

Bedienungsanleitung zum

Hilfsmittel zur Berechnung der energetischen und ökologischen Amortisation eingesetzter Dämmstoffe bei der energetischen Modernisierung von Außenbauteilen

Bearbeitungsstand 07/2018

Professor Dr.-Ing. habil. Thomas Lützkendorf
Dr.-Ing. Benjamin Ströbele
Maria Balouktsi, M.Sc.
Kai Mörmann, M.Sc.

Mit dem Hilfsmittel kann die energetische und ökologische Amortisationsdauer eingesetzter Dämmstoffe bei einer energetischen Modernisierung von Außenwänden oder allgemein von Außenbauteilen ermittelt und beurteilt werden. Hierfür wird der ökologische (hier dargestellt in verursachten Treibhausgasemissionen) bzw. energetische Aufwand zur Herstellung und Entsorgung des Dämmstoffs der eingesparten Primärenergie (nicht erneuerbarer Anteil) und den vermiedenen Treibhausgasen infolge der Dämmmaßnahme gegenübergestellt.

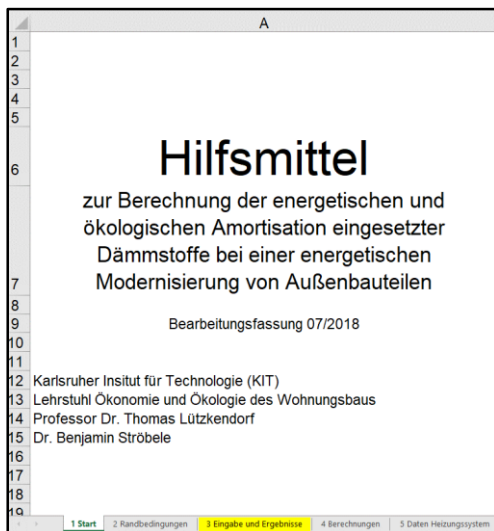


Abbildung 1: Excel-Blatt „Start“

Das Hilfsmittel besteht aus sechs Excel-Blättern. Auf dem ersten Excel-Blatt „**1 Start**“ (s. Abbildung 1) wird die aktuelle Bearbeitungsfassung des Tools angegeben. Hier kann überprüft werden, ob die jeweils aktuellste Fassung verwendet wird. Das Excel-Blatt „**2 Randbedingungen**“ (s. Abbildung 2) dient der Beschreibung der Begriffe, Eingangsgrößen und von Rahmen- und Randbedingungen sowie der Bereitstellung von Hintergrundinformationen. Es wird empfohlen, vor Nutzung des Berechnungshilfsmittels diese Angaben zur Kenntnis zu nehmen und mögliche Einschränkungen zu beachten.

	A	B
1	Wärmeerzeuger	Für die Berechnung der Amortisationsdauer muss einmalig ein Wärmeerzeuger gewählt werden. Auf der Grundlage dieses Wärmeerzeugers erfolgt die Berechnung für unterschiedliche Varianten der Dämmung von Außenbauteilen.
2	U-Wert-Modernisierung-Soll	Werden auf der Außenseite von Außenwänden beheizter Räume Bekleidungen in Form von Platten angebracht, muss für den U-Wert ein Höchstwert von 0,24 W/(m²K) eingehalten werden.
3	Gradtagzahl	Zur Berechnung der Gradtagzahl [Kd/a] werden für die Heiztage die Differenzen zwischen der Außentemperatur und der Raumtemperatur erfasst und aufsummiert. Für ein gedämmtes Gebäude mit einer hohen energetischen Qualität wird eine niedrige Heizgrenztemperatur gewählt. Die Heizungsanlage startet erst bei sehr niedrigen Temperaturen und somit reduziert sich auch die Anzahl der Heiztage. Als Vorschlagswert für die Gradtagzahl des bestehenden Gebäudes wird ein Wert von 3251 Kd/a und für das modernisierte Gebäude wird ein Wert von 3021 Kd/a angegeben. Diese Wert repräsentiert nach den Angaben des "BBSR-Tool Äquivalenter Energiepreis" mittlere Verhältnisse in Deutschland.
4	Gradtagszahlfaktor	Zur Berechnung des Gradtagszahlfaktors [kKh/a] wird die Gradtagzahl mit 0,024 (für die Einheitenbereinigung) und dem Faktor für die Nachtabsenkung multipliziert.
5	Nutzenenergieeinsparung	Die Berechnung der Nutzenenergieeinsparung basiert auf dem Gradtagszahlfaktor, als eine Randbedingung des vereinfachten Verfahren zur Ermittlung des Jahres-Heizwärmebedarfs nach EnEV 2007.
6	Endeneergieeinsparung	Zur Umrechnung der Nutzenergie in Endenergie wird eine endenergiebezogene Aufwandszahl der Heizung herangezogen.
7	Informationsmodule zu Umweltwirkungen	Die Informationsmodule zu den Umweltwirkungen A1-A3 sowie C4 werden in DIN 15804 definiert.
8	Primärenergie nicht erneuerbar in Bezug auf die Nutzung von Energieträgern	Es wird der nicht erneuerbare Anteil zum kumulierten Energieaufwand angesetzt. Dieser KEA-Wert ist primärenergetisch bewertet.
9	Entstehung von Treibhausgasen	Die Entstehung von Treibhausgasen zur Bereitstellung von Dämmstoffen umfasst die Rohstoff-Bereitstellung, den Transport, die Herstellung (A1-A3) und die Deponierung (C4). Das Wiederverwenden von Dämmstoffen wird nicht berücksichtigt. Für die Entstehung von Treibhausgasen wird auch das Befestigungssystem in der Form von Dübeln berücksichtigt.
10	Einsparung von Treibhausgasen	Die Einsparung von Treibhausgasen durch die Nutzenenergieeinsparung umfasst neben dem betrieblichen Energieeinsatz auch die Vorkette bis zur Entnahme aus der Umwelt (Erdöl, Erdgas).
11	Primärenergieaufwand	Der Primärenergieaufwand zur Bereitstellung von Dämmstoffen umfasst die Rohstoff-Bereitstellung, den Transport, die Herstellung (A1-A3) und die Deponierung (C4). Das Wiederverwenden von Dämmstoffen wird nicht berücksichtigt. Für den Primärenergieaufwand wird auch das Befestigungssystem in der Form von Dübeln berücksichtigt.
12	Primärenergieeinsparung	Die Primärenergieeinsparung durch die Nutzenenergieeinsparung umfasst neben dem betrieblichen Energieeinsatz auch die Vorkette bis zur Entnahme aus der Umwelt (Erdöl, Erdgas).
13	Ökobilanz Befestigungssystem	6 bis 8 Dübel pro 1m² WDVS Prozess-Datensatz: Befestigungssysteme für WDVS (de) de
14	Fernwärme	Die Umweltwirkungen zur Bereitstellung von Nutzenergie aus Fernwärme basieren auf einer energiebezogenen Allokation zwischen Strom und genutzter Koppelwärme.
15		
16		

Abbildung 2: Excel-Blatt „Randbedingungen“

Auf Basis der in Blatt 2 dargestellten Rahmenbedingungen erfolgt die Berechnung der ökologischen und energetischen Amortisationsdauer eingesetzter Dämmstoffe. Verwendet wird Excel-Blatt „**3 Eingabe und Ergebnisse**“ (s. Abbildung 3). Gelbe Zellen dienen der Eingabe, grünen Zellen geben Ergebnisse an.

Für die Berechnung der Amortisationsdauern wird zunächst ein Wärmeerzeuger aus der Drop-Down-Liste gewählt. Dieser Wärmeerzeuger wird für die weiteren Berechnungen als gegeben betrachtet und nicht verändert.

Beschrieben wird nun die Ausgangssituation des bestehenden Gebäudes. Die Außenwand / das Außenbauteil dieses Gebäudes besitzt einen U-Wert. Dieser U-Wert wird auf Basis einer Ermittlung / Plausibilitätsüberlegung / Schätzung / Annahme oder bekannten Objektdaten in eine entsprechende gelb markierte Zelle eingetragen. Darüber hinaus muss eine Gradtagzahl angegeben werden, die der Situation der ungedämmten Variante entspricht.¹ Als Vorschlagswert für die Gradtagzahl wird ein Wert von 3251 Kd/a angegeben². Es kann entweder dieser Wert oder ein dem Standort und dem Gebäude entsprechender Wert gewählt und eingegeben werden. Auf der Grundlage dieser Gradtagzahl wird der Gradtagszahlfaktor [kKh/a] berechnet. Hierfür wird die Gradtagzahl mit 0,024 (für die Einheitenbereinigung) und dem Faktor für die Nachtabsenkung multipliziert

¹ Zur Berechnung der Gradtagzahl¹ [Kd/a] werden Heiztage erfasst. Für diese Heiztage werden die Differenzen zwischen der Außentemperatur und der Raumtemperatur erfasst und aufsummiert. Für ein gedämmtes Gebäude mit einer hohen energetischen Qualität wird eine niedrige Heizgrenztemperatur gewählt. Die Heizungsanlage startet erst bei sehr niedrigen Temperaturen und somit reduziert sich auch die Anzahl der Heiztage

² <https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Wirtschaftlichkeit/VereinfachteAnsätze/BBSR-Berechnungstool/BBSR-Berechnungstool-node.html>

	A	B	C
1	Eingaben zum bestehenden Gebäude		
2	Wärmeerzeuger	Gas Brennwert (10 kW)	
3	U-Wert alt	1,00	W/(m ² K)
4	Gradtagszahl alt (Vorschlagswert - übernehmen oder anpassen)	3251	Kd/a
5	Gradtagszahl alt <u>gewählt</u>	3251	Kd/a
6	Nachtabsenkung	0,90	-
7	Gradtagszahlfaktor alt	70,22	kKh/a
8			
9	Eingaben zur Modernisierung		
10	Dämmstoff	Glaswolle	
11	U-Wert-Modernisierung-Soll (Vorschlagswert)	0,23	W/(m ² K)
12	U-Wert-Modernisierung-Soll <u>gewählt</u>	0,23	W/(m ² K)
13	Wärmeleitfähigkeit Dämmstoff	0,032	m ² K/W
14	Mindestdicke Dämmstoff zum Erreichen des geforderten U-Wertes	0,107	m
15	Dicke Dämmstoff <u>gewählt</u>	0,12	m
16	U-Wert neu	0,211	W/(m ² K)
17	Gradtagszahl neu (Vorschlagswert - Mittelwert für gedämmte Gebäude)	3021	Kd/a
18	Gradtagszahl neu <u>gewählt</u>	3021	Kd/a
19	Nachtabsenkung	0,90	-
20	Gradtagszahlfaktor neu	65,25	kKh/a
21	endenergiebezogene Aufwandszahl der Heizung (Faktor für Verluste Heizung durch Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung)	1,15	-
22	endenergiebezogene Aufwandszahl der Heizung (Faktor für Verluste Heizung durch Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung) <u>gewählt</u>	1,15	-
23			
24	Zwischenergebnisse		
25	Nutzenergieeinsparung pro 1m ² gedämmte AW und Jahr	56,48	kWh/(m ² a)
26	Endenergieeinsparung pro 1m ² gedämmte AW und Jahr	64,96	kWh/(m ² a)
27			
28	Ergebnisse		
29	ökologische Amortisationsdauer	4	Monate
30		0,4	Jahre
31			
32	energetische Amortisationsdauer	5	Monate
33		0,4	Jahre
34			
35			
36			
37			

Abbildung 3: Excel-Blatt „Eingabe und Ergebnisse“

Nach diesen Eingaben zum bestehenden Gebäude erfolgen die Eingaben von Daten im Zusammenhang mit der geplanten energetischen Modernisierung. Hier kann die geplante Dämmstoffart aus einer Drop-Down-Liste gewählt werden und der zu erzielende neue U-Wert eingegeben werden, der erreicht werden soll. Als Vorschlag wird ein U-Wert von 0,23 W/(m²K) angegeben. Dieser Wert basiert auf der Mindestanforderung für Außenwände gemäß aktueller EnEV.

Für den Fall, dass außenseitig auf der Außenwand eines beheizten Raumes Bekleidungen in Form von Platten angebracht werden, muss für den U-Wert ein Höchstwert von 0,24 W/(m²K) eingehalten werden³. Alternativ können aber auch „bessere“ U-Werte (kleinere Werte) in der gelben Zelle eingegeben werden.

Auf der Grundlage dieses angestrebten U-Wertes und der Wärmeleitfähigkeit des ausgewählten Dämmstoffs wird die benötigte Dämmstoffdicke berechnet. Dieser Wert kann aufgerundet bzw. an typische Dämmstoffdicken angepasst und in die zugehörige gelbe Zelle eingetragen werden.

³ https://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/EnEV.pdf

Darüber hinaus muss auch für das modernisierte Gebäude eine Gradtagzahl eingegeben werden. Auch für diesen Fall wird ein Wert vorgeschlagen, welcher mittlere Verhältnisse in Deutschland repräsentiert⁴. Mit dieser Gradtagzahl wird wieder der Gradtagszahlfaktor berechnet und mit diesem Gradtagszahlfaktor sowie übrigen Eingabedaten kann die Einsparung an Nutzenergie berechnet werden.

Zur Umrechnung der Nutzenergie in Endenergie wird eine endenergiebezogene Aufwandszahl in Abhängigkeit vom gewählten Energieerzeuger benötigt. Ein entsprechender Wert wird durch die Auswahl des Wärmerzeugers bereits vorgegeben und kann in die die gelbe Zelle eingetragen werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, einen alternativen Wert in Bezug auf die Verluste der Anlagentechnik durch Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung einzugeben.

Die Ergebnisse zur energetischen und ökologischen Amortisationsdauer werden in den grünen Zellen des Excel-Blattes „**3 Eingabe und Ergebnisse**“ ausgegeben.

Die im Hintergrund ablaufenden Rechenschritte und Zwischenergebnisse werden im dem Excel-Blatt „**4 Berechnungen**“ (s. Abbildung 4) dargestellt.

	A	B	C
1	Einsparung von Treibhausgasen in der Nutzungsphase pro 1TJ Nutzenergie =	69441,00	kg CO ₂ -Äqu./TJ
2	Einsparung von Treibhausgasen in der Nutzungsphase pro 1kWh Nutzenergie =	0,25	kg CO ₂ -Äqu./kWh
3	Einsparung von Treibhausgasen in der Nutzungsphase pro 1m ² gedämmte AW und Jahr =	16,24	kg CO ₂ -Äqu./(m ² a)
4			
5	Entstehung von Treibhausgasen für die Bereitstellung pro 1m ³ Dämmstoff =	40,90	kg CO ₂ -Äqu./m ³
6	Entstehung von Treibhausgasen für die Bereitstellung pro 1m ² AW =	4,91	kg CO ₂ -Äqu./m ²
7	Entstehung von Treibhausgasen für die Verwertung/Entsorgung pro 1m ³ Dämmstoff =	0,46	kg CO ₂ -Äqu./m ³
8	Entstehung von Treibhausgasen für die Verwertung/Entsorgung pro 1m ² AW =	0,06	kg CO ₂ -Äqu./m ²
9	Entstehung von Treibhausgasen für die Bereitstellung und Verwertung/Entsorgung des Befestigungssystems (WDVS) =	0,88	kg CO ₂ -Äqu./m ²
10	Entstehung von Treibhausgasen für die Bereitstellung und Verwertung/Entsorgung pro 1m ² AW =	5,84	kg CO ₂ -Äqu./m ²
11			
12	ökologische Amortisationsdauer =	0,36	Jahre
13	ökologische Amortisationsdauer =	4,32	Monate
14			
15	Primärenergieeinsparung nicht erneuerbarer Anteil in der Nutzungsphase pro 1TJ Nutzenergie =	1,15	TJ/TJ
16	Primärenergieeinsparung nicht erneuerbarer Anteil in der Nutzungsphase pro 1kWh Nutzenergie =	4,16	MJ/kWh
17	Primärenergieeinsparung nicht erneuerbarer Anteil in der Nutzungsphase pro 1m ² AW und Jahr =	269,98	MJ/(m ² a)
18			
19	Primärenergieaufwand nicht erneuerbarer Anteil für die Bereitstellung pro 1m ³ Dämmstoff =	890,00	MJ/m ³
20	Primärenergieaufwand nicht erneuerbarer Anteil pro 1m ² AW =	106,80	MJ/m ²
21	Primärenergieaufwand nicht erneuerbarer Anteil für die Verwertung/Entsorgung pro 1m ³ Dämmstoff =	6,34	MJ/m ³
22	Primärenergieaufwand nicht erneuerbarer Anteil für die Verwertung/Entsorgung pro 1m ² AW =	0,76	MJ/m ²
23	Primärenergieaufwand nicht erneuerbarer Anteil für die Bereitstellung und Verwertung/Entsorgung des Befestigungssystems (WDVS) =	13,90	MJ/m ²
24	Primärenergieaufwand nicht erneuerbarer Anteil für die Bereitstellung und Verwertung/Entsorgung pro 1m ² AW =	121,46	MJ/m ²
25			
26	energetische Amortisationsdauer =	0,45	Jahre
27	energetische Amortisationsdauer =	5,40	Monate
28			
29			
30			
31			

Abbildung 4: Excel-Blatt „Berechnungen“

Hintergrunddaten sind in den Excel-Blättern „**5 Daten Heizungssystem**“ (s. Abbildung 5) und „**6 Daten Dämmstoffe**“ (s. Abbildung 6) enthalten. Diese Excel-Blättern erlauben auch eine Eingabe von zusätzlichen Wärmeerzeugern und Dämmstoffarten in den gelben Zellen. Die hierfür notwendigen Informationen können beispielweise aus der Ökobau.dat-Datenbank⁵ oder aus der GEMIS-Datenbank⁶ entnommen werden. Es

⁴ <https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Wirtschaftlichkeit/VereinfachteAnsaeetze/BBSR-Berechnungstool/BBSR-Berechnungstool-node.html>

⁵ <http://www.nachhaltigesbauen.de/>

⁶ <http://iinas.org>

können aber auch die vom Institut Bauen und Umwelt e. V.⁷ bereitgestellten herstell-
 lerspezifischen Daten herangezogen werden. Falls in Bezug auf die Verwertung der
 Dämmstoffe (*Modul C4*) keine Angabe gemacht werden kann, muss eine 0 in die gel-
 ben Zellen im Excel-Blatt „Daten Dämmstoffe“ eingetragen werden und in Bezug auf
 die Veröffentlichung der Ergebnisse ein entsprechender Hinweis „*Berechnung ohne*
Entsorgungsphase“ gegeben werden.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Wärmeerzeuger	Angabe Systemgrenze	Referenzfluss	Primärenergie nicht erneuerbar [TJ/1 TJ Nutzenergie]	Treibhauspotential [kg CO2-Aqu./1 TJ Nutzenergie]	endenergiebezogene Aufwandszahl	Kennzeichnung-Datensatz
3	Gas Brennwert (10 kW)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie	1,1545237	6,94E+04	1,15	Gas-Heizung-Brennwert-DE-2010
4	Öl Brennwert (10 kW)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie	1,1995517	9,05E+04	1,15	Öl-Heizung-DE-Brennwert-2010
5	Gas (10 kW)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie	1,3379234	8,04E+04	1,15	Gas-Heizung-DE-2010
6	Öl (10 kW)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie	1,3782678	1,04E+05	1,15	Öl-Heizung-DE-2010
7	Holzpellet (10kW)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie	1,05E-01	8,12E+03	1,15	Holz-Pellet-Holz-wirtsch.-Heizung-10 kW-2010
8	Fernwärme (10kW)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie	9,56E-01	7,56E+04	1,07	Fernwärme-Heizung-DE-2010/en
9	Fernwärme Holz-HKW (10kW)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie	3,06E-01	2,20E+04	1,07	Fernwärme-Heizung-DE-2010-Holz-HKW-mix/en
10	Fernwärme (UBA-Studie)	Energieeinsatz B6 (mit Vorkette)	1 TJ Nutzenergie		55888,88889	1,07	Forschungsbericht 360 16 008 UBA-FB
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							

Abbildung 5: Excel-Blatt „Daten Heizungssystem“

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Dämmstoff	Dichte [kg/m³]	Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]	Referenzfluss [MJ/m²]	Primärenergie nicht erneuerbar Herstellung A1-A3	Primärenergie nicht erneuerbar Besetzung C4	Treibhauspotential [kg CO2-Aqu./1m³]	Treibhauspotential Herstellung A1-A3	Treibhauspotential Besetzung C4	Kennzeichnung
3	Glaswolle	31	0,032	1 m³	890,00	6,34	40,90	0,46	0,46	EPD-KIN-20150172-CBB2-EN 1)
4	EPS	22,7	0,035	1 m³	1,81E+03	9,60E+00	5,95E+01	7,52E+01	7,52E+01	EPD-IVH-20140138-IBB2-DE 2)
5	Steinwolle	94	0,040	1 m³	1184,9	17,52	82,64	82,64	82,64	EPDDRW20120112IBC2DE 6)
6	neuer Däm.									
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										

Abbildung 6: Excel-Blatt „Daten Dämmstoffe“

Haftungsausschluss

Für die bei der Nutzung des Berechnungshilfsmittels ggf. auftretenden Schäden oder
 Fehler sowie für die Richtigkeit der Berechnungsergebnisse und Eingangsgrößen wird
 keinerlei Haftung übernommen – jede Form der Haftung ist ausdrücklich ausgeschlos-
 sen.

⁷ <https://ibu-epd.com/>