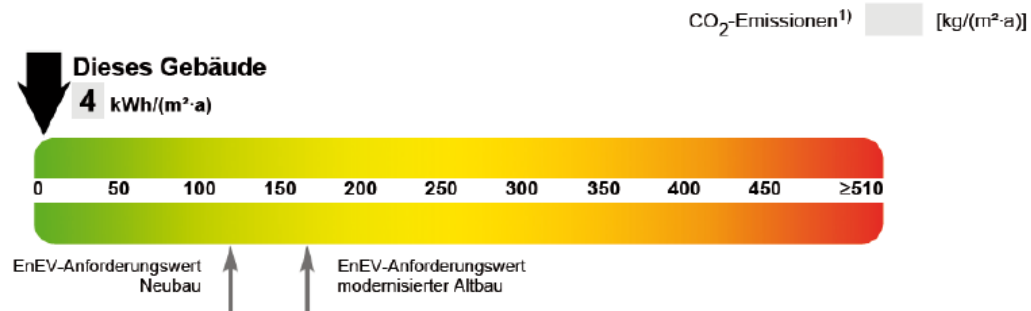
ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Saganer Strasse 4 / Bonhoefferstrasse 7, 3275
Gebäude 1-3

2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Anforderungen gemäß EnEV²⁾

Primärenergiebedarf

Ist-Wert 4 kWh/(m²·a) Anforderungswert 167 kWh/(m²·a)

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten eingehalten

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen
verwendetes Verfahren

Verfahren nach Anlage 2 Nr. 2 EnEV

Verfahren nach Anlage 2 Nr. 3 EnEV („Ein-Zonen-Modell“)

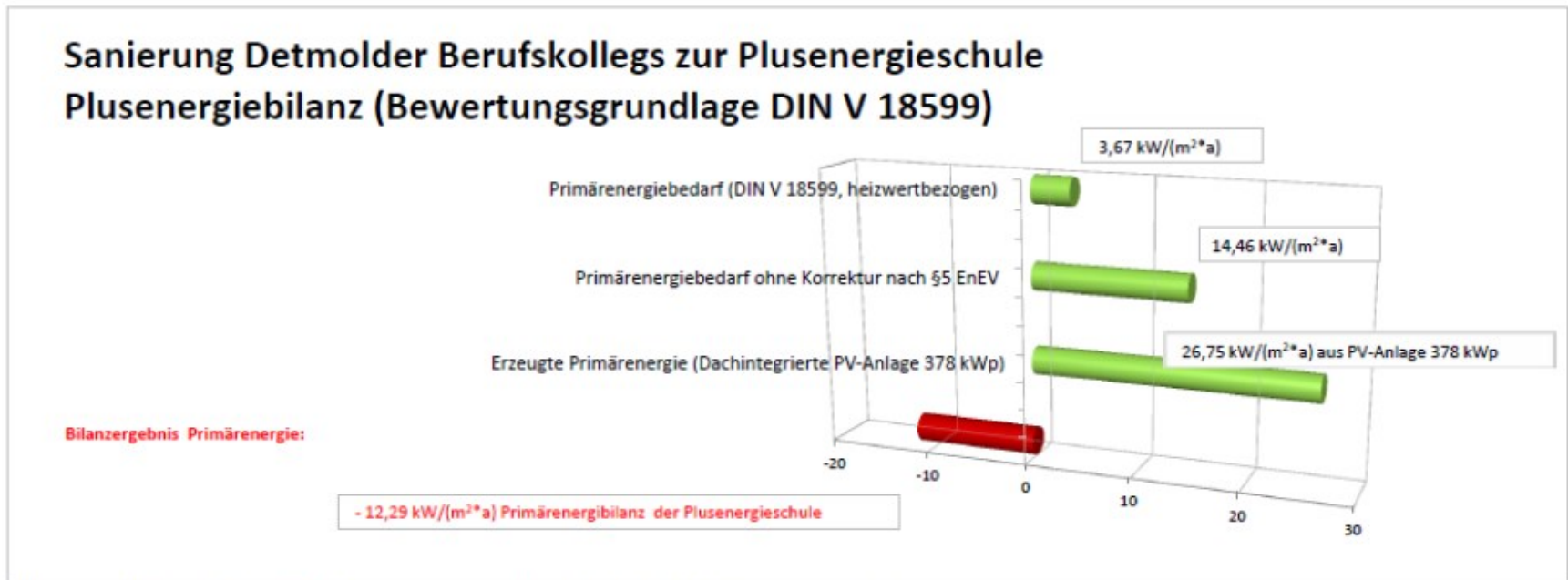
Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Quelle: BCS-Ingenieure GmbH

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Ergebnisse -

Plusenergiebilanz:



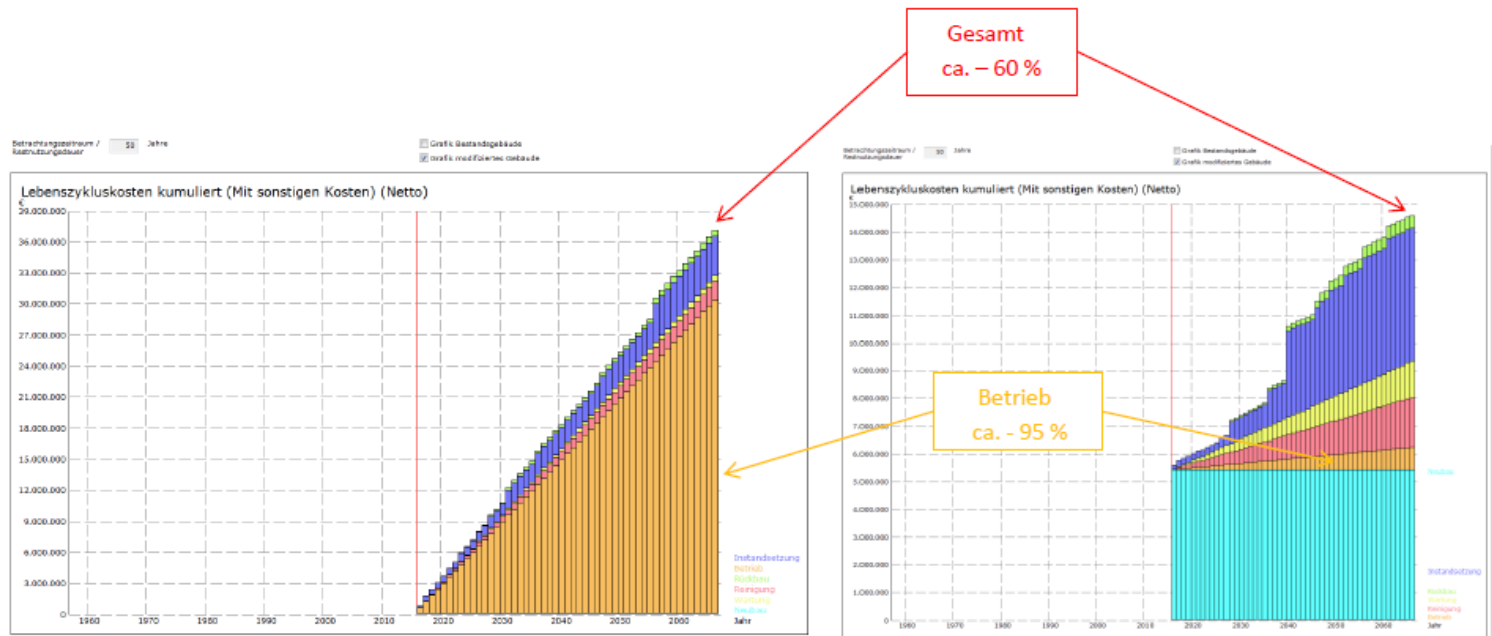
Plusenergiebilanz nach aktuellem Energieeinsparnachweis EnEV 2009, BCS- Ingenieure GmbH

Quelle: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Ergebnisse -

Lebenszykluskosten in Euro für Betrachtungszeitraum 50 Jahre



Lebenszykluskosten **statisch** des unsanierten Bestandsbaues
Quelle: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO

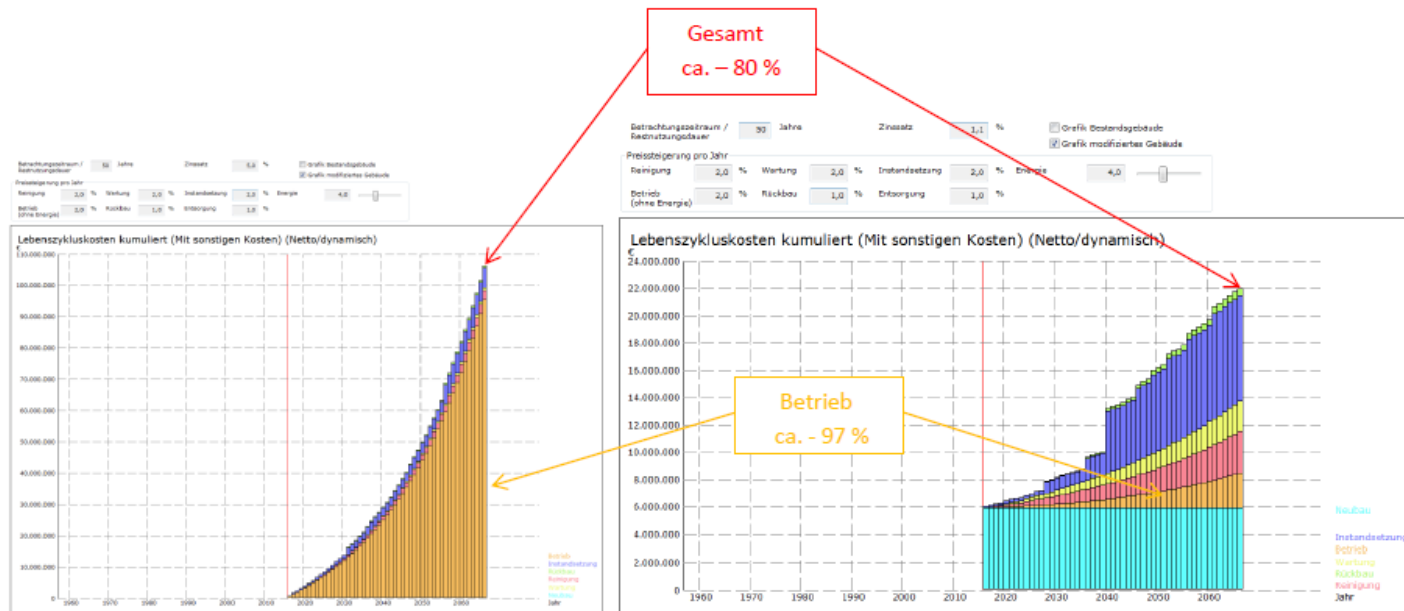
Lebenszykluskosten **statisch** nach Sanierung zur Plusenergieschule
Quelle: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO

Fazit: ca. prognostizierte **22,5 Mio. Euro** Kosteneinsparung für Betrachtungszeitraum 50 Jahre bis zum Lebenszyklusende der Gebäude (**statisch**)

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Ergebnisse -

Noch deutlicher wird die drastische Einsparung der Lebenszykluskosten im Vergleich vor und nach der Sanierung zur Plusenergieschule, bei dynamischer Auswertung mit Berücksichtigung der Preissteigerungen für Energiekosten, Wartungskosten, Reinigungskosten, Instandsetzungskosten, Rückbau- und Entsorgungskosten nach Beendigung des Lebenszykluses der Gebäude.



Lebenszykluskosten **dynamisch** des unsan. Bestandsbaues
 Quelle: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO

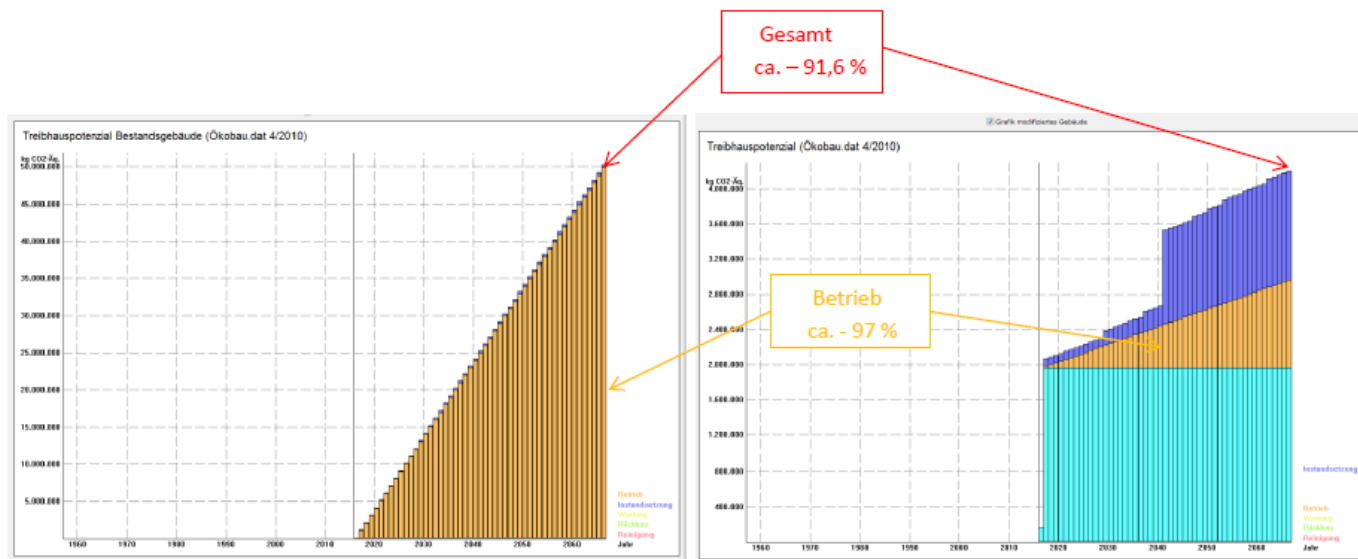
Lebenszykluskosten **dynamisch** nach Sanierung zur Plusenergieschule
 Quelle: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO

Fazit: ca. prognostizierbare **83 Mio. Euro** Kosteneinsparung für Betrachtungszeitraum 50 Jahre bis zum Lebenszyklusende der Gebäude (**dynamisch**, bei folgenden Annahmen: Zinssatz 1,1 %, Preissteigerungen für Reinigung, Wartung, Instandsetzung, Betrieb ohne Energie 2%, Rückbau und Entsorgung 1%, Energiekostenpreissteigerung 4%).

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Ergebnisse -

Neben der drastischen Kosteneinsparungen im Lebenszyklus der Gebäude durch die erfolgte Sanierung zur Plusenergieschule, deren Erfolgs-Voraussetzungen selbstverständlich ebenfalls eine intelligente geplante Nutzungsoptimierungsphase nach Fertigstellung sowie entsprechende Gebäudenutzung und Gebäudeunterhaltung voraussetzt, sind insbesondere auch die drastische Positivwirkung der Reduktion schädlicher Klimaeinflüsse durch das Gebäude, oberhalb von ca. 90 Prozent, ausgedrückt in Tonnen CO₂-Äquivalent für Betrachtungszeitraum 50 Jahre, in Höhe von 46.000 Tonnen Reduktion CO₂-Äquivalent, zukunftsweisend.



Treibhauspotential des unsan. Bestandsgebäudes in kg CO₂-Äquivalent
Quelle: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO

Treibhauspotential in kg CO₂-Äq. nach Sanierung zur Plusenergieschule
Quelle: pape oder semke ARCHITEKTURBÜRO

Fazit: ca. 46.000 Tonnen Reduktion CO₂-Äquivalent für Betrachtungszeitraum 50 Jahre bis zum Lebenszyklusende der Gebäude

Gebäudesanierung mit Zielsetzung Plusenergieschule

- Kleine Turnhalle-



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit