

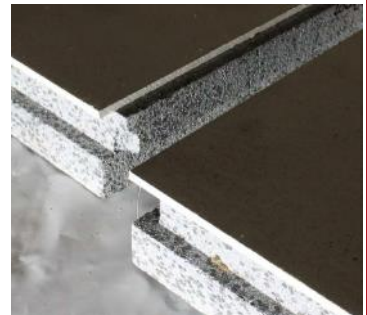
Wissenschaftliche Untersuchungen zur Entwicklung von

„Do It Yourself“-Maßnahmen

zur schnellen und andauernden Reduktion des Heizwärmebedarfes
im Allgemeinen und zur Verringerung der Abhängigkeit von
fossilen Energielieferungen im Speziellen

Dämmung der obersten Geschossdecke

Autor: Prof. Dr.-Ing. Benjamin Krick, M. Eng. Johannes Seibert im März 2024



Inhalt

1	Einleitung.....	2
2	Dämmung der obersten Geschossdecke, nicht begehbar	3
2.1	Soziale Dimension	3
2.2	Finanzielle Dimension	4
2.3	Ökologische Dimension.....	4
3	Dämmung der obersten Geschossdecke, begehbar	4
3.1	Soziale Dimension	5
3.2	Finanzielle Dimension	6
3.3	Ökologische Dimension.....	6
4	Diskussion der Varianten.....	7
5	Literatur.....	8

1 Einleitung

Wir nehmen hier die Perspektive der Eigentümer ein, die ihr Gebäude sanieren möchten. Diese sind oft verunsichert, da es von unterschiedlichsten Seiten Ratschläge, dabei leider auch viele Fehlinformationen, gibt. Einiges davon hat sich zu etablierten Vorurteilen verdichtet. Die Meisten möchten sich klimafreundlich verhalten und unabhängiger von Energielieferungen und Energiepreissteigerungen werden. Sie möchten befürchtete Energiearmut vermeiden, sich aber auch nicht durch hohe Investitionen überfordern. In der individuellen Einschätzung sind Investitionen möglicherweise riskant. Besonders einschränkend wirkt die Befürchtung, das eigene Heim oder die Gesundheit der Familie durch Sanierungen zu beschädigen. Die Unwissenheit bei nicht wenigen Handwerkern und Architekten, führen häufig zu suboptimalen Lösungen bezüglich der Lebenszykluskosten, der Behaglichkeit und Hygiene, sowie besonders bei den Umweltauswirkungen. In diesem Spannungsfeld diskutieren wir

- die **finanzielle Dimension** mit den Investitions- und Betriebskosten¹ sowie den resultierenden Energieeinsparkosten und den Barwert der Einsparung im Lebenszyklus² (vgl. auch [AkkP 42]),
- die **ökologische Dimension** mit den CO₂-Emissionen aus Herstellung und Betrieb sowie dem Energiebedarf aus Herstellung und Betrieb entsprechend der im Arbeitskreis [AkkP 60] und im [AkkP 58] vorgestellten Methodik. Diskutiert wird auch die Kreislauffähigkeit der Maßnahmen.
- die **soziale Dimension** mit der Umsetzbarkeit als DIY Maßnahme aber auch gesellschaftliche und individuelle Wahrnehmungen, welche oftmals Hemmnisse darstellen und zu suboptimalen Entscheidungen führen.

So objektivieren wir die Bewertung und versetzen auch Laien in die Lage, korrekte Bewertungen vorzunehmen und so zu sozio-ökonomisch-ökologisch tragfähigen Lösungen zu kommen.

¹ Unter Annahme eines Wärmepreises von 0,12 €/kWh und Klima Frankfurt/Main 79 kWh/a. Als Heizsystem wurde hier eine Wärmepumpenheizung angenommen. Für Strom rechnen wir mit 198 g CO_{2eq}/kWh.

² Wir rechnen mit einem Realzins von 2,5 % und einem Nutzungs- bzw. Betrachtungszeitraum von 40 Jahren.



Eine besonders interessante Maßnahme ist die Verbesserung der obersten Geschossdecke. Sie birgt ein erhebliches, auch durch Laien einfach erschließbares Energiesparpotential. Dies gilt insbesondere, wenn der Dachboden nicht begehbar zu sein braucht. Entscheidend ist, die Decke und Anschlüsse zuvor luftdicht zu machen. Die Maßnahme ist ansonsten bauphysikalisch besonders unkritisch. Sie eignet sich daher gut für den Einstieg in die DIY-Energieeffizienzsanierung.



Wir haben nicht begehbare Dämmung in zwei Varianten getestet. Zusätzlich wurde eine Anleitung für die begehbare Dachbodendämmung erstellt. Auf [\[Passipedia\]](#) sind weitere Informationen und ein Praxisbericht verfügbar. Zur individuellen Abschätzung der Wirkung von Dämmungen der obersten Geschossdecke wurde innerhalb des DIY-Projektes dieses [Werkzeug](#) entwickelt.



Die Dämmung der obersten Geschossdecke trägt auch zur sommerlichen Behaglichkeit bei.

Da es für die Dämmung der obersten Geschossdecke keine „Ohnehin-Maßnahmen“ gibt, braucht zur Umsetzung kein bestimmter Zeitpunkt abgewartet zu werden, wir empfehlen die sofortige Umsetzung.



Wir diskutieren hier die Dämmung der obersten Geschossdecke als DIY-Maßnahme und zusätzlich als von Fachfirmen durchgeführt. Zur Bewertung der Arbeitskosten von Fachfirmen gehen wir von einem Stundenlohn von 69 € inkl. MwSt. aus und zudem davon, dass Fachleute in der Lage sind, die Arbeiten in einem Drittel unserer dokumentierten Zeiten auszuführen.



2 Dämmung der obersten Geschossdecke, nicht begehbar



Der Dachboden kann schnell, einfach und kostengünstig mit unterschiedlichen Materialien gedämmt werden. Wir haben eine Variante mit Glasfaserklemmfilz und eine mit Zellulose (vgl. Abbildung 1) getestet.

Schritte für die nicht begehbare Dachbodendämmung sind: Dachboden vorbereiten, luftdichte Schicht herstellen, Flankendämmung anbringen, ggf. Rahmen für Dachbodentreppe bauen, Dämmung aufbringen. Die [Verbesserung der Dachbodentreppe](#) ist eine sinnvolle ergänzende Maßnahme.

Der U-Wert der alten Decke liegt in unserem Beispiel bei 0,59 W/(m²K), resultierend in einem Barwert³ der Energiekosten von 140 €/m² über 40 Jahre.



Abbildung 1: Aufgelockerte Zellulose an Ort und Stelle schieben. © Passivhaus Institut

2.1 Soziale Dimension

Die Umsetzung ist auch für Ungeübte, je nach Dämmstoff sogar mit haushaltsüblichem (Bastel-) Werkzeug leicht durchführbar. Wir bewerten die Maßnahme als einfach.

Der Zeitbedarf für alle Arbeiten kann mit ½ Stunde pro m², bei größeren Flächen mit steigender Erfahrung auch weniger, angenommen werden.

Ressentiments gegenüber der Dämmung der obersten Geschossdecke sind uns nicht bekannt. Die Maßnahme ist von außen nicht sichtbar und entfaltet ihre Wirkung damit im Verborgenen. Nachteilig

³ Das sind die finanzmathematisch auf die Gegenwart umgerechneten Kosten des Heizbetriebs.

ist, dass durch die Dämmung eventuell (kalte) Lagerfläche verlorengehen kann. In solchen Fällen kann die begehbare Dämmung der obersten Geschossdecke als Alternative empfohlen werden.

2.2 Finanzielle Dimension

Die Investition lag in unserem Beispiel mit 28 cm Mineralfaserklemmfilz bei 29 €/m², mit 32 cm Zellulose bei 16 €/m² (entspricht dem gleichen erreichen U-Wert von rund 0,13 W/(m²K)). Für einen 60 m² großen Dachboden beträgt die Investition somit 1.750 € bzw. 970 €.

Es ergeben sich Energieeinsparkosten von 0,032 €/kWh mit Mineralfaserklemmfilz, entsprechend einer Reduktion des Heizwärmepreises um 73 % bzw. 0,018 €/kWh mit Zellulose, entsprechend einer Reduktion von 85 % (ausgehend von 0,12 €/kWh Wärmepreis, 40 Jahren Nutzungsdauer und einem U-Wert der alten Decke von 0,45 W/(m²K)). Der Barwert der eingesparten Kosten beträgt dann 79 €/m² bei der Mineralfaserdämmung und 93 €/m² bei der Zellulosedämmung.

Wird die Dämmung durch eine Fachfirma ausgeführt, steigen die Investitionskosten auf 41 €/m² bei Mineralfaserklemmfilz, bzw. 28 €/m² bei Zellulose. Der Preis der eingesparten Energie beträgt dann 0,045 €/kWh bzw. 0,030 €/kWh. Der Barwert der eingesparten Kosten liegt dann bei 68 €/m² bzw. 81 €/m².

2.3 Ökologische Dimension

Die Maßnahme führt zu einer schnellen Reduktion des Wärmebedarfes auf ein nachhaltiges Niveau bei potentiell großer Fläche. Die Maßnahme gehört damit zu den vielversprechendsten der im DIY-Projekt umgesetzten.

Beide Varianten sind problemlos rückbaubar, der Dämmstoff kann sortenrein zurückgewonnen, und als solcher wieder eingesetzt werden.

Im Fall der Zellulosedämmung ist auch die Nachrüstung als begehbare Dämmung möglich. Soll das Dach später aufgestockt und ausgebaut werden, kann die Dämmung von der obersten Geschossdecke abgesaugt, und in die neue Dachkonstruktion eingeblasen werden.

3 Dämmung der obersten Geschossdecke, begebar

Bei der nicht begehbaren Variante der Dämmung der obersten Geschossdecke geht der (kalte) Dachraum als potentielle Lagerfläche verloren. Die begehbare Variante erhält diesen Lagerraum zumindest teilweise (durch die Dämmung sinkt das verfügbare Volumen und insbesondere die Deckenhöhe). Dafür hat diese Variante höhere Investitionskosten und ist mit höherem Werkzeugeinsatz etwas schwieriger herzustellen. Wir haben eine Variante aus EPS-Platten mit aufgeklebter Mineralfaserplatte dokumentiert. Diese

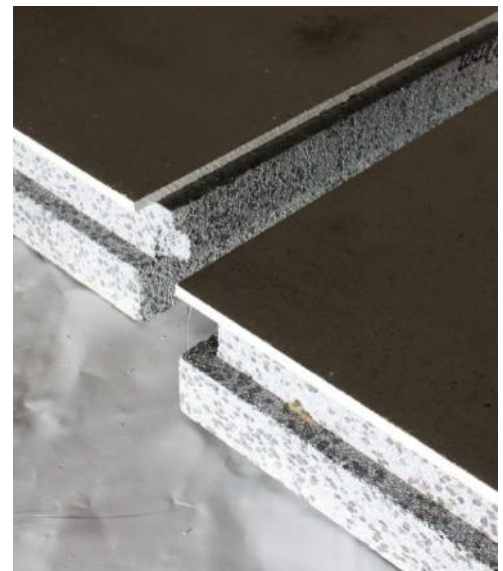
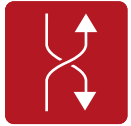


Abbildung 2: Begehbare EPS-Verbundplatten mit Nut- und Federfalz für die Dachbodendämmung. © PHI/Gocht



Verbundplatten gibt es nur bis zu einer Stärke von etwa 12 cm, etwas zu wenig für einen wirklich nachhaltigen Wärmeschutz. Eine preiswertere und bessere Lösung kann der Eigenbau von EPS-Verbundplatten oder die Nutzung einer Kombination aus U- bzw. Stegträgern oder punktuellen Unterstützungen, OSB-Platten und Zellulosedämmstoff sein. Diese verbesserten Maßnahmen diskutieren wir hier mit.

Auch hier wird zunächst die luftdichte Ebene aufgebracht, dann die EPS-Verbundplatten aufgelegt und ggf. geschnitten. Auf die Umrahmung der Dachbodenlücke kann verzichtet werden.

Bei der nicht umgesetzten Variante mit EPS-Dämm- und OSB-Platten wird eine erste (Haupt-Dämmlage) aufgebracht, auf die im Wechsel eine Lattung aus 24*48 mm Dachlatten und 30-mm-EPS-Platten ausgelegt wird. Die 12 mm starken OSB-Platten werden dann auf die Lattung aufgeschraubt (Abbildung 3).

Bei der von uns nicht selbst ausgetesteten Variante mit Zellulosedämmung werden zunächst Leiterträger aus 30x50-mm-Dachlatten („Holme“) und 15 mm starken OSB-Platten („Stufen“) gefertigt. Stufen und Holme werden verklebt und zusätzlich verschraubt. Die Leitern werden auf dem Dachboden aufgestellt, mit OSB-Platten belegt und der entstehende Hohlraum mit Zelluloseflocken befüllt (Abbildung 4).

Hinweis: Die Leitern müssen z. B. über eine Verbindung zu den Außenwänden, Pfetten Sparren oder durch 90° zur Leiterrichtung verlaufende, weitere Leitern gegen Kippen gesichert werden.



Abbildung 3: Begehbare Dachbodendämmung aus einer Hauptdämmlage EPS-Platten, ergänzt um eine weitere Lage EPS-Platten im Wechsel verlegt mit Dachlatten, auf die OSB-Platten geschraubt werden. © PHI

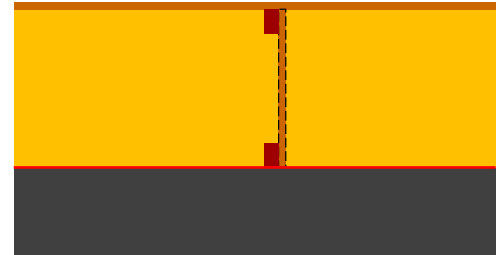


Abbildung 4: Begehbare Dachbodendämmung aus einer Hauptdämmlage aus Leiterträgern mit Zellulosedämmung und. Auf die Leiterträger werden die OSB-Platten geschraubt. © PHI

3.1 Soziale Dimension

Die Umsetzung ist auch für wenig Geübte in der von uns getesteten Variante leicht durchführbar. Wir bewerten die Maßnahme als einfach. Zum Schneiden der Platten empfehlen wir eine Stichsäge. Der Zeitbedarf für alle Arbeiten kann mit $\frac{3}{4}$ Stunden pro m^2 bei der Verbundplatte, nach unserer Schätzung 1 h bei der Kombination aus EPS und OSB-Platte sowie 1,5 h bei der Leiterträgervariante angenommen werden. Bei größeren Flächen mit steigender Erfahrung geht es schneller. Zum Schneiden von OSB-Platten empfehlen wir eine Handkreissäge. Zum Verschrauben von Latten und OSB-Platten sollte ein Akkuschauber vorhanden sein. Zum Schneiden der EPS-Platten hat sich ein Heißdrahtschneider sehr bewährt. Die von uns nicht umgesetzten Varianten sind etwas komplexer. Sie benötigen aus unserer Sicht Vorkenntnisse.

Ressentiments gegenüber der begehbaren Dämmung der obersten Geschossdecke sind uns nicht bekannt, interessanter Weise auch dann nicht, wenn EPS verwendet wird. Die Maßnahme ist von außen nicht sichtbar und entfaltet ihre Wirkung damit im Verborgenen. Auch hier führt die Dämmung zu höherer sommerlicher Behaglichkeit.

3.2 Finanzielle Dimension

Die Investition betrug in unserem umgesetzten Beispiel mit der **Verbundplatte** 34 €/m² für 12 cm Dämmstärke (für einen 60 m² großen Dachboden 2.020 €). Damit ist die Maßnahme „mittelinvestiv“.

Es ergeben sich Energieeinsparkosten von knapp 0,045 €/kWh (bei 0,12 €/kWh Wärmepreis, 40 Jahren Nutzungsdauer und einem U-Wert der alten Decke von 0,45 W/(m²K)). Die Summe der eingesparten Kosten liegt bei 56 €/m².

Wird die Maßnahme durch eine Fachfirma ausgeführt, steigen die Investitionskosten auf 51 €/m². Der Preis der eingesparten Energie beträgt dann 0,068 €/kWh. Der Barwert der eingesparten Lebenszykluskosten kommt somit auf 39 €/m².

Bei der Eigenkonstruktion aus **EPS- und OSB-Platten** haben wir Investitionskosten von 46 €/m², entsprechend 2.800 € für einen 60-m²-Dachboden (bei einer Dämmstärke von 26 cm) recherchiert. Die Energieeinsparkosten betragen 0,051 €/kWh entsprechend einer Reduktion des Wärmepreises von 57 %. Der Barwert der eingesparten Kosten beläuft sich auf 62 €/m².

Wird die Maßnahme durch eine Fachfirma ausgeführt, steigen die Investitionskosten auf 69 €/m². Der Preis der eingesparten Nutzheizwärme beträgt dann 0,077 €/kWh. Der Barwert der eingesparten Kosten beträgt 39 €/m². Damit gleicht der Barwert der hier eingesparten Kosten denjenigen, der dünneren Dämmung mit EPS-Verbundplatten, was am höheren Arbeitsaufwand für die „Eigenkonstruktion“ liegt. Sollte der mittlere Wärmepreis über die kommenden 40 Jahre über den angenommenen 0,12 €/kWh liegen, ergeben sich Vorteile für die dickere Dämmung. Auch die volkswirtschaftlichen Kosten der Variante mit dickerer Dämmung sind geringer, da die Kosten für durch die CO₂-Emission entstehenden Schäden nicht vollständig im Wärmepreis inkludiert sind.

Bei der Eigenkonstruktion aus **Zellulose und Leiterträgern** haben wir Investitionskosten von 34 €/m², entsprechend 2.010 € für einen 60-m²-Dachboden (bei einer Dämmstärke von 33 cm) recherchiert. Die Heizwärmeeinsparkosten betragen 0,037 €/kWh entsprechend einer Reduktion des Wärmepreises von 69 %. Der Barwert der eingesparten Kosten beläuft sich auf 75 €/m².

Wird die Maßnahme durch eine Fachfirma ausgeführt, steigen die Investitionskosten auf 68 €/m². Der Preis der eingesparten Energie beträgt dann 0,075 €/kWh. Der Barwert der eingesparten Kosten reduziert sich auch 40 €/m².

3.3 Ökologische Dimension

Die Maßnahme führt zu einer schnellen Reduktion des Wärmebedarfes und, wie umgesetzt, auf ein bedingt nachhaltiges Niveau bei potentiell großer Fläche. In den vorgeschlagenen alternativen Lösungen wird ein nachhaltiges Niveau erreicht.

Die Verklebung der Verbundplatten konnte in einem Test gelöst werden, ohne dass EPS oder die faserverstärkte mineralische Platte wesentlich beschädigt wurden. Bei der alternativ vorgeschlagenen Variante aus EPS-Dämm- und OSB-Platten sind alle Materialien leicht trenn- und rückgewinnbar. Der Leiterträger der Version mit Zellulosedämmung kann zwar nicht zerstörungsfrei getrennt, aber dennoch vielfältig weiterverwendet werden. Der Dämmstoff selbst lässt sich sortenrein rückgewinnen (absaugen) und wiederverwenden.

4 Diskussion der Varianten

In Abbildung 5 versuchen wir, eine zusammenfassende Darstellung der ökologischen (Öko) und ökonomischen (Eco) Dimensionen der Geschossdeckendämmung zu bieten. Auf den ersten Blick ersichtlich ist, dass alle Varianten sowohl bezüglich der ökologischen, als auch der ökonomischen Parameter wesentlich besser sind, als die Ausgangssituation: Durch die Dämmung wird in allen Fällen Energie, CO₂ und Geld eingespart; auch wenn die Arbeiten nicht als DIY-Maßnahme, sondern von Fachfirmen ausgeführt werden.

Wird der Dachraum nicht als (kaltes) Lager gebraucht, sollte der nicht begehbaren Dämmung der Vorzug gegeben werden. Sie ist leichter herzustellen, weniger investitionskostenintensiv und benötigt weniger Herstellungsenergie.

Prinzipiell besteht mit beiden getesteten Dämmstoffen die Möglichkeit eines späteren Umbaus zur begehbaren Dachdämmung mit den Leiterträgern.

Die Dämmung der obersten Geschossdecke kann auch durch einfaches Auslegen mit Strohballen auf der luftdichten Ebene gedämmt werden. Die Ballen werden zwischen 3 € und 4 € pro Stück, entsprechend etwa 6 €/m² bis 8 €/m² ab Hof angeboten. Wir rechnen mit einem Preis von 10 €/m² frei Baustelle. Die Kosten sind dann vergleichbar mit der Zellulosedämmung, der Arbeitsaufwand ähnlich der Zellulosedämmung. Die Kleinballen sind 36 cm dick, die Wärmeleitfähigkeit beträgt 0,049 W/(mK). Inkl. Wärmebrücken beträgt der U-Wert dann 0,14 W/(m²K). Aufgrund der höheren Masse wird noch mehr biogener Kohlenstoff in der Dämmung eingelagert als bei der Zellulose. So ergibt sich auch inklusive der Betriebsphase eine negative Gesamtemission. Da Strohballen eine gute Festigkeit mitbringen, ist die Dämmung per se zumindest bedingt begebar. Wir schätzen die Umsetzung dieser Maßnahme als „einfach“ ein. Aspekte des Brandschutzes sollten geprüft werden.

Wird der Dachraum als kaltes Lager benötigt, ist es in erster Linie sinnvoll, möglichst dick zu dämmen. Gerade im Selbstbau zeigt die Variante mit der Zellulosedämmung und Leiterträgern Vorteile bei Investition, Energie und insbesondere bei den Emissionen. Hier wirkt sich die Kohlenstoff-Speicherwirkung der Zellulosedämmung als biogenes Recycling-Material in Verbindung mit deren hoher Masse positiv aus. Ein weiterer positiver Aspekt der relativ schweren Zellulosedämmung, welcher bei leichten Decken zu tragen kommt, ist ein besserer sommerlicher Wärmeschutz gegenüber den leichteren Dämmstoffen aus Mineralfaserklemmfilz und EPS. Die weitere Recyclingfähigkeit spricht ebenso für dieses Material. Allerdings erfordert die Herstellung der Leiterträger einen höheren Werkzeugeinsatz, größeres handwerkliches Geschick und mehr Zeit als die Variante mit EPS-Dämmung.

Da es für die Dämmung der obersten Geschossdecke keine „Ohnehin-Maßnahmen“ gibt, braucht zur Umsetzung kein bestimmter Zeitpunkt abgewartet zu werden. Der von uns zur Umsetzung empfohlene Zeitpunkt ist jetzt.

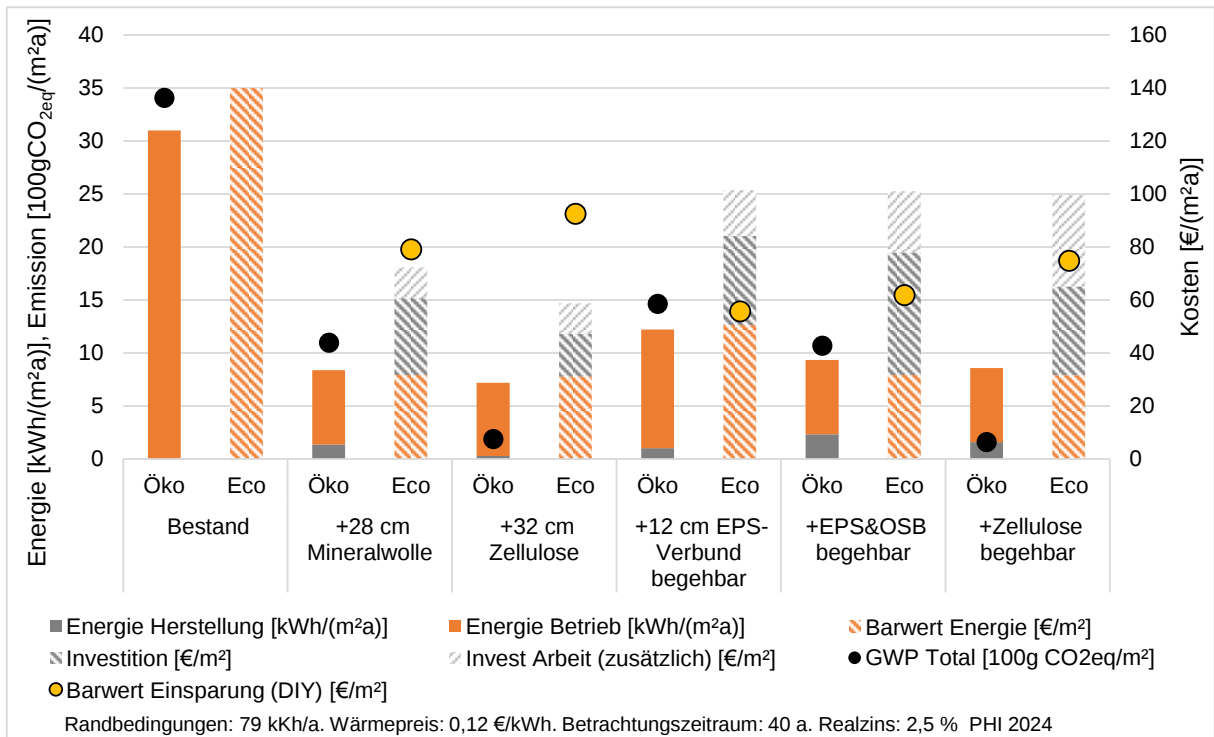


Abbildung 5: Dämmung der obersten Geschossdecke: Ökologische (Öko) und ökonomische (Eco) Dimension der Varianten; für das Heizsystem wurde von einer elektrischen Wärmepumpe ausgegangen. Für Strom rechnen wir mit 198 g CO_{2eq}/kWh, vgl. [Feist/Ebel 2024]. GWP = Erderwärmungspotential © Passivhaus Institut

5 Literatur

[AkkP 42]	Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Nr. 42, <i>Ökonomische Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen</i> . Passivhaus Institut Darmstadt, 2012
[AkkP 58]	Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Nr. 58, <i>Energieeffizienz und CO₂-Emissionen im Lebenszyklus Teil 1: Energieeffizienz und CO₂-Emissionen von Baustoffen und Baukonstruktionen</i> . Passivhaus Institut Darmstadt, 2024
[AkkP 60]	Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Nr. 60, <i>Energieeffizienz und CO₂-Emissionen im Lebenszyklus Teil 2: Energieeffizienz inklusive Herstellungsenergie und verbundener CO₂-Emissionen unterschiedlicher Gebäudekonzepte</i> . Passivhaus Institut Darmstadt, 2024
[Feist/Ebel 2024]	Feist, W.; Ebel, W.: <i>Lebenszyklusbilanzen: Methoden, Kriterien und Daten (-verfügbarkeit) für die Bewertung</i> . In: [AkkP 58]
[EnerPHit]	Passivhaus Institut: EnerPHit: <i>Energiestandard für die Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten</i> . In: Passipedia.de, https://passipedia.de/zertifizierung/enerphit
[Passipedia]	Passipedia ist die zentrale Online-Wissensdatenbank zum energieeffizienten Bauen und Sanieren. Sie ist in wesentlichen Teilen frei zugänglich, weitere Informationen sind Mitgliedern der iPHA [international Passive House Association] verfügbar. Die Passipedia wurde durch das Passivhaus Institut aufgebaut und wird durch dieses gepflegt und ständig erweitert. https://passipedia.de