Reflektieren statt Dämmen und aus Wärme Kälte

Dr. Wolfgang Horn, Ingenieurbüro Horn, Köhra
Herr Bernd Felgentreff, Technische Beratung für Systemtechnik, Leipzig

EnEV § 1
Wirtschaftlichkeit und **Optimierung**

Copyright IB W. Horn, 04683 Köhra

§1 Zweck und Anwendungsbereich

(1) Zweck dieser Verordnung ist die Einsparung von Energie … unter Beachtung des gesetzlichen Grundsatzes der **wirtschaftlichen Vertretbarkeit** … , … um … die **energetische und ökonomische Optimierung** … zu erleichtern.

Baukostensenkungskommission von 2015, Seite 76:

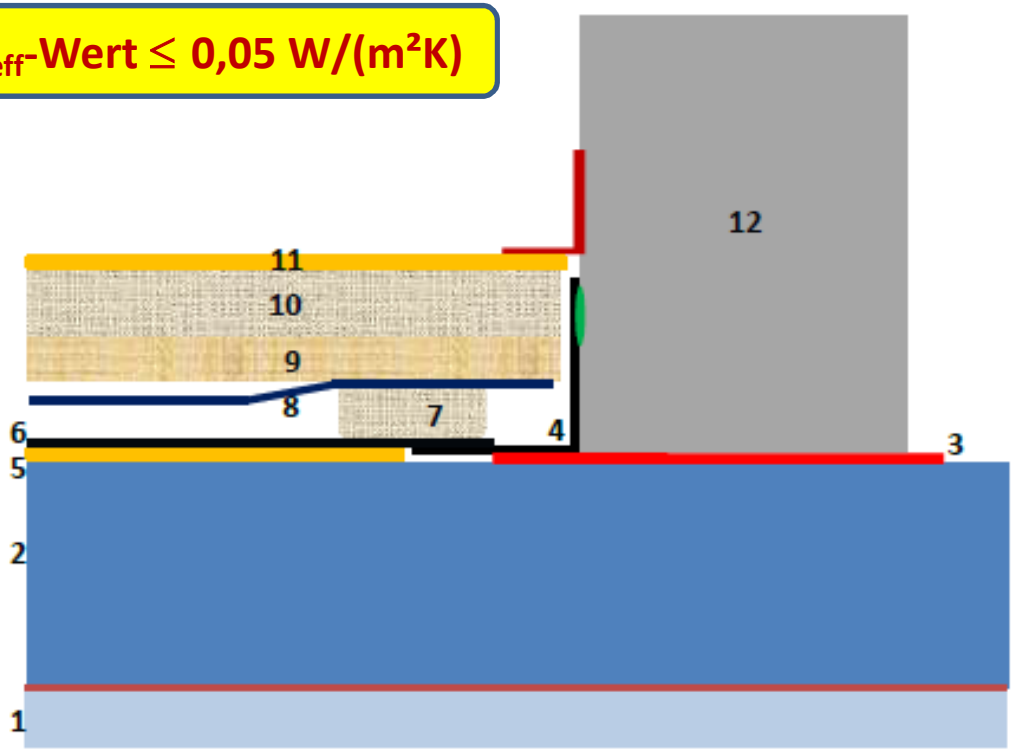
Für die Modellgebäude in dem Basisgutachten und der Ergänzungsuntersuchung sind Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen nach der Amortisationsmethode durchgeführt worden.

Im Basisgutachten zeigen die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen, dass die angestrebte Einhaltung einer Amortisationszeit von 20 Jahren bei keiner der berechneten Varianten erfüllt wird.

Ergänzungsgutachten
Bei dem Anforderungsniveau EnEV 2016 liegen die Amortisationszeiten bis auf zwei Ausnahmen bei allen Gebäuden über 20 Jahre.

Gesamtdicke Pos. 5-11: ca. 65-70 mm zzgl. Betonplatte

U_{eff}-Wert ≤ 0,05 W/(m²K)



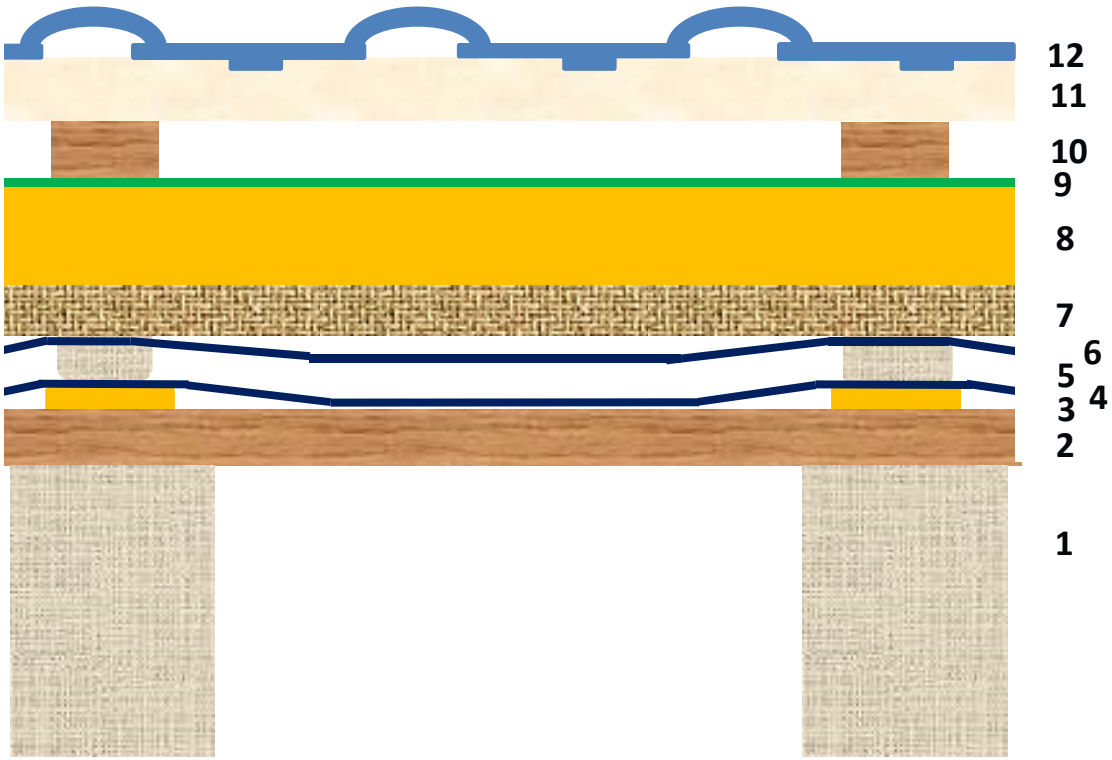
Beispiel: 0,05 W/(m²K); 360 d/a; Δt= 12 K; **H**üllfl. 450 m²; **N**utzfl. 150 m²

Trans.-wärme. = 0,05*450*360*24*12*0,001 = 2.720 kWh/a

→2.720*0,07= 190 €/a

Spez. Verbrauch = 2.720/150= 18,1 kWh/(m²a) ohne i.+s.-Gewinne

Aufdach-Isolierung mit Erifol®-System – Prinzipskizze, unmaßstäblich



1 Sichtbarer Dachbalken
2 sichtbare Dachschalung
3 Unterlegeplättchen
4 1. Lage Erifol®
5 Abstandsklötzchen
6 2. Lage Erifol® an OSB-Platte
7 OSB-Platte, Nut u. Feder
8 Holzfaserplatte, Nut u. Feder
9 Unterspannbahn 1
10 Konterlattung
11 Traglattung
12 Dachsteine

Gesamtdicke Pos. 2-9: ca. 90 mm **U_{effIR}-Wert $\leq$ 0,07 W/(m²K)**

Bauvorhaben	MFH Ullrich		
Baustandort	01877 Bischofswerda		
	Kändlerstraße 3		
Ausführung	Maik Wagner Bauservice GmbH		
	Schmiedeweg 2		
	02689 Sohland OT Wehrsdorf		

Planung wie üblich, mit Porit-Mauerwerk und Dämmung 365 mm

EnEV so gerechnet (Hottgenroth), dass KfW70 erreicht wird

Damit sollten nach Fertigstellung Fördermittel/Zuschuss beantragt werden

Noch vor Baubeginn wurde dem BH eine Flächentemperierung angeboten, die zu rd. 100% Nutzfläche eingebaut wurde.

Fenster 3-Scheibenverglasung

Keller 12 cm XPS-Dämmung, Schaumglasschotter usw.

Dach Zwischensparrendämmung mit ISUM

Anlagentechnik: PV rd. 10 kW mit 4,5 kWh Elt-Speicher

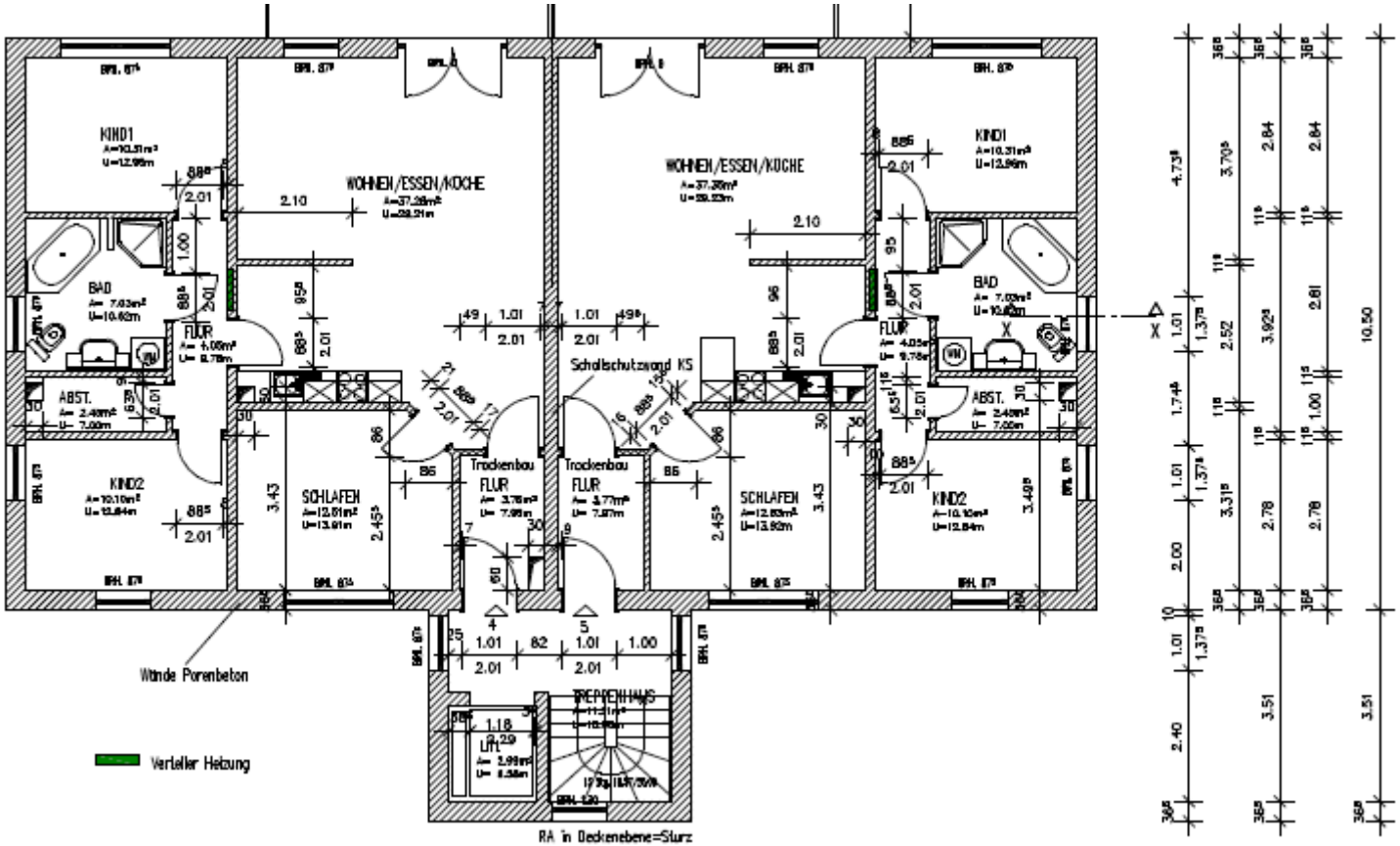
18 kW Erdwärmeabsorber mit Regenwasserzisterne

WW Elt-Durchlauferhitzer/WE

Wegen Änderungen konnte kein KfW70 mehr erreicht werden.

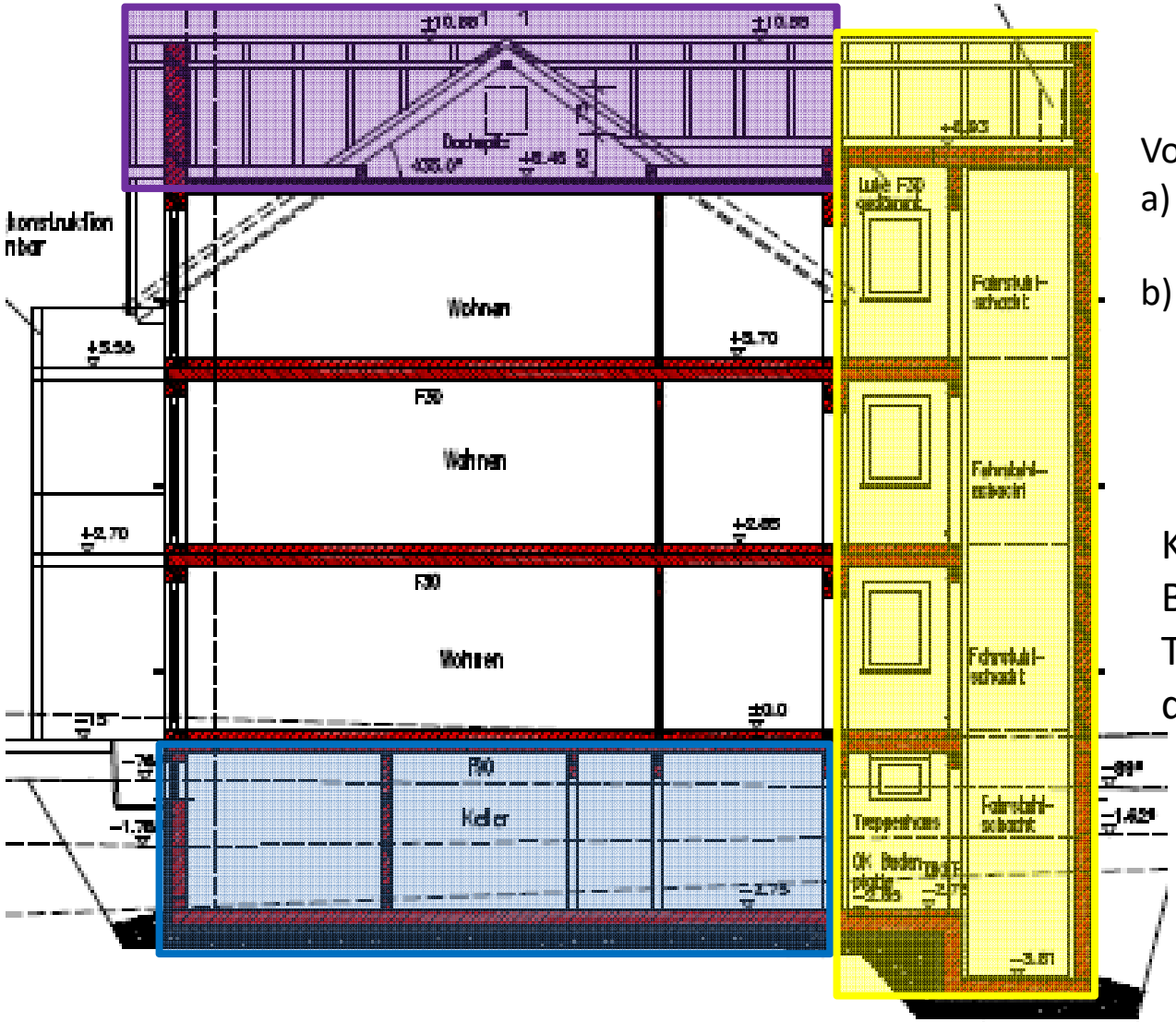
Ehem. EB konnte mit seiner Software Temperierung usw. nicht berechnen.

Mit IR-Berechnung wurden von IB W. Horn die Kenndaten ermittelt,
von EB U. Horn Antrag auf KfW70 eingereicht.



Grundriss OG

3 kalte Volumina werden
in Berechnung ausgenommen



Volume brutto

a) mit Treppe+Dach+Keller
2.335 m³

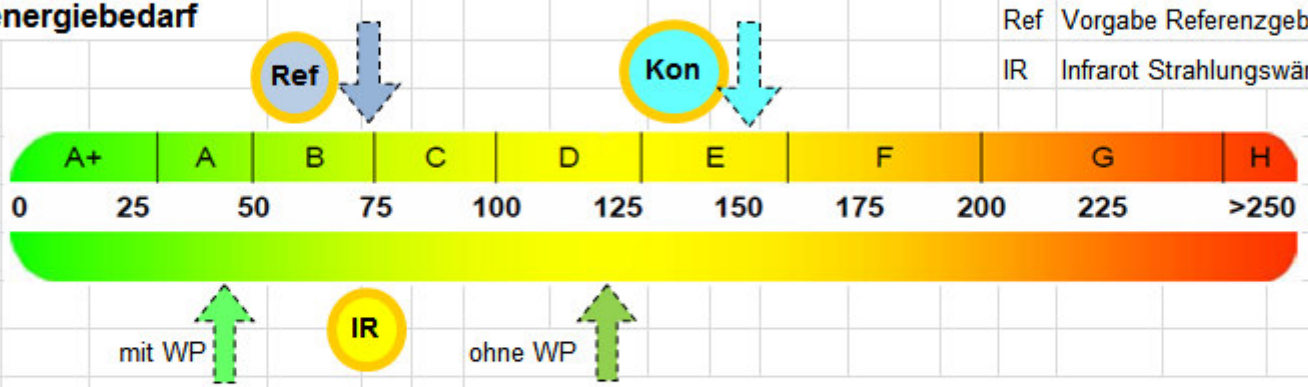
b) reduz. nur therm.
Wohnhülle
1.823 m³

Konsequenz: gesonderte Berechnung der Transmissionswärme durch Hohlräume

Objekt	MFH Ullrich			01877 Bischofswerda, Kändlerstraße 3
	Nutzfläche EnEV	583,5	m²	Gemarkung, Flurstück
	Nutzfläche tatsächl.	525,3	m²	Neubau; Mauerwerksbau
	Volumen netto/brutto	1.288	m³/ 1.823 m³	Baudurchführung 2016

Kon	konvektiver Wärmebedarf EnEV
Ref	Vorgabe Referenzgebäude
IR	Infrarot Strahlungswärme

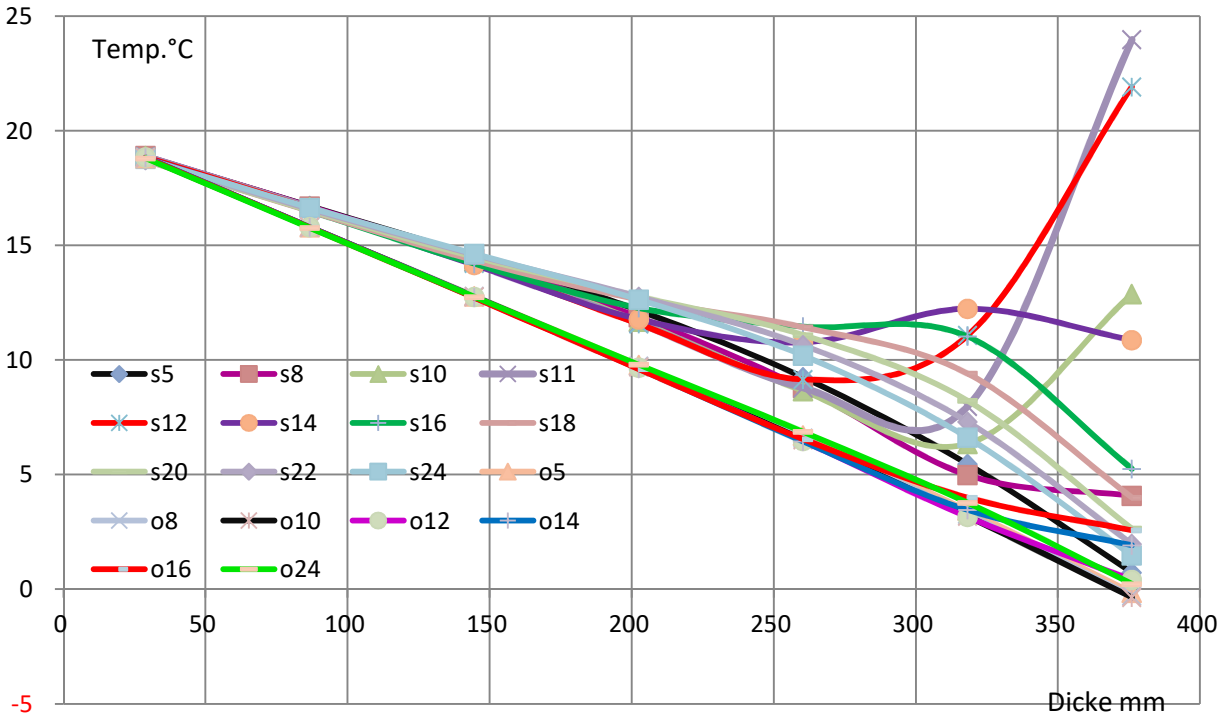
Primärenergiebedarf



Die Anforderungen der EnEV2014, des EEG sowie der Richtlinie 2002/91 /EG des Europäischen Parlamentes werden erfüllt.

Kennwerte		**Primärenergiebedarf**		**Endenergie**		**Heizwärmebedarf**		**Transmissionswärme**	
Anforderung	konvektiv	**74,5**	kWh/(m²a)	31,0	kWh/(m²a)	100,0	kWh/(m²a)	0,400	W/(m²K)
Ist-Wert 2014	Elt	156,5	kWh/(m²a)	65,2	kWh/(m²a)	40,0	kWh/(m²a)	0,344	W/(m²K)
IR-Strom	ohne WP	118,5	kWh/(m²a)	49,4	kWh/(m²a)	27,3	kWh/(m²a)	0,234	W/(m²K)
IR-Strom	mit WP+PV	**42,8**	**kWh/(m²a)**	49,4	kWh/(m²a)	27,3	kWh/(m²a)	0,234	W/(m²K)

Solare Aufwärmung der Außenwand wurde monatl. ermittelt und eingerechnet.

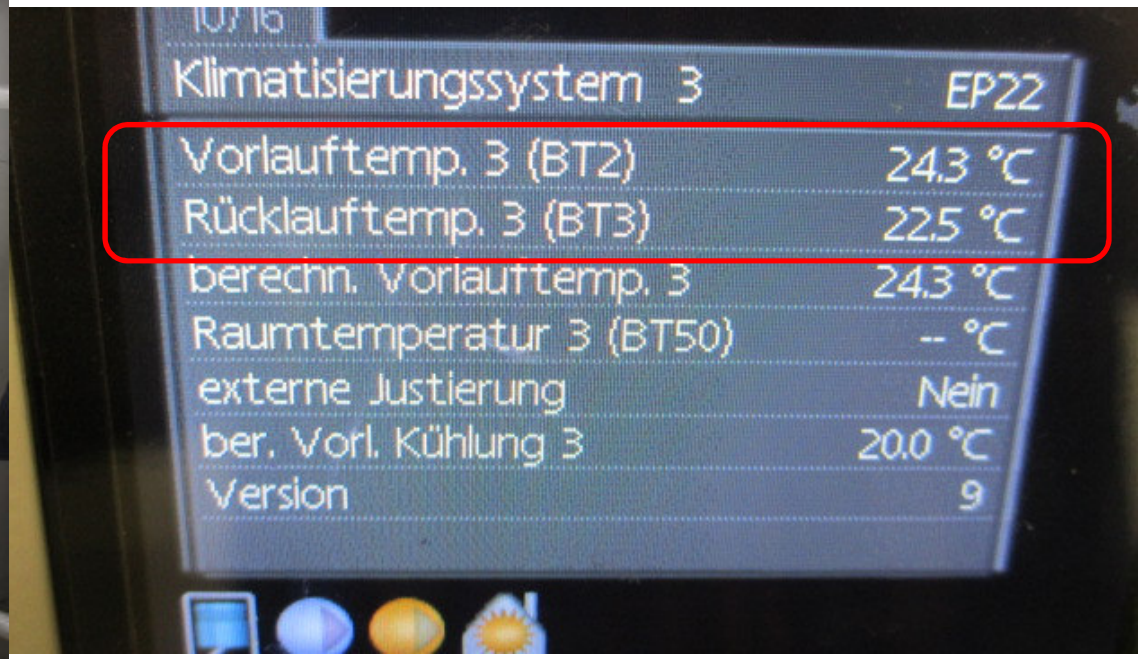


Abschätzung Luftvolumen für gesamte Tagesnutzung

Tab16			Personen	Vol. m³	Zeit	ac	Außenluft	
	Räume genutzt:		--	1.372	h	h-1	m³	Σ m³
1	e1-Kind1	Räume werden genutzt	1	26	10	0,70	185	6.770
2	e1-Wohnen/Essen/Küche		4	93	4	1,05	389	
3	e1-Schlafen		1	33	8	0,74	197	
4	e2-Wohnen/Kochen		1	68	10	0,35	240	
5	e3-Wohnen/Kochen		1	56	4	0,32	72	
6	e3-Schlafen		1	21	8	1,16	198	
7	alle and. Räume		14	1.075	15	0,34	5.494	
8	nicht e1-Kind1	Aufent-halts-zeit unmaß-geblich		26	14	0,10	37	1.480
9	nicht e1-Wohnen/Essen/Küche			93	20	0,10	186	
10	nicht e1-Schlafen			33	16	0,10	53	
11	nicht e2-Wohnen/Kochen			68	14	0,10	95	
12	nicht e3-Wohnen/Kochen			56	20	0,10	111	
13	nicht e3-Schlafen			21	16	0,10	34	
14	nicht alle and. Räume			1.075	9	0,10	967	
14	nicht voll genutzt							
			daraus folgt: gesamte Außenluft pro Tag					8.250

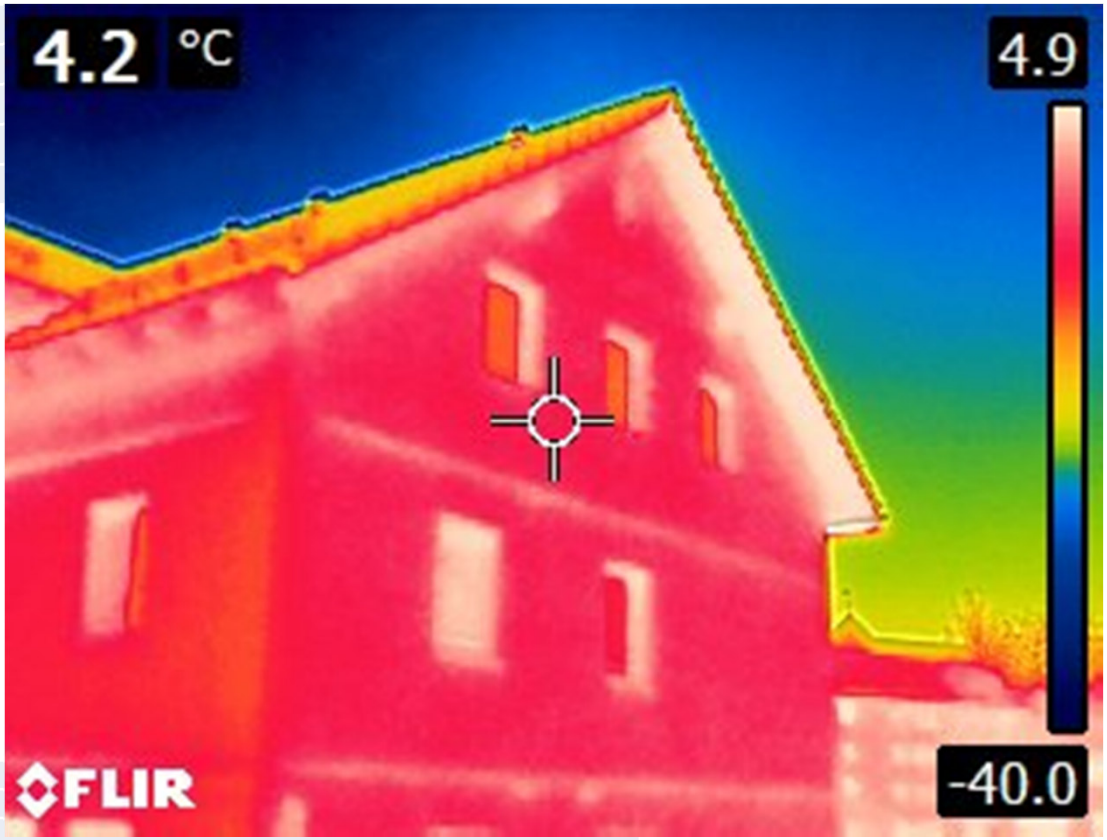
Mit den Werten von Tab. 16 ergibt sich eine nutzungsbedingte Luftwechselrate von ca. 0,27/h.

Geringe Abweichungen davon und bei der Leckagerate können zu beachtlichen Energieverlusten und damit zu höheren Kosten führen.



Das Bild zeigt, dass es tatsächlich möglich ist, mit großer Temperierungsfläche ein Gebäude auf Raumtemperaturen mit 20-22°C warm zu halten.

FLIR5267.jpg
03.03.2017, Zeit 09:38
Nord- und Westfassade noch kalt
trockenes klares, sonniges Wetter
Außentemperatur 1°C



Zu erkennen sind hier:
- Einbindende Decken sind (noch) Wärmebrücken
- Nordseite etwas kälter als Westgiebel; Westgiebel hat vom Vortag größeren Wärmeeintrag durch Sonne
- Fensterlaibungen sind deutlich wärmer als die Wand - Wärmebrücke
- obere drei DG-Fenster sind kälter als die Wand - hier keine Konvektion
- südlicher Dachüberstand wärmer durch insbesondere Sonneneinstrahlung, am nördlichen Dachüberstand jedoch keine Erwärmung durch Sonneneinstrahlung!, hier entweicht warme Luft aus Dachbereich
- nicht zu erkennen sind einbindende Wände
- es zeichnet sich keine einbindende Dachdecke im Giebel ab
- Wand vom Giebeldreieck über DG ist so warm wie darunter im DG; Raum im Spitzboden ist auch warm

4.7 Gesamter Wärmebedarf

siehe hierzu Pkt. 6. Hinweis und tatsächliche Verbrauchswerte

Tab17 zeile	Kennwert	Dim.	2014 ohne WRG		IR-Wärme ohne WRG	IR-Wärme mit WRG
	1	*2*	*3 (DIN)*	*4 (DINkor)*	*5*	*6*
1	Transmissionswärme	kWh/a	**27.638**	34.924	18.389	
2	Luftwechselrate	1/h	0,60		0,27	
3	Lüftungswärme, WRG	kWh/a	**24.797**	30.017	8.798	4.964
4	**Zwischensumme**	kWh/a	**52.435**	**64.942**	**27.187**	**23.353**
5	Nachtabsenkung	kWh/a	--		--	
6	Interne Gewinne	kWh/a	-17.822	-7.229		
7	Solare Gewinne-Fenster	kWh/a	-11.273	-5.636		
8	**Heizwärme gesamt**	kWh/a	23.340	52.080	14.320	10.490
9	Nutzfläche gemäß EnEV bzw. vorhanden	m²	**583**		**525**	
10	spezifischer Wärmebedarf	kWh/(m²a)	40,0	**89,3**	**27,3**	**20,0**
11	Warmwasser	kWh/a	7.294		6.567	
12	Endenergie inkl. 8% Hilfsenergie + Verluste	kWh/a	**38.050**	**73.740**	**25.940**	**21.180**
13	ca. Kosten wie bisher Strom	€/a	7.910	15.340	5.400	4.410
14	ca. Kosten WP + Strom	€/a	2.940	5.700	2.010	1.640

			20.887		
Kostendifferenz in €/a	zwischen EnEV (DIN) + IR	**2.940**	-5.400	=	-2.460
	zwischen EnEV (DIN kor.) + IR	**5.700**	-5.400	=	300
	zwischen mit und ohne WRG		5.400	-4410 =	370

Dieses Bild ist in MGT 5/2017 S. 16 enthalten und wird nur in dieser Veranstaltung gezeigt:

Objekt am Wattenmeer mit 5 WE

- 300 m² NF, KfW 85
- 45 cm dicke massive Klinkerwände
- **Innen**dämmung 20 cm **?** → **65 cm** dicke Außenwände

Komfortable Wohnraumlüftung – unwirtschaftlich

- bis 95% WRG
- Etwa 5.000 €/WE zzgl. MWSt. → 29.750 € Invest.
  s.o. bei Einsparung von ~400 €/a → 75 Jahre

„Klinkerbau erfüllt den KfW-Standard 85, ein Wohnraumlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung sorgt für komfortables Raumklima und diese WRG spart zusätzlich gut 40% Heizkosten.“

Zurück zu Bischofswerda – Schlussfolgerungen

1) Primat: effiziente Flächentemperierung **minimale Transmissionsverluste mit $U_{äqi}$ <0,06 W/(m²K)**

2) Dann folgt **optimierte Anlagentechnik** mit **PV + Wärmepumpe + Blowerdoor** = „**MUSS**“

3) Gesunde **kühle Luft** (40..60% rL)
warme Massen mit rd. 23°C

4) Cradle to cradle – ressourcenminimiert

Optimierung für Bischofswerda

- 2-Fachverglasung, sogar 1fach dort möglich
- Schlankere Wände mit 24 cm
  18 m², 150 €/monat, 1.800 €/a, **36.000** €/20a

- Isolierung reduziert Wärmeverbrauch zum PH
- Geringere Kosten für Anlagentechnik
- WW-Versorgung zentral

→ autarkes Haus wird erreichbar

→ Energieplushaus erreichbar, aber notwendig?

Fußbodenaufbau mit Erifol®-System – Prinzipskizze, unmaßstäblich

1 Kapillarbrechende Schicht auf verdichtetem/tragfähigem Boden mit Schrenzlage
2 Bodenplatte Beton, Dicke lt. Statik
3 Feuchteschutz lt. Planung z.B. V60S4 oder 1mm PEHD, nach innen überstehend, Ausbildung außen je nach Objektsituation und Anforderung
4 In Kehle umlaufend verlegter Erifol-Streifen ca. 60x60 mm
an der Wand verklebt mit Butylband, Untergrund glatt, gesäubert, staubfrei, trocken
am oberen Ende Wand mit Primer vorbehandelt
5 Staubfreier glatter Boden, optional mit 2 mm Vlies-Schutzlage
6 1. Lage Erifol lose verlegt, glänzende Seite oben, 50 mm Überlappung, Stöße und mit Pos (4) verklebt mit glänzendem Alu-Spezialband
7 OSB-Abstandshalter ca. 40x40x20 mm im Raster von max. 333 mm, dauerhaft gegen Verrutschen sichern
8 2. Lage Erifol an Unterseite von OSB-Platte locker angeheftet
glänzende Seite oben, die Folie hängt minimal durch, darf nicht auf unterer Erifol-Lage aufliegen, einseitiger Überstand von ca. 10 mm zur nächsten zu verlegenden Platte
9 1. OSB-Platte, mit Nut und Feder um Platten-/Scheibenwirkung herzustellen, Dicke ausreichend für Baustellenmontage bzw. mind. 15 mm, keine Lagerung von Material!
Pos. (7), (8) und (9) können gemeinsam auf Baustelle vormontiert werden,
Abstandshalter für Verlegung von Leitungen gegebenenfalls höher als 20 mm
10 2. OSB-Platte mit Nut und Feder, Dicke 20...25 mm bzw. lt. Planvorgabe; Verlegerichtung senkrecht zur Pos. (9), mit Pos. (9) mit mind. 4 Schrauben/m² verschraubt
11 Belag mit Sockelleiste lt. Planung
12 Wand, hierzu gesondertes Detail

Energietage Berlin2017:

Denn **die sauberste und günstigste Energie ist die, die wir gar nicht erst verbrauchen**. Damit die Energiewende ein Erfolg wird, wollen wir noch effizienter mit Strom und Wärme umgehen.

Mehr aus Energie machen: Das heißt, **das gleiche Ziel mit möglichst wenig Energie erreichen – und den verbleibenden Bedarf weitestgehend mit erneuerbaren Energien decken**.
… bereits viel erreicht – die Richtung stimmt: Bis 2015 sank der Primärenergieverbrauch immerhin um **8,3** % im Vergleich zu 2008. Bis 2020 soll er nach den Plänen der Bundesregierung um weitere **20** % sinken.

2008…2015: 8 Jahre → 8,3 /8 ≈ **1**%

2016…2020: 5 Jahre → 20 / 5 = **4**%

Wir haben mit dem Erifol®-System eine hoch effiziente Lösung, setzen wir sie ein, u.a. mit optimalen Kombinationen!

Copyright IB W. Horn, 04683 Köhra

Jüngste Beispiele / Entwicklungen

1.	Erifol® + **Dunkelstrahler**	Sporthalle, Werkhalle, Büro
2.	Erifol® + **Lehmbauplatten**	Erste Kontakte
3.	Erifol® + **EWKtec + GeoCollect + WP**	DD BV Tsch.; Fa. Wagner
4.	Erifol® + **Deckenflächenheizung**	Erste Kontakte

Copyright IB W. Horn, 04683 Köhra

Ich danke für

Ihre Aufmerksamkeit