ISRW
Institut für Schalltechnik, Raumakustik, Wärmeschutz
Dr.-Ing. Klapdor GmbH

17. April 2020

GES 3 Gütersloh - Bauphysik

Entscheidungsvorlage Energiestandard

Dipl.-Ing. (FH) Nicola Wrede
Dipl.-Ing. (FH) Dennis Tödtmann

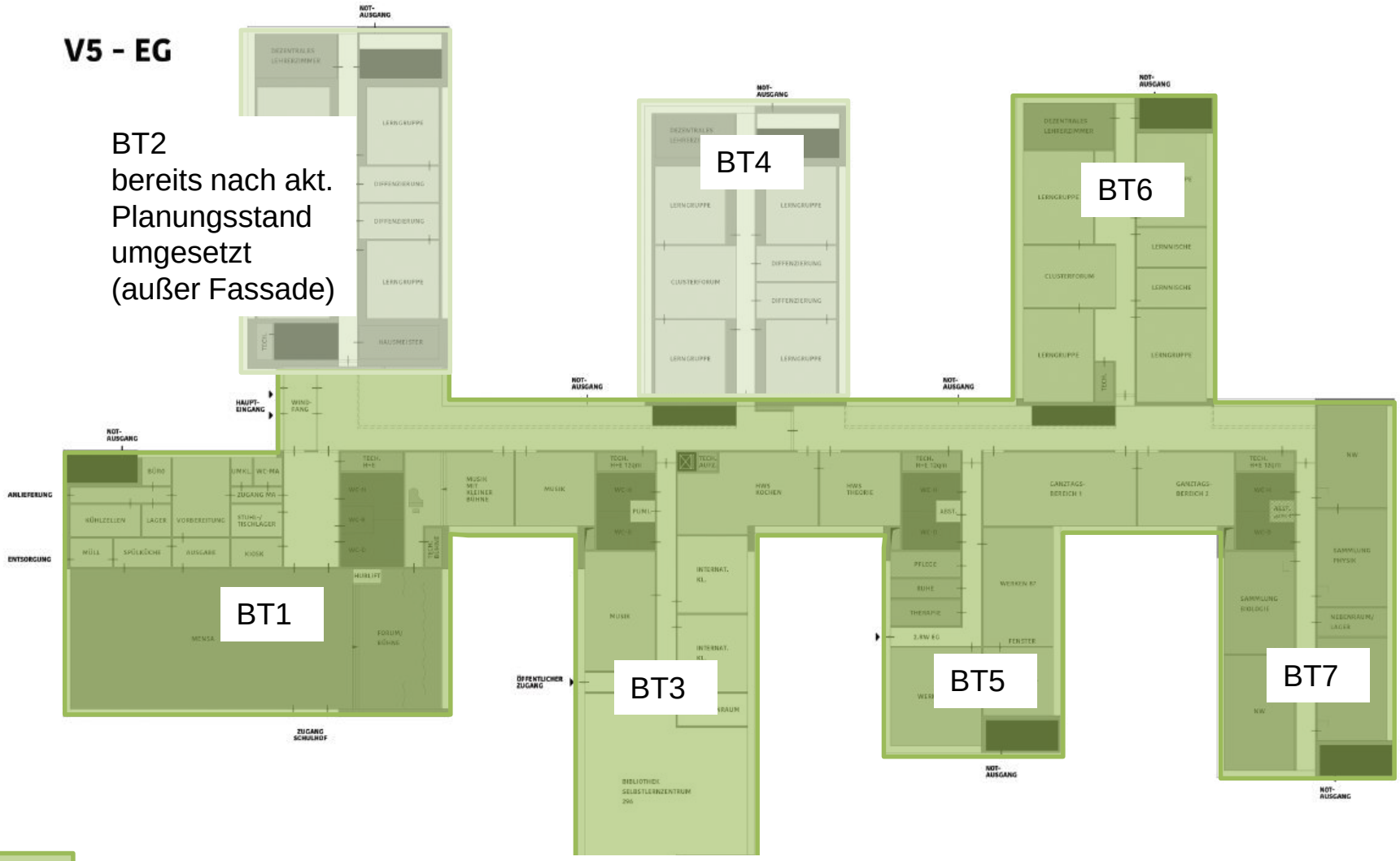
Untersuchung Passivhaus-Standard

- Berechnung nach PHPP (Passivhausprojektierungspaket)
- Energieleitlinien Gütersloh: Passivhaus-Standard

Untersuchung Passivhaus-Standard

- Anforderung an den Heizwärmebedarf sowie Heizwärmelast (Passivhaus-Standard) für BT1 und BT6 nicht zu erreichen
  - geringe solare Gewinne durch Eigenverschattung und Nordausrichtung (BT6)
  - hohe Lüftungswärmeverluste durch notwendigen Luftvolumenstrom für Küche und Mensa (BT1)
  - hohe Transmissionswärmeverluste durch großen Fensterflächenanteil
- Einhaltung der Anforderung an den Heizwärmebedarf sowie Heizlast (Passivhaus-Standard) für BT5 und BT7 voraussichtlich nicht möglich
  - geringe solare Gewinne durch hohe Eigenverschattung und Gebäudeausrichtung
  - hohe Transmissionswärmeverluste durch großen Fensterflächenanteil
- EnEV -30% + Passivhauskomponenten (Analogie-Passivhaustandard) ist umsetzbar

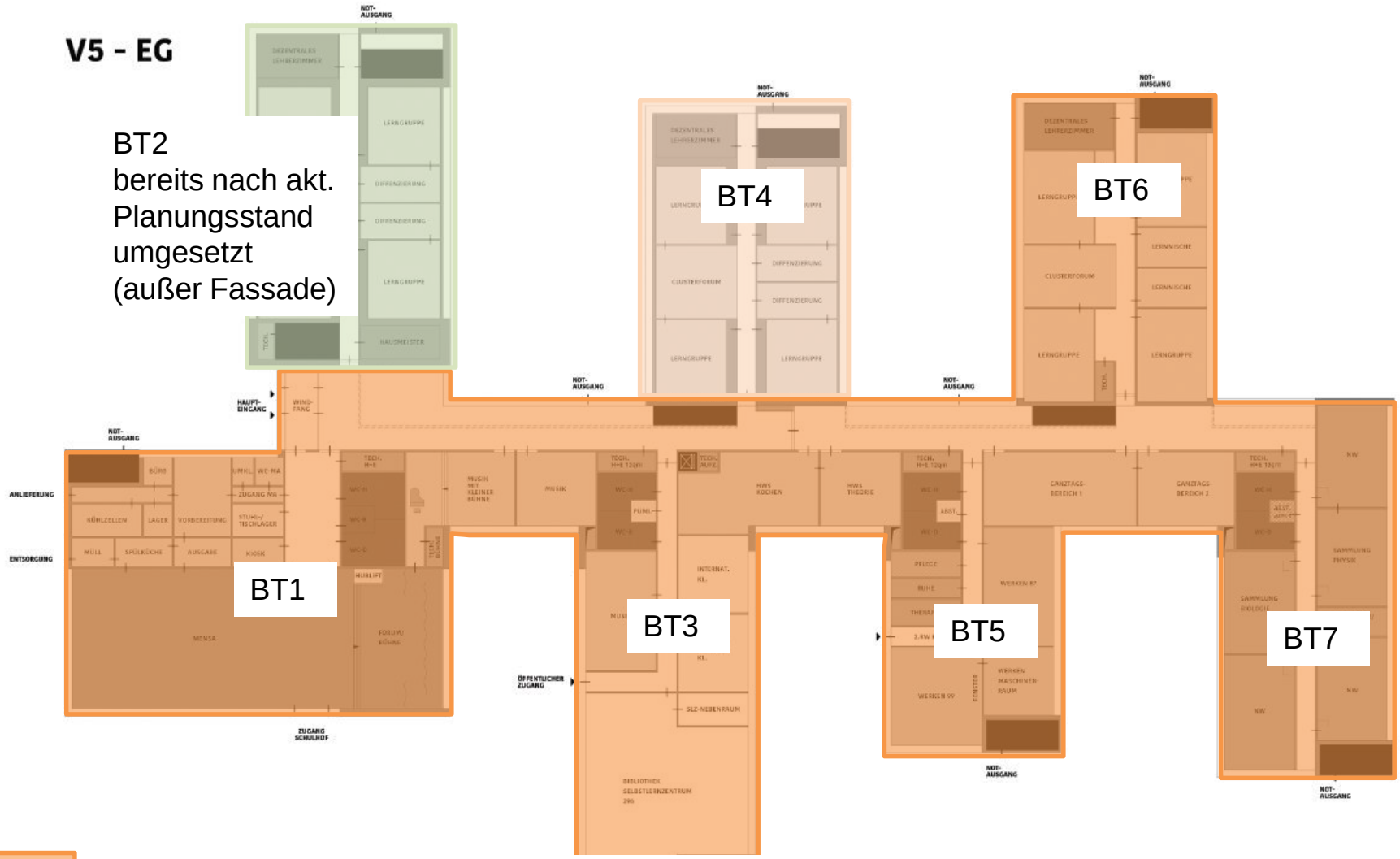
Aktueller Planungsstand: EnEV -30% + Passivhauskomponenten



- Bilanzierung nach EnEV 2016
- Energieleitlinien Gütersloh: EnEV -30% + Passivhauskomponenten

- Bauteilverfahren nach EnEV 2016
- Energieleitlinien Gütersloh: Bauteilverfahren mit Passivhauskomponenten nach EnerPHit (Bestand)

Variante zur Kosteneinsparung: EnEV -30%



- Bilanzierung nach EnEV 2016
- EnEV -30% (U-Werte Bauteile und Primärenergiebedarf)

- Bauteilverfahren nach EnEV 2016
- EnEV -30% (U-Werte des Bauteilverfahrens werden um 30% unterschritten)

		EnEV 2016 (Stufe I für Erweiterungen) - 30%	Aktueller Planungsstand (Analogie Passivhaus): EnEV 2016 (Stufe I für Erweiterungen)- 30% + Passivhauskomponenten	Passivhaus-Standard
Bauteile	Außenwand	U = 0,17 W/(m²K) 200 mm WLS 032	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 032	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 032
	Decke gegen Außenluft (auskragende Bauteile)	U = 0,17 W/(m²K) 200 mm WLS 035	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Wand gegen Erdreich (BT4)	U = 0,26 W/(m²K) 140 mm WLS 037	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Bodenplatte	U = 0,25 W/(m²K) 140 mm WLS 037	U = 0,16 W/(m²K) 220 mm WLS 035	U = 0,16 W/(m²K) 220 mm WLS 035
	Trenndecke beheizt gegen unbeheizt (BT4)	U = 0,23 W/(m²K) 140 mm WLS 035	U = 0,12 W/(m²K) 260 mm WLS 035	U = 0,12 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Wand UG beheizt gegen unbeheizt (BT4)	U = 0,24 W/(m²K) 140 mm WLS 035	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Dach / Terrassendach	U = 0,14 W/(m²K) 240 mm WLS 035	U = 0,09 W/(m²K) 280 mm WLS 026	U = 0,09 W/(m²K) 280 mm WLS 026
	Tür	U_d = 1,80 W/(m²K)	U_d = 0,80 W/(m²K)	U_d = 0,80 W/(m²K)
	Fenster	U_w = 0,90 W/(m²K) Dreifachverglasung	U_w = 0,80 W/(m²K) Dreifachverglasung	U_w = 0,80 W/(m²K) Dreifachverglasung
Haustechnik	Heizung	Deckungsanteile: Brennwertkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	Deckungsanteile: Brennwertkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	Deckungsanteile: Brennwertkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %
	Trinkwarmwasser	zentrale Versorgung über Wärmeerzeuger Deckunganteile: Brennwetkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	zentrale Versorgung über Wärmeerzeuger Deckunganteile: Brennwetkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	zentrale Versorgung über Wärmeerzeuger Deckunganteile: Brennwetkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %
	Lüftungsanlage	sofern nutzungsbedingt erforderlich, RLT-Anlage mit WRG ≥ 75 %	RLT-Anlage mit WRG ≥ 75 %	RLT-Anlage mit WRG ≥ 75 %
	PV-Anlage	100 kW_{peak} (für die Nachweisführung nicht erforderlich)	100 kWpeak (für die Nachweisführung nicht erforderlich)	100 kWpeak (für die Nachweisführung nicht erforderlich)
	Beleuchtung	LED	LED	LED
Sonstiges	Blower Door Messung	nein	ja	ja
	Wärmebrückenzuschlag	0,05 W/(m²K)	Wärmebrücken sind zu vermeiden / mind. 0,05 W/(m²K)	0,03 W/(m²K)

		EnEV 2016 (Stufe I für Erweiterungen) - 30%	Aktueller Planungsstand (Analogie Passivhaus): EnEV 2016 (Stufe I für Erweiterungen)- 30% + Passivhauskomponenten	Passivhaus-Standard
Bauteile	Außenwand	U = 0,17 W/(m²K) / 200 mm WLS 032 Kosten ca. 80.600 Euro	U = 0,13 W/(m²K) / 260 mm WLS 032 Kosten ca. 96.200 Euro	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 032
	Decke gegen Außenluft (auskragende Bauteile)	U = 0,17 W/(m²K) / 200 mm WLS 035 Grundkonzept V5 ohne Vordach	U = 0,13 W/(m²K) / 260 mm WLS 035 Grundkonzept V5 ohne Vordach	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Wand gegen Erdreich (BT4)	U = 0,26 W/(m²K) / 140 mm WLS 037 UG BT4 bereits gebaut	U = 0,13 W/(m²K) / 260 mm WLS 035 UG BT4 bereits gebaut	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Bodenplatte	U = 0,25 W/(m²K) / 140 mm WLS 037 Kosten ca. 155.000 Euro	U = 0,16 W/(m²K) / 220 mm WLS 035 Kosten ca. 215.000 Euro	U = 0,16 W/(m²K) 220 mm WLS 035
	Trenndecke beheizt gegen unbeheizt (BT4)	U = 0,23 W/(m²K) / 140 mm WLS 035 Kosten ca. 29.800 Euro	U = 0,12 W/(m²K) / 260 mm WLS 035 Kosten ca. 45.400 Euro	U = 0,12 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Wand UG beheizt gegen unbeheizt (BT4 und BT0)	U = 0,24 W/(m²K) / 140 mm WLS 035 Kosten ca. 4.600 Euro	U = 0,13 W/(m²K) / 260 mm WLS 035 Kosten ca. 7.000 Euro	U = 0,13 W/(m²K) 260 mm WLS 035
	Dach / Terrassendach	U = 0,14 W/(m²K) / 240 mm WLS 035 Kosten ca. 230.000 Euro	U = 0,09 W/(m²K) / 280 mm WLS 026 Kosten ca. 350.000 Euro	U = 0,09 W/(m²K) 280 mm WLS 026
	Tür	U_d = 1,80 W/(m²K) Kosten ca. 75.000 Euro	U_d = 0,80 W/(m²K) Kosten ca. 90.000 Euro	U_d = 0,80 W/(m²K)
	Fenster	U_w = 0,90 W/(m²K) / Dreifachverglasung keine nennenswerte Unterschiede	U_w = 0,80 W/(m²K) / Dreifachverglasung keine nenenswerte Unterschiede	U_w = 0,80 W/(m²K) Dreifachverglasung
Summe Kosten		**Kosten ca. 575.000 Euro Einsparpotential: 228.600 Euro**	**Kosten ca. 803.600 Euro**	**Kosten ca. 803.600 Euro**
Haustechnik	Heizung	Deckungsanteile: Brennwertkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	Deckungsanteile: Brennwertkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	Deckungsanteile: Brennwertkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %
	Trinkwarmwasser	zentrale Versorgung über Wärmeerzeuger Deckunganteile: Brennwetkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	zentrale Versorgung über Wärmeerzeuger Deckunganteile: Brennwetkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %	zentrale Versorgung über Wärmeerzeuger Deckunganteile: Brennwetkessel 20 % / Holzhackschnitzel 80 %
	Lüftungsanlage	**ohne RLT-Anlage: Einsparpotential 315.000 Euro**	RLT-Anlage mit WRG ≥75 %	RLT-Anlage mit WRG ≥ 75 %
	PV-Anlage	**Kosten / Einsparpotential: 175.000 Euro**	**Kosten / Einsparpotential: 175.000 Euro**	**Kosten / Einsparpotential: 175.000 Euro**
	Beleuchtung	LED	LED	LED
Sonstiges	Blower Door Messung	nein	ja	ja
	Wärmebrückenzuschlag	0,05 W/(m²K)	Wärmebrücken sind zu vermeiden / mind. 0,05 W/(m²K)	0,03 W/(m²K)

Kostenermittlung Dämmung von hsd/ Kostenermittlung RLT von Kirchner Gebäudetechnik / Kostenermittlung PV-Anlage von ISR

Kostenbetrachtung:

- Sofern die Variante EnEV -30% umgesetzt werden soll, ergibt sich gemäß den Angaben vom Architekturbüro habermann decker eine Kostenersparnis gegenüber der Variante EnEV -30% + Passivhauskomponenten bei der Dämmung von 228.600 €

- Bei Verzicht einer RLT-Anlage wurde vom Ingenieurbüro Kirchner Gebäudetechnik ein Einsparpotential von 315.000 € angegeben.

- Für die PV-Anlage wurde nach Angaben vom Ingenieurbüro Schlegel & Reußwig Kosten von 175.000 € bei einer Amortisationszeit von 9 Jahren ermittelt.

- **Die Variante EnEV -30% zur Kosteneinsparung besitzt gegenüber dem aktuellen Planungsstand ein Einsparpotential von ca. 718.000 €**

Erläuterungen zu der nachfolgenden energetischen Auswertung I:

- Der aktuelle Planungsstand EnEV -30% + Passivhauskomponenten wurde der Variante EnEV -30% zur Kosteneinsparung gegenübergestellt.

- Für die Untersuchung wurden die bereits vorhandenen EnEV-Berechnungen nach DIN V 18599 zu Bauteil 1 und 6 herangezogen.

- Es wurde der Endenergiebedarf der Heizung ausgewertet. Als Endenergiebedarf wird die Energiemenge bezeichnet, die in einem Gebäude zur Deckung des jährlichen Energiebedarfs für Heizung, Warmwasseraufbereitung und Lüftung zur Verfügung gestellt wird.

- Die EnEV-Berechnung (Bilanzierung) nach der DIN V 18599 dient der Vergleichbarkeit der energetischen Qualität von Gebäuden und kann aufgrund normierter Randbedingungen nicht zu belastbaren Aussagen hinsichtlich tatsächlicher Verbräuche herangezogen werden.

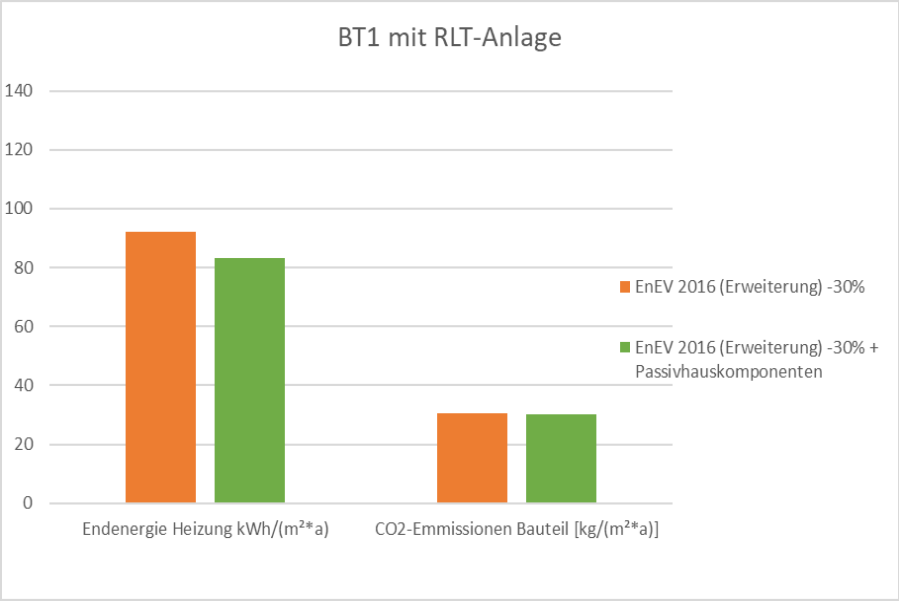
- Die absoluten Werte des Endenergiebedarfs weichen in der Regel immer von den tatsächlichen Verbräuchen ab. Die prozentualen Unterschiede der einzelnen Varianten sind belastbarer und sollen als Entscheidungshilfe dienen.

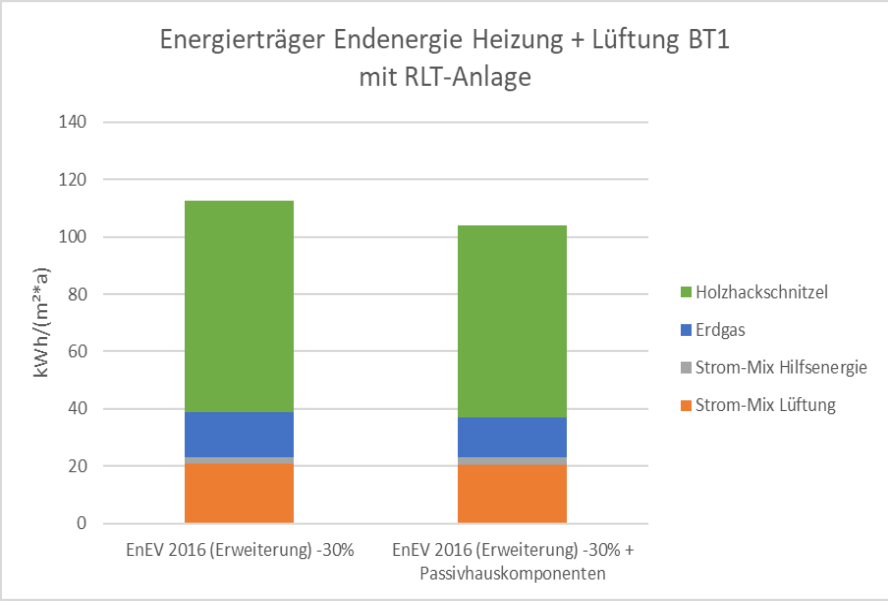
Erläuterungen zu der nachfolgenden energetischen Auswertung II:

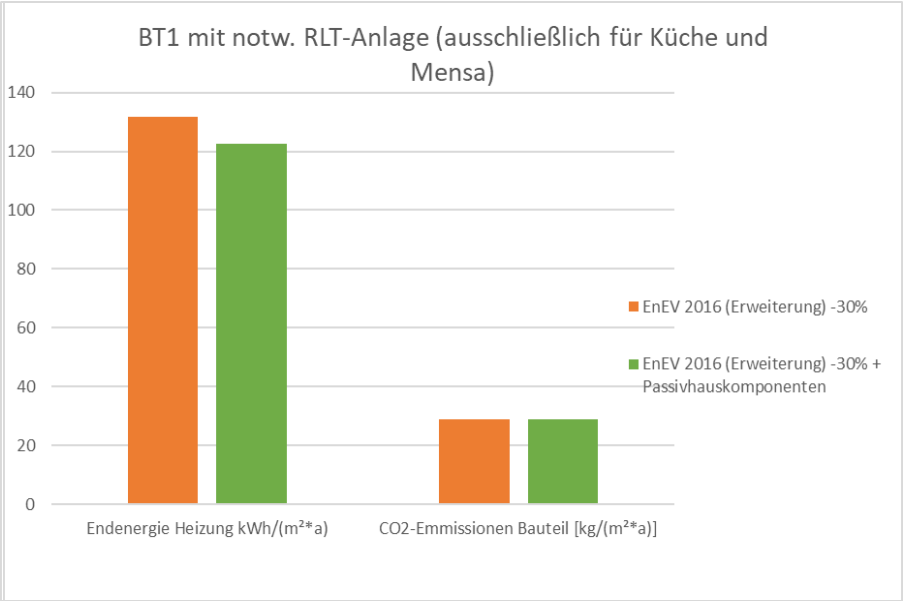
- Um genauere Kennwerte zu erzielen, wäre eine Thermische Gebäudesimulation erforderlich, in welcher die entsprechenden Randbedingungen individuell festgelegt werden können. Eine solche Simulation ist jedoch aufgrund des deutlichen Mehraufwandes nicht Bestandteil der derzeitigen Planung.

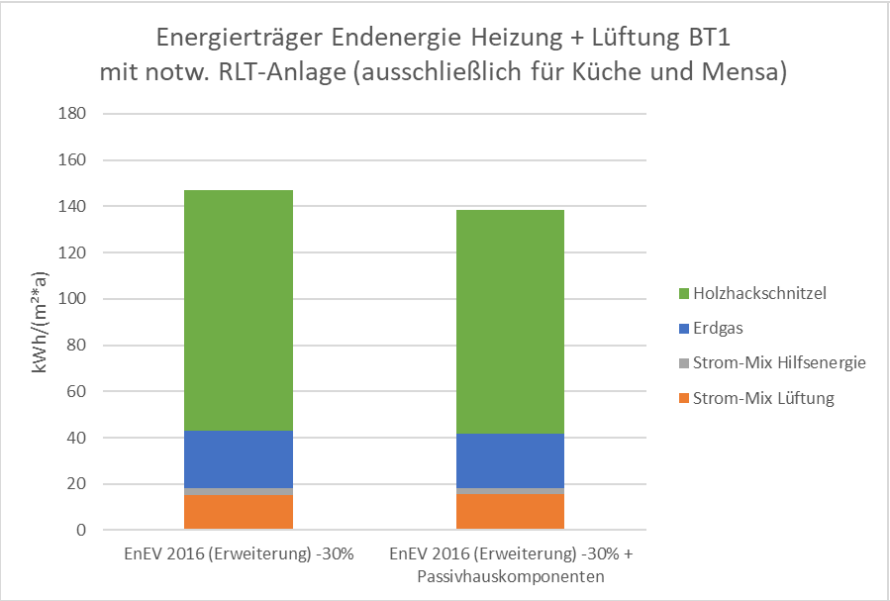
- Der Eigenstromanteil einer PV-Anlage mit 100 kW_{peak} wurde anteilig nach Verbrauch und Fläche berücksichtigt.

BT1 mit PV-Anlage

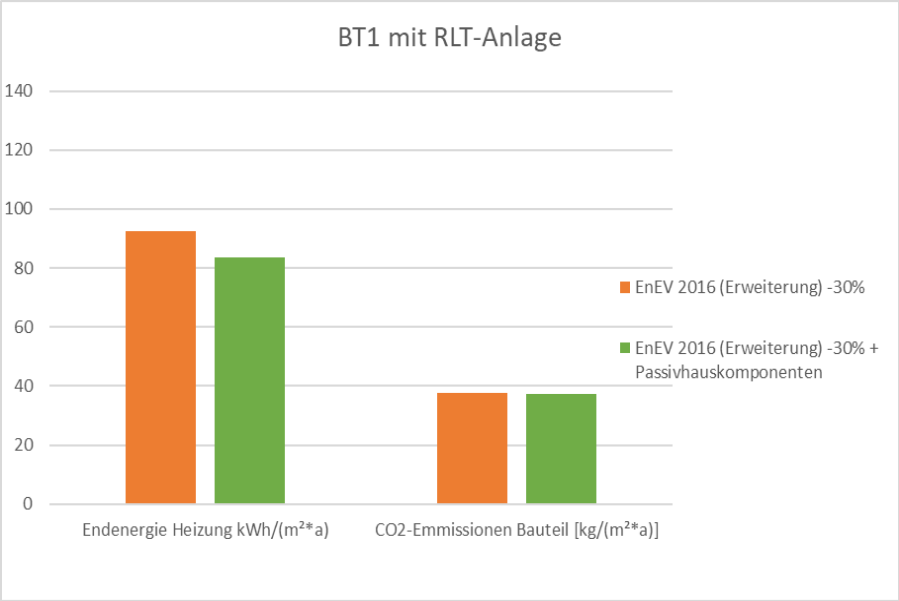


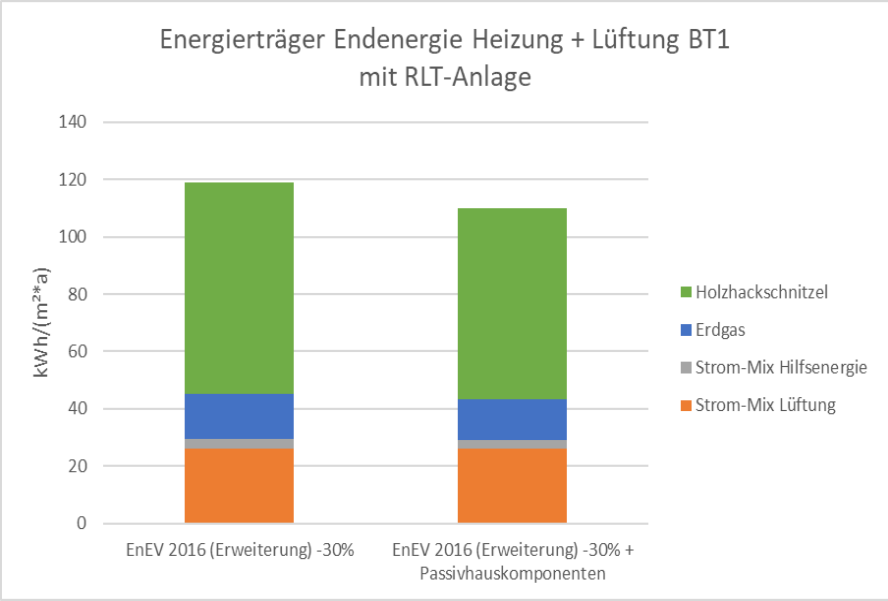


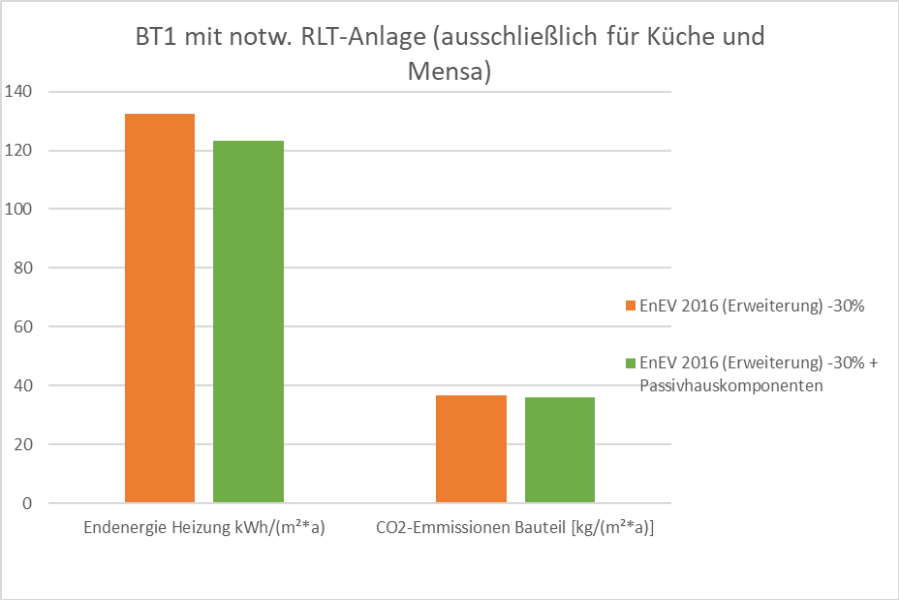


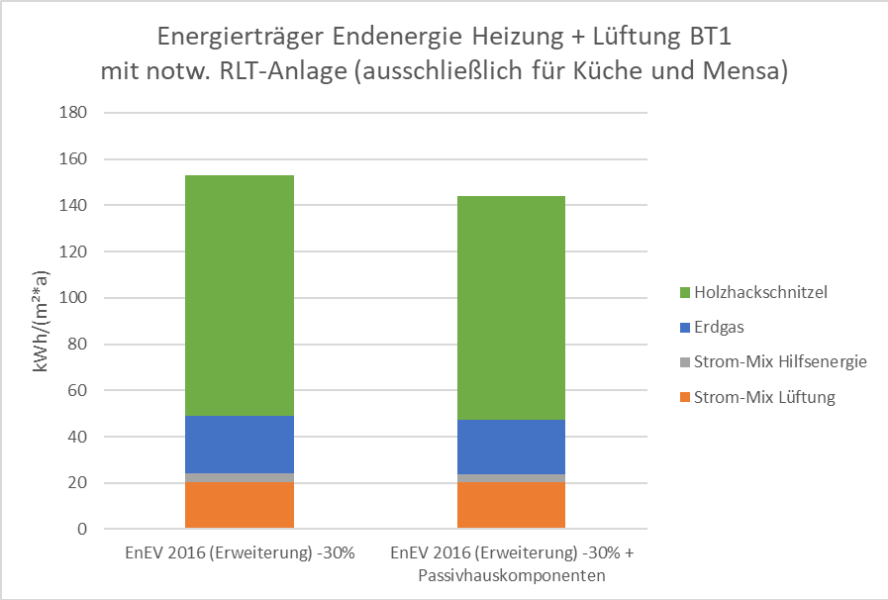


BT1 ohne PV-Anlage









Auswertung Bauteil 1:

- Ein vollständiger Verzicht der RLT-Anlage ist bei Bauteil 1 nicht möglich, da für die vorhanden Küche und Mensa eine hygienische Notwendigkeit besteht.

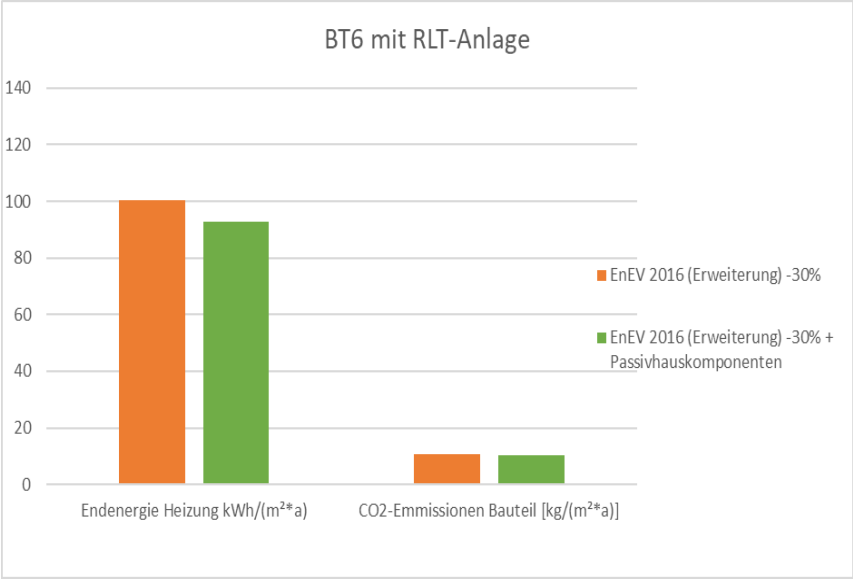
- Der Endenergiebedarf für die Heizung ist ohne RLT-Anlage deutlich höher (ca. 45%), da die Wärmerückgewinnung der mechanischen Belüftung fehlt.

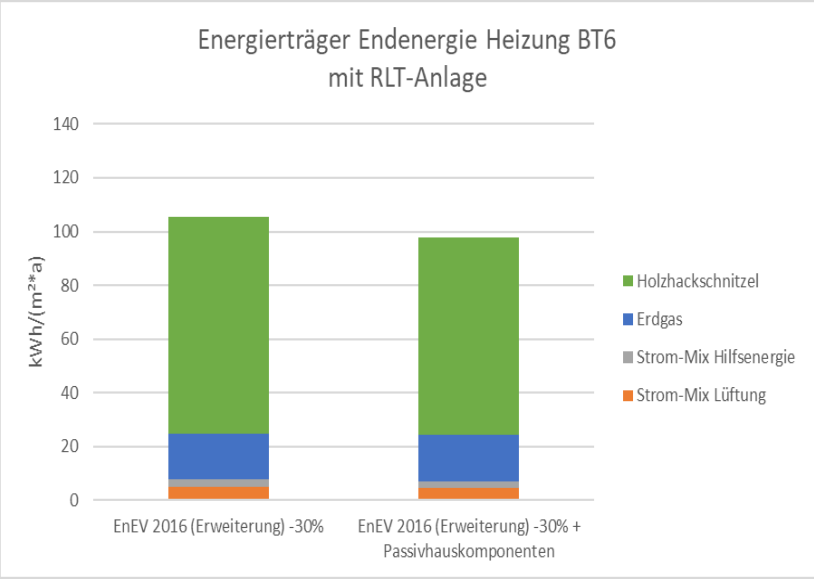
- Nach der EnEV-Berechnung reduziert sich für die Variante EnEV -30% + Passivhauskomponenten der Endenergiebedarf Heizung um ca. 10% gegenüber der Variante EnEV -30%

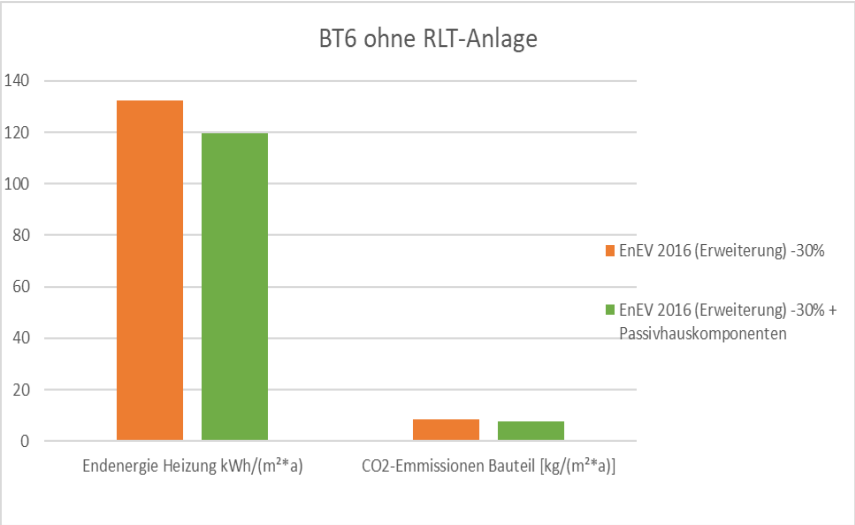
- Die geringe Veränderung der CO_2-Emmissionen zwischen den beiden untersuchten Varianten ist auf den hohen Deckungsanteil von 80% des Holzhackschnitzel-Kessels zurückzuführen. Holzhackschnitzel besitzen ein deutlich geringeres CO_2-Äquivalent (40 g/kWh) als Erdgas (240 g/kWh) oder Strom (550 g/kWh).

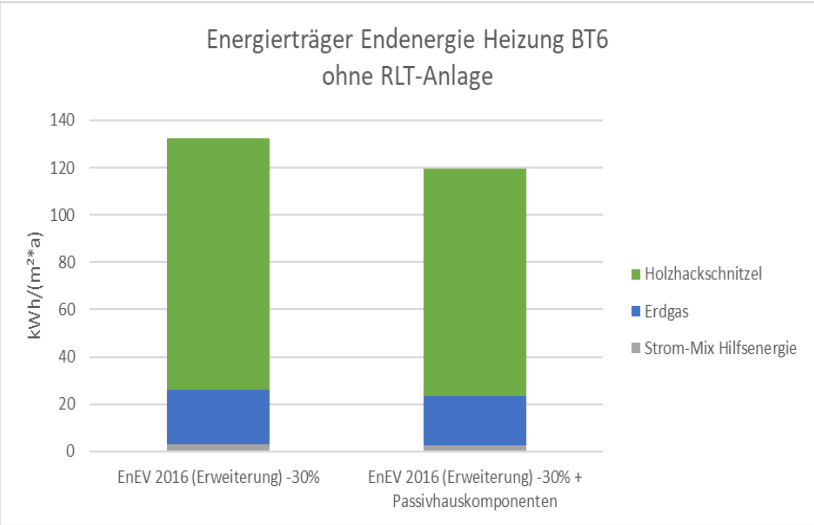
- Der externe Strombedarf wird durch den Eigenstromanteil der PV-Anlage gesenkt und führt zu einer Reduzierung der CO_2-Emmissionen von bis zu 20 % (insbesondere wenn eine RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden ist).

BT6 mit PV-Anlage

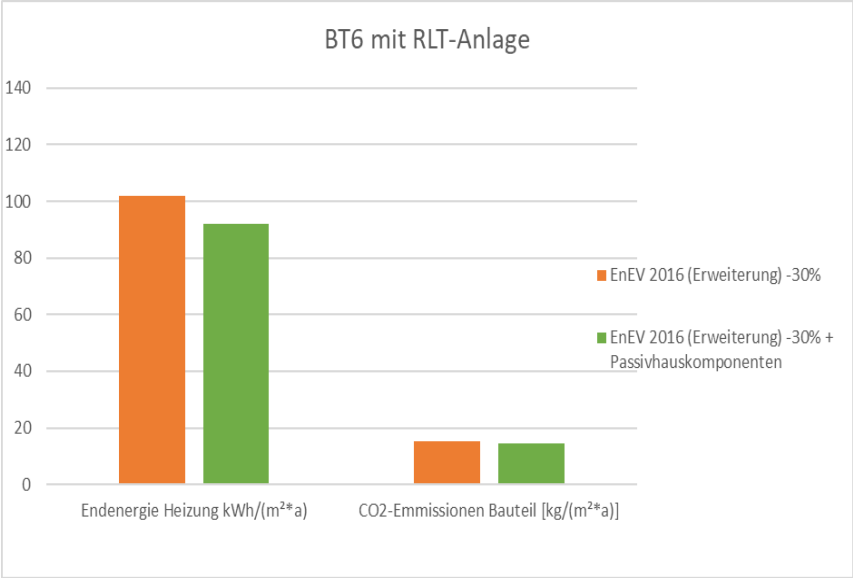


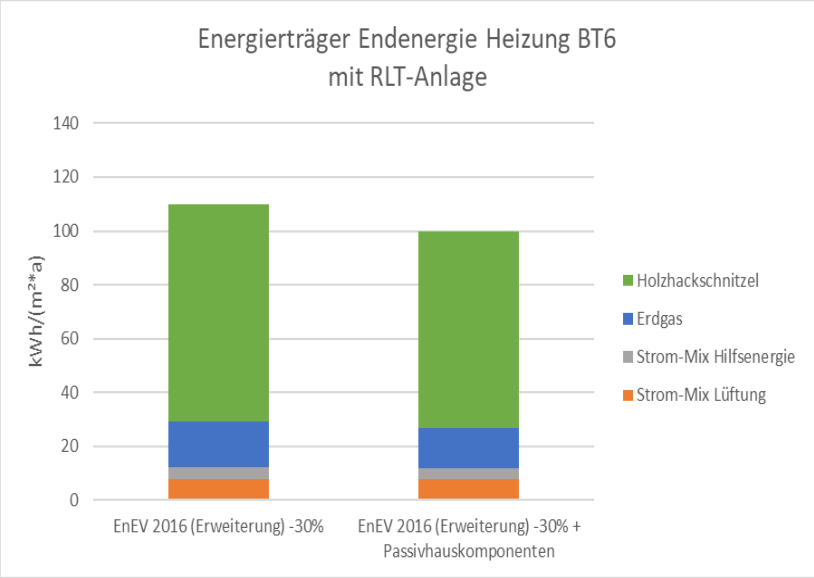


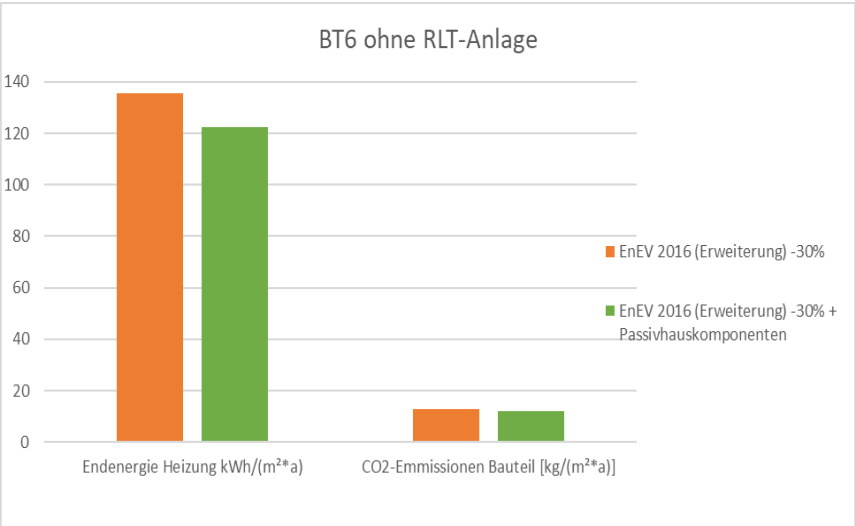


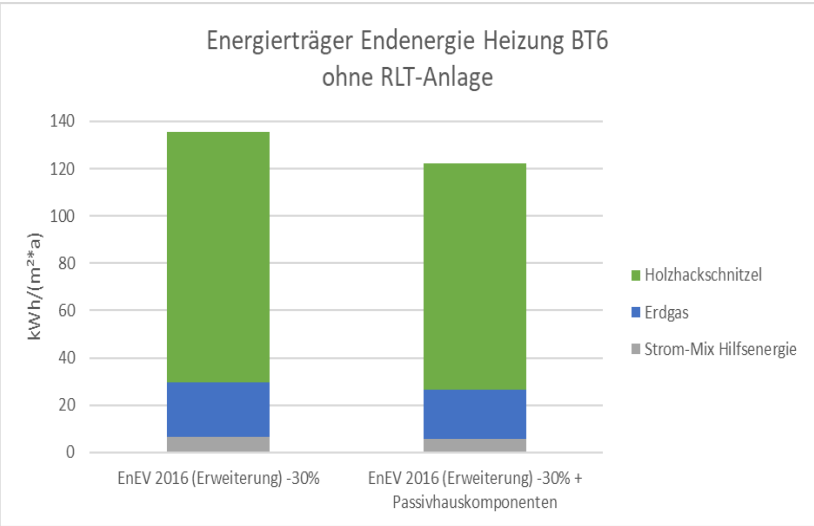


BT6 ohne PV-Anlage









Auswertung Bauteil 6:

- Der Endenergiebedarf für die Heizung ist ohne RLT-Anlage deutlich höher (ca. 30%), da die Wärmerückgewinnung der mechanischen Belüftung fehlt.

- Nach der EnEV-Berechnung reduziert sich für die Variante EnEV -30% + Passivhauskomponenten der Endenergiebedarf Heizung um ca. 10% gegenüber der Variante EnEV -30%

- Die geringe Veränderung der CO_2-Emmissionen zwischen den beiden untersuchten Varianten ist auf den hohen Deckungsanteil von 80% des Holzhackschnitzel-Kessels zurückzuführen. Holzhackschnitzel besitzen ein deutlich geringeres CO_2-Äquivalent (40 g/kWh) als Erdgas (240 g/kWh) oder Strom (550 g/kWh).

- Der externe Strombedarf wird durch den Eigenstromanteil der PV-Anlage gesenkt und führt zu einer Reduzierung der CO_2-Emmissionen von bis zu 30% (insbesondere wenn eine RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden ist).

Ergebnis:

- Der Unterschied zwischen Bauteil 1 und 6 liegt in der Nutzung. In Bauteil 1 sind Mensa und Küche untergebracht und in Bauteil 6 ausschließlich Klassenräume inkl. Nebenräume. Die Ergebnisse von Bauteil 6 können somit am ehesten auf die weiteren Bauteile übertragen werden.

- **Eine Verzicht auf eine RLT-Anlage mit WRG führt zu einer Erhöhung des Endenergiebedarfs der Heizung von ca. 30%.**

- **Der externe Strombedarf wird durch den Eigenstromanteil der PV-Anlage gesenkt und führt zu einer Reduzierung der CO_2-Emmissionen von 20 – 30 % (insbesondere wenn eine RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden ist).**

- **Nach der EnEV-Berechnung reduziert sich für die Variante EnEV -30% + Passivhauskomponenten der Endenergiebedarf Heizung bei beiden Bauteilen um ca. 10% gegenüber der Variante EnEV -30%**