



**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

Grundschule Arnegg – Stadt Blaustein

Auftraggeber
Stadt Blaustein
Marktplatz 2
89134 Blaustein

Ersteller
umt
Umweltingenieure GmbH
Adolph-Kolping-Platz 1
89073 Ulm

Fon 0731 / 50 99 550
Fax 0731 / 50 99 566

Projekt-Nr.	518/162
Datum	21.10.2017
Umfang	22 Seiten incl. Deckblatt zzgl. Anlage

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

Inhalt

1. Sachverhalt	3
2. Gesetzeslage	3
2.1 Energieeinsparverordnung – EnEV	3
2.2 Erneuerbare Energien Wärmegesetz – EEWärmeG	4
2.3 Erneuerbare Wärmegesetz – EWärmeG	5
2.4 Schlussfolgerung	5
3. Energetisches Sanierungskonzept	6
3.1 Bestandsaufnahme	7
3.2 Gegenüberstellung	12
3.2.1 Ergebnisse	14
3.3 Wärmebrückenbetrachtung	15
3.3.1 Fensteraustausch	15
3.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	19
3.4.1 Maßnahme Variante 1.2	19
3.4.2 Maßnahme Variante 2.2	19
3.5 Lüftungskonzept	20
3.6 Empfehlung	21

Anlage

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

1. Sachverhalt

Die Stadt Blaustein beauftragte die umt Umweltingenieure GmbH mit der Erstellung eines Sanierungskonzeptes für die Grundschule in der Erminger Straße 5 in Blaustein/Arnegg.

Im Rahmen des Sanierungskonzeptes wurde eine Vor-Ort-Begehung durchgeführt und die Bestandsunterlagen ausgewertet. Bei der Begehung wurde die Gebäudehülle in Augenschein genommen sowie der Zustand der Heizungsanlage betrachtet.

Für die angedachten Sanierungsmaßnahmen werden im Folgenden die notwendigen gesetzlichen Rahmenbedingungen aufgeführt. Anhand von Varianten wird dargestellt, mit welchen Maßnahmen die gesetzlichen Anforderungen erfüllt werden. Zudem werden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für die einzelnen Varianten aufgeführt.

2. Gesetzeslage

2.1 Energieeinsparverordnung – EnEV

Bei Änderungen an bestehenden Gebäuden und Anlagen tritt der § 9 nach EnEV „Änderungen, Erweiterungen und Ausbau von Gebäuden“ in Kraft. Dieser besagt:
„Soweit bei beheizten oder gekühlten Räumen von Gebäuden Änderungen [...] ausgeführt werden, sind die Änderungen so auszuführen, dass die Wärmedurchgangskoeffizienten der betroffenen Flächen die für solche Außenbauteile in Anlage 3 festgelegten Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten nicht überschreiten.“

Die festgelegten Höchstwerte nach der Anlage 3 können in folgender Tabelle entnommen werden:

Bauteile	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten Zonen mit Innentemperaturen $\geq 19,0\text{ °C}$
	EnEV
Außenwand	0,24 W/m ² K
Fenster	1,30 W/m ² K
Dachflächen mit Abdichtung	0,20 W/m ² K
Wände gegen unbeheizte Räume	0,30 W/m ² K
Decken gegen unten an Außenluft	0,24 W/m ² K

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

Sanierungskonzept

2.2 Erneuerbare Energien Wärmegesetz – EEWärmeG

Im Interesse des Klimaschutzes sowie der Schonung fossiler Ressourcen stellen öffentliche Gebäude nach EEWärmeG § 1a eine Vorbildfunktion dar. Somit tritt die Nutzungspflicht des EEWärmeG für grundlegend renovierte Gebäude der öffentlichen Hand in Kraft. Nach Definition § 2 (2) 3. liegt eine grundlegende Renovierung vor, wenn in einem zeitlichen Zusammenhang von nicht mehr als zwei Jahren

- ein Heizkessel ausgetauscht oder die Heizungsanlage auf einen anderen fossilen Energieträger umgestellt wird und
- mehr als 20 Prozent der Oberfläche der Gebäudehülle renoviert werden.

Die Pflicht wird dadurch erfüllt, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf, bei grundlegend renovierten öffentlichen Gebäuden, zu mindestens 15 Prozent aus Erneuerbaren Energien gedeckt wird.

Die Erfüllung der Pflicht kann ebenfalls über Ersatzmaßnahmen nach § 7 erfüllt werden. Wie beispielsweise:

- Deckung des Wärme- und Kältebedarfs zu mindestens 50 Prozent über
 - Nutzung von Abwärme
 - Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen)
- Maßnahmen zur Einsparung von Energie
- Anschluss an Fernwärme oder Fernkälte

Erneuerbare Energien und Ersatzmaßnahmen können zur Erfüllung der Pflicht untereinander und miteinander kombiniert werden.

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

Sanierungskonzept

2.3 Erneuerbare Wärmegesetz – EWärmeG

Das Erneuerbare Wärmegesetz ist ein Landesgesetz für Baden-Württemberg. Es gilt für Gebäude die vor dem 01. Januar 2009 errichtet wurden und bei denen die Heizungsanlage ab dem 01. Juli 2015 ausgetauscht werden soll.

Neben dem Einsatz von Erneuerbaren Energien kann die Nutzungspflicht auch über Dämm- und Effizienzmaßnahmen erfüllt werden. Der Anteil an Erneuerbaren Energien liegt wie bei dem zuvor beschriebenen EEWärmeG bei 15 Prozent.

Folgende Optionen können zur Erfüllung des Gesetzes eingesetzt werden:

- Einsatz von Erneuerbaren Energien
 - Solarthermie, Holzzentralheizungen, Wärmepumpe, Biogas und Bioöl
- Baulicher Wärmeschutz
 - Dach/oberste Geschossdecke, Außenwände, Kellerdecken oder Senkung des Wärmeenergiebedarfs um 15%
- Sonstige Ersatzmaßnahmen
 - Kraft-Wärmekopplung, Anschluss an ein Wärmenetz, Photovoltaikanlage, Wärmehückgewinnung aus Lüftungsanlagen und Abwärmenutzung
- Sanierungsfahrplan

Das Gesetz erlaubt an vielen Stellen, bestehende Komponenten anzurechnen. Beispielsweise bestehende Solar- und Photovoltaikanlagen oder eine sehr gute Wärmedämmung.

2.4 Schlussfolgerung

Für die vorgesehenen Sanierungsmaßnahmen an der Grundschule Arnegg ist kein Austausch der bestehenden Heizungsanlage vorgesehen. Daher sind die Nutzungspflichten nach EEWärmeG bzw. EWärmeG nicht anzuwenden. Es müssen lediglich die Anforderungen nach der Energieeinsparverordnung § 9 eingehalten werden.

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

3. Energetisches Sanierungskonzept

Für das Sanierungskonzept werden unterschiedliche Varianten untersucht und gegenübergestellt. Es werden unter anderem die Einsparpotenziale des Energiebedarfs bei alleinigem Austausch der Fenster betrachtet. Weitere Einsparpotenziale werden aufgezeigt, sollte zusätzlich zum Fensteraustausch eine Dämmung auf das bestehende Außenmauerwerk aufgebracht werden.

Es werden Maßnahmen aufgezeigt, die dazu dienen, die Anforderungen nach der Energieeinsparverordnung einzuhalten. Hierbei wird eine Bilanzierung nach DIN 18599 im Einzonenmodell für das gesamte Gebäude durchgeführt, was die vorhandene Anlagentechnik mit einbezieht.

Folgende Varianten werden untersucht:

Variante 1.1: Fensteraustausch (2-fach Verglasung) nach Anforderung EnEV

Variante 1.2: Fensteraustausch (3-fach Verglasung) nach Anforderung EnEV

Variante 2.1: Fensteraustausch (2-fach Verglasung) + Außendämmung nach Anforderung EnEV

Variante 2.2: Fensteraustausch (3-fach Verglasung) + Außendämmung nach Anforderung EnEV

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

3.1 Bestandsaufnahme

Die zu untersuchende Grundschule liegt in der Erminger Straße 5 in Blaustein/Arnegg. Das Schulgebäude ist freistehend und verfügt über drei Geschosse. Das Untergeschoss ist halbseitig im Erdreich eingeschlossen. Erdgeschoss und Dachgeschoss grenzen an die Außenluft. Das Dachgeschoss schließt mit einem versetzten Pultdach ab.

Die nach Süden grenzenden Klassenräume sind mit einer großen Fensterfront ausgestattet. Die im Obergeschoss befindlichen Klassenräume erhalten zusätzliches Tageslicht über Oberlichter, die in Nordrichtung ausgerichtet sind.

Die Beheizung des Gebäudes erfolgt über einen Gas-Brennwertkessel der sich im Untergeschoss des Gebäudes befinden.



Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

Im Folgenden werden Bilder aufgeführt, die die momentane Situation des Gebäudes darstellen sollen.

Gebäudehülle - außen



Ansicht Süd - EG/DG



Ansicht Süd - UG



Ansicht Ost



Ansicht Nord



Ansicht Nord-West

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

Sanierungskonzept

Gebäudehülle – innen



Flur



Verglasung Flur



Klassenzimmer EG



Verglasung Klassenzimmer EG



Verglasung Klassenzimmer EG



Verglasung Klassenzimmer EG

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

Sanierungskonzept



Sonnenschutz Klassenzimmer EG



Sonnenschutz Klassenzimmer EG



Dachfläche Flur DG



Dachflächenfenster Flur DG



Klassenzimmer DG



Verglasung Klassenzimmer DG

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

Anlagentechnik



Gasbrennwert-Kessel



Heizungsverteilung



Wechselrichter PV-Anlage

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein

Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Sanierungskonzept



Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

3.2 Gegenüberstellung

Bauteil	Bestand		Einzelmaßnahmen							
	Material	Dicke in cm	Variante 1.1 Fenster 2-fach - EnEV -		Variante 1.2 Fenster 3-fach - EnEV -		Variante 2.1 Fenster 2-fach + WDVS - EnEV -		Variante 2.2 Fenster 3-fach + WDVS - EnEV -	
Außenwand	Hochlochziegel	30,00	Hochlochziegel	30,00	Hochlochziegel	30,00	Hochlochziegel	30,00	Hochlochziegel	30,00
	U-Wert in W/m²K	1,10*	U-Wert in W/m²K	1,10*	U-Wert in W/m²K	1,10*	U-Wert in W/m²K	0,20	U-Wert in W/m²K	0,20
Außenwand Brüstung	Hochlochziegel	20,00	Hochlochziegel	20,00	Hochlochziegel	20,00	Hochlochziegel	20,00	Hochlochziegel	20,00
	U-Wert in W/m²K	1,10*	U-Wert in W/m²K	1,10*	U-Wert in W/m²K	1,10*	U-Wert in W/m²K	0,22	U-Wert in W/m²K	0,22
Fenster alt	Uw-Wert in W/m²K	2,70*	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	0,90	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	0,90
Fenster neu WC	Uw-Wert in W/m²K	0,90	Uw-Wert in W/m²K	0,90	Uw-Wert in W/m²K	0,90	Uw-Wert in W/m²K	0,90	Uw-Wert in W/m²K	0,90
Fenster neu Flur	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	1,30
Glasbausteine	Uw-Wert in W/m²K	3,50*	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	0,90	Uw-Wert in W/m²K	1,30	Uw-Wert in W/m²K	0,90

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein

Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Sanierungskonzept

Dachflächenfenster	U-Wert in W/m ² K	2,90*	U-Wert in W/m ² K	2,90*	U-Wert in W/m ² K	2,90*	U-Wert in W/m ² K	2,90*
Dachflächen	U-Wert in W/m ² K	0,80*	U-Wert in W/m ² K	0,80*	U-Wert in W/m ² K	0,80*	U-Wert in W/m ² K	0,80*
Wände gegen Erdreich	U-Wert in W/m ² K	2,00*	U-Wert in W/m ² K	2,00*	U-Wert in W/m ² K	2,00*	U-Wert in W/m ² K	2,00*
Bodenplatte	U-Wert in W/m ² K	2,00*	U-Wert in W/m ² K	2,00*	U-Wert in W/m ² K	2,00*	U-Wert in W/m ² K	2,00*

Anlagentechnik	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315
	PV-Anlage, ca. 230 m²	PV-Anlage, ca. 230 m²	PV-Anlage, ca. 230 m²	PV-Anlage, ca. 230 m²
	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315	Buderus Gas-Brennwertkessel Logano plus SB315

Hinweis:

* Pauschalwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten nach Baujahr. Quelle: dena „Energetische Bewertung von Bestandsgebäuden“



Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

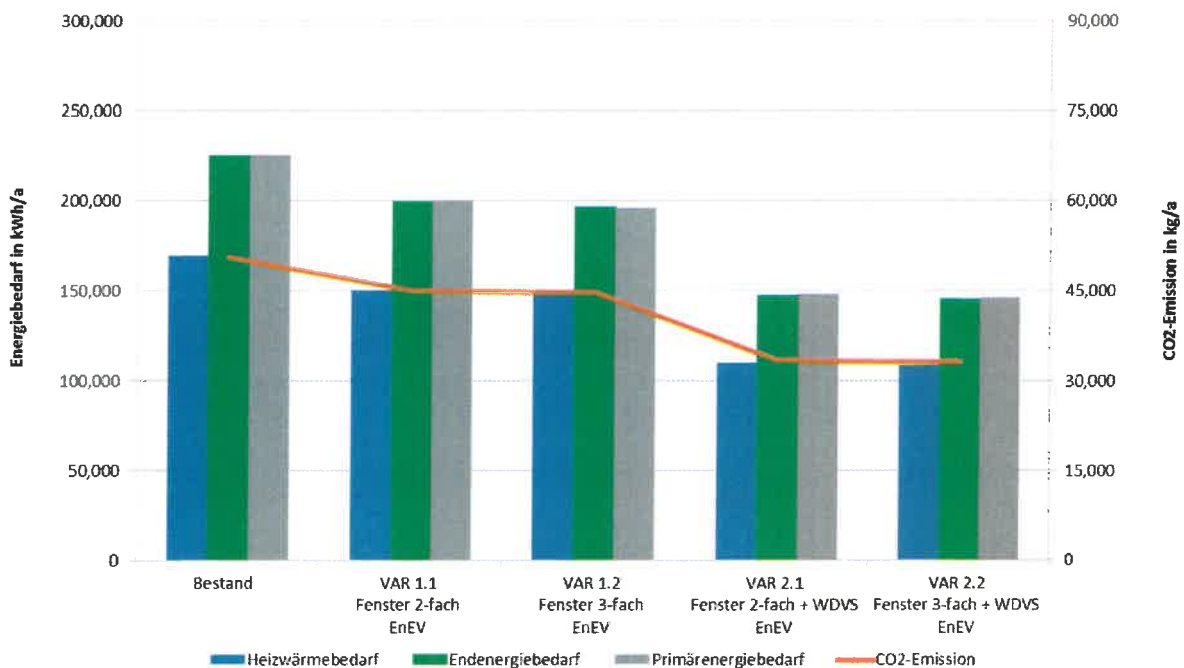
Sanierungskonzept

In der vorherigen tabellarischen Gegenüberstellung werden die Maßnahmen für die einzelnen Varianten aufgezeigt. Es werden die Bauteile farblich hervorgehoben, die erneuert bzw. ertüchtigt werden sollen. Zudem werden die entsprechenden erforderlichen U-Werte angegeben. Beispielsweise wird in Variante 1.1 ein Fensteraustausch mit 2-fach-Verglasung nach den Anforderungen der EnEV vorgesehen. Hierfür ist ein U_w -Wert von $1,30 \text{ W/m}^2$ erforderlich. Sollte die Außenwand zusätzlich mit einer Dämmung versehen werden, ist hierfür eine Dämmstärke von $14,0 \text{ cm WLG 035}$ notwendig um die Forderungen der EnEV einzuhalten (siehe Variante 2.1).

3.2.1 Ergebnisse

Die folgende Darstellung bzw. Tabelle zeigen die Einsparpotenziale für die jeweiligen Varianten aus der Gegenüberstellung.

Variantenvergleich - Energiebedarf



	Heizwärme		Endenergie		Primärenergie		CO2-Emission	
	Bedarf kWh	Unter-/Über- schreitung %	Bedarf kWh	Unter-/Über- schreitung %	Bedarf kWh	Unter-/Über- schreitung %	kg/a	Unter-/Über- schreitung %
Bestand	169.880		225.243		225.468		50.664	
VAR 1.1	149.935	-12	199.505	-11	199.901	-11	44.975	-11
VAR 1.2	148.807	-12	198.224	-12	198.646	-12	44.701	-12
VAR 2.1	109.622	-35	147.125	-35	147.836	-34	33.381	-34
VAR 2.2	108.223	-36	145.499	-35	146.238	-35	33.030	-35

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

3.3 Wärmebrückenbetrachtung

Die Maßnahmen aus der Gegenüberstellung wurden teilweise detailliert betrachtet. Es sind zwei bauphysikalisch kritische Details näher betrachtet worden, Fensteranschluss an Stahlbetonstütze sowie der Fensteranschluss an die vorhandene Brüstung. Grundsätzlich ist folgendes zu beachten:

Um das Risiko eines Tauwasserausfalls im Bereich der Außenwand zu verhindern, sollte bei der Erneuerung von Fenstern der U-Wert der Außenwand bzw. des Daches kleiner sein als der Uw-Wert der neuen Fenster.

3.3.1 Fensteraustausch

Für den Fall eines Fensteraustausches wurde im Folgenden der Bereich der Fensteranbindung an die Stahlbeton-Stütze näher untersucht.

Stütze

Die folgende Betrachtung zeigt die rechnerisch auftretenden Oberflächentemperaturen im Bereich der Stütze bei einem neu eingesetzten Fenster mit einem Uw-Wert von $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ (siehe Variante 1.2). Des Weiteren sind mögliche Optimierungen untersucht worden.



Situation Fensteranbindung an Stütze - Bestand

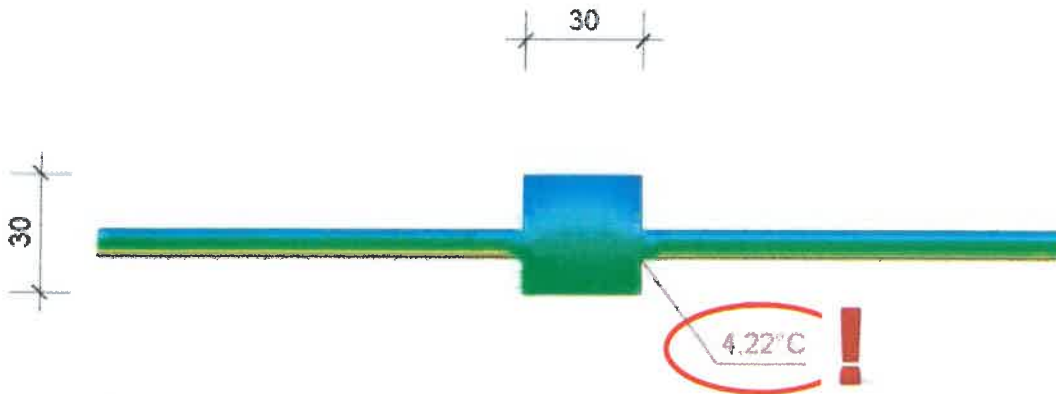
Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



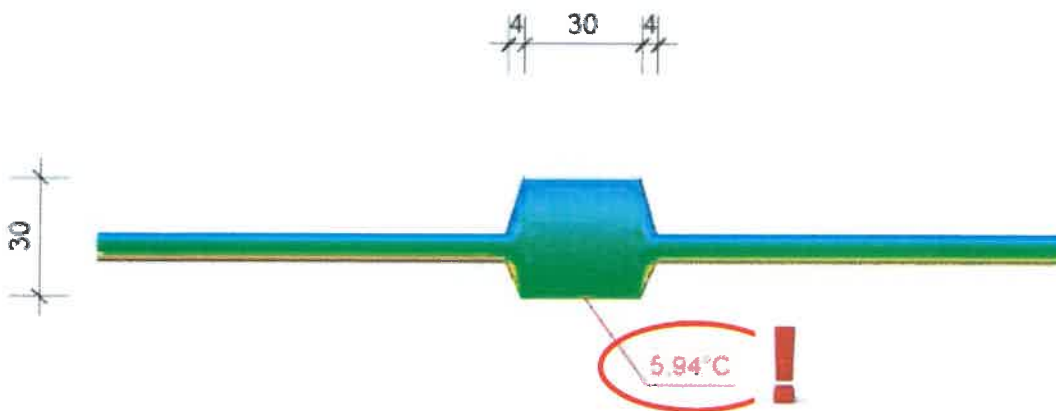
Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

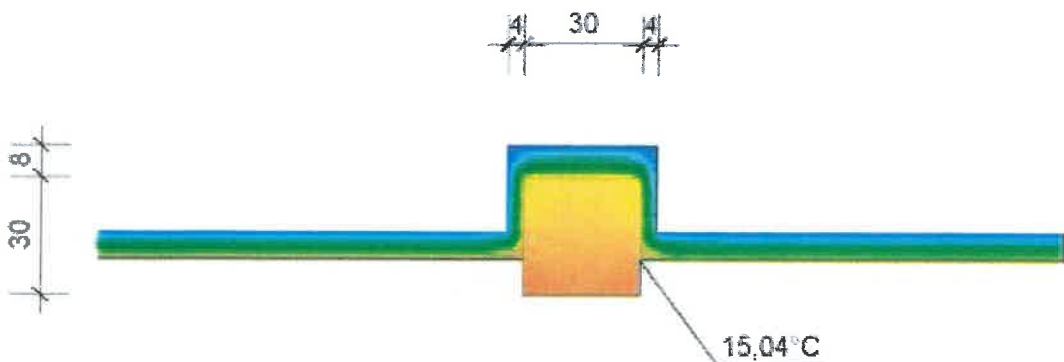
Sanierungskonzept



Anschluss Stütze horizontal
Zustand Stütze ungedämmt



Anschluss Stütze horizontal
Zustand Stütze gedämmt Leibung



Anschluss Stütze horizontal
Zustand Stütze gedämmt außen

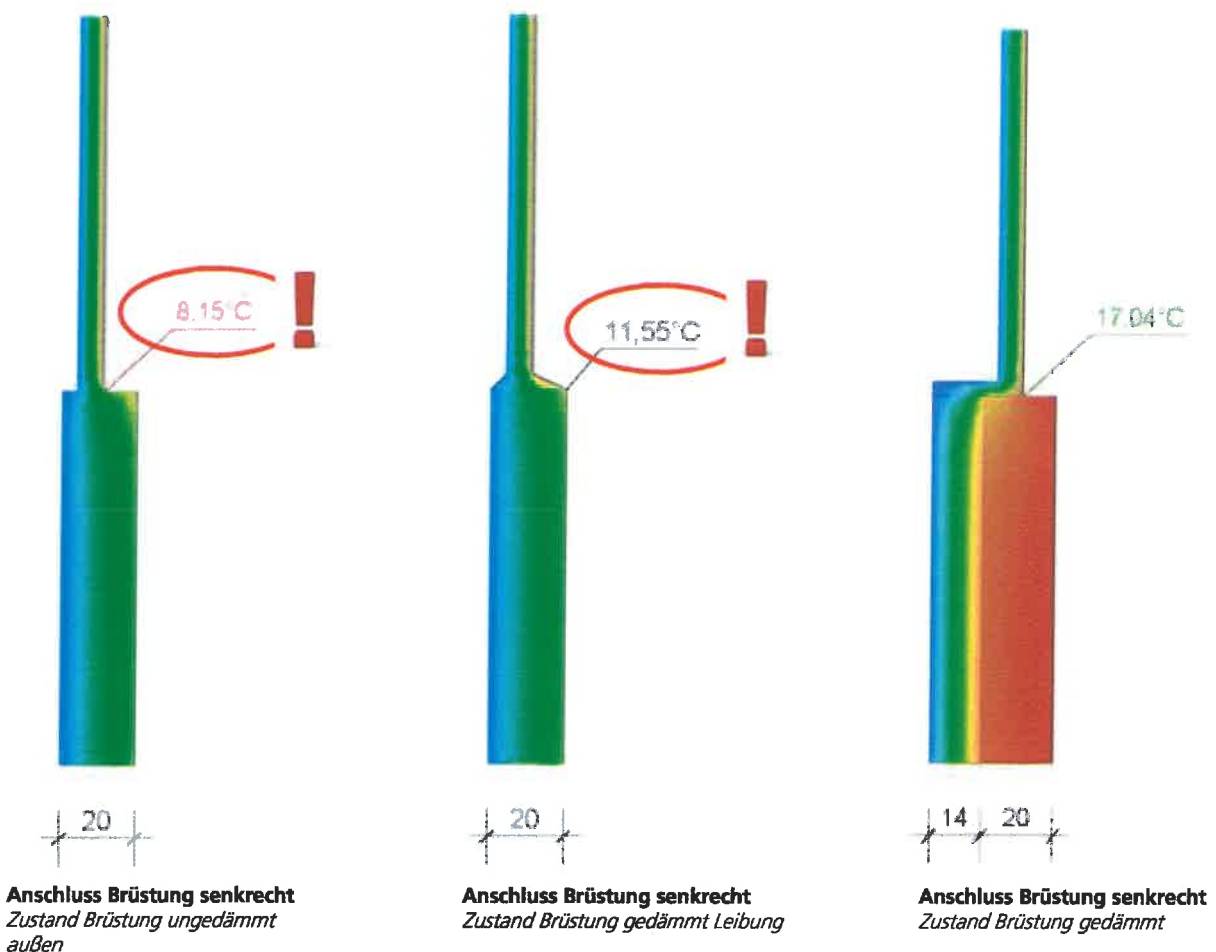
Sanierungskonzept

Die resultierenden Oberflächentemperaturen bei einer ungedämmten Stütze liegen weit unter der geforderten Mindest-Oberflächentemperatur von 12,6°C nach DIN 4108-2. Daher ist bei einem Austausch der Fenster die Stütze von außen zu dämmen. Das Anbringen einer Dämmung im Bereich der Leibungen ergeben nicht die geforderten Oberflächentemperaturen.

Bei der Betrachtung der gedämmten Stütze wurde eine stirnseitige Dämmung mit $d=8,0$ cm und einer seitlichen Dämmung $d=4,0$ cm WLG 035 vorgesehen. Auf Grund der vorgesehenen Dämmung wird eine Oberflächentemperatur von ca. 15,04 °C erreicht. Dies erfüllt die Anforderungen nach DIN 4108-2.

Brüstung

Die Betrachtung im Bereich der Fensterbrüstung zeigt ein ähnliches Ergebnis.



Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

Auch hier werden die Mindest-Oberflächentemperaturen von 12,6 °C bei einem alleinigen Austausch des Fensters bzw. beim Anbringen einer Dämmung an der Leibung nicht erfüllt. Mit einer außen- und innenliegenden Leibungsdämmung von 4,0 cm werden lediglich Oberflächentemperaturen von 11,55 °C erreicht.

Die außenseitige Dämmung (d=14,0 cm WLG 035) und einer Überdämmung des Fensterrahmens mit 4,0 cm erfüllen die Anforderungen nach DIN 4108-2. Die Stärke der Außendämmung mit 14,0 cm entspricht ebenfalls den Anforderungen nach EnEV für Außenwände (siehe Gegenüberstellung).

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

3.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die Varianten 1.2 sowie 2.2 wurden mit den zuvor beschriebenen Maßnahmen jeweils eine Amortisationsberechnung durchgeführt. Die folgenden Tabellen zeigen die Energieeinsparungen und die dafür notwendigen Investitionskosten auf. Mit der angesetzten Verzinsung ergibt sich beispielsweise für die Variante 1.2 eine Amortisation von 14,0 Jahren.

Mit der zusätzlich geplanten Außendämmung (WDVS) steigen die Investitionskosten um rund 80.000 Euro. Die Energieeinsparung ist jedoch deutlich zu erkennen und es wird eine rechnerische Amortisationszeit von 9,2 Jahren erreicht.

3.4.1 Maßnahme Variante 1.2

Maßnahme	Zustand	Endenergie (Heizung) kWh	Einsparung %
V1.2	Bestand	223.699	
	Sanierung	196.669	-12

	Energie- bedarf kWh/a	Energiepreis je kWh	Kosten/ Einsparung pro Jahr Euro/a	Investitions- kosten Euro	Kredit- verzinsung %	Laufzeit Jahre	Gesamt- kosten Euro
Energiekosten Bestand	223.699	0,2400	53.688				
Energiekosten nach Sanierung	196.669	0,2400	47.201				
Einsparung	27.030		6.487	86.099	1,002	25	90.508

Amortisation = Gesamtkosten / Einsparung **14,0 Jahre**

CO₂ - Emission - Einsparung **5.963 kg CO₂**

3.4.2 Maßnahme Variante 2.2

Maßnahme	Zustand	Endenergie (Heizung) kWh	Einsparung %
V2.2	Bestand	223.699	
	Sanierung	143.944	-36

	Energie- bedarf kWh/a	Energiepreis je kWh	Kosten/ Einsparung pro Jahr Euro/a	Investitions- kosten Euro	Kredit- verzinsung %	Laufzeit Jahre	Gesamt- kosten Euro
Energiekosten Bestand	223.699	0,2400	53.688				
Energiekosten nach Sanierung	143.944	0,2400	34.547				
Einsparung	79.755		19.141	166.762	1,002	25	175.304

Amortisation = Gesamtkosten / Einsparung **9,2 Jahre**

CO₂ - Emission - Einsparung **17.634 kg CO₂**

Sanierungskonzept

3.5 Lüftungskonzept

Schulgebäude stellen durch ihre diskontinuierliche Nutzung und ihre dichte Belegung unter anderem in Bezug auf Raumluftqualität und thermische Behaglichkeit eine besondere Herausforderung dar. Eine Überwärmung bzw. eine Geruchsbelastung auf Grund von steigendem CO₂-Gehalt sind in Klassenzimmer zu vermeiden. Hohe interne Lasten sowie das Ausstoßen von CO₂ durch die Anzahl der Schüler müssen, um ein behagliches Raumklima zu erhalten, abgeführt werden. Lüftungskonzepte müssen daher diesen Anforderungen angepasst werden.

Die Art der Lüftung ist vom Zustand des Gebäudes abhängig. So sind bei Neubauten überwiegend mechanische Lüftungsanlagen vorgesehen, die den Luftaustausch maschinell erzeugen. In Bestandsgebäuden ist oftmals aufgrund der vorzufindenden Rahmenbedingungen eine mechanische Belüftung auszuschließen. Die freie Lüftung über Fenster stellt hier eine Möglichkeit dar, die Luftqualität deutlich zu verbessern.

Um eine freie nutzerunabhängige Belüftung über das Öffnen der Fenster zu gewährleisten, ist eine motorisch unterstützte Fensterlüftung ein geeignetes Konzept. Mit entsprechender Anordnung der Fenster und einer geeigneten Regelung lassen sich gute Ergebnisse hinsichtlich Luftqualität erzielen. Das Ergebnis in unterschiedlichen Feldversuchen war dabei, dass sich die Kombination aus übereinander angeordneten Schwing- und Kippflügel in Kombination mit einer Regelung als sehr effektiv erwies. Die zwei getrennten Fenster für Zu- und Abluft erzeugen einen stabilen Luftvolumenstrom im Raum, wo hingegen bei nur Kippflügeln in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse eine große Schwankung des Luftvolumenstroms ergab.

Bei der Regelung sind als Parameter die Luftqualität sowie die Lufttemperatur anzustreben. Beide Parameter beeinflussen die Fensteröffnungen und sollten daher berücksichtigt werden. Mittels einer sogenannten „Fuzzy-Regelung“ können so die Öffnungsbreiten auf das entsprechende Innenraumklima angepasst werden.

Eine großzügiges Öffnen in den Sommermonaten sowie die Möglichkeit eines manuellen Eingreifens seitens des Nutzers sollte dennoch vorgesehen werden.

Um ein behagliches Raumklima zu erhalten ist eine entsprechende Anzahl an Luft notwendig. Die erforderliche Luftmenge kann aus einer maximalen CO₂-Konzentration berechnet werden. Die DIN EN 15251 empfiehlt, zusätzlich einen Luftvolumenstrom zu addieren, der die Emissionen aus den Ausbaumaterialien abtransportieren soll. Die ergibt folgende Berechnungsmethodik:

Einteilung nach DIN EN 15251	Luftvolumenstrom für Personenlast [m ³ /(h*Person)]	Luftvolumenstrom für schadstoffarme Gebäude [m ³ /(h*m ²)]
Kategorie II, Neubau	25	2,5
Kategorie III, Bestand	14	1,4

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

3.6 Empfehlung

Für das Schulgebäude in Arnegg wurden in dem vorliegenden Sanierungskonzept anhand einer Gegenüberstellung einzelne Sanierungsmöglichkeiten aufgezeigt. In den Varianten sind unter anderem Dämmmaßnahmen aufgeführt, die den gesetzlichen Vorgaben der Energieeinsparverordnung entsprechen. Die Heizungsanlage bleibt hierbei unberührt, so dass lediglich ein Nachweis für die zu sanierenden Bauteile erbracht werden muss.

Das Konzept befasst sich zudem mit dem Einfluss von Wärmebrücken bei einem Austausch der Fenster. Es wurden die Oberflächentemperaturen der Fenster in Verbindung mit der ungedämmten Stahlbeton-Stütze betrachtet. Der Brüstungsbereich wurde ebenfalls auf die Mindest-Oberflächentemperaturen untersucht.

Mit dem geplanten Fensteraustausch konnten Einsparpotenziale aufgezeigt werden. Die Einsparung zwischen 2- und 3-fach Verglasung sind hinsichtlich des Heizwärmebedarfs zu vernachlässigen. Trotz allem ist eine 3-fach Verglasung zu bevorzugen. Auf Grund der Wärmebrückenbetrachtung ist es notwendig bei einem Fensteraustausch entsprechende Maßnahmen zu treffen. Hierbei ist es sinnvoll die geplante Außendämmung aus den Varianten 2.1 bzw. 2.2 anzubringen. Es werden deutlich die Oberflächentemperaturen erhöht und somit die Anforderungen an die DIN 4108-2 eingehalten. Mit der Erhöhung der Temperaturen ist ein Schimmelbefall auf der Innenseite auszuschließen. Zudem ist die Bausubstanz nicht gefährdet. Die Amortisationsberechnung zeigt in der Variante 2.2 ebenfalls ein positives Ergebnis. Mit einem Amortisationszeitraum von rund 9 Jahren ist das Anbringen einer Außendämmung noch in einem wirtschaftlichen Rahmen.

Das Lüftungskonzept darf hierbei nicht außer Acht gelassen werden. Die beschriebene Methodik einer motorischen Fensterlüftung ist unseres Erachtens ein wirtschaftliches sowie sinnvolles Konzept. Mit einer geeigneten Regelungsstrategie (Fuzzy-Regelung) kann das Konzept weiter optimiert werden. Die Wahl der zu steuernden Fensterflügel ist im Detail näher zu betrachten. Ergänzend zu der motorischen Fensterlüftung kann das Anbringen einer CO₂-Ampel die Schüler bzw. die Lehrkraft dazu animieren selbstständig für einen Luftaustausch zu sorgen. Das Eingreifen des Nutzers ist trotz motorisch betriebener Fenster erforderlich.

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

Dieses Sanierungskonzept besteht aus 22 Seiten zzgl. Anlage. Es ist urheberrechtlich geschützt.

Ulm, 21.06.2018

umt
Umweltingenieure GmbH
Adolph-Kolping-Platz 1
89073 Ulm

Bearbeiter:
Michael Ruff, M. of Science - Gebäudeklimatik

Fon 0731 / 50 99 550
Fax 0731 / 50 99 566
info@umt-ing.de

Fon 0731 / 50 99 567
Fax 0731 / 50 99 566
ruff@umt-ing.de

PDF-Version ohne Unterschriften

Michael Ruff
Master of Science - Gebäudeklimatik
Bereichsleiter

Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

Sanierungskonzept

Amortisationsberechnung Maßnahme Variante 1.2

Grundeinstellungen

Guthabenszinssatz	1,0015
Kreditzinssatz	1,002
Energiepreis	0,24 €/kWh
Energiepreis2	0,24 €/kWh

Kosten der Sanierung

Erneuerung Fenster	Fläche 191,33 m ²	EP 450,00 €	Kosten 86.098,50 €
			0,00 €
			86.098,50 €

Zuordenbare Bruttokosten

	Energiebedarf kWh/a	Energiepreis je kWh	Kosten/ Einsparungen pro Jahr Euro/a	Investitions- kosten Euro	Kredit- verzinsung %	Laufzeit Jahre	Gesamt- kosten Euro
Energiekosten Bestand	223.699	x 0,2400 =	53.688 €				
Energiekosten nach Sanierung	196.669	x 0,2400 =	47.201 €				
Einsparung	27.030		6.487 €	86.099 €	x 1,0020 ^	25	= 90.508 €

Amortisation = Gesamtkosten / Einsparung

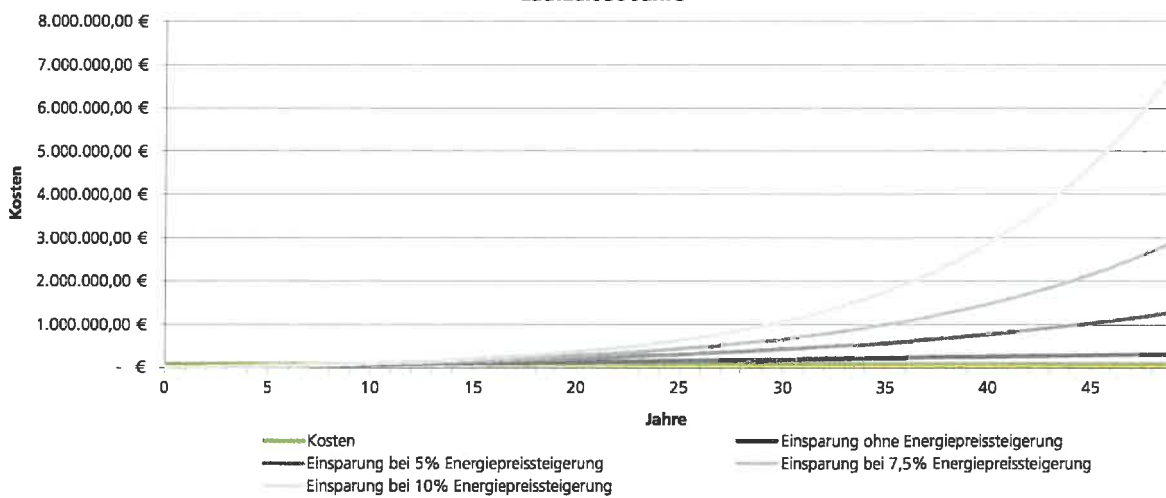
14,0 Jahre

Lebensdauer und Beurteilung der Maßnahme

20 Jahre

Die Maßnahme ist zu empfehlen, da sie sich innerhalb der Lebensdauer der Maßnahme amortisiert

Laufzeit 50 Jahre



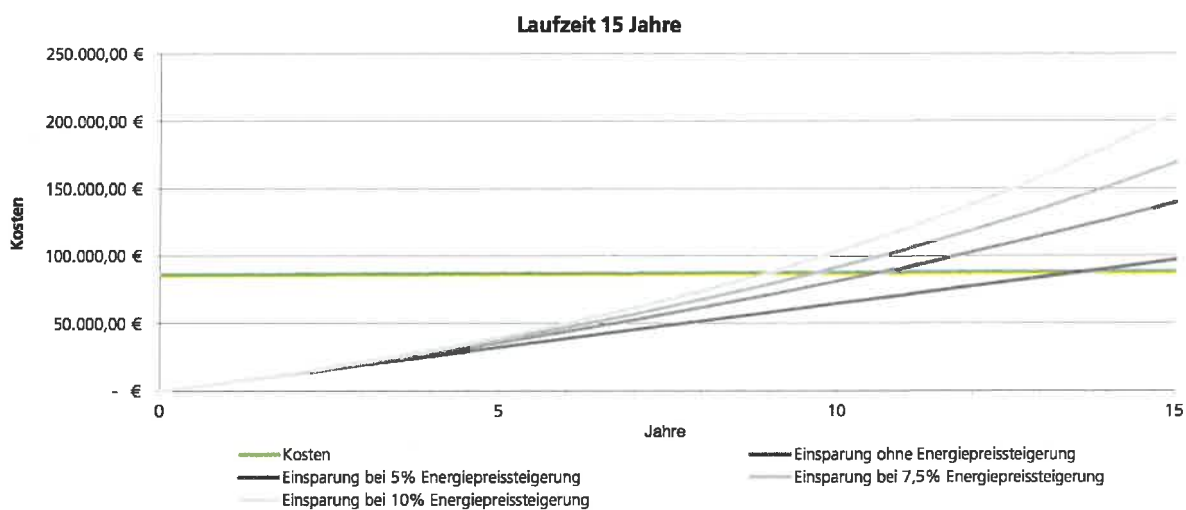
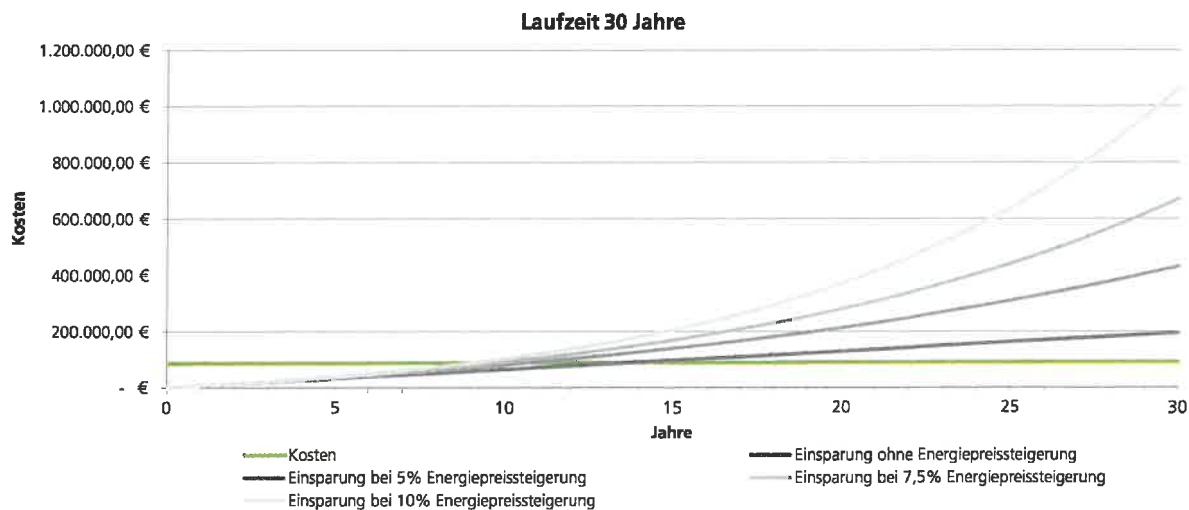
Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept



Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit

Sanierungskonzept

Amortisationsberechnung Maßnahme Variante 2.2

Grundeinstellungen

Guthabenzinssatz	1,0015
Kreditzinssatz	1,002
Energiepreis	0,24 €/kWh
Energiepreis2	0,24 €/kWh

Kosten der Sanierung

	Fläche	EP	Kosten
Erneuerung Fenster	191,33 m ²	450,00 €	86.098,50 €
Anbringen eines WDVS d=14,0cm	576,17 m ²	140,00 €	80.663,80 €
			166.762,30 €

Zuordenbare Bruttokosten

	Energiebedarf kWh/a	Energiepreis je kWh	Kosten/ Einsparungen pro Jahr Euro/a	Investitions- kosten Euro	Kredit- verzinsung %	Laufzeit Jahre	Gesamt- kosten Euro
Energiekosten Bestand	223.699	x 0,2400 =	53.688 €				
Energiekosten nach Sanierung	143.944	x 0,2400 =	34.547 €				
Einsparung	79.755		19.141 €	166.762 €	x 1,0020 ^	25	= 175.304 €

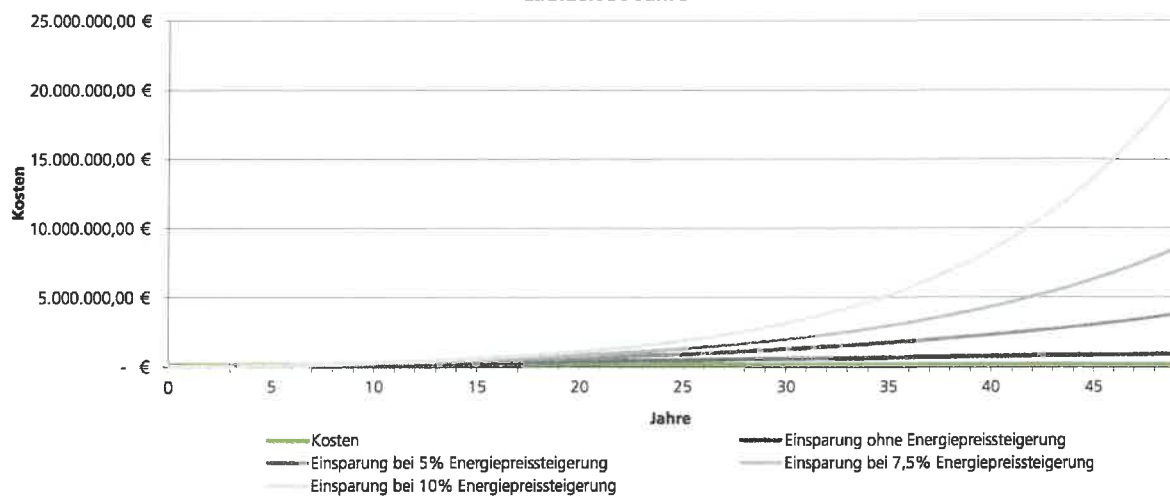
Amortisation = Gesamtkosten / Einsparung 9,2 Jahre

Lebensdauer und Beurteilung der Maßnahme

20 Jahre

Die Maßnahme ist sehr zu empfehlen, da sie sich nach wenigen Jahren amortisiert.

Laufzeit 50 Jahre



Projekt: Sanierungskonzept
Grundschule Arnegg - Stadt Blaustein



Auftraggeber: Stadt Blaustein
Marktplatz 2, 89134 Blaustein

**Brandschutz
Bauphysik
Sicherheit**

Sanierungskonzept

