



Sanieren mit Passivhaus- Komponenten

**LÖSUNGEN FÜR KOSTENGÜNSTIGE,
SCHNELLE SANIERUNG MIT ZUVERLÄSSIG HOHER QUALITÄT**



**LÖSUNGEN FÜR KOSTENGÜNSTIGE, SCHNELLE
SANIERUNG MIT ZUVERLÄSSIG HOHER QUALITÄT**

Das EU-Projekt outPHit unterstützt tiefgreifende, kosteneffiziente und zuverlässige Sanierungen nach den Passivhaus-Prinzipien. Auf der Basis von Modellprojekten und mit zahlreichen Partnern zeigt outPHit Wege auf, tiefgreifende energetische Sanierungen umzusetzen. Dabei reduzieren Lösungen aus einer Hand den Aufwand für Planung, Ausführung und Qualitätssicherung. www.outphit.eu



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 957175. The presented contents are the author's sole responsibility and do not necessarily reflect the views of the European Union. Neither the CINEA nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

[1] EINFÜHRUNG	04
[2] EnerPHit-GRUNDLAGEN	10
[3] EnerPHit: SANIERUNG MIT PASSIVHAUS-PRINZIPIEN	28
[4] WARUM EnerPHit: WENN SCHON – DENN SCHON!	34
[5] DIE KLASSEN CLASSIC, PLUS UND PREMIUM	42
[6] SCHRITT FÜR SCHRITT HIN ZU EnerPHit	48
[7] HERANGEHENSWEISEN	54
[8] EIN WORT ZUR LUFTDICHTHEIT	60
[9] MONITORING – FÜR NACHWEISBAREN ERFOLG	66
[10] GEBAUTE BEISPIELE VOR & NACH DER SANIERUNG	70
[11] VORBILDICHE DETAILS	100
[12] NÜTZLICHE RESSOURCEN	110
IMPRESSUM	112

| 1 |

EINFÜHRUNG

Unser Gebäudebestand ist weitgehend ineffizient. Da schätzungsweise 95 % der heute bestehenden Gebäude im Jahr 2050 noch genutzt werden, muss eine zukunftsfähige Sanierung Priorität haben.

Ein umfassender Ansatz für die Sanierung

Weit mehr als drei Viertel der derzeit genutzten Gebäude in der EU wurden vor mehr als 20 Jahren gebaut. Deshalb wird in den kommenden Jahrzehnten ein großer Bedarf an Gesamt- oder Teilsanierungen bestehen. Solche Zeitpunkte sind perfekte Gelegenheiten, den Energieverbrauch deutlich zu senken. Dies tut man am besten, indem man die Regeln der Bauphysik korrekt anwendet. Dabei dieselben Komponenten zu verwenden, welche für Passivhaus-Neubauten entwickelt wurden, ermöglicht auch in Bestandsgebäuden erhebliche Energieeinsparungen. EnerPHit ist der Name, den wir dem Standard für die Sanierung nach Passivhaus-Prinzipien geben. Wie beim Passivhaus auch bildet die gut gedämmte, luftdichte Gebäudehülle die solide Basis: Die hoch-effizienten Passivhaus-Komponenten sorgen dafür, dass der Energiebedarf deutlich abgesenkt wird.

Die Botschaft verschiedener wissenschaftlicher Forschungsinstitute ist eindeutig: Wir brauchen vor allem diesen EnerPHit-Ansatz, bei dem die energetische Ertüchtigung der vorhandenen Bausubstanz im Vordergrund steht, und nicht nur eine Erhöhung der Sanierungsrate und die Abkehr von fossilen Brennstoffen. Gut gemachte tiefgreifende Sanierungen bieten eine nachhaltige Lösung für die weltweite Energiekrise. In der Tat wird eine Zukunft mit erneuerbaren Energien als Hauptenergiequelle davon abhängen, dass wir den Energieverbrauch der Bestands-Gebäude auf Passivhaus- und EnerPHit-Niveau absenken.

Flächen für erneuerbare Energien sind nicht unbegrenzt verfügbar. Gebäude mit extrem niedrigem Energieverbrauch dämpfen Lastspitzen, entlasten damit unsere Stromnetze und helfen uns, unsere Energieerzeugungskapazitäten einzuhalten. Sie erleichtern auch den

Übergang zu nachhaltigen Heizsystemen auf der Basis von Elektrowärmepumpen, denn sie senken die Heizlast und die notwendigen Vorlauftemperaturen sowie die Investitionskosten. Passivhaus-Gebäude ermöglichen somit die Elektrifizierung und eine 100-prozentige Versorgung mit erneuerbaren Energien.

„Die Folgen des Klimawandels können nicht länger ignoriert werden. Angesichts der Bedeutung dieser Aufgabe haben sich die Länder der Welt im Pariser Abkommen bereits dazu verpflichtet, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen und 1,5 °C anzustreben. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Nettoemissionen von Treibhausgasen schnell und drastisch reduziert werden. Bei unveränderten Emissionen wäre das verbleibende Budget für das Ziel von 1,5 °C bereits in den nächsten 10 Jahren – gerechnet ab 2020 – aufgebraucht.“

Die Emissionen müssen in 20 bis 30 Jahren auf Null sinken.

Entnommen aus der Studie „Der Weg zu einem klimaverträglichen Gebäudebestand“

[PHI_2023]

Das „Wenn schon – Denn schon“-Prinzip: Wenn Sie etwas sanieren, dann tun Sie es richtig!

Wenn ein ganzes Gebäude oder nur ein Teil davon sanierungsbedürftig ist, lohnt es sich, die Vorteile von EnerPHit zu nutzen – auch wenn schnelles Handeln gefragt ist. Glücklicherweise sind die EnerPHit-Maßnahmen in der Regel die einfachsten und kostengünstigsten. Sanierungen nach Passivhaus- oder EnerPHit-Standard senken die Energiekosten so weit, dass sie die Nutzer unabhängig von Energiepreisentwicklungen und Energieversorgern machen und die Bezahlbarkeit auch in Zukunft garantieren. Die zusätzlichen Investitionskosten für hocheffiziente Gebäude amortisieren sich um

ein Vielfaches in Form von niedrigeren Energierechnungen, höherer struktureller Integrität und einem unvergleichlichen Komfortniveau. Diese qualitativ hochwertigen Sanierungen steigern den Gebäudewert für die Eigentümer, während sie gleichzeitig die ansonsten gefährdeten Mieter aus der Energiearmut herausholen und natürlich gut für das Klima sind – eine Win-Win-Situation!

Was es braucht

Es gibt eine Reihe von Hilfsmitteln, die Menschen helfen, die eine EnerPHit-Sanierung in Angriff nehmen.

- Das **Passivhaus-Projektierungspaket** (PHPP) hilft Planern, von der Entwurfsphase an zuverlässig hohe Leistungsniveaus zu erreichen. Mit diesem Excel-basierten Energiebilanzierungs-Tool können Planer jeden Sanierungsschritt unter Berücksichtigung der gesamten Energiebilanz eines Gebäudes definieren und optimieren. Das PHPP, das 1998 entwickelt und seither ständig erweitert wurde, sorgt bereits in der Planungsphase für Verlässlichkeit.
- Geschulte Handwerker sind ebenfalls von entscheidender Bedeutung; ein **zertifizierter Passivhaus-Handwerker** weiß, warum Energieeffizienz in bestehenden Gebäuden notwendig ist. **Zertifizierte Passivhaus-Planer und -Berater** kennen sich mit zukunftsfähiger Sanierung aus und wie sie am besten optimiert werden kann.
- Wenn Sie schrittweise renovieren, müssen Sie sicher sein, dass die heute getroffenen Maßnahmen spätere Sanierungsmaßnahmen nicht behindern. Der **EnerPHit-Sanierungsplan** als Teil des PHPP-Tools kann dabei helfen, denn er stellt präzise und transparent dar, wie jede Maßnahme das Endergebnis beeinflusst.
- Für höchste Energieeffizienz entwickelte **Passivhaus-Komponenten** stehen für die schnelle, verlässliche Umsetzung zur Verfügung.
- EnerPHit-Sanierungen sowie der erste Schritt einer schrittweise durchgeführten Sanierung können auch von einem unabhängigen Dritten **zertifiziert** und damit qualitätsgesichert werden.

Wenn Sie wissen, dass Ihr Gebäude dem EnerPHit-Standard entspricht, und es als solches zertifizieren lassen, gewährleisten Sie, dass ausreichend hohe Temperaturen in ehemals kalten Ecken herrschen und Schimmel vermieden wird.

- Um bei der Qualitätssicherung noch einen Schritt weiter zu gehen, können Sie mit einem **Monitoring** wirklich prüfen, ob das, was geplant war, auch geliefert wurde. Erreicht die Sanierung den prognostizierten sehr niedrigen Energieverbrauch? Ist die Raumluftqualität hervorragend? Sind die Raumtemperaturen das ganze Jahr über angenehm, je nach den individuellen Bedürfnissen? Ein einfaches Monitoring ist der sicherste Weg, dies herauszufinden.

Beispiele gibt es viele

Die exponentiell wachsende Zahl von EnerPHit-Sanierungen zeigt, dass der Standard mehr als bereit ist, ausgeweitet zu werden. In Griechenland werden durch die Sanierung von Einfamilienhäusern die Energiekosten um 70 % gesenkt. In Österreich, Frankreich, den Niederlanden und Deutschland werden alte Gebäude durch die Anbringung komplett vorgefertigter Fassaden vor Ort mit Frischluftsystemen, neuen Hochleistungsfenstern und gedämmten, luftdichten Wänden ausgestattet. In Spanien renovieren Tausende von zertifizierten Passivhaus-Handwerkern in Teamarbeit eine Großwohnanlage nach der anderen. Highlights ausgewählter EnerPHit-Sanierungen in ganz Europa geben einen Einblick in Best-Practice-Lösungen.

Kurzum: EnerPHit-Sanierungen sind der richtige Weg. Wenn Sie die Passivhaus-Prinzipien befolgen, wird das Sanieren einfacher, schneller und zuverlässiger.

Viel Spaß beim Lesen!

„Im Gebäudebereich bieten Passivhaus- und EnerPHit-Sanierungen den einfachsten Weg zu echtem Klimaschutz.“

Prof. Dr. Wolfgang Feist
Passivhaus Institut (PHI)

| 2 |

ENERPHIT-GRUNDLAGEN

**Wie können wir bei einer Sanierung eine beeindruckende Senkung des Energieverbrauchs erreichen?
Wie können wir zu einer kosteneffizienten und dennoch nachhaltigen Lösung kommen und gleichzeitig den Komfort in unseren Gebäuden verbessern?**

Die richtige Antwort lautet: Passivhaus im Neubau, EnerPHit im Bestand.

EnerPHit bietet gesundes, komfortables Wohnen und schützt das Klima

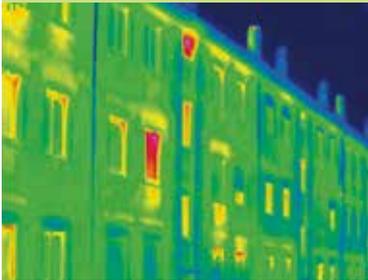


Foto: Vor der Sanierung
Tevesstraße, Frankfurt am Main,
Deutschland

Foto © Fotostudio Michels,
Darmstadt

Thermografie © Passivhaus Institut

Das EnerPHit-Konzept setzt Passivhaus-Komponenten bei Sanierungen ein. Passivhaus ist das Ziel im Neubau – EnerPHit das Ziel für die Sanierung. Um den Bestand auch erhalten zu können, muss und kann auf die Gegebenheiten des bestehenden Gebäudes Rücksicht genommen werden.

Belegt durch EnerPHit-Sanierungen auf der ganzen Welt bietet dieser Ansatz den Bewohnern alle Vorteile des Passivhauses: einen zuverlässig niedrigen Energiebedarf, hohen Komfort, gleichbleibend hohe Raumluftqualität, niedrige Betriebskosten, schimmelfreies Wohnen und Wertsteigerung des Gebäudes. Da das Passivhaus-Konzept auf physikalischen Prinzipien beruht, kann und sollte jedes Gebäude an das jeweilige Klima angepasst werden. Dies ist bereits in den Passivhaus-Kriterien und dem Planungs-Tool PHPP vorgesehen, so dass es leicht zu verstehen und zu befolgen ist.

Die Geschichte hinter dem Standard

Wie auch Bestandsgebäude mit dem Einsatz der zwischenzeitlich entwickelten Passivhaus-Komponenten auf ein Niveau fast eines Neubau-Passivhauses gebracht werden können, wurde erstmals 2003 systematisch untersucht im 24. Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser [AkkP-24], zwei Jahre später folgte eine Untersuchung des Einsatzes bei der Sanierung von historischen Gebäuden [AkkP-32]. Die Herausforderungen bei der Durchführung von einzelnen Sanierungsmaßnahmen und die Wege zum optimalen Endzustand wurden im 39. Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser „Schrittweise Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten“ behandelt. Sämtliche Erkenntnisse basieren auf der Bauphysik. Nach der erfolgreichen Realisierung einer ganzen Reihe von Pilotprojekten wie der Tevesstraße, Frankfurt, 2005 saniert (www.passivhausprojekte).

de/#d_1211), und der Hoheloogstraße, Ludwigshafen, 2004 saniert (www.passivhausprojekte.de/#d_1450), war die Modernisierung bestehender Gebäude mit Passivhaus-Komponenten endlich reif für die Umsetzung in großem Maßstab.

In dieser Broschüre werden gebaute Beispiele von erfolgreich sanierten Gebäuden in ganz Europa vorgestellt. Allen gemeinsam ist die schnelle Umsetzung nach einer Planungsphase, die auf der EnerPHit-Methodik basiert. Was sie auch gemeinsam haben, ist der Einsatz des Planungstools PHPP, um die Kosten zu optimieren und zu senken und die prognostizierte Energieeinsparung zu erreichen. Die Messergebnisse bestätigen die wichtigsten Erfolgsfaktoren (drastische Senkung der Energierechnungen, Komfort, usw.). Das Zertifizierungssystem des Passivhaus Instituts bietet Bauherren die Sicherheit, dass der in der Konzeptionsphase angestrebte niedrige Energieverbrauch mit der sanierten Realität übereinstimmt. Die Wissenschaftler am Passivhaus Institut arbeiten mit Öffentlichkeits-Fachleuten zusammen, um Hausbesitzern und Architekten, der Bauindustrie und der Politik das Angebot an Lösungen in klarer und praktischer Form zur Verfügung zu stellen.



„Passivhaus – das ist keine Marke, das ist einfach Physik!“

Sarah Lewis, Passivhaus Trust, UK



Foto: NACH der Sanierung (ID 1211)
Tevesstraße, Frankfurt am Main,
Deutschland

Foto © Fotostudio Michels,
Darmstadt

Thermografie © Passivhaus Institut

„Wenn schon – Denn schon!“

Dieser Grundsatz wird bei Passivhaus-Gebäuden und EnerPHit-Sanierungen sehr ernst genommen, insbesondere wenn es um die Dämmung geht.

Eine dicke, gut ausgeführte Dämmschicht ist eine sehr kostengünstige Möglichkeit, Energie zu sparen.

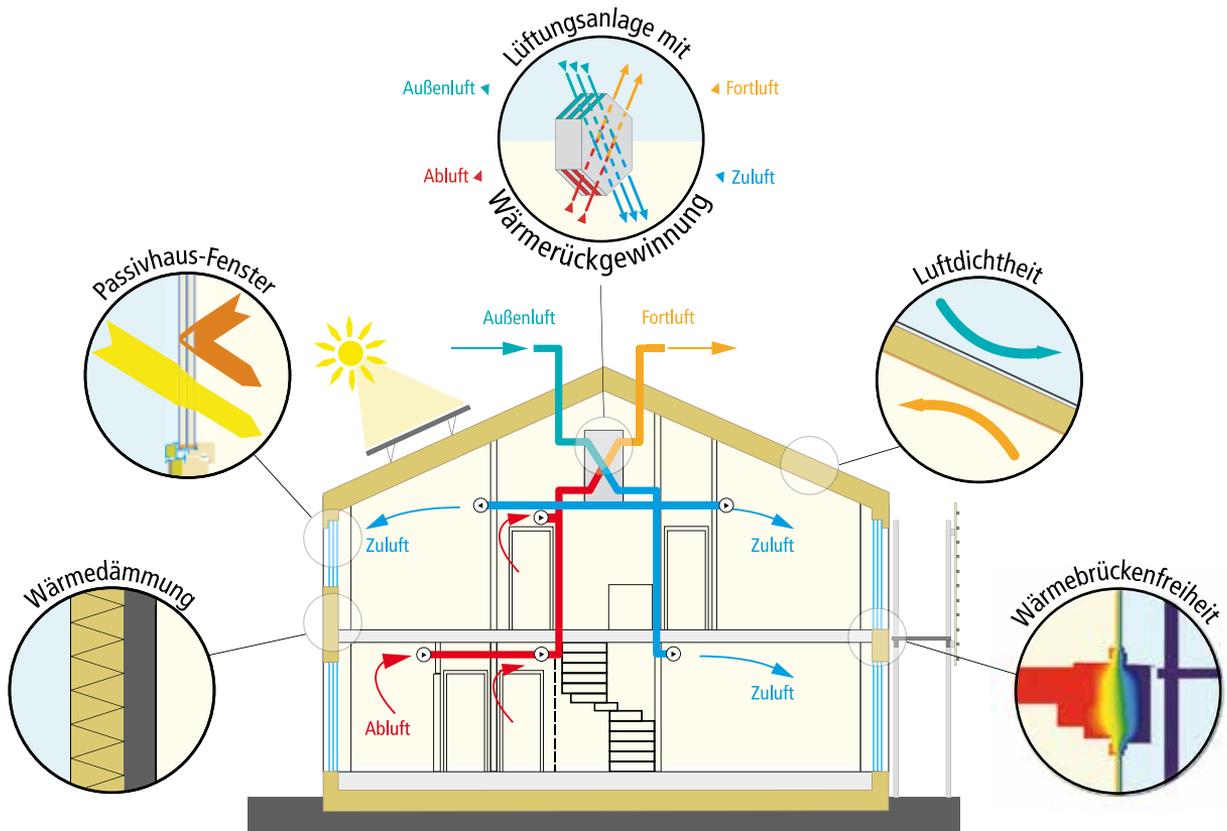
Die „5 Passivhaus-Prinzipien“**Die fünf Passivhaus-Prinzipien werden bei EnerPHit-Sanierungen angewendet.**

Es gibt fünf Grundprinzipien, die allen Passivhäusern und EnerPHit-Sanierungen auf der ganzen Welt gemeinsam sind. Diese stehen, einfach ausgedrückt, für gute Bauphysik. Sie zu verstehen und zu befolgen, sowohl bei Neubauten als auch bei Sanierungen, ist der Schlüssel zum Erfolg und macht die Planung und Sanierung hoch energieeffizienter Gebäude einfach.

1. Eine durchgehende Schicht Wärmedämmung

Das Prinzip einer durchgehenden Wärmedämmung um das Gebäude herum ist das wirkungsvollste von allen. Für Niedrigenergiehäuser in Klimazonen, in denen der Heizbedarf dominiert, muss die gesamte Gebäudehülle gut gedämmt sein. Die Gebäudehülle besteht aus allen Bauelementen, die das Innere von der Außenwelt trennen. Wie eine Haut hat sie vor allem die Aufgabe, für ein angenehmes Innenklima zu sorgen und vor Witterungseinflüssen zu schützen – unabhängig vom Wetter.

Während der kalten Jahreszeit, in der Regel von Mitte Oktober bis Ende April in kalten Klimazonen der nördlichen Hemisphäre, ist die gewünschte Temperatur innerhalb der Gebäudehülle in der Regel höher als die Außentemperatur. Infolgedessen geht Wärme durch die Gebäudehülle verloren. Wenn diese Wärme nicht ersetzt wird, kühlt das Innere des Gebäudes ab und passt sich der Außentemperatur an. In heißen Klimazonen oder während Hitzeperioden verhält es sich umgekehrt: Es dringt zu viel Wärme über die Gebäudehülle ein. Es ist daher sinnvoll, den Wärmestrom in jedem Gebäude zu begrenzen, unabhängig vom Klima – und hier kommt die Dämmung ins Spiel.



Grafik:
Die 5 Passivhaus-Prinzipien, die man vom Neubau kennt,
werden auch bei EnerPHit-Sanierungen angewendet.

Grafik © Passivhaus Institut

Wie viel Dämmung ist genug?

Geht man von einem üblichen Dämmstoff aus (mit einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$), so werden in Madrid, Spanien, etwa 14 cm Wandsdämmung benötigt, während eine Sanierung im kälteren Innsbruck, Österreich, etwa 24 cm erfordern würde. Und wenn es um das Verhältnis zwischen Dämmung und thermischer Masse geht, ist es wirklich die Dämmung, die zählt (weitere Informationen finden Sie auf Passipedia: Wärme dämmen oder Wärme speichern). Der EnerPHit-Standard ist jedoch flexibel und lässt Ausnahmen zu, z.B. wenn nicht ausreichend dick gedämmt werden kann, und es ist immer möglich, dies durch mehr Dämmung im Dach oder bessere Bauteilqualitäten auszugleichen, um das EnerPHit- oder Passivhaus-Ziel trotzdem zu erreichen.

Vorbildliche Außenwand- und Kellerdeckendämmungen lassen sich auf verschiedene Weise erreichen: Wird die Dämmung einer Decke in einem kalten Keller mit Klammern montiert, wirkt die ruhende

Foto:
Den EnerPHit-Sanierungsstandard erreicht man in Innsbruck, Österreich (ID 4200) mit 24 cm Dämmung.

Foto © Passivhaus Institut



Luftschicht zwischen Dämmschicht und Decke selbst als Dämmung. Voraussetzung dafür ist, dass es sich um eine stehende Luftschicht handelt: Dazu müssen die Ränder der Dämmschicht vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt werden, damit keine Luftverbindung zwischen der Kellerluft und der Luftschicht zwischen Deckenplatte und Dämmung entsteht. Eine andere Lösung besteht darin, die Dämmung direkt an die Decke zu kleben. Oft wird zusätzlich eine mechanische Befestigung mit wärmebrückenfreien Dübeln empfohlen.

Bei einer Außenwand mit außenliegender Dämmschicht trifft der Wind auf das Gebäude und es ist notwendig, dass die Dämmplatten nach dem Stand der Technik eingebaut werden: Das Punkt-Wulst-Verfahren, bei dem die Dämmwandplatten mit einer umlaufenden Mörtelschicht versehen werden, verhindert, dass Luft hinter die Dämmplatten strömt. So wird sichergestellt, dass die Luftschichten ruhig sind und die Wärmedämmung ihre volle Wirkung entfalten kann.



Foto:
Kellerdeckendämmung mit Dübeln: Die zusätzliche mechanische Befestigung mit Dübeln sorgt dafür, dass die Kellerdeckendämmung an ihrem Platz bleibt.

Foto © Passivhaus Institut

Foto:
Im spanischen Madrid erreicht man den EnerPHit-Sanierungsstandard mit 14 cm Mineralwolle (Calle Cartagena, ID 6898)

NACH der Sanierung

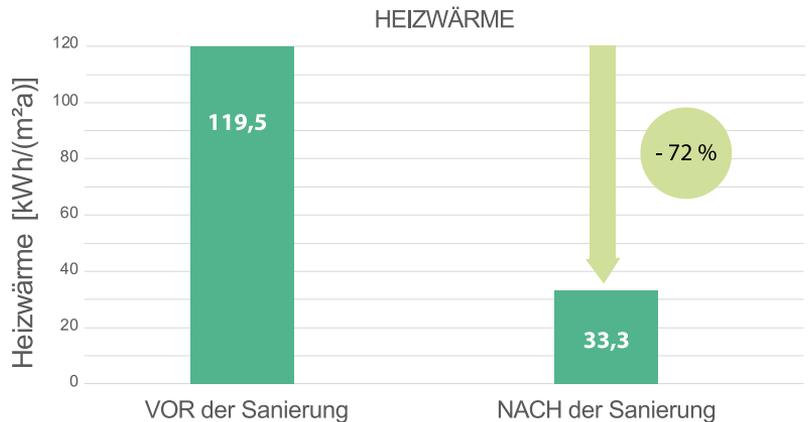
Foto © PAEE Construcción
Passivhaus-ECCN



Foto: Monitoring, durchgeführt vom Passivhaus Institut. Sanierungsprojekt in Gießen, Deutschland

Foto © Passivhaus Institut

Wärmeverluste durch Außenwände und Dächer machen mehr als 70 % der gesamten Wärmeverluste in bestehenden Gebäuden aus. Daher ist die Verbesserung der Wärmedämmung der effektivste Weg, um Energie zu sparen. Gleichzeitig trägt sie dazu bei, den thermischen Komfort zu verbessern und Bauschäden zu vermeiden. Finanzielle Unterstützung wie z. B. zinsgünstige Darlehen, wie sie derzeit in einer Reihe von Ländern angeboten werden, verringern die Anfangsinvestitionen für eine verbesserte Wärmedämmung; aber auch ohne solche Anreize **wird sich die Investition langfristig auszahlen.**



Grafik: Mit einem gemessenen Heizenergieverbrauch von 33,4 kWh/(m²a) erreichte die Sanierung in Gießen eine Einsparung von mehr als 70 %. Dies ist ein bedeutender Erfolg der Maßnahme und zeigt das Potenzial der energetischen Sanierung von Altbauten im Allgemeinen. Trotz des Erfolges fiel auf, dass der Verbrauch etwas höher ist als prognostiziert. Als Ursachen wurden einzelne längere Perioden mit untypischer Fensterlüftung im Winter und die festgestellten Disbalancen in den einzelnen Lüftungsanlagen ausgemacht. Grafik © Passivhaus Institut

Die U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizienten) der Außenwände, Bodenplatten und Dachflächen von Passivhäusern liegen zwischen 0,10 und 0,15 W/(m²K) (für mitteleuropäisches Klima; diese Werte können je nach Klima etwas höher oder niedriger sein). Diese Werte



Foto links: Zertifizierte EnerPHit-Sanierung, Frankfurt, Deutschland (Tevesstraße ID 1211)

Foto © Passivhaus Institut

Die Wärmedämmung muss korrekt angebracht werden. Dies ist ein gutes Beispiel für eine Außenwanddämmung ohne Lücken zwischen den Dämmplatten.

sind nicht nur Richtwerte für alle Bauweisen, sondern auch die kostengünstigsten Werte bei den heutigen Energiepreisen.

Die Wärmeverluste in Kälteperioden sind daher vernachlässigbar gering, und die Temperatur der Innenraumoberflächen ist unabhängig von der Heizungsart nahezu gleich der Innenlufttemperatur. Dies führt zu einer sehr hohen Behaglichkeit und zur zuverlässigen **Vermeidung von Bauschäden durch Feuchtebildung.**

In wärmeren Klimazonen oder während der Sommermonate bietet eine gute Dämmung ebenfalls **Schutz vor Hitze.** Ein wirksamer Sonnenschutz für die Fenster und eine ausreichende Belüftung sind ebenfalls unerlässlich, um in heißen Zeiten ein Höchstmaß an Komfort zu gewährleisten.

Eine gute Dämmung und eine luftdichte Konstruktion haben sich bei Passivhäusern als äußerst wirksam erwiesen. Die Dämmung entfaltet ihre volle Wirkung aber nur, wenn sie auch lückenlos, ohne große Schwachstellen ausgeführt wird. Damit kommen wir zum zweiten Passivhaus-Prinzip.



Foto: Madrid, Spanien (Cartagena, ID 6898)

Foto © VAND Arquitectura, Anne Vogt

2. Wärmebrückenfreies Konstruieren

Eine thermische Hülle gänzlich ohne oder mit reduzierten Wärmebrücken ist eine wichtige Voraussetzung und zugleich kostengünstige Möglichkeit, eine Sanierung energieeffizienter zu gestalten. Wärme bahnt sich ihren Weg vom beheizten Raum nach außen. Dabei folgt sie dem Weg des geringsten Widerstands.

Eine Wärmebrücke ist ein örtlich begrenzter Bereich der Gebäudehülle, in dem der Wärmestrom im Vergleich zu angrenzenden Bereichen unterschiedlich ist (in der Regel erhöht, wenn es einen Temperaturunterschied zwischen innen und außen gibt). Wärmebrücken haben zwei wesentliche Auswirkungen. Erstens niedrigere Innenoberflächentemperaturen und zweitens einen erhöhten Wärmeverlust. Im schlimmsten Fall können Wärmebrücken zur Durchfeuchtung von Bauteilen und zu Schimmelbildung führen.

Bei Passivhäusern und EnerPHit-Sanierungen werden beide Effekte von Wärmebrücken vermieden: Die inneren Oberflächentemperaturen sind überall so hoch, dass kritische Feuchtwerte nicht mehr auftreten können – und die zusätzlichen Wärmeverluste werden unbedeutend. Sind die Wärmebrückenverluste kleiner als ein Grenzwert (festgelegt auf $0,01 \text{ W}/(\text{mK})$), erfüllt das Detail sogar die „wärmebrückenfreie Ausführung“. Damit kann der Wärmebrücken- oder „psi“-Wert bei der Energiebilanzberechnung vernachlässigt werden.

Wenn überall wärmebrückenfrei geplant wird, müssen sich Planer und Bauleiter **keine Gedanken mehr über kalte und feuchte Stellen** machen – und weniger Aufwand für die Berechnung der Wärmeenergiebilanz betreiben.

Die wärmebrückenfreie Konstruktion führt zu wesentlich verbesserten Details und gesunden Wohnverhältnissen; die Lebensdauer der Konstruktion wird erhöht und **Heizenergie eingespart**.

Bei Bestandsgebäuden und modernisiertem Gebäudebestand wirken sich typischerweise Wärmebrücken durch verbleibende Balkone und typische Ausbildungen an Wand-Keller-Anschlüssen sowie Außenwand-Dach-Anschlüssen negativ aus. Die Erfahrung zeigt, dass dies zu einem zusätzlichen Wärmeverlust von bis zu 20 % führen kann. Anhand von Beispielen verschiedener Bauvorhaben ergab sich daraus eine Erhöhung des jährlichen Heizwärmebedarfs von bis zu 14 kWh/(m²a). Eine sorgfältige Planung im Hinblick auf Wärmebrücken wird empfohlen.

Bei Wand-, Decken- und Boden-Aufbauten, die für die Passivhaus- oder EnerPHit-Bauweise geeignet sind, werden Wärmebrücken mit schwerwiegenden Folgen in der Regel vermieden; die Kriterien und Richtlinien lassen eine solche Fehlkonstruktion nicht zu. Zwar kann es immer noch Wärmebrücken mit gewissen Restwärmeverlusten geben, aber massive Temperaturabfälle können immer vermieden werden.

Einen großen Anteil an der Vermeidung von folgenschweren Wärmebrücken hat das verbesserte Dämmniveau bereits bei den regulären Bauteilen. Dies führt zu einem generell höheren Niveau der Innenoberflächentemperaturen und vermindert damit von vornherein die Gefahr der Schimmelbildung. Die Innendämmung ist jedoch ein Sonderfall, bei dem es noch strengere Regeln zur Vermeidung von folgenschweren Wärmebrücken gibt.

Bei den meisten Sanierungen ist es nicht möglich, eine völlig wärmebrückenfreie Konstruktion zu erreichen. Oder es wäre zu aufwendig oder zu teuer. Entscheidend ist jedoch, alle Details in einem frühen Planungsstadium zu prüfen und die Passivhaus-geeigneten Komponenten ihre Arbeit tun zu lassen. Oft können die Wärmebrückeneffekte so weit reduziert werden, dass zwar ein (manchmal hoher)

Für weitere Informationen
siehe:

www.Passipedia.de

Wärmeverlust verbleibt, aber das Detail stark verbessert wird und die Innenoberflächentemperaturen auf ein gesundes, trockenes, schimmelfreies Niveau angehoben werden.

Bei alten Gebäuden sind oftmals nicht alle verwendeten Materialien und Details bekannt. Bei solchen Sanierungen ist es notwendig, zunächst die alten Schichten abzureißen. Sobald das Detail zugänglich, vermessen und geprüft ist, muss das Planungsteam eine wärmebrückenfreie oder wärmebrückenreduzierte Konstruktion dafür finden. Die Lösung dieser Details sollte nicht dem Handwerker überlassen werden, sondern ist eine Planungsaufgabe. Zertifizierte Details zeigen, wie es gehen kann, und deren Nachahmung ist erwünscht.

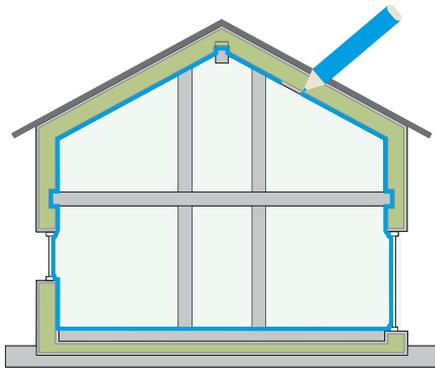
3. Eine ungestörte, luftdichte Gebäudehülle

Warum überhaupt luftdicht sanieren? Innenraumluft hat einen höheren Wasserdampfgehalt (absolute Luftfeuchtigkeit) als Außenluft – wenn sie nicht entfeuchtet wird. In einem kalten Klima wird die Innenraumluft beim Durchströmen eines Bauteils von innen nach außen abgekühlt (Exfiltration genannt). Die kältere Luft kann die hohe Menge an Wasserdampf nicht halten – es kommt zur Kondensation an einer bestimmten Stelle in der Konstruktion. Dies kann zu schweren Schäden führen. In heißen und feuchten Klimazonen werden die bewohnten Räume gekühlt, der Luftstrom wird nach innen geleitet (Infiltration genannt) und verursacht das gleiche Feuchtigkeitsproblem. Der hier beschriebene Prozess ist der Hauptgrund, warum die Außenwand eines Gebäudes luftdicht ausgeführt werden muss. Für EnerPHit-Sanierungen ist eine wirklich gute Luftdichtheit erforderlich – die hier besprochenen Luftströme werden vernachlässigbar sein, was einer der großen Vorteile des Standards ist – ohne Feuchtigkeitsprobleme können die Bauteile ewig halten.

Der Schlüssel zur Luftdichtheit eines Gebäudes ist das Prinzip der

„durchgehenden, dichten Gebäudehülle“. In jeder Schnittzeichnung sollte die gesamte Gebäudehülle mit einem Stift ohne Unterbrechung nachgezeichnet werden können. In den Details muss deutlich gemacht werden, wie der luftdichte Anschluss realisiert wird. Damit wird deutlich, dass Luftdichtheit in erster Linie eine Planungsaufgabe ist. Der Handwerker kann sie nur dann luftdicht ausführen, wenn sie gründlich geplant wurde.

Es ist wichtig, dass nur eine einzige luftdichte Schicht geplant und ausgeführt wird.



Zwei „fast“ dichte Schichten nützen nichts – es wird trotzdem undicht! Das kann man sich z.B. an einer undichten Eingangstür eines Hauses vorstellen, wo eine undichte Tür in der Eingangshalle das Problem nicht beheben kann, oder an zwei Eimern, die beide ein Loch im Boden haben; wenn man den einen in den anderen stellt, verhindert das nicht, dass das Wasser ausläuft!

Es ist wichtig, dass das Luftdichtheitskonzept langfristig ausgelegt und umgesetzt wird. Dies wird durch Details erreicht, in denen die luftdichte Schicht deutlich gekennzeichnet ist, und durch die Verwendung geeigneter Bauprodukte.

Grafik: Stiftregel für die Planung und den Nachweis der Luftdichtheitschicht im Querschnitt eines Gebäudes.

Grafik © Passivhaus Institut



Fotos oben:

Große Rahmen – schmale Rahmenbreite: Extra Wärmegewinne im Winter können durch eine Minimierung der Rahmenbreiten erreicht werden.

Fotos © Passivhaus Institut

4. Passivhaus-Fenster

Fenster sind ein wesentlicher Faktor für ein angenehmes Raumklima. In kalten Klimazonen verursachen schlecht gedämmte Fenster relativ kalte Oberflächen an der Fassade und erfordern eine aktive Heizung in der Nähe der Fenster, um Kaltluftabfall, Zugscheinungen und die durch die kalten Oberflächen verursachte „Kältestrahlung“ zu kompensieren. Wärme gedämmte Fenster hingegen tragen aktiv zur Erhöhung des Komforts bei. Hochleistungsfenster, die für die Anforderungen von Passivhäusern entwickelt wurden und somit bei EnerPHit-Sanierungen zum Einsatz kommen, werden von immer mehr Herstellern weltweit angeboten. Eine Liste der vom Passivhaus Institut zertifizierten Passivhaus-Fenster finden Sie in der Passivhaus-Komponenten-Datenbank.

Fenster spielen eine wichtige Rolle in der Energiebilanz, da sie sowohl zu den Wärmegewinnen als auch zu den Wärmeverlusten beitragen. Bei einer Sanierung kann die Fenstergröße oft nicht wesentlich verändert werden. Dann ist es umso wichtiger, die übrigen Faktoren zu optimieren. Passivhaus-Planer maximieren die Verglasungsfläche, um im Winter mehr solare Gewinne zu erzielen, indem sie dünne Rahmen für alle 4 Seiten verwenden.

Ein Passivhaus-Fenster beugt Energieverlusten, Feuchteausfall und Schimmel vor. In Kombination mit einem Lüftungssystem verhindert das Passivhaus-Fenster Schimmel. Es ist so gut gedämmt und luftdicht, dass keine Gefahr von Kondenswasserbildung besteht. Außerdem ist der Einbau in die Außenwand oder das Dach luftdicht. Mit einer überlappenden Dämmung über dem festen Teil des Rahmens, dem Blendrahmen, wird dieser Schwachpunkt richtig angegangen: die inneren Oberflächentemperaturen in den Ecken werden durch diese Dämmung erhöht.

Bei tiefgreifenden Sanierungen sollten Passivhaus-Fenster im ersten

Drittel der Dämmschicht eingebaut werden. Das luftdichte Fenster ist mit der Luftdichtheitsschicht der Wand verbunden.

Außen liegende Verschattungseinrichtungen, idealerweise bewegliche Elemente, sorgen dafür, dass die Passivhäuser und EnerPHits im Sommer angenehm kühl bleiben. In extremeren Klimazonen mit sehr heißen Sommern und sehr langen Perioden hoher Temperaturen ist zusätzlich zu den richtig konzipierten Verschattungsvorrichtungen ein aktives Kühlsystem ein Muss. Das Ausmaß der Überhitzung und die Strategien zu ihrer Verringerung sowie die Größe der erforderlichen Kühlgeräte können mit dem PHPP-Tool leicht ermittelt werden.



Foto oben:
Beispiel für ein Aluminium-
Passivhaus-Fenster

Foto © Passivhaus Institut

Foto links:
Bauernhaus Neuhäusl, Österreich,
ID 5939

Foto © Passivhaus Institut

5. Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Bei der realisierten Sanierung in Gießen, die das Passivhaus Institut über zwei Jahre mit einem Post-Monitoring evaluiert hat, wurde in jeder Wohnung und in den Treppenhäusern eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert.

Dies zeigt den großen Einfluss eines Wärmerückgewinnungssystems auf den Heizwärmebedarf. Neben der Komfortsteigerung ist dies auch der Grund, warum Systeme mit Wärmerückgewinnung aus thermischer Sicht zu bevorzugen sind.

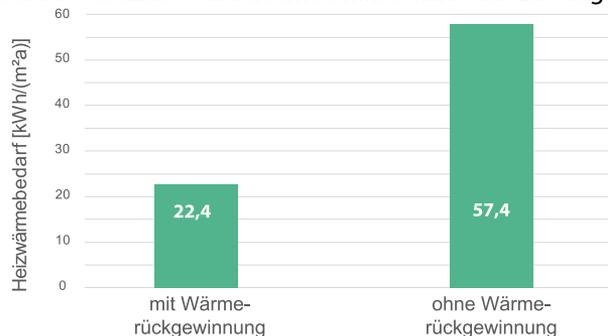
Kaum ein anderes technisches System hat ein so gutes Verhältnis von Energieeinsatz für Ventilatorleistung und Frostschutz zu Energiegewinn oder -einsparung. Im vorliegenden Fall wurde der Stromverbrauch der Lüftungsgeräte mit 3,7 kWh/(m²a) für den Ganzjahresbetrieb gemessen. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) liegt damit knapp unter 10.

Würden die Lüftungsgeräte nur im Winter betrieben, läge sie deutlich über 10.

Grafik © Passivhaus Institut

Die Gesundheit und der Komfort der Bewohner sind die wichtigsten Ziele des Passivhaus- und EnerPHit-Konzepts. Eine hervorragende Raumluftqualität ist unabdingbar. Diese kann erreicht werden, indem die verbrauchte Luft regelmäßig mit frischer Außenluft ausgetauscht wird. Und dies gelingt definitiv nicht, wenn man nur zweimal am Tag die Fenster öffnet. Fugenlüftung ist unzureichend und „atmende Wände“ gibt es nicht, siehe auch Kapitel 8. Lüften funktioniert dann richtig, wenn verbrauchte Luft ständig aus Küche, Bad und allen anderen Räumen mit Luftverschmutzung abgeführt wird. In Wohn-, Kinder-, Schlaf- und Arbeitszimmern muss frische Luft zugeführt werden, um die abgeführte Luft zu ersetzen.

Das Lüftungssystem wird genau so viel Frischluft zuführen, wie für den Komfort und eine gute Raumluftqualität erforderlich ist; es wird nur Außenluft zugeführt – keine Umluft. Dies führt zu einer hohen Qualität der Innenraumluft. Die Lüftungsgeräte sind mit Filtern ausgestattet, die für saubere, pollen- und staubfreie Luft sorgen und gleichzeitig überschüssige Feuchtigkeit und Gerüche beseitigen. Im Winter wird die Wärme der warmen, verbrauchten Luft (Abluft) auf die kalte, einströmende Außenluft übertragen, wodurch die Wärmeverluste erheblich reduziert werden. Im Sommer kann das Lüftungssystem



bis zu einem gewissen Grad umgekehrt arbeiten, indem es die dem Gebäude zugeführte Frischluft vorkühlt. Je nach Effizienz des Wärmetauschers können über 90 % der Wärme übertragen werden, so dass die Zuluft nahezu Raumtemperatur hat.

Das Grundprinzip der Passivhaus-Lüftung: Feuchte, verbrauchte Luft wird aus der Küche und den Bädern abgesaugt (Abluft), während frische Luft (Zuluft) in den Wohnbereich strömt. Dadurch werden die Flure automatisch be- und entlüftet. In der Regel sollte die Lüftungsanlage so ausgelegt sein, dass pro Person und Stunde 30 m^3 Frischluft zur Verfügung stehen. Bei einer Wohnfläche von 30 m^2 pro Person entspricht dies einer Zuluftmenge von $1 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \text{ h})$. Als allgemeine Regel gilt ein durchschnittlicher Luftwechsel von $0,3 \text{ 1/h}$ als angemessen.

Das Lüftungsgerät enthält dichte Zu- und Abluftkanäle im Wärmetauscher, so dass es nie zu einer Vermischung von frischer und verbrauchter Luft kommt. Und das hochwertige Lüftungssystem spart durch die Vermeidung von Wärmeverlusten viel mehr Energie ein, als es zum Betrieb benötigt.

Bei der Sanierung in Gießen zeigt die Analyse $35 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ Wärmeeinsparung im Vergleich zu $4\text{-}5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ Strom, der für den Betrieb der Lüftungsanlage benötigt wird. Weitere Einsparungen sind zu erwarten, wenn die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung nur in der Heizperiode eingeschaltet wird. Dies ist möglich, wenn alle Bäder über Fenster verfügen und man darüber lüften kann. Wenn die Kanäle während der Bauphase sauber gehalten werden, garantiert ein jährlicher Filterwechsel, dass sie auch während des Betriebs über Jahrzehnte sauber bleiben.

Diese fünf Grundprinzipien gelten für EnerPHit-Sanierungen überall auf der Welt! Allerdings sehen die Gebäude in jeder Kultur und an jedem Ort sehr unterschiedlich aus. Sie verwenden vorzugsweise lokal beschaffte Materialien und sind an die jeweilige Klimazone angepasst. **Erfahren Sie mehr im folgenden Kapitel!**



Das Verschließen der Rohr-Enden z.B. mit Kunststoffolie während der Bauarbeiten führt zu sauberen Kanälen für den Transport von Frischluft. Die Hersteller bieten oft Abdeckungen an, um die Qualitätsarbeit schnell und einfach zu machen.

Foto © Passivhaus Institut

| 3 |

ENERPHIT: SANIERUNG MIT PASSIVHAUS-PRINZIPIEN

Wie wir gelernt haben, stehen die Passivhaus- und EnerPHit-Standards für Komfort, einfache Bedienung, niedrige Energiekosten, langlebige Gebäude, Klimaschutz und sind somit zukunftsfähig.

EnerPHit: Sanierung mit Passivhaus-Prinzipien

Die Planung mit Blick auf die Energieeffizienz von Anfang an ist eine Säule dieser Standards. Es sind klar definierte Standards, die in Europa und darüber hinaus seit Jahrzehnten zu unglaublich komfortablen, kostengünstigen und hoch-energieeffizienten Gebäuden führen.

Bei der Sanierung ist es umso wichtiger, die richtigen Komponenten für die jeweilige Situation auszuwählen, da jedes Gebäude einzigartig ist. Glücklicherweise basieren Passivhaus und EnerPHit auf den Gesetzen der Bauphysik, die universell gültig sind.

Es gibt zwei Möglichkeiten, den EnerPHit-Standard zu erfüllen. Sie können das Bauteilverfahren oder das Energiebedarfsverfahren wählen: Das **Bauteilverfahren** definiert energierelevante Kriterien für einzelne Komponenten (Fenster, Dach, Lüftungsanlage, etc.). Die Kriterien wurden so gewählt, dass sie im Bereich der (lebenszyklus-) kostenoptimalen Lösungen liegen und entsprechen den

Die zwei Methoden des EnerPHit-Standards: Bauteilverfahren und Energiebedarfsverfahren

Abbildung unten:
Die U-Wert-Anforderungen des EnerPHit-Bauteilverfahrens nach Klimazonen

Klimazone gemäß PHPP	Opake Gebäudehülle zu...				Fenster (inkl. Haustüren)			Lüftung			
	...Erdreich	...Außenluft			gesamt	Verglasung	Solarlast	Mind.-Wärmebereitstellungsgrad	Mind. Rückfeuchtzahl		
	Wärmedämmung	Außen-dämmung	Innen-dämmung	Außenfarbe	Max. Wärmedurchgangskoeffizient ($U_{D/W, eingebaut}$)	Energiedurchlassgrad (g-Wert)	Max. spez. Solarlast während der Kühlperiode				
	Max. Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)			Cool colours							
		[W/(m ² K)]			-	[W/(m ² K)]	-	[kWh/m ² a]	%		
Arktisch	Ermittlung im PHPP anhand projektspezifischer Heiz- und Kühlgradtage gegen Erdreich	0,09	0,25	-	0,45	0,50	0,60	100	80%	-	
Kalt		0,12	0,30	-	0,65	0,70	0,80		80%	-	
Kühl-gemäßigt		0,15	0,35	-	0,85	1,00	1,10		Ug - g*1,6 ≤ 0	75%	-
Warm-gemäßigt		0,30	0,50	-	1,05	1,10	1,20		Ug - g*3,2 ≤ -0,6	75%	-
Warm		0,50	0,75	-	1,25	1,30	1,40		-	-	-
Heiß		0,50	0,75	ja	1,25	1,30	1,40		-	-	60 % (feuchtes Klima)
Sehr heiß	0,25	0,45	ja	1,05	1,10	1,20	-	-	60 % (feuchtes Klima)		

Klimazone gemäß PHPP	Heizen	Kühlen
	Max. Heiz- wärmebedarf	Max. Kühl- + Entfeuchtungsbedarf
	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]
Arktisch	35	Entspricht der Passivhaus- Anforderung gemäß PHPP
Kalt	30	
Kühl- gemäßigt	25	
Warm- gemäßigt	20	
Warm	15	
Heiß	15	
Sehr heiß	15	

Anforderungen für Passivhaus-geeignete Komponenten. In diesem Fall gibt es keine Anforderungen an den Heiz- oder Kühlbedarf.

Das **Energiebedarfsverfahren** ist für Gebäude mit günstigen Voraussetzungen, d.h. mit wenig Hindernissen für eine energetische Modernisierung (aufgrund des Altbaus). Der EnerPHit-Standard kann dann alternativ durch die Einhaltung von Grenzwerten für den Heizwärmebedarf oder den Kühl- und Entfeuchtungsbedarf erreicht werden. Die Anforderungen an einzelne Bauteile entfallen in diesem Fall, und für die Dimensionierung der einzelnen Wärmeschutzmaßnahmen gelten die gleichen Freiheitsgrade wie bei (neuen) Passivhaus-Bauten. Hier können Sie direkt sehen, ob Sie bei Ihrer Sanierung sogar 15 kWh/(m²a) und damit nicht nur den EnerPHit, sondern den Passivhaus-Standard erreichen.

Der EnerPHit-Standard für Sanierungen erlaubt zwei Verfahren für ein Ziel! Dies ist eine Erleichterung für die Planungsteams, da sie die passenste Methode für ihre individuellen Projekte anwenden können.

Abbildung links:
Nach dieser Energiebedarfsverfahren-Tabelle darf eine EnerPHit-Sanierung im kühl-gemäßigten Klima Mitteleuropas einen Heizwärmebedarf von maximal 25 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr aufweisen.

Abbildung © Passivhaus Institut

Wenn nur ein Teil des alten Hauses saniert werden muss, kann das EnerPHit-Verfahren schrittweise, Teil für Teil, angewandt werden, und das Passivhaus Institut bietet auch dafür ein Zertifizierungssystem an.

Darüber hinaus kann der EnerPHit-Standard auf herkömmliche Weise oder durch Vorfertigung umgesetzt werden, manchmal sogar ohne dass ein Gerüst aufgestellt werden muss.

Wenn es um EnerPHit-Qualitätssanierungen geht, können Sie sich weltweit auf die Expertise von zertifizierten Passivhaus-Planern und -Beratern verlassen. Nach ersten überschlägigen Berechnungen mit dem PHPP und bei fortgeschrittenem Planungsstand wählen Planer produktspezifische Werte direkt im Tool aus. Im PHPP können die Nutzer aus einer Vielzahl von passivhaustauglichen Bauteilen, die im Tool aufgelistet und in der Datenbank der zertifizierten Bauteile veröffentlicht sind, leistungsstarke Produkte auswählen.

Foto: NACH der Sanierung,
Kohlweg, Innsbruck, Österreich

© Rainer Pfluger, Universität
Innsbruck



Die Passivhaus-Komponenten-Datenbank

Diese Ressource basiert auf anspruchsvollen Kriterien, die eine optimale Energieeffizienz bis ins Detail garantieren. Dort sind auch alle **Komponenten-Kriterien-Dokumente** in verschiedenen Sprachversionen veröffentlicht. Weitere Bausteine während der Bauphase sichern den Erfolg der EnerPHit-Sanierung: die frühzeitige Abstimmung auf Basis der Planung mit dem PHPP mit allen am Bau Beteiligten, die Nachverfolgung der Berechnungsergebnisse und regelmäßige Baustellenkontrollen, wie der Luftdichtheits-Test während der Bauphase.

Das EnerPHit-Zertifikat für das sanierte Gebäude belegt, dass die berechneten Einsparungen in der Praxis auch tatsächlich erreicht werden und eine Hausplakette macht diese erreichte Qualität für jeden sichtbar.



Komponenten-Datenbank

Geprüft und zertifiziert vom Passivhaus Institut. Das Passivhaus Institut ermöglicht einen einfachen Vergleich durch umfassende Transparenz in den Prüfverfahren. Die vom Institut zertifizierten Bauteile sind regelmäßig um ein Vielfaches energieeffizienter als die derzeit marktüblichen Komponenten.



Bausysteme



Lüftungsgeräte



Fassade



Fenster



Türen



Duschwasserwärmerückgewinnung



Wärmepumpen und Kombigeräte



Luftdichtheitsysteme



Sonnenschutzsysteme



EnerPHit-Hausplakette
Grafik © Passivhaus Institut

Abbildung links: Passivhaus-Komponenten-Datenbank des Passivhaus Instituts mit über 30 Kategorien, aus denen zertifizierte Komponenten ausgewählt werden können.

Grafik © Passivhaus Institut

| 4 |

**WARUM ENERPHIT:
WENN SCHON – DENN SCHON!**

Warum ist es so wichtig, bei der Sanierung eines Gebäudes auf Energieeffizienz und eine hohe Qualität zu achten?

Ist EnerPHit wirklich bei allen Sanierungen notwendig?



Foto:
Besichtigung der EnerPHit-
Sanierung eines Einfamilienhauses
in Darmstadt, Arheilgen an den
Tagen der offenen Tür im
Passivhaus, Juni 2024

Foto © Passivhaus Institut

Warum ist es so wichtig, bei der Sanierung eines Gebäudes auf eine hohe Qualität zu achten? Ist EnerPHit wirklich bei allen Sanierungen notwendig?

Sicherlich bringen die ersten Zentimeter der Dämmung den größten Nutzen und man sollte es nicht übertreiben? Die Energie der Sonne ist doch unbegrenzt, oder? Wir könnten auch warten, bis neue Technologien einen Ausweg aus den aktuellen Problemen bieten?

In der Zwischenzeit sollten wir uns auf Überbrückungstechnologien verlassen, die auf fossilen Brennstoffen basieren. Warum können wir nicht einfach die Sanierungsrate erhöhen und schon sind wir fertig mit Klimaschutz und verbesserten Lebensbedingungen? Es gibt viele niedrigere Energiestandards und die werden auch gefördert. Heißt das nicht, dass sie auch Klimaschutz leisten und weniger aufwendig/kostenintensiv/schneller umzusetzen sind? Und was ist mit den anderen, sollten die nicht zuerst anfangen, bevor ich selbst aktiv werde?

Sicherlich kennen Sie diese oder ähnliche Fragen rund um die Umsetzung von hohen Gebäudeenergiestandards wie EnerPHit. Und wir geben Ihnen gerne die Antworten. Werfen Sie auch einen Blick in unsere Wissensdatenbank Passipedia, wo Sie viele weitere Fragen und Antworten sowie Erläuterungen anhand von realisierten EnerPHit-Sanierungen finden.

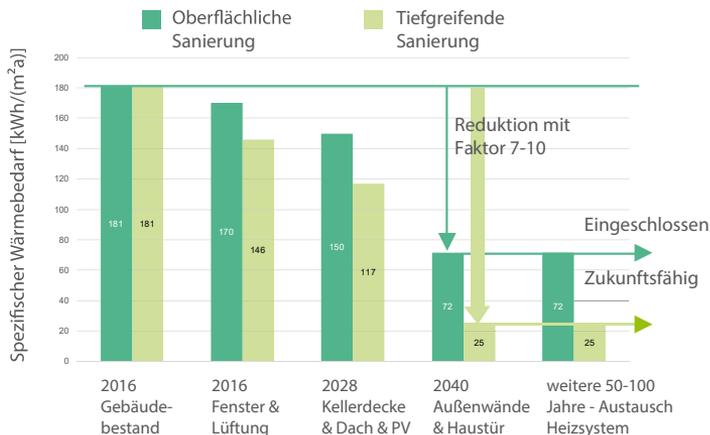
Nach EnerPHit-Standard modernisierte Gebäude bieten optimalen thermischen Komfort, jederzeit frische Luft und Schutz vor Feuchtigkeits- und Schimmelschäden durch Tauwasser. Darüber hinaus ist auch ein finanzieller Gewinn zu erwarten, da die Maßnahmen insgesamt über die Nutzungsdauer deutlich mehr Energiekosten einsparen, als für die Umsetzung investiert wurde.

Einige Fakten zur Beantwortung der obigen Fragen: Eine nachhaltige Energieversorgung ist nur mit hoher Energieeffizienz und einem

Ausbau der erneuerbaren Energien möglich. Das Potenzial für eine akzeptable und wirtschaftliche Nutzung der erneuerbaren Energien ist begrenzt. Die Nutzung von Biomasse konkurriert mit der Nahrungsmittelproduktion für eine wachsende Bevölkerung, die Nutzung von Wasserkraft hat häufig große Auswirkungen auf Landschaft und Ökosysteme. Und auch Windkraft- und Photovoltaikanlagen konkurrieren aufgrund des großen Flächenbedarfs mit anderen Nutzungen und beeinträchtigen das Landschafts- und Ortsbild.

In kühlen und kalten Klimazonen ist der Energiebedarf im Winter aufgrund der Notwendigkeit zu heizen deutlich erhöht. Gleichzeitig ist die Sonneneinstrahlung 7-mal geringer als im Hochsommer, so dass durch Photovoltaik- und Solaranlagen nur ein geringer Teil der Energie gewonnen werden kann. Das Ergebnis ist die so genannte „Winterlücke“, bei der ein überdurchschnittlich hoher Energiebedarf einer unterdurchschnittlichen Energieproduktion gegenübersteht.

Um genügend erneuerbare Energie zur Verfügung stellen zu können, muss die im Sommer gewonnene überschüssige Energie für den Winter gespeichert werden.



Grafik: Nicht mittelmäßig, sondern tiefgreifend Sanieren ist zukunftssicher.

Das ist wichtig, damit kein mittelmäßiger oder sogar schlechter Zustand über Jahrzehnte festgeschrieben wird (sog. Lock-In-Effekt).

Grafik © Passivhaus Institut

Dies ist z.B. durch die Umwandlung der Sonnenenergie in chemische Energie möglich, die in Form von Gas gespeichert wird. Die Umwandlung von Strom in speicherbares Gas und die spätere Rückwandlung in Strom ist jedoch mit Verlusten verbunden, so dass bei saisonaler Speicherung für 1 kWh nutzbaren Strom im Winter ca. 3 kWh des ursprünglichen Stroms benötigt werden.

Deshalb sind so genannte Null-Energie-Gebäude, die nur so viel Energie erzeugen, wie insgesamt jährlich verbraucht wird, für eine nachhaltige Energieversorgung in der Zukunft ungeeignet, weil dieses Konzept die Ungleichzeitigkeit von Angebot und Nachfrage, insbesondere die „Winterlücke“ nicht berücksichtigt. Sinnvoller ist es, den Energiebedarf vor allem im Winter so weit wie möglich zu reduzieren, so dass idealerweise nur wenig des wertvollen gespeicherten Stroms und der nur begrenzt verfügbaren Biomasse eingesetzt werden muss. Dies wird durch eine Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten erreicht, die den Heizwärmebedarf um bis zu 90 % gegenüber dem Altbau reduziert.

Um auch im Gebäudebestand einen nachhaltigen Energiestandard zu erreichen, ist es daher sinnvoll, hocheffiziente Sanierungen mit Passivhaus-Komponenten mit der Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien zu kombinieren.

Die öffentliche Finanzierung von Maßnahmen muss auf die Überwindung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern ausgerichtet sein: CO₂-Einsparung sowie die konsequente Erreichung der Klimaneutralität mit diesen Förderformen. Deshalb dürfen Systeme, die weiterhin auf fossile Energieträger als „Brückentechnologie“ setzen, nicht gefördert werden, ebenso wenig wie Anreize für minderwertige Sanierungen wie solche ohne verbesserte Lüftung oder solche, bei denen wieder Doppelverglasung oder ungedämmte Fensterrahmen eingesetzt werden, etc..

Stattdessen sollten besondere Anreize für hoch energieeffiziente, tiefgreifende Sanierungen gesetzt werden. Ein gutes Beispiel ist die Förderung „Passivhaus im Bestand“ in Hessen, die Sanierungen mit einem Heizwärmebedarf unter 25 kWh/(m²a) fördert.

Ein nachhaltiger Gebäudebestand ergibt sich fast automatisch aus einem solchen Förderprogramm, welches kompetente Planung und fachgerechte Umsetzung sowie die Verwendung hocheffizienter Komponenten fördert.

Eine Erhöhung der Sanierungsrate kann bis zu einem gewissen Grad helfen und sollte von derzeit 1,2 % auf ein nachhaltiges Niveau von ca. 2 % angehoben werden. Eine höhere Quote wäre wirtschaftlich kostspieliger als die Bemühungen um hocheffiziente Standards. Helfen wir also der Industrie, ihre Produktion von Bauelementen schnell auf energieeffiziente Komponenten umzustellen. Gute Beispiele gibt es mit den zertifizierten Passivhaus-Komponenten – kleine und große Unternehmen haben diese Umstellung bereits erfolgreich gemeistert; es ist nicht so schwer, wie manche denken. Das Passivhaus Institut berät Unternehmen in dieser Frage.

Passivhaustaugliche Bauteile sind in der Komponentendatenbank dokumentiert: www.database.passivehouse.com/de/components

Die folgenden Punkte werden in Zukunft wichtig sein:

- Konsequente Anwendung des Kopplungsprinzips. Wird eine Komponente erneuert, muss die Chance, auch die Effizienz auf ein zukunftsfähiges Niveau zu verbessern, stets genutzt werden. Ausnahmetatbestände für bedingte Maßnahmen sollten reduziert werden.
- Weiterhin sind Anforderungen an die Qualität der Gebäudehülle zu stellen, bei Sanierungen z.B. über U-Wert-Vorgaben oder Maximalwerte von H'_{T} . Im Neubau erfolgt dies besser über einen

wohn-/nutzflächenbezogenen Heizwärmebedarf. Damit wird eine zuverlässige Grundlage für einen niedrigen Energiebedarf überhaupt erst geschaffen. Eine reine Primärenergie- oder CO₂-Anforderung ist keinesfalls ausreichend.

- Es muss eine höhere Qualität umgesetzt werden – bei jeder Sanierung, egal aus welchem Anlass. Eine Qualitätssicherung im Stil der Passivhaus-Zertifizierung, ergänzt durch einzelne Vor-Ort-Termine, wäre hier hilfreich.
Angemessene CO₂-Preise, an denen auch die Eigentümer beteiligt werden, können eine unterstützende Wirkung haben.
- Der Ausbau der erneuerbaren Energien muss weiter vorangetrieben und umgesetzt werden. Die hohe Effizienz ist Voraussetzung dafür, dass der Ausbau der Erneuerbaren dann auch ausreicht. Unabhängig davon, wie die künftige Entwicklung genau verläuft, lassen sich mit hocheffizienten Gebäuden Sackgassen zuverlässig vermeiden; sie sind eine „No-Regret“-Maßnahme. Vor allem aber erleichtern sie die Situation auch dann, wenn es im Zuge der Umstrukturierung z.B. aus politischen Gründen zu Engpässen bei der fossilen Energieversorgung kommt!
- Neben Dämmung werden Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und verbesserte Luftdichtheit zur Reduzierung der Lasten, insbesondere im Winter, empfohlen. Eine möglichst geringe Last ist wichtig, weil dadurch vor allem bei Wärmepumpen die Investitionskosten sinken und/oder weniger teurer Spitzenstrom benötigt wird. So können in besonders kritischen Perioden, in denen viel geheizt werden muss, gleichzeitig die Sonne nicht scheint und der Wind kaum weht, erhebliche Kosten eingespart werden. Auch Investitionen in den Netzausbau können so leichter geschultert werden. Wärmepumpen sind stets so auszulegen, dass sie auch im Heizlastfall noch effizient arbeiten.
- Es werden geeignete Maßstäbe für die Effizienz der Gebäude benötigt. Ungeeignet ist eine reine CO₂-Bewertung, denn CO₂ ist

ein, wie auch die nicht erneuerbare Primärenergie, bewegliches Ziel und würde als Maßstab jede Relevanz verlieren, wenn die Energieversorgung vollständig erneuerbar erfolgt. Das ist nicht sachgerecht, da jede Form der Energiebereitstellung einen ökologischen Aufwand bedeutet (im günstigsten Fall ist es die zusätzliche Flächennutzung). Die Effizienz der Gebäudehülle als langlebigste Komponente ist separat zu bewerten, besonders geeignet ist dazu der spezifische Heizwärmebedarf. Die Belastung des künftigen erneuerbaren Energiesystems durch das Gesamtgebäude einschließlich Wärmeversorgung kann gut anhand des PER-Systems beurteilt werden.

In einem konsequenten EnerPHit/Passivhaus-Szenario kann es gelingen, den Heizenergiebedarf des Gebäudebestands innerhalb von 20 bis 30 Jahren zu halbieren. Dies ist aufgrund des Kopplungsprinzips außerordentlich wirtschaftlich – für die wichtigsten Maßnahmen sogar günstiger als die heutige Heizenergie aus fossilen Energieträgern. Durch die Umsetzung dieser Maßnahmen können nicht nur Energiekosten eingespart und CO₂-Emissionen auf nahezu Null gesenkt werden, sondern auch die Haushalte finanziell entlastet werden. Zudem können anstelle von fossiler Energie aus dem Ausland regionale Arbeitskräfte für die Durchführung der Baumaßnahmen eingesetzt werden. Das schafft Arbeitsplätze und erhöht die inländische Wertschöpfung. Ferner erhöht ein solches, am EnerPHit-Prinzip orientiertes Vorgehen die Einnahmen der öffentlichen Hand. Klimaschutz ist eine globale und zugleich persönliche Aufgabe. All unser Handeln hat Auswirkungen. Auch das Nichtstun hat Auswirkungen. Wir haben gute Nachrichten: **Jeder kann selbst aktiv werden!** Sagen Sie es weiter, informieren Sie sich über Vorzeigebispiele, holen Sie sich faktenbasierte Antworten auf Ihre Fragen und nutzen Sie jede Gelegenheit, um nach dem EnerPHit-Standard zu sanieren.



Foto:
EnerPHit Sanierung in Laudendach, Deutschland (ID 4664)

Foto © Cornelia Baumgärtner

| 5 |

DIE KLASSEN CLASSIC, PLUS UND PREMIUM

Die EnerPHit- und Passivhaus-Klassen plus und premium haben nicht nur einen geringen Energiebedarf, sondern erzeugen auch erneuerbare Energie.

Fit für die Zukunft: Energieeffizienz und Erneuerbare

Energieeffizienz ist die unverzichtbare Voraussetzung dafür, dass für den verbleibenden Bedarf genügend erneuerbare Energie bereitgestellt werden kann, kurz, dass die Energiewende gelingen kann. Ebenso wichtig ist dann auch der zügige Ausbau der Erneuerbaren. Dazu können die Gebäude einen erheblichen Teil selbst beitragen, indem sie von ihnen belegte Flächen für die erneuerbare Erzeugung bereitstellen. Das kann – im Gegensatz zu den baulichen Effizienzmaßnahmen – auch jederzeit nachgerüstet werden.

Die Standards EnerPHit plus und premium integrieren neben Passivhaus-Komponenten auch erneuerbare Energien.

Grafik/Siegel © Passivhaus Institut



Die Klassen EnerPHit plus und premium bezeichnen – analog zu den Passivhaus-Klassen – solche EnerPHit sanierten Gebäude, die auch erneuerbare Energie produzieren. Ein Passivhaus/EnerPHit plus Gebäude erzeugt so viel erneuerbare Energie, wie es im Verhältnis zu seiner Inanspruchnahme an Flächen- und Energie-Ressourcen zu einer erneuerbaren Zukunft passt. Passivhaus/EnerPHit premium geht darüber hinaus und trägt so noch überproportional zur Energiewende bei. Der Maßstab für die Bewertung ist die erneuerbare Primärenergie, kurz PER.

Was ist das, PER? Und was ist der Unterschied zur (nicht erneuerbaren) Primärenergie PE, die heute üblicherweise noch zur Bewertung

des Energiebedarfs von Gebäuden herangezogen wird?

PE ist ein Auslaufmodell. Wenn wir es ernst meinen mit der Energiewende, dann wird der Anteil der Nicht-erneuerbaren an der Energieversorgung immer geringer – und die Gebäude schneiden bei der Bewertung immer besser ab, weil weniger solche PE gebraucht wird.



„Netto-Null-Energie“ allein bildet den Aufwand für die Energiebereitstellung nicht ab und würde zu Fehl-Optimierung führen.

Quelle: Bericht
„AdequateNetZeroRatingApproach“,
PHI, 2022

Foto: Photovoltaik-Paneele auf gedämmten Dach einer zertifizierten EnerPHit plus Sanierung, Griechenland (ID 5643)

Foto © Hellenic Passive House Institute HPHI

Mehr über dieses Bewertungsverfahren ist in der Passivhaus Wissensdatenbank nachzulesen:
www.passivpedia.de/grundlagen/energiewirtschaft_und_oekologie/erneuerbare_primaerenergie_PER

Aber die (unveränderten) Gebäude werden nur scheinbar besser, denn der Energiebedarf muss weiter gedeckt werden, nun erneuerbar. Nicht berücksichtigt wird, dass dies in jeder Hinsicht viel aufwändiger ist, wenn der Energiebedarf hoch bleibt, insbesondere teuer und mit großem Flächenbedarf verbunden, so dass sich die Frage stellt, ob die Ziele überhaupt erreicht werden können. Deshalb brauchen wir einen konsistenten Maßstab für die erneuerbare, nachhaltige Zukunft.

Genau dies leistet die **PER-Bewertung**. Immer noch verbreitete Ansätze wie „Netto-Null“ oder „Plusenergie“ leisten es nicht: **Bedarf und Erzeugung können nicht einfach miteinander verrechnet werden.**

Bedarf und erneuerbare Erzeugung fallen oft nicht zusammen an, dann muss die erzeugte Energie zwischenzeitlich gespeichert werden (das eben ändert sich; fossile Energie ist dagegen bereits gespeicherte Energie und damit besonders bequem einzusetzen).

Dies leistet das Netz über Kurzzeitspeicher, wenn es dabei um Stunden oder auch mal Tage geht. Für die Speichervorgänge wird aber zusätzlich Energie gebraucht, die ja ebenfalls zu erzeugen ist, also bei der Bewertung berücksichtigt werden muss. Problematisch wird es dann, wenn Energie saisonal, also langfristig gespeichert werden muss. Vor allem ist das sehr aufwändig und teuer, aber, und das ist relevant für die Bewertung, auch mit weiteren hohen Energieverlusten verbunden.

Es ist also überhaupt nicht egal, wann bzw. wofür die Energie verbraucht wird. In unseren Klimaten wird mehr Energie im Winter gebraucht, wenn die mögliche Erzeugung aus Erneuerbaren (überwiegend PV-erzeugte Solarenergie und Wind) vergleichsweise

gering ist. Verantwortlich für dieses „Winterloch“ ist der Bedarf an Heizenergie. Es spricht also alles dafür, diese zu reduzieren, d.h. vorrangig die Gebäude wesentlich zu verbessern. Auf der Seite des Bedarfs bedeutet dies: Passivhaus und EnerPHit.

PER ist eine ehrliche Bewertung dessen, was tatsächlich erneuerbar erzeugt werden muss, um auch die Ungleichzeitigkeit von Bedarf und Angebot abzudecken. Die PER Faktoren sind also nicht nur vom Energieträger abhängig, sondern auch davon, wofür die Energie eingesetzt wird. Sie sind ja nach Klima (das bestimmend ist für die Struktur von Energieangebot und –nachfrage) unterschiedlich, hängen aber nur von den geophysikalischen Randbedingungen ab.

Die Faktoren und das gesamte PER Bewertungsverfahren sind **in das PHPP integriert**, die PER-Energiebilanzierung damit für den Nutzer leicht durchzuführen. Auch die Anforderungen an die Passivhaus und EnerPHit Klassen plus und premium lassen sich so leicht prüfen.

Wieviel erneuerbare Energie für das Erreichen der Klassen dann jeweils erzeugt werden muss, hängt auch vom Gebäudetyp ab, genauer gesagt: von der Inanspruchnahme der jeweiligen Grundfläche. Denn die Fläche ist eine knappen Ressource, die sowohl für das Gebäude als auch zur Gewinnung von erneuerbaren Energien benötigt wird.

| 6 |

SCHRITT FÜR SCHRITT HIN ZU ENERPHIT

Nicht immer wird gleich das ganze Gebäude saniert. Dafür gibt es den EnerPHit-Sanierungsplan und die Zertifizierung des ersten umgesetzten Schritts.

Es ist gut, einen Plan zu haben, der funktioniert und auf den man sich verlassen kann!

Vorteile einer schrittweise durchgeführten Sanierung:

- Die einzelnen Bauteile haben eine unterschiedliche Nutzungsdauer. Im Allgemeinen müssen nicht alle Teile repariert oder erneuert werden, wenn die Sanierung des Gebäudes geplant ist. Durch ein schrittweises Vorgehen können Eigentümer normalerweise unnötige Arbeiten an Bauteilen vermeiden, die in Bezug auf Aussehen und Funktion noch gut sind.
- Bei begrenzten finanziellen Ressourcen kann es notwendig sein, die Investitionskosten für Modernisierungsmaßnahmen über einen längeren Zeitraum zu verteilen.
- Die Mehrkosten für die Verbesserung des Wärmeschutzes werden oft moderat ausfallen, wenn Energiesparmaßnahmen gleichzeitig mit ohnehin notwendigen Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden. Wärmeschutzmaßnahmen sind daher immer dann besonders wirtschaftlich, wenn das betroffene Bauteil gerade instandsetzungs- oder erneuerungsbedürftig ist. Diesem Umstand wird mit einer stufenweisen Sanierung optimal Rechnung getragen.

Werden ausschließlich Passivhaus-Bauteile für die Modernisierung eines Gebäudes eingesetzt, können aufgrund des sehr guten Wärmeschutzes Beeinträchtigungen der Behaglichkeit oder Schimmelbildung mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden. Dennoch gibt es oft Gründe, warum Bauteile nicht auf ein optimales Wärmeschutzniveau nachgerüstet werden können, z.B. aus denkmalpflegerischen Gründen oder weil einfach nicht genügend Platz für die Wärmedämmung vorhanden ist. Außerdem ist es bei einer schrittweisen Sanierung nicht immer möglich, alle Bauteile gleich zu Beginn auf einen optimalen Standard zu bringen.

Um auch in diesen Fällen Schimmelbildung und Behaglichkeitsprobleme zu vermeiden, enthalten die Kriterien für Passivhäuser und

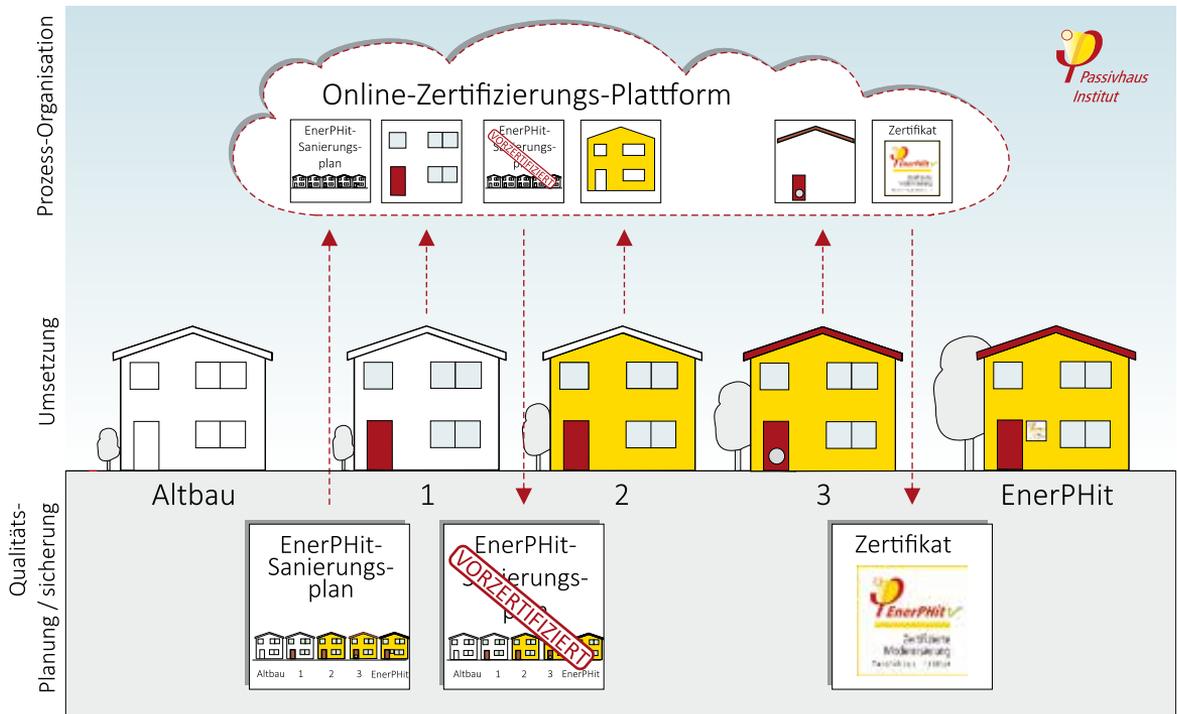
EnerPHit-Sanierungen vereinfachte Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, die deutlich weniger streng sind als die Anforderungen an Passivhaus-Komponenten. Eine Vorzertifizierung auf Basis eines EnerPHit-Sanierungsplans bietet dem Bauherrn die Bestätigung, dass ein unabhängiger Fachmann den ersten Schritt der Sanierung abgenommen hat und in diesem Schritt mindestens 20 % Energieeinsparung erreicht wurden.

Abbildung: Schema des EnerPHit-Zertifizierungsablaufs bei schrittweise durchgeführten Sanierungen

Abbildung © Passivhaus Institut

ESP – Der EnerPHit-Sanierungsplan: Eine schrittweise Sanierung macht man am besten mit Plan!

Als Teil des PHPP-Energiebilanzierungs-Tools erhalten die Nutzer die ESP-Vorlage und Beispieldateien mit einem einseitigen Deckblatt, auf dem jeder Sanierungsschritt zusammen mit dem jeweiligen Energiebedarf und der Erzeugung erneuerbarer Energien dargestellt ist, einem Schreiben an den Gebäudeeigentümer, einem Zeitplan, einer Zusammenfassung der Maßnahmen, Diagrammen zu den zu erwartenden Energiekosten und CO₂-Emissionen sowie einer Übersicht über die Investitions- u. Wartungskosten. Der Zeitplan hilft, Handlungspunkte und den richtigen Zeitpunkt für Qualitätskontrollen wie die Durchführung einer Luftdichtheitsprüfung aufzuzeigen.



Auch einzelne Wohnungen, die nach dem EnerPHit-Standard saniert wurden, können zertifiziert werden.



Zertifizierte
Modernisierung
Passivhaus Institut

Nutzungseinheit

EnerPHit Nutzungseinheit:

EnerPHit Nutzungseinheit ist eine spezielle Anwendung der EnerPHit-Bauteilmethode. Mit dieser Option können einzelne nachgerüstete Wohn- und Gewerbeeinheiten in Gebäuden mit mehreren Einheiten zertifiziert werden.

Dazu muss die betrachtete Einheit komplett mit Passivhaus-Komponenten saniert werden. Der Rest des Gebäudes bleibt bei dieser Zertifizierung unberücksichtigt.

Sowohl die **hocheffizienten Komponenten** als auch die **Planungsmethode** mit dem PHPP sind hier sinnvoll. Welche Komponenten gewählt werden müssen, hängt von den örtlichen Klimabedingungen ab. Für ein mitteleuropäisches Klima sind eine hoch wärmedämmte Gebäudehülle, Dreifachverglasung sowie Lüftung mit Wärmerückgewinnung entscheidend.

Eines ist dabei besonders wichtig: das Prinzip „Wenn schon – Denn schon!“. Wenn ein Bauteil eines Altbaus sowieso „angefasst“ wird,

Unten sehen Sie ein Muster eines Vorzertifikats für die schrittweise durchgeführte Modernisierung eines Gebäudes nach dem EnerPHit-Standard.

Vorzertifikat

Für eine schrittweise durchgeführte energetische Modernisierung mit EnerPHit-Sanierungsplänen



Passivhaus
Institut
64285 Darmstadt
Deutschland



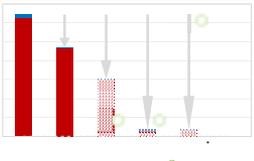
Vorzertifikat
Passivhaus Institut

Passivhaus-Reihenendhaus
Beispiel: 55, 60/60 Beispielort, Deutschland

Bauherrschaft
Bauherrngemeinschaft Passivhaus
Beispielort, DE
10000 Beispielort, Deutschland

Energiekategorie
Energiekategorie Beispiel
Beispielort, DE
10000 Beispielort, Deutschland

Energiebedarf und -erzeugung über die Modernisierungsschritte:



Vorzertifikat ausgestellt auf Basis eines EnerPHit-Sanierungsplans

Das EnerPHit-Sanierungsplan beinhaltet ein detailliertes Sanierungsplan für die schrittweise durchgeführte Modernisierung. Es berücksichtigt wichtige Zusammenhänge zwischen den einzelnen Energiebaumaßnahmen. So sind sicherheit und überwachbarer Zustand über die Modernisierungsdauer hinweg ein zentrales Element. Die erforderlichen Modernisierungsmaßnahmen zum Erreichen des zukünftigen Energiestandards sind im EnerPHit-Sanierungsplan für dieses Gebäude beschrieben.

Beitrag des gesetzlich vorgeschriebenen: **2-Fenster + Lüftung**

Wir bestätigen, dass, die u.g. Maßnahmen erfüllt gemäß dem EnerPHit-Sanierungsplan umgesetzt wurde.

Erreichbarer Energiestandard: **EnerPHit (Bauteilverfahren) Premium**

Das Gesamtergebnis der schrittweisen Modernisierung des EnerPHit-Sanierungsplans wird u.g. Standard erreichen. So modernisierte Gebäude bieten genügend eine ausgezeichnete Behaglichkeit und sehr gute Luftqualität. Die hohe Energieeffizienz trägt zu äußerst niedrigen Energiekosten und leistet zusammen mit der Erzeugung erneuerbarer Energie einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Darmstadt
00.01.1990

www.passiv.de

Zeichner: Max Müller, Passivhaus Institut

0

z.B. ein Gerüst aufgestellt, ein Dach repariert oder ein Fenster ausgetauscht wird, dann ist es sehr wichtig, dass dies immer wirklich energieeffizient geschieht. Es dauert meist sehr lange, bis ein solches Bauteil wieder „an der Reihe“ ist. Die Kostendifferenz zwischen einer „Sowieso-Sanierung“ und einer Maßnahme, die Nachhaltigkeit gewährleistet, ist regelmäßig weitaus geringer als die ohnehin anfallenden Kosten.

Planer finden ausführliche Informationen im 39. Protokollband des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser sowie im gedruckten EnerPHit-Planerhandbuch, welches beim Passivhaus Institut bestellt werden kann.

Beispiel: Die Gebäudehülle

Die Form oder Kubatur eines bestehenden Gebäudes ist in der Regel vorgegeben und kann bei einer Sanierung nicht ohne weiteres verändert werden. Manchmal ist es jedoch möglich, die Effizienz zu verbessern, indem man die Oberfläche verkleinert und die Gebäudehülle insgesamt kompakter gestaltet – zum Beispiel durch die Integration von Balkonen oder Treppenhäusern in die thermische Hülle. Die Dämmung um eine Außentreppe herum ist die zweitbeste Option, aber ein pragmatischer und sinnvoller Ansatz. Während dies bei Neubauten nicht zu empfehlen ist, da das Verhältnis von Fläche zu Volumen vergrößert wird, ist dies bei Sanierungen oft die einfachste Lösung.

Selbst wenn die Gebäudeform bei der Sanierung nicht verbessert werden kann, kann die Anwendung der für Passivhäuser typischen Dämmstärken nicht nur den Heiz- und Kühlbedarf senken, sondern auch den Komfort erheblich steigern.

Die Gebäude-Kriterien beschreiben die jeweiligen Anforderungen, damit der entsprechende Standard erreicht wird. Sie können auf der Webseite des Passivhaus Instituts herunter geladen werden:



Das EnerPHit-Planerhandbuch –
Altbauten mit Passivhaus-
Komponenten fit für die Zukunft machen

| 7 |

HERANGEHENSWEISEN

Zuverlässig hohe Qualität zu erreichen ist oft noch eine Herausforderung, muss es aber nicht sein.

Von konventionell bis seriell: Immer mit EnerPHit-Qualität!



Alle Fotos: Bei der seriellen Sanierung werden Vorfertigung und Automatisierung eingesetzt.

Fotos © ecoworks

Es gibt viele Wege zur EnerPHit-Sanierung!

Konventionell, vorgefertigt in Teilen oder seriell für eine ganze Reihe von Reihenhäusern, Schritt für Schritt, Komponente für Komponente, wohnungsweise oder für ein gesamtes Gebäude oder sogar Quartier, automatisiert oder traditionell: EnerPHit-Sanierungen können als Do-It-Yourself-Projekte oder von Fachleuten durchgeführt werden, als Team oder Alles-aus-einer-Hand. Die unterschiedlichen Vorgehensweisen haben alle ihre Berechtigung und zeigen die Vielseitigkeit der EnerPHit-Methode.

Die **Qualitätssicherung** wird durch die EnerPHit-Zertifizierung mitgeliefert. EnerPHit-sanierte Wände erreichen sehr niedrige U-Werte im Bereich von $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bis $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Sie bieten das richtige Maß an Dämmung, um die Oberflächen-Temperaturen im Innenraum auf ein bauphysikalisch einwandfreies und angenehmes Niveau zu bringen.

Die **serielle EnerPHit-Sanierung** bietet die Möglichkeit, die Fertigung auch komplexer Bauteile zu digitalisieren und qualitätsgesichert sowie vorgefertigt an die Baustelle zu liefern.

Sie erreicht mit den hochwertigen Passivhaus-Komponenten eine nachhaltige Lösung ohne den sog. „Lock-in“-Effekt (Das bedeutet, das Bauteil wird zwar erneuert aber energetisch nicht voll ertüchtigt. Es macht dann über Jahrzehnte keinen Sinn, das gleiche Bauteil nachzudämmen und das Energieeinspar-Potential bleibt ungenutzt.). So wird das volle Potenzial der Passivhaus-Komponenten ausgeschöpft.

Dank der seriellen Bauweise mit hohem Vorfertigungsgrad und anhand des EnerPHit Design Stage Approval Letters schon im Planungs-Stadium qualitätsgesichert, können EnerPHit-Sanierungen schnell und effektiv realisiert werden. Mit Passivhaus-Qualität richtig eingebaut liefern die Gebäude, was der EnerPHit-Standard verspricht.

Von anderen Sanierungskonzepten bekannte Performance gaps (die versprochene Einsparung wird in der Realität nicht erreicht) oder signifikante Rebound-Effekte (die versprochene Einsparung wird nicht erreicht, weil sie z.B. durch höhere Innentemperaturen wieder zunichte gemacht wird) treten bei zertifizierten EnerPHit-Sanierungen nicht auf.

Integrale Planung ist wichtig: Um einen schnellen Arbeitsablauf zu erreichen und die Qualität der Sanierung zu sichern, werden alle Experten an einen Tisch gebracht. Dies spart Bauzeit und -kosten und ist ein wichtiger Aspekt für Wohnungsbaugesellschaften, da viele Gebäude in bewohntem Zustand nachgerüstet werden können. Im Gegenzug können sich die Bewohner über niedrige Betriebskosten und einen deutlich verbesserten Komfort freuen. Durch die Installation von Sonnenkollektoren auf den Dächern erzeugen die Gebäude erneuerbare Energie. Und all dies kann innerhalb weniger Wochen geschafft werden.

Einer der großen Vorteile dabei: **Es stehen bereits vorgefertigte, Passivhaus-taugliche Komponenten zur Verfügung!**

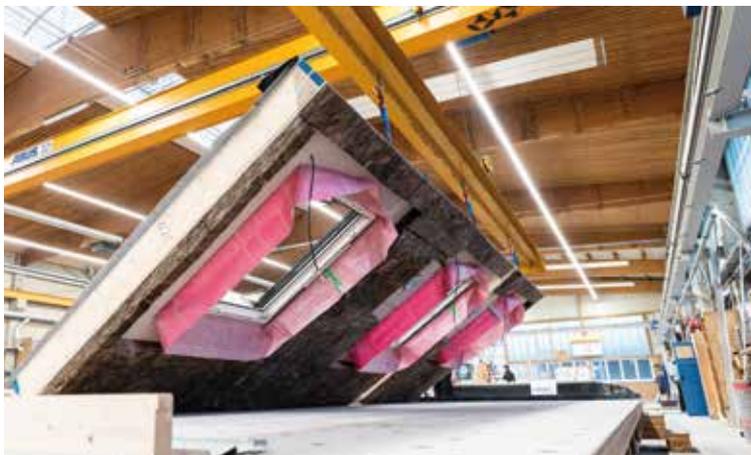




Foto oben:
Balkone werden mit Hilfe eines
Krans montiert

www.passivehouse-database.org
ID 7540

Foto ©
Zeller Kölmel Architekten

Eine gute Detailplanung im Vorfeld ist enorm wichtig, um die Anschlüsse sowie die Verbindungen der vorgefertigten Teile untereinander vor Ort reibungslos zu lösen. Und alle Beteiligten müssen Bescheid wissen. Es muss klar sein, wer für den nahtlosen Anschluss der luftdichten Ebene und der Dämmebene verantwortlich ist. Für die EnerPHit-Zertifizierung muss dies dokumentiert werden.

Im Rahmen des EU-Projekts outPHit (2020-2024) wurden u.a. mehrere serielle EnerPHit-Sanierungen in verschiedenen Ländern begleitet, so dass die Kunden alles aus einer Hand erhielten, der so-geannte **One Stop Shop**.

Durch die Vorfertigung wird angestrebt, die Eingriffe in die Wohnungen und den Zeitraum der Maßnahmen so zu begrenzen, dass



der Nutzer, je nach Situation, möglichst wenig beeinträchtigt wird. Gleichzeitig kann die Verfügbarkeit von Passivhaus-Komponenten durch bessere Planung gewährleistet werden.

Das Zertifizierungsprogramm des Passivhaus Instituts, sowohl für die Betreuung bei der Sanierung über **akkreditierte Passivhaus-Zertifizierer** als auch über die **Komponenten-Zertifizierer** für vorgefertigte Bauteillösungen, bietet die notwendige Qualitätssicherung durch eine unabhängige Instanz. Dies hilft auch, um den in der Planungsphase vereinbarten hohen Qualitäts-Standard einzuhalten. Das Team weiß, was zu tun ist, wie es zu erreichen ist, und Kontrollen durch einen unabhängigen Dritten, den Zertifizierer, bestätigen die korrekte Umsetzung. Nach der Fertigstellung werden dem Bauherrn ein Zertifikat und eine Plakette zur Anbringung am Gebäude ausgehändigt.



Fotos:
Fertiggestellte, seriell sanierte
und als Passivhaus plus zertifizierte
Sanierung in der Schwalbacher
Straße, Köln, Deutschland

www.passivehouse-database.org
ID 7540

Fotos © dena | Jens Willebrand

| 8 |

EIN WORT ZUR LUFTDICHTHEIT

Warum wir eine luftdichte Gebäudehülle brauchen und über deren Vorteile, haben wir bereits im Kapitel 2 bei den fünf Passivhaus-Grundprinzipien erfahren.

In diesem Kapitel geht es darum, was luftdicht ist und was nicht sowie um das Wie.

Es ist wichtig, dass das Luftdichtheits-Konzept langfristig ausgelegt und angewendet wird.

Dämmstoffe sind in der Regel NICHT luftdicht, daher muss die luftdichte Hülle separat geplant und ausgeführt werden. Im Holzbau werden meist Holzverbundplatten mit abgeklebten Fugen verwendet. Im Massivbau genügt ein durchgehender Innenputz. Denn Mauerwerk ist undicht, aber weit weg von notwendigem Luftwechsel. Was es dicht macht, ist der Innenputz. Von wegen „atmende Wand“, siehe hierzu Erläuterungen auf den folgenden Seiten.

Es gibt drei Planungsstufen für die Luftdichtheit:

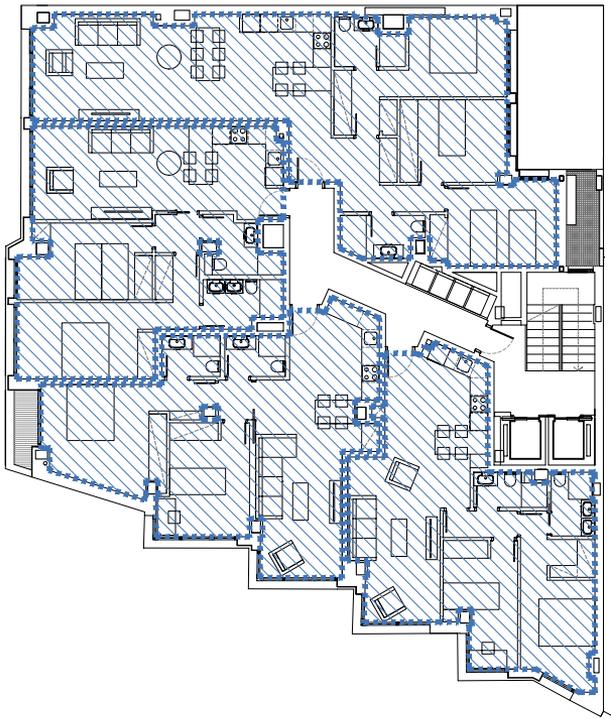
1. Für jedes äußere Bauteil ist das Bauteil anzugeben, das die luftdichte Schicht bildet (z. B. die OSB-Platte oder -Platte bei einer Dachkonstruktion, der Innenputz bei einer Ziegelwand, die Betondecke zwischen Keller und Erdgeschoss usw.). Die Lage dieser luftdichten Schicht sollte als rote Linie in der Schnittzeichnung oder im Grundriss eingezeichnet werden. Der beheizte Raum muss vollständig von der luftdichten Schicht umschlossen sein.
2. In einem zweiten Schritt muss festgelegt werden, wie die Enden der luftdichten Bauteilschichten dauerhaft und luftdicht verbunden werden sollen. Achtung: Es reicht nicht aus, z.B. den Fensterrahmen an die Ziegelwand „anzuschließen“ (denn die Wandebene ist nicht luftdicht!). Vielmehr muss der Fensterrahmen haltbar, lückenlos und reißfest mit der luftdichten Schicht der Außenwand verbunden werden, was in der Regel z.B. bei einem Massivbau der Innenputz ist. In diesem Fall bietet sich die Verwendung von überputzbarem Klebeband oder einer Anputzleiste an.
3. Drittens müssen notwendige Durchdringungen so geplant werden, dass sie geschlossen werden: Elektrokabel und Rohrleitungen, die

Es gibt vier Materialien, die in der Fläche dauerhaft als luftdicht gelten: Innenputz auf Mauerwerk, Beton, Membrane und Holzwerkstoffplatten.

Zur luftdichten Verbindung von vorgefertigten Fassadenelementen auf der Baustelle verwendet man Gummis.

durch die Kellerdecke führen, Steckdosen (!) in Außenwänden, usw. Hierfür stehen heute geeignete und erprobte Lösungen und Materialien zur Verfügung.

Allerdings sollte zunächst das Vermeidungsprinzip gelten: Es sollte geprüft werden, ob die Durchdringung wirklich notwendig ist. So können beispielsweise Durchführungen für die Fallrohrbelüftung durch den Einsatz von Unterdachlüftern vermieden werden. Besser wäre es auch, alle notwendigen Durchdringungen an möglichst wenigen Stellen zu konzentrieren.



Zeichnung:
Luftdichtheitskonzept der
EnerPHit-Sanierung Cartagena,
Madrid, Spanien

Zeichnung: © VAND architectura

Wie luftdicht das Gebäude tatsächlich ist, kann durch die Erzeugung von Über- und Unterdruck im Inneren des Gebäudes bestimmt werden. Dies wird mit dem sogenannten Blower-Door-Test geprüft. Ein Luftdichtheitstest ist für EnerPHit-Sanierungen und Passivhäuser unerlässlich – er ist Teil des Zertifizierungsverfahrens.

Falsche Aussagen und Fragen wie „Muss eine Wand nicht atmen?“ sollten erklärt werden, damit die Wichtigkeit der luftdichten Hülle erkannt wird und richtig eingebaut werden kann.

Wände können nicht „atmen“!

Die Notwendigkeit der Luftdichtheit von Gebäuden hat sich mittlerweile herumgesprochen. Luftdichtheit führt zu Energieeinsparungen, zur Vermeidung von Bauschäden und zur Verbesserung des Schallschutzes. Die Anforderung an die Luftdichtheit von Gebäuden ist in Deutschland seit 1952 definiert (DIN 4108) und ist keine spezielle Anforderung nur für Passivhäuser. Trotzdem hält sich die irreführende Vorstellung von angeblich „atmenden“ Wänden hartnäckig.

Die klassische Umsetzung der geforderten Luftdichtheitsschicht in einem Massivbau ist die durchgehende Innenputzschicht. Die Vorstellung, dass durch einen Wandaufbau ein Luftaustausch stattfinden kann, wurde bereits 1928 widerlegt. Damit ist seit über 90 Jahren eindeutig bewiesen, dass Gebäude nicht durch Wände belüftet werden können.

Die zweite falsche Vorstellung im Zusammenhang mit „atmenden Wänden“ ist, dass Wasserdampf und Schadstoffe aus dem Innenraum durch die Wände abgeführt werden können. Es ist richtig, dass Wasserdampf durch einen Wandaufbau diffundiert, abhängig vom Dampfdiffusionskoeffizienten des Wandaufbaus. Aber selbst bei einer diffusionsoffenen Konstruktion ist der Prozentsatz der Feuchtig-

keit, der auf diese Weise abgeführt wird, **unbedeutend** im Vergleich zu der Feuchtigkeitsmenge, die durch normale Lüftungstechniken abgeführt werden kann (ein Faktor von mehr als 100).

Schließlich gibt es die Vorstellung, dass die angeblich „atmenden“ Wände die Feuchtigkeit regulieren können. Richtig ist, dass die Wände die wichtige Aufgabe haben, die Feuchtigkeit der Raumluft zu puffern. Die Fähigkeit, die Feuchtigkeit zu puffern und damit das Raumklima zu verbessern, ist eine wichtige Eigenschaft geeigneter Oberflächenmaterialien, wie z. B. der Innenputzschicht. Die Feuchtepufferung findet etwa in den ersten 8 bis 13 mm der Putzschicht statt. Der restliche Wandaufbau (z.B. luftdichte Folie in der Wand) hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Feuchtigkeitsregulierung.

Die Vorstellung, dass Wände „atmen“ müssen, gehört in das Reich der Mythen. Es ist an der Zeit, den Fokus auf physikalische Fakten zu lenken, um Baumängel und Bauschäden zu vermeiden. Die Notwendigkeit einer luftdichten Gebäudehülle ist unbestritten. Luftdichtheit ist eine der wesentlichen Grundlagen für energieeffizientes und schadensfreies Bauen und Sanieren.

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der Fachinformation der IG Passivhaus Deutschland „Luftdichtheit. Oder: Wände atmen nicht!“.

Siehe:

www.passipedia.de/medien/medien/veroeffentlichungen#fachinformation

Die Grundlagenseite zum Thema Luftdichtheit finden Sie hier:

www.passipedia.de/planung/luftdichtheit/grundprinzipien

Qualitätssicherung ist das A und O: Ein Blower-Door-Test zeigt, wie luftdicht die Gebäudehülle ist. Parallel dazu wird eine Leckage-Suche durchgeführt, um herauszufinden, ob noch Durchdringungen vorhanden sind. Große Löcher können so entdeckt werden und unbedingt abgedichtet werden. Daher ist es empfehlenswert, wenn die Luftdichtheits-Ebene während des Tests noch zugänglich ist.

Foto: Luftdichtheitstest, Niederlande

Foto © Passiefbouwen



| 9 |

MONITORING – FÜR NACHWEISBAREN ERFOLG

**Durch datengestützte Sanierungen lassen sich
weitere Kosteneinsparungen erzielen.**



Fotos von typischen Geräten für ein Erfolgs-Monitoring

Foto oben: Wetterstation

Alle Fotos © Hellenic Passive House Institute HPHI

Ergebnisse eines Minimal-Monitorings

Positive Ergebnisse bei EnerPHit-Sanierungen können mit einem minimalen Monitoring (Messung des Energieverbrauchs) des Gebäudes über einen Zeitraum von zwei Jahren nachgewiesen und überprüft werden. Während des ersten Monitoring-Jahres können Mängel entdeckt und behoben werden, was zu einer noch besseren Energieeinsparung führt.

Üblicherweise umfassen die Ergebnisse eines Minimal-Monitorings Raumheizung, Warmwasser und Gesamtenergieverbrauch. In den letzten Jahren sind Raumluftqualität und Komfort als zusätzliche Ergebnisse relativ einfach zu bekommen, wozu Raumtemperaturen sowie CO₂- und Luftfeuchtigkeitswerte gemessen werden. Idealerweise sollten zwei Jahre gemessen werden. Das erste dient der datengestützten Anpassung aller Systeme, das zweite der quantitativen Auswertung. Auf diese Weise kann der Erfolg einer Sanierung überprüft und nachgewiesen werden, dass die Einspar-Ziele erreicht wurden.

Ziele eines Monitorings von EnerPHit-Sanierungen:

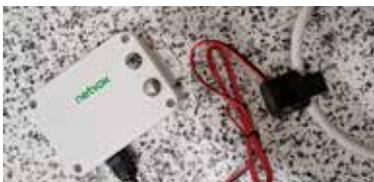
- Sehr niedriger Energieverbrauch
- Angenehme Raumtemperaturen
- Niedrige CO₂-Werte
- Angemessene Luftfeuchtigkeit

Während ein Monitoring in der Vergangenheit mit hohem Aufwand und Kosten verbunden war und ein Team von Spezialisten involviert werden musste, ist es heute recht einfach und kostengünstig, ein Messsystem zu installieren, zu überwachen und die Ergebnisse zu analysieren. Anstelle der manuellen monatlichen Zählerablesung werden die Daten über eine Standard-Internetverbindung übertragen. In der Passipedia wird das Vorgehen bei einem „Minimal-Monitoring“ beschrieben.

Außerdem werden dort sowie auch auf der outPHit-Website Kurzanleitungen zur Durchführung eines Erfolgs-Monitorings angeboten.

Manchmal werden auch die schlechten Bedingungen vor der Sanierung gemessen, um die Verbesserungen genauer beziffern zu können. Ansonsten wird die vorherige Situation mit Standard-Randbedingungen im Energiebilanzierungs-Tool PHPP berechnet oder aus alten Energierechnungen rekonstruiert. Wenn eine Wetterstation auf dem Dach installiert werden kann (siehe Foto links von der EnerPHit-Sanierung in Madrid, Spanien), können Sie die tatsächlichen Wetterbedingungen aufzeichnen. Oder die Informationen werden von einer externen Quelle wie dem Wetterdienst bezogen. Diese Wetterdaten werden dann in die Energiebilanz-Berechnung eingegeben, wodurch eine sehr realitätsnahe Darstellung entsteht. Der Vorteil der Arbeit mit dem PHPP-Tool ist, dass das Monitoring-Ergebnis schnell mit dem vorhergesagten Energieverbrauch verglichen werden kann.

Die Monitoring-Geräte der neuesten Generation sind klein und handlich. Hier sehen Sie Beispiele für typische Monitoring-Geräte, die bei beispielhaften Sanierungsprojekten im Rahmen des europäischen Projekts outPHit installiert wurden.



Fotos: Oben rechts:
IAQ (Innenraum-Luftqualität) Sensor,
darunter: Stromzähler
Oben links:
Die Datenerfassungseinheit „data
acquisition unit“ im Englischen,
kurz DAU genannt, ist zuständig
für die Erfassung der Daten von
allen IAQ-Sensoren (internal air
quality, Innenraumluftqualität) und
Messgeräten wie Wärmehählern,
Stromzählern, usw.
Unten rechts: Brauchwasserzähler
im Gebäude

| 10 |

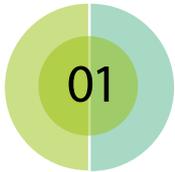
Gebaute Beispiele vor und nach der Sanierung

In diesem Kapitel werden mehrere Beispiele für erfolgreiche EnerPHit-Sanierungen aus ganz Europa vorgestellt. Die Beispiele veranschaulichen verschiedene Ansätze, darunter traditionelle, halb- oder komplett vorgefertigte und serielle Sanierungen.



Komplette
EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 6898



Sanierung des Mehrfamilienhauses Cartagena in Madrid | Spanien

Typologie: Mehrfamilienhaus
Standort: Madrid, Spanien
Wohnfläche: 1.465 m² (Energiebezugsfläche gemäß PHPP)
Jahr der Sanierung: 2022

VOR der Sanierung

Heizwärmebedarf: unbekannt. Das Gebäude wurde als Büro genutzt.

NACH der Sanierung

Heizwärmebedarf: 20 kWh/(m²a)
Heizlast: 11 W/m²
Kühllast: 7 W/m²
Kühlbedarf: 6 kWh/(m²a) inklusive Entfeuchtung

Luftdichtheit: n₅₀ = 1,0/h
Zertifizierung: EnerPHit classic, warme Klimazone

Architektur: Díaz Rojo Arquitectos
Passivhaus-Zertifizierer: VAND Arquitectura





Das Mehrfamilienhaus Cartagena im Stadtzentrum von Madrid, Spanien, ist eine zertifizierte EnerPHit-Sanierung. Bei diesem Gebäude wurde ein traditioneller Ansatz ohne Vorfertigung gewählt, und die Mieter zogen aus dem Gebäude aus, bevor die Bauarbeiten begannen. Der Entwurfsprozess für die Sanierung wurde durch die 3D-Modellierung mit dem designPH-Tool ermöglicht.

NACH der Sanierung

Foto © PAEE Construcción
Passivhaus-ECCN



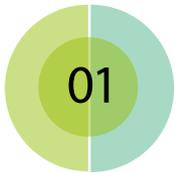
VOR der Sanierung

Foto © Diaz Rojo Arquitectos



Komplette EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 6898



Das ursprüngliche Gebäude stammt aus dem Jahr 1972 und wurde in traditioneller Bauweise errichtet: Betondecken und -pfeiler, eine zweischalige Ziegelfassade, ein Flachdach ohne Dämmung und doppelt verglaste Fenster mit eloxierten Aluminiumrahmen. Der Komplex bestand aus acht oberirdischen Etagen für Büros und zwei weiteren unterirdischen Etagen für Parkplätze, Lager und Haustechnik.

Zwei Fassaden, die sich in der Ecke des Grundstücks befinden, sind nach Norden und Westen ausgerichtet, während die beiden anderen Fassaden als Trennwände zu den Nachbargebäuden dienen. Ein Innenhof in der südöstlichen Ecke sorgt für die Belichtung und Belüftung der Gemeinschaftsbereiche.

Das Team realisierte den EnerPHit-Standard, nachgewiesen mit dem Energiebedarfs-Verfahren. Nach der Sanierung besteht das Gebäude nun aus sechs oberirdischen Etagen für Wohnungen, einem Erdgeschoss für Zugang, Lager und Haustechnik und drei weiteren unterirdischen Etagen als Tiefgarage.



Die vollständige Sanierung umfasste die folgenden Maßnahmen:

- Dämmung der Gebäudehülle (einschließlich der Fassaden, des Dachs, des Bodens, der Innenwände zwischen den Wohnungen und des Treppenhauses)
- Hinterlüftete Fassade (siehe Foto unten rechts); die Anker der hinterlüfteten Fassade sind thermisch von der Hauptstruktur getrennt)
- Ersatz von Fenstern, Türen und Rollläden
- Verbesserung der Luftdichtheit
- Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für jede Wohnung
- Sanierung des Heiz- und Kühlsystems mit einer Wärmepumpe pro Wohnung in den Gemeinschaftsräumen
- Reduzierung und Entschärfung bestehender Wärmebrücken*
- Verbesserung der Zugänglichkeit
- Orientierungsverbesserung durch die Entfernung der an den Hof angrenzenden Fluchttreppe, um mehreren Wohnungen eine nach Süden ausgerichtete Fassade zu ermöglichen
- Installation einer Photovoltaikanlage



Foto: NACH der Sanierung
Alle Fotos © PAEE Construcción
Passivhaus-ECCN



Foto unten: WÄHREND der
Sanierung
Foto © VAND arquitectura





Komplette
EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 7452



PassivSozialPlus-Sanierung | Deutschland

Typologie:	Mehrfamilienhaus
Standort:	Darmstadt, Deutschland
Wohnfläche:	1.662 m ² (Energiebezugsfläche gemäß PHPP)
Jahr der Sanierung:	2019

VOR der Sanierung

Heizung, Warmwasser,
Stromverbrauch:

unbekannt

NACH der Sanierung

Heizwärmebedarf:	16 kWh/(m ² a)
Heizlast:	11 kWh/(m ² a)
Luftdichtheit:	n ₅₀ = 0,51/h

Klimazone:	Kühl-gemäßigte Klimazone
------------	--------------------------

Architektur:	faktor10, dga architekten
Wissenschaftliche Begleitung:	Institut Wohnen und Umwelt IWU, Darmstadt, Deutschland





Foto: NACH der Sanierung
Foto rechts © Passivhaus Institut

Foto: VOR der Sanierung
Foto links © faktor10

Foto unten © IWU - Institut
Wohnen und Umwelt GmbH

Dem Bauherrn „Neue Wohnraumhilfe“ gelang es, Klimaschutz und sozialen Wohnungsbau umzusetzen. Neben einer neuen Passivhaus-Wohnanlage (siehe ID 7454) wurden insgesamt 22 Wohnungen für Menschen mit erschwertem Zugang zum Wohnungsmarkt saniert.

Das Dach, die Kellerdecke und die Mauerwerkswände sind sehr gut gedämmt und es wurden Passivhaus-Fenster mit Dreifachverglasung eingebaut. Die Wärmebrücken wurden fast vollständig eliminiert, mit einem sehr geringen Wärmebrückenzuschlag von nur $0,018 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.





Komplette EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 7452



Alle Wohnungen werden über die alten Heizkörper mit max. 48°C beheizt und verfügen über Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Diese sind entweder in der Wand oder, in kleinen Wohnungen, in der Küchendecke installiert. Die Luftmengen wurden reduziert, um einen geräuscharmen Betrieb zu gewährleisten und dennoch die Wohnungen immer mit Frischluft zu versorgen. Alle Wohnungen verfügen über LED-Beleuchtung und Küchen mit energiesparenden Elektrogeräten.

Ein Grauwassersystem reduziert den Wasserverbrauch für die Toilettenpülung und PV-Anlagen mit Batteriespeicher liefern Strom. Sobald der hohe Heizwärmebedarf gesenkt wurde, ist die Minimierung des Warmwasserbedarfs das nächste Ziel. In Mehrfamilienhäusern geht viel Energie bei der Verteilung von Warmwasser verloren. Die Planung kurzer, hochgedämmter Leitungen und die Reduzierung der Wassertemperaturen auf 50°C sind die Lösung. Dieses Optimierungspotenzial wurde bei der PassivhausSozialPlus-Sanierung genutzt. Eine Kombination verschiedener Maßnahmen führt zu einer erheblichen Energieeinsparung. Und das bedeutet eine enorme Kosten-



ersparnis: Die monatlichen Energierechnungen sind ca. 40% niedriger als die vergleichbarer Sozialwohnungen in Darmstadt.

Die Monitoring-Ergebnisse untermauern den guten Rat, die „aktiven“ Systeme (Heizung, Warmwasser-Erzeugung, Lüftungsanlage) gründlich einzuregulieren und regelmäßige Wartungen durchzuführen, um für einen reibungslosen Betrieb zu sorgen. Das Gebäude hatte 2020 einen Heizungs-, Warmwasser- und Stromverbrauch von 64,9 kWh/(m²a), was auf die sehr gute Gebäudehülle („passive“ Komponenten wie Dämmung und Passivhaus-Fenster) und die PV-Stromerzeugung zurückzuführen ist. Seit dem Sanierungsabschluss 2019 sind die deutschen Förderstandards für Bestandsgebäude erweitert worden. Zum Zeitpunkt der Umsetzung des PassivhausSozialPlus war das KfW-Effizienzhaus 55 der höchste Förderstandard für Bestandsgebäude. Nun ist das Effizienzhaus 40 (mit der Klasse „EE“ zur Einbindung erneuerbarer Energien) hinzugekommen, so dass aktuell eine breitere Förderlandschaft für Sanierungen in Deutschland zur Verfügung steht. Auch die PassivhausSozialPlus-Sanierung hätte diese höchste Stufe erreichen können.



Fotos: Straßenansicht des sanierten Altbaus (mit blauen Balkonen) und daneben der Passivhaus-Neubau

Fotos © Passivhaus Institut



Komplette
EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 4200



Technische Fakultät | Universität Innsbruck | Österreich

Typologie:	Universitätsgebäude / Büro
Standort:	Campus Technik, Innsbruck, Österreich
Wohnfläche:	8.897 m ² (Energiebezugsfläche gemäß PHPP)
Jahr der Sanierung:	2014

VOR der Sanierung

Heizwärmebedarf: > 300 kWh/(m²a)

NACH der Sanierung

Heizwärmebedarf: 20 kWh/(m²a)

Heizlast: 24 kWh/(m²a)

Luftdichtheit: n₅₀ = 1,0/h

Zertifizierung:: EnerPHit classic,
kühl-gemäßigte Klimazone

Architektur: Generalplaner ATP Architekten

Passivhaus-Zertifizierer: Passivhaus Institut





Foto: NACH der Sanierung

Foto © Passivhaus Institut

Das 1970 errichtete 9.000 m² große Bürogebäude auf dem Technik-Campus der Universität Innsbruck hatte im Winter einen sehr hohen Heizbedarf und im Sommer unglaublich heiße Temperaturen im Inneren. Die Benutzer mussten über 30 °C an ihren Schreibtischen aushalten. Bei der Sanierung wurde die Stahlbetonkonstruktion bis auf die äußeren Balkonkonsolen beibehalten und eine neue hinterlüftete Fassade mit einer Aluminiumverkleidung mit 24 cm Mineralwolle angebracht.

Schwierige Umstände aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Innsbrucker Flughafen wurden gemeistert. Da nur auf der Nordseite ein Kran aufgestellt werden konnte, schoben die Handwerker die Fenster mit Hilfe von Schienen an ihre Position. Holzunterkonstruktionen entkoppeln sie vom Hauptgebäude und vermeiden so Wärmebrückeneffekte.



Foto: VOR der Sanierung

Foto © Harald Konrad Malzer



Komplette
EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 4200



Die Fenster bestehen aus 3 + 1 Glasscheiben. Die Nachtlüftung ist durch ein cleveres Fensteröffnungsdetail möglich, bei dem das Fenster nach außen gekippt wird, so dass kühle Nachtluft oben, an den Seiten und unten eindringen kann.

Durch verglaste Innenwände konnten Einsparungen erzielt werden, da weniger künstliche Beleuchtung für die Flure benötigt wurde, die nun automatisch durch Lichtsensoren gesteuert wird. Die Innentüren der Büros sind mit Überströmöffnungen versehen, damit die Luft von einem Raum in den nächsten strömen kann.

Die Architekten des benachbarten Gebäudes „Architektur-Fakultät“ behaupten, die neue Fassade sehe aus wie die typische Excel-Tabelle eines Ingenieurs. Beteiligte Ingenieure, die dort arbeiten und das angenehme Raumklima genießen, antworten: „Es ist wie eine Excel-Tabelle: Es funktioniert!“. Diese Anekdote veranschaulicht das Spannungsfeld zwischen guter Architektur und hoher Energieeffizienz.



Deshalb betonen viele Hochschulen und Universitäten bereits in der Ausbildung von Architekten und Planer, wie wichtig es ist, das Thema Passivhaus von Anfang an zu lehren. Denn gute Architektur ist mehr als nur eine schöne Fassade.

Dieses Beispiel zeigt, wie sich der dafür letztlich erforderliche bauliche Mehraufwand in sehr engen Grenzen halten lässt. Die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung versorgt das gesamte Gebäude stets mit frischer Luft. Die Temperaturen bleiben auch ohne aktive Kühlung ganzjährig im prognostizierten Bereich. Das zeigte sich auch bei der 27. Internationalen Passivhaustagung im April 2024 auf dem Technik Campus: Während die Außentemperaturen auf ungewöhnliche 29 Grad kletterten, war es im Inneren des sanierten Gebäudes angenehm kühl.

Das Gebäude der Technischen Fakultät kann damit als Blaupause für ähnlich alte, sanierungsbedürftige Betonbauten dienen.



Fotos: NACH der Sanierung

Alle Fotos © Passivhaus Institut



Komplette
EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 7049



Hybrider Ansatz im Nichtwohngebäude Ajena | Frankreich

Typologie:	Ausbildungszentrum
Standort:	Lons le Saunier, Frankreich
Wohnfläche:	280 m ² (Energiebezugsfläche gemäß PHPP)
Jahre der Sanierung:	2022/2023

VOR der Sanierung

Heizwärmebedarf: > 300 kWh/(m²a)

NACH der Sanierung

Heizwärmebedarf: 19 kWh/(m²a)

Luftdichtheit: n₅₀ = 1,0/h

Zertifizierung: EnerPHit classic,
kühl-gemäßigte Klimazone

Architektur: Ahlem Paris, Lons le Saunier

Building services & physics: Plan 9, Nancy

Passive House Certifier: ProPassif, Paris, France





Foto: VOR der Sanierung

Foto © R. Claret



Foto: NACH der Sanierung

Foto © Ahlem PARIS
Architecte D.P.L.G.

Das ursprüngliche Gebäude war ein Nichtwohngebäude aus Beton aus den 1960er Jahren am Rande der Stadt Lons le Saunier in der Nähe von Lyon. Das Gebäude wird von AJENA, der „Association Jurassienne d’Energies reNouvelAbles“, als Schulungszentrum für sämtliche Akteure bei der energetischen Sanierung genutzt.



Komplette EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 7049



Es handelt sich um eine Komplett-Sanierung mit teilweise vorgefertigten Elementen. Dabei wurde das EnerPHit classic-Niveau erreicht, mit einem Heizwärmebedarf deutlich unter den geforderten 25 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr. Dank der vorgefertigten Nordwand und der vor Ort montierten Südwand konnte praktikabel auf die Gegebenheiten reagiert werden. Das Hybridkonzept sah eine Innendämmung der Nordfassade vor, während die Südfassade von außen gedämmt wurde.

Die neuen Passivhaus-Fenster sind dreifach verglast und ein Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung versorgt das gesamte Gebäude immer mit angenehm temperierter, frischer Luft. In der gesamten Sanierungsphase wurden, soweit möglich, natürliche, ökologische Materialien verwendet.



Ein zentral platzierter Holz-Pelletofen versorgt das mit einem offenen Grundriss gestaltete Gebäude mit Wärme.

Auf der Südseite wurden PV-Paneele auf dem Dach installiert. Die Sanierung begann im Sommer 2022. Während der Einweihung des Gebäudes im September 2023 wurde auch die EnerPHit-Hausplakette enthüllt. Sämtliche Beteiligte sind sehr stolz, dass dieses Gebäude die Kriterien des EnerPHit classic-Standards erreicht hat und zertifiziert wurde.



Foto oben:
Die ursprünglichen Heizkörper von 1960 wurden entfernt.

Foto © Ajena, Lons le Saunier

Fotos links: NACH der Sanierung

Fotos © Ahlem PARIS Architecte D.P.L.G.





Komplette Passivhaus Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 7540



Serielle Passivhaus plus-Sanierung Schwalbacher Straße | Deutschland

Typologie:	Mehrfamilienhaus
Standort:	Köln, Deutschland
Wohnfläche:	1.187 m ² (Energiebezugsfläche gemäß PHPP)
Jahr der Sanierung:	2022

VOR der Sanierung

Heizung, Warmwasser, Stromverbrauch:	201 kWh/(m ² a)
---	----------------------------

NACH der Sanierung

Heizwärmebedarf:	15 kWh/(m ² a)
Heizlast:	11 kWh/(m ² a)

Heizungs-, WW- & Stromverbrauch:	39 kWh/(m ² a) in 2023
-------------------------------------	-----------------------------------

PV-Stromerzeugung:	46 kWh/(m ² a) in 2023
--------------------	-----------------------------------

Luftdichtheit:	n ₅₀ = 0,6/h
Zertifizierung:	Passivhaus plus, kühl-gemäßigte Klimazone

Architektur:	Zeller Kölmel Architekten
Passivhaus-Zertifizierer:	Passivhaus Institut





Die Kölner Wohnungsgenossenschaft am Vorgebirgspark eG (WGaV) beauftragte Zeller Kölmel Architekten (ZKA) in Absprache mit der Deutschen Energie-Agentur (dena), ein 1961 erbautes Mehrfamilienhaus mit 16 Wohneinheiten in ein „NetZero“-Gebäude umzuwandeln: Das Gebäude sollte pro Jahr nicht mehr Energie verbrauchen als es produziert.

Fotos:
VOR und NACH der Sanierung

Fotos © dena | Jens Willebrand



Komplette Passivhaus Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 7540



Das Problem der Speicherverluste im Winter/Sommer und der geringen Verfügbarkeit erneuerbarer Energien im Winter wurde durch die Anwendung des Passivhaus-Standards gelöst, wodurch der Energiebedarf des Gebäudes so weit reduziert wurde, dass eine Versorgung mit erneuerbaren Energiequellen möglich wurde.

Aufgrund des sehr ehrgeizigen Zeitplans und des Wunsches, die Auswirkungen auf die Mieter zu minimieren, wurden vorgefertigte, hoch wärmedämmende Fassaden- und Dachelemente sowie eine fassadenintegrierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingesetzt. Das Ergebnis ist beeindruckend: Aus dem ungedämmten Altbau wurde ein hochenergieeffizientes, saniertes und zertifiziertes Gebäude.

Die sorgfältige Planung durch das Architektenteam Zeller Kölmel war der Schlüssel zum Erfolg. Der zertifizierte Passivhaus-Planer Klaus Zeller und sein Team realisieren seit 2006 Passivhäuser und wissen um das Optimierungspotenzial von Kompaktheit, Fenstergrößen, Verschattungselementen und Hochleistungskomponenten. So erfüllt diese Sanierung sogar den Passivhaus-plus-Standard.



Michael Kölmel stellte dieses Projekt auf der 61. Sitzung des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser im Oktober 2023 unter dem Titel „Serielle Sanierung nach Passivhaus-Prinzipien“ vor.

Die serielle Sanierung wurde 2022 durchgeführt. Aufgrund des Grundrisses gibt es innenliegende Bäder ohne die Möglichkeit, Fenster zu öffnen: Es besteht also ein Bedarf an Lüftung, der durch den Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung gedeckt wurde. Ein sehr niedriger Heizenergieverbrauch ist möglich, wenn man die fünf Passivhaus-Prinzipien beachtet, allen voran eine gut gedämmte Gebäudehülle. Hier bestehen die Wände aus 6 cm Mineralwolldämmung (=Ausgleichsschicht, damit sich die vorgefertigten gedämmten Wandpaneele an die Bestandswand anschmiegen) und 28 cm Zellulosedämmung.

Vorteile der seriellen Sanierung:

- Mehr Projekte in kurzer Zeit umsetzbar-> Klimaziele können erreicht werden
- Kurze Montage- und Sanierungszeiten durch Vorfertigung der Bauteile. Hier wurden die Balkone mit einem Kran montiert.
- Reproduzierbare hohe Energiequalität. Geplant ist, in naher Zukunft einen ganzen Stadtteil entsprechend zu sanieren.
- Geringe und kurze Belastung für die Mieter. Sie können in der Regel während der Sanierungszeit in ihren Wohnungen bleiben.
- Bezahlbare Energiekosten (Ziel: Mietpreis pauschal (d.h. Miete + niedrige Energiekosten) ist nicht höher als das, was die Mieter vorher bezahlt haben, als sie die Miete + hohe Energiekosten zahlen mussten). Dies wurde erreicht und gewährleistet, so dass die Bewohner Planungssicherheit haben und gleichzeitig den Komfort einer renovierten Wohnung genießen können.

Wenn das Ziel Passivhaus oder EnerPHit verfolgt wird, bieten diese bewährten Standards eine verlässliche und solide Basis für eine Sanierung.

Mit dem Planungstool PHPP werden dem Planer die Key-Indikatoren aufgezeigt und sofort die PER-Ergebnisse und Klassen visualisiert. Hier wurden die gesamten Dachflächen vorbildlich für PV-Stromerzeugung genutzt und sämtliche Energiebedarfe auf das Optimum reduziert.

Fotos: NACH der Sanierung

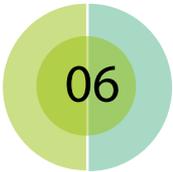
Fotos © dena | Jens Willebrand





Komplette
EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 6920



Zweifamilienhaus-Sanierung, Papagos | Griechenland

Typologie:	Freistehendes Haus
Standort:	Papagos, Athen, Griechenland
Wohnfläche:	150 m ² (Energiebezugsfläche gemäß PHPP)
Jahre der Sanierung:	2021-2022

VOR der Sanierung

Heizwärmebedarf:	531 kWh/(m ² a)
Kühlbedarf:	101,15 kWh/(m ² a) (inklusive Entfeuchtung)
Luftdichtheit	8,0/h

NACH der Sanierung

Heizwärmebedarf::	35 kWh/(m ² a)
Heizlast:	21 kWh/(m ² a)
Kühlbedarf:	18 kWh/(m ² a) (incl. Entfeuchtung)
Kühllast:	15 W/m ²
Luftdichtheit:	n ₅₀ = 0,8/h

Zertifizierung:	EnerPHit classic, warme Klimazone
Architektur:	Ioannis Katopodis
Passivhaus-Zertifizierer:	Stefanos Pallantzias, Hellenic Passive House Institute

Durch die Fokussierung auf das Wesentliche während der Planung und der Umsetzung hat dieses sanierte Haus in Athen nun einen um das 15,2-fache niedrigeren Endenergiebedarf als der ursprüngliche Bedarf. Der vorgefundene Zustand des Hauses erforderte eine dringende Sanierung. Die Wände waren von Schimmel befallen, und die Temperatur im Haus schwankte zwischen 18.°C (max.) im Winter,





wenn der Heizkessel eingeschaltet war, und 30 °C (min.) im Sommer, wenn die Klimaanlage lief. Der Energieverbrauch des Hauses war hoch, mit Kosten von 3.500 Euro für Heizöl und 1.500 Euro für den Stromverbrauch der Klimaanlage. Das vormals völlig ungedämmte Haus aus Stahlbetonplatten und Ziegelwänden steht auf Stelzen und hat mehrere Pfeiler, die das Gebäude durchdringen, um es vor Erdbeben zu schützen. Das Haus verfügte über alte Aluminiumrahmenfenster mit Einfachverglasung.

Aufgrund der Geometrie von Gebäuden in Griechenland, die viele Balkone oder Brüstungen haben, ist es meist nicht möglich, große vorgefertigte Elemente zu verwenden. Daher lag das Hauptaugenmerk auf einem rationalen Renovierungsansatz mit einer sehr detaillierten Planung, damit die Arbeiten vor Ort beschleunigt und gleichzeitig die gewünschten Ziele erreicht werden konnten. Dies bedeutete auch einen geringeren Materialeinsatz durch präzise Berechnungen.

Es wurde eine kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen allen am Projekt beteiligten Ingenieuren und Technikern gepflegt.

Eine vor der Sanierung durchgeführte Luftdichtheitsprüfung ergab ein zugiges Haus.

Fotos: VOR der Sanierung

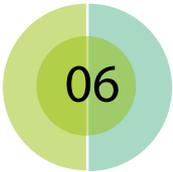
Fotos © Aris Stavropoulos





Komplette EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 6920



Das Planungsteam führte eine Umsetzungsstudie durch und bot vor Baustellenbeginn maßgeschneiderte Workshops für alle Handwerker an. Durch dieses Vorgehen konnten die Gesamtkosten der Sanierung gesenkt werden, auch weil weniger Entscheidungen vor Ort getroffen werden mussten, was für alle Beteiligten einen geringeren Zeitverlust bedeutete. Die 3D-Lüftungsplanung und die detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Installation des gesamten Systems reduzierten beispielsweise den Zeitaufwand um bis zu 60 % und die Kosten um bis zu 40 %.

Nach der Sanierung verbraucht das Haus nur noch einen Bruchteil der Energie, die es früher verbraucht hat, was zu erheblichen Einsparungen bei den Heiz- und Kühlkosten geführt hat. Darüber hinaus haben die Verbesserungen (Dämmung, Luftdichtheit und mechanische Belüftung) das Haus nicht nur energieeffizienter gemacht, sondern auch komfortabler und gesünder zum Leben. Eine lärmfreie Innenumgebung und eine ausgezeichnete Luftqualität sind für das Wohlbefinden der Bewohner von entscheidender



Bedeutung. Dies wird durch die Verringerung von Staub und Gerüchen noch weiter verbessert. Die Kosten für die Sanierung beliefen sich auf insgesamt 80.000 Euro. In dem Wohnviertel, in dem das Haus steht, gibt es viele Gebäude desselben Typs, die dringend einer energetischen Sanierung bedürfen. Dieses Projekt dient als vielversprechende Pilot-Initiative in diesem Gebiet.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden unter anderem folgende Schritte unternommen:

- Durchgehende Dämmung aller Elemente des Hauses
- Verbesserung der Luftdichtheit
- Minimierung der Wärmebrücken, d. h., es werden im Detail diejenigen Stellen gelöst, an denen die Dämmung unterbrochen werden muss.
- Ersatz der Fenster durch hochwertige wärmegeämmte PCV-Fenster mit Dreifachverglasung
- Anbringen von Luftdichtheitsbändern beim Einbau der Fenster, um die Luftinfiltration zu minimieren
- Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, um das Innere des Hauses kontinuierlich mit frischer und sauberer, vorkonditionierter Luft zu versorgen



Alle Fotos: NACH der Sanierung

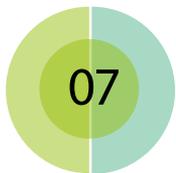
Alle Fotos © Maria Dimitriou





Komplette
EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 5939



Historisches Bauernhaus „Neuhäusl“ | Österreich

Typologie:	Freistehendes Haus
Standort:	Scheffau, Tirol, Österreich
Wohnfläche:	158 m ² (Energiebezugsfläche gemäß PHPP)
Jahr der Sanierung:	2017

VOR der Renovierung

Heizwärmebedarf:	unbekannt. Das Haus stand zwei Jahrzehnte lang leer.
------------------	--

NACH der Renovierung

Heizwärmebedarf:	17 kWh/(m ² a)
Heizlast:	15 kWh/(m ² a)
Luftdichtheit:	n ₅₀ = 0,5/h
Zertifizierung:	EnerPHit classic, kühl-gemäßigte Klimazone

Architektur:	Hans Peter Gruber, Innsbruck
Passivhaus-Zertifizierer:	Passivhaus Institut





Foto linke Seite:
VOR der Sanierung

Foto © DI Hans Peter Gruber

Fotos: NACH der Sanierung

Fotos © Passivhaus Institut

Das historische Bauernhaus „Neuhäusl“ in der Gemeinde Scheffau in Tirol aus dem 18. Jahrhundert wurde mit viel Liebe zum Detail und intelligenten Bau- und Haustechniklösungen saniert. Die architektonische Gestaltung und die Wahl der Materialien stehen in einem spannenden Dialog mit der bestehenden Bausubstanz. Das Beispiel beweist, dass die energetische Aufwertung historischer Gebäude nicht im Widerspruch zu guten gestalterischen Lösungen steht und gleichzeitig wichtige Baukultur erhalten bleibt.

Die Anwendung von Passivhaus-Komponenten bedeutete eine Verbindung von Innovation und Tradition. Das Projekt wurde 2018 mit dem Tiroler Sanierungspreis ausgezeichnet.





Komplette EnerPHit-Sanierung

www.passivhausprojekte.de
ID 5939



Das äußere Erscheinungsbild des alten Bauernhauses ist erhalten geblieben. Dadurch war der Planer gezwungen, eine konsequente Innendämmung vorzunehmen, die aber auch den Vorteil einer gezielten Minimierung der vorhandenen Wärmebrücken mit sich brachte. Die Optik von außen blieb auch mit neuen dreifach verglasten Passivhaus-Fenstern erhalten. Dies gelang durch ein raffiniertes Detail, siehe Zeichnung unten rechts: Der dicke Fensterrahmen wird teilweise von der bestehenden Außenverkleidung überdeckt.

Der traditionelle Kachelofen, die frühere holzbeheizte Heizquelle, wurde entfernt, da er nicht mehr benötigt wurde. In Kombination mit einer Fußbodenheizung versorgt ein Kompaktgerät mit Luft-Wasser-Wärmepumpe und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung die beiden Wohnungen mit Energie und Luft. Aber das Raumgefühl ist so, als ob der Holzofen noch da wäre.



Das liegt an der durchgängigen Dämmschicht des Hauses, die für gleichmäßige und angenehme Temperaturen sorgt. Zusammen mit einer zugfreien Umgebung durch die hervorragende Luftdichtheit entsteht ein gemütliches Gefühl, als säße man direkt neben dem ehemaligen Kachelofen.

Frische, gefilterte Luft trägt zum Wohlbefinden bei. Dank der frühzeitigen Berücksichtigung in der Planungsphase konnte ein sehr effizientes Luft-Kanalnetz realisiert werden. Eine abgehängte Decke war nur im WC auf jeder Etage erforderlich.

Mehr Informationen und Detailpläne:

www.hiberatlas.com/en/hof-neuhaeusl--2-130.html



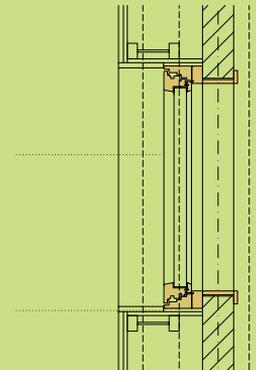
Weitere typische Projekte

wie das griechische Apartment-Gebäude „Cholargos“, bei dem ein EnerPHit-Sanierungsplan erstellt wurde für das gesamte Haus und eine einzelne Wohnung saniert wurde, sehen Sie auf der outPHit-Webseite unter „Case Studies“.

www.outphit.eu

Fotos und Zeichnung

© DI Hans Peter Gruber



| 11 |

VORBILDICHE DETAILS

Wie können wir zuverlässig hohe Qualität bei Sanierungs-Details erreichen?



Foto oben:
Die Außenwanddämmung (gelb) muss an die Dämmung des vorgefertigten Wand-Elements lückenlos anschließen. (Erlangen)

Foto © Passivhaus Institut

Fotos unten © Rainer Pfluger



Zu einer gelungenen EnerPHit-Sanierung gehören auch die richtigen Lösungen für die üblichen Details.

Gute Abstimmung zwischen den Gewerken ist von großer Bedeutung für einen reibungslosen Ablauf einer EnerPHit-Sanierung. Es muss klar sein, wer für den nahtlosen Anschluss der luftdichten Ebene und der Dämmebene verantwortlich ist. Bei seriellen EnerHit-Ansätzen kann man von einem sogenannten One Stop Shop (eine einzige Anlaufstelle) sprechen. Dadurch vermeidet man Schnittstellen-Probleme. Denn alles muss gut zusammenpassen, bevor die Teile auf der Baustelle ankommen.

Zertifizierte Bausysteme machen die Sanierung einfach.

Installation eines Lüftungssystems bei einem Sanierungsprojekt ohne Kernbohrungen

Eine weitere Neuerung, die in Kombination mit dem Fenster-Vorwand-Einbau und der Kanalführung in der Dämmebene realisiert werden kann, macht Kernbohrungen für die Zu- und Abluft überflüssig. Denn die Be- und Entlüftung kann hinter dem Rahmen, also zwischen dem Rahmen und der bestehenden Wand, erfolgen.

Dazu muss der Fensterrahmen weiter nach außen versetzt werden, so dass zwischen der Zarge und dem bestehenden Mauerwerk ein Spalt für die Luftleitung frei bleibt. Das Montagebeispiel links setzt diese Technik anhand einer Fenstervorwandinstallation aus druckfestem EPS-Dämmstoff (Compacfoam) um. Diese Baustellenfotos zeigen die ovalen Kanäle aus Wickelfalzrohr, die auf der Wandoberfläche unter der Dämmung bis zum Fenster verlegt werden.

Diese Art der Luftführung kann sowohl beim Einsatz von Zentralgeräten als auch bei der Zu- und Abluftverteilung an der Fassade einer

Wohneinheit eingesetzt werden. Dadurch entfallen jegliche Verrohrungen innerhalb der Wohneinheit und, wie bereits erwähnt, auch die Notwendigkeit von Kernbohrungen. Dies ist ein unschätzbare Vorteil, vor allem wenn es darum geht, die Bewohner nicht zu stören.

Weitere clevere Details finden Sie im 61. Protokollband des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser „Serielle energetische Sanierung nach Passivhaus-Prinzipien“.

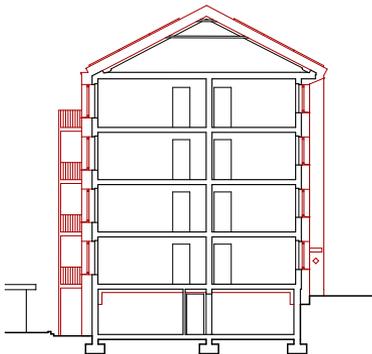


Schnell & einfach: One Stop Shops liefern komplette Sanierungslösungen!

Rendering und Foto: Zwei Bausysteme zertifiziert vom Passivhaus Institut

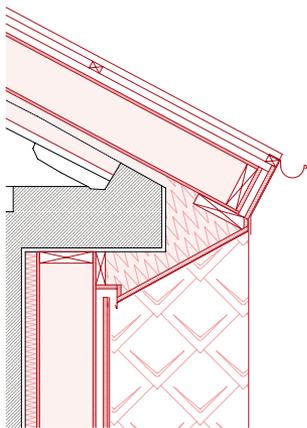
smartshell reno
© www.passivhausfenster.com

und ecocon (www.ecococon.eu)
Foto © ecocon



Zeichnung:
Schnitt und Traufdetail,
Schwalbacher Strasse 24-26, Köln,
Deutschland

Zeichnung ©
Zeller Kölmel Architekten



Best-practice Details

Die Komponenten und ihre Verbindungen werden vom Planungsteam im Voraus durchdacht. Die in der Planungsphase getroffenen Entscheidungen sind ausschlaggebend für die Erzielung kosten-effizienter Lösungen. Die gute Nachricht: Es wurde schon einmal gemacht und die Lektionen, die daraus gelernt wurden, stehen allen zur Verfügung (siehe Kapitel Ressourcen am Ende dieser Broschüre). In diesem Kapitel zeigen und erklären wir Konstruktionsdetails von EnerPHit-Sanierungen. Alle haben das Folgende gemeinsam:

Die Details funktionieren bauphysikalisch einwandfrei: Auch bekannt als U-Wert ist der Wärmedurchgangskoeffizient nach der Sanierung deutlich niedriger als vorher. In einem kühl-gemäßigten Klima sollte der U-Wert einer Wand unter $0,10-0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liegen, der U-Wert eines Fensters so niedrig wie möglich. Typische Fensterwerte liegen unter $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für ein eingebautes Fenster der Größe $1,2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$. Vermeiden sollte man sogenannte „mittlere Qualitäten“. Sie kosten etwas weniger als hochwertige Qualitäten, erzeugen aber einen Lock-in-Effekt: Die Leistung wird nicht so gut sein, wie sie sein könnte, aber es wird nie wieder kosteneffektiv sein, während der langen Lebensdauer des Bauteils auf eine höhere Qualität aufzurüsten. Die Rückmeldungen der Nutzer sind durchweg positiv: Die hohe Behaglichkeit durch höhere Oberflächentemperaturen im Innenraum, ständig frische Luft, keine Zugluft und keine Bauschäden, ruhiges Wohnen durch luftdichte und gedämmte Wohnungen wird von alten und jungen Mietern geschätzt.

Die Details funktionieren in Bezug auf die Baustellen-Logistik:

Die Aufgabe des Architekten und des Planungsteams besteht darin, dafür zu sorgen, dass das theoretische Wissen zum richtigen Zeitpunkt auf der Baustelle in die Praxis umgesetzt wird. Integrale Planung ist der Schlüssel und eine gute Kommunikation von Anfang an ist notwendig, um dieses Ziel zu erreichen. Erfahrene Passivhaus-

Planer bringen alle am Sanierungsprozess beteiligten Parteien bereits in einem sehr frühen Planungsstadium an einen Tisch.

Die Details funktionieren als Teil des gesamten Hauses, um hervorragende Ergebnisse zu erzielen: Die PHPP-Berechnung definiert das Endergebnis jedes einzelnen Projekts. Vor, aber vor allem nach der Sanierung sind die Berechnungsergebnisse für den Heiz- und Kühlbedarf, die Luftdichtheit und den Primärenergiebedarf Zahlen, die von der Planung und Ausführung jedes einzelnen Details beeinflusst werden. Außerdem können diese Zahlen überprüft und sogar nachgemessen werden.

Die kurze Antwort ist schlicht: Wenn Sie Passivhaus-Komponenten verwenden, sind Sie auf dem richtigen Weg. Sie können sich auf die wissenschaftlich belegten Details verlassen, die richtigen, einfach zu bedienenden Werkzeuge verwenden und eine unabhängige Prüfung durch einen Dritten durchführen lassen. Beispiel: Eine luftdichte, gut gedämmte und qualitätsgesicherte Wand wird sich während ihrer gesamten Lebensdauer wie erwartet verhalten. Das ist gut für die Umwelt, gut für die Mieter, gut für die Hausbesitzer und ihren Geldbeutel.

Einige Details sind in dieser Broschüre hervorgehoben. Viele weitere finden Sie unter www.passipedia.de und in den Projektdokumentationen auf www.passivhausprojekte.de

„Hier ist es nach der Sanierung phantastisch.“

„Das mit dem Energiesparen funktioniert super.“

Sascha Will

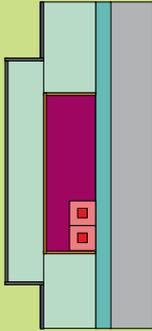
Mieter in der EnerPHit-Sanierung Tevesstraße in Frankfurt

Sascha Will ist restlos begeistert. Insgesamt hatte er in seiner früheren Wohnung, die zudem kleiner war, annähernd das Sechsfache an Nebenkosten gezahlt im Vergleich zur Tevesstraße.

Foto:
Tevesstrasse EnerPHit Sanierung
in Frankfurt, Deutschland

Foto © Passivhaus Institut





Zeichnung:
Schematischer Wandaufbau,
Erlangen, Deutschland

© Passivhaus Institut

Foto unten links: Backpacker,
Erlangen, Germany

Außenwand mit Außendämmung und Backpacker einschließlich Lüftungsanlage und Kanälen
Eine so genannte Backpacker-Linie für zwei Stockwerke wurde montiert. Zu sehen sind die Lüftungsgeräte, die die einzelnen Wohnungen mit Frischluft versorgen werden, sowie die Abdichtung, um eine durchgehende Luftdichtheitsschicht zu erreichen.

Alle Fotos © Passivhaus Institut

Das alte Gebäude wird Stück für Stück mit einer neuen Fassade versehen:

Es ist wichtig, dass alle Verbindungen im Voraus gut geplant werden. Zum Beispiel ist eine begleitende Dämmung erforderlich, wenn neu gedämmte, warme Flächen mit kalten Flächen in Berührung kommen. Dies ist der Fall beim oberen Anschluss der Außenwanddämmung. Zum Schutz vor Nagetieren ist ein Gitter am unteren Abschluss unerlässlich. Da sich dahinter ein kalter Keller befindet, kann dafür Streckmetall verwendet werden.

In der neuen Fassade kann die Haustechnik untergebracht werden. In Erlangen hat die Baufirma so genannte „Backpacker“ aus PU-Schaum eingebaut, die dafür sorgen, dass die Backpacker eine thermisch gut getrennte gedämmte Gebäudehülle sind.

Um einen solchen Backpacker weiter zu optimieren, können Sie Holz



statt Stahl, ein Doppelrohrsystem und eine mindestens 20 cm dicke Dämmung um ihn herum verwenden.

Neue Fenster und Rollläden sollten ohne Wärmebrücken eingebaut werden. Die Notwendigkeit, eine Dämmung in der Laibung und im Rollladenkasten unterzubringen, ist eine Herausforderung, die viele Planer erfolgreich meistern. Diese Details können gut gelöst werden. Ein Fall für die serielle Nachrüstung: Auch dafür gibt es jetzt vorgefertigte Elemente. Das neue Fenster sitzt perfekt im ersten Drittel der Außenwanddämmung.

In diesem Beispiel befand sich bereits ein 8 cm dickes Wärmedämmverbundsystem aus den 1990er Jahren. Um Unebenheiten auszugleichen, wurden zunächst 4 cm Mineralwolle aufgebracht, bevor das neue, gedämmte Fassadenelement montiert wurde, siehe Foto unten.



Foto linke Seite, unten rechts
Manuell gedämmte Loggias

Alle Fotos ©
Passivhaus Institut

„Der Gebäudebestand spielt eine Schlüsselrolle für das Erreichen der Klimaziele.“

Entnommen aus der Studie „Der Weg zu einem klimaverträglichen Gebäudebestand“ [PHI_2023]

Die thermische Trennung zwischen innen und außen an der Terrassentür wird durch einen Porenbetonblock erreicht. Die Luftdichtheitschicht wird durch Bänder und Gipsputz gebildet, die den luftdichten Türrahmen mit der luftdichten Betonplatte verbinden.

16,4 Grad in der Ecke ist die niedrigste innere Oberflächentemperatur gemäß der Wärmebrückenberechnung und der entsprechenden fRSi-Berechnung*. Eine horizontale Innendämmung war erforderlich, um die niedrigste Temperatur deutlich über die kritische Schimmelpilztemperatur von 12 Grad anzuheben.

** Wärmebrücken verursachen zum einen zusätzliche Wärmeverluste und zum anderen zu niedrigen Innenoberflächentemperaturen. Um die Wirkung von Wärmebrücken zu charakterisieren, werden daher zwei verschiedene, unabhängige Parameter benötigt.*

Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden nach dem Passivhaus- und EnerPHit-Qualitätsstandard sind am besten geeignet, um Klimaziele zuverlässig zu erreichen und Versorgungssicherheit zur Kostendämpfung zu gewährleisten. Das Know-how, die Erfahrung, die geeigneten Produkte und Verfahren dafür sind bereits vorhanden. Jetzt kommt es auf gute und verständliche Kommunikation, Kompetenz/Kapazität des Handwerks, breite Akzeptanz und gegebenenfalls die richtigen Anreize an – und vor allem auf die Vermeidung von Fehlanreizen.

Wir werden Vorschläge zur kurzfristigen Optimierung dieser Maßnahmen unterbreiten. Die Abfederung der sozialen Folgen steigender Energiekosten ist bereits im Koalitionsvertrag berücksichtigt worden. Solche Maßnahmen müssen auf eine Senkung des Energiebedarfs abzielen, statt den Energieverbrauch weiter zu subventionieren.

Allerdings läuft dieses Szenario nicht von alleine: Es braucht Rahmenbedingungen, die aktiv geschaffen werden müssen.

1. Kommunikation: Es gibt viele Beispiele für die Sanierung von Gebäuden auf ein nachhaltiges Effizienzniveau. Machen wir diese besser bekannt! Hierfür sind Informationsinitiativen notwendig; die Projektdokumentation in der Passivhaus-Datenbank **www.passivhausprojekte.de** und die internationalen Tage der offenen Tür im Passivhaus sind eine gute Basis dafür. Der Fokus liegt jetzt auf dem Gebäudebestand!
2. Umsetzung auf hohem Niveau („Wenn schon – Denn schon!“) und – auch wenn schnelles Handeln erforderlich ist – ohne dabei Folgemaßnahmen zu behindern. Dazu ist die Befähigung des Handwerks notwendig und eine (leicht vermittelbare) Grundausbildung zum Thema „Warum ist Energieeffizienz im Gebäudebestand notwendig, und wie kann diese effektiv und nachhaltig erreicht werden?“
3. Fortbildung: Wir vermitteln Ihnen das Know-how für energieeffiziente Sanierungen. Die vom Passivhaus Institut angebotenen Kurse sind eine gute Basis dafür:
<https://cms.passivehouse.com/de/training/kurse/>

„Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass es für alle Fassaden- und Lüftungsprobleme geeignete und bewährte Lösungen in EnerPHit-Qualität gibt: Wärmedämmung, Fensteranschlüsse, Sonnenschutz und Lüftung mit Wärmerückgewinnung.“

Rainer Pfluger, Universität Innsbruck, Österreich

(Quelle: AkkP 61 „Serielle energetische Sanierung nach Passivhaus-Prinzipien“)

Informieren Sie sich hier über die aktuellen Passivhaus-Schulungen:



**Passipedia**

Die ständig wachsende Wissensdatenbank über energieeffizientes Bauen und Passivhaus, die mehr als zwei Jahrzehnte Forschung umfasst. Hier finden Sie auch Artikel über schrittweise durchgeführte energetische Sanierungen und umfassende Modernisierungen.
www.passipedia.de

OutPHit website

www.outphit.eu

Passivhaus Institut

Ein unabhängiges Forschungsinstitut, das insbesondere die Entwicklung des Passivhaus-Konzepts maßgeblich gestaltet hat – dem einzigen international anerkannten, leistungsbezogenen Energiestandard im Bauwesen.
www.passiv.de

IG Passivhaus Deutschland

Das deutschsprachige Netzwerk rund um das Passivhaus. Damit Passivhaus drin ist, wo Passivhaus drauf steht.
www.ig-passivhaus.de

Passivhaus-Projekt-Datenbank

www.passivhausprojekte.de

Component Award

www.passiv.de (awards)

Komponenten-Datenbank

database.passivehouse.com (components)

outPHit
Projektleitung:

outPHit
Partner:



www.passiv.de

www.passivehouse-international.org

www.climatealliance.org

www.eneffect.bg

www.ecoworks.tech

www.vandarquitectura.info

www.uibk.ac.at/en

www.eipak.org

www.passiefbouwen.nl

www.propassif.fr

www.neueheimat.tirol

IMPRESSUM



Herausgeber
 Passivhaus Institut GmbH
 Rheinstraße 44/46
 64283 Darmstadt | Germany
 mail@passiv.de
 www.passiv.de
 www.outphit.eu

Design und Ausführung
 Marlies Blücher | Passivhaus Institut
 Cover Design
 Francesca Rover | Passivhaus Institut

Redaktion
 Susanne Theumer | Passivhaus Institut
 Teams Climate Alliance und
 Passivhaus Institut

Grafik- und Fotorechte
 Alle Fotos, die nicht anders
 gekennzeichnet sind:
 © Passivhaus Institut

© Passivhaus Institut, 2024
 Foto Cover: © Passivhaus Institut

Vielen Dank an alle Personen, die mit Fotos,
 Zeichnungen, Details und Wissensaustausch zu
 dieser Broschüre beigetragen haben!

Inhaltlicher Umfang/Haftungsausschluss

Diese Publikation befasst sich hauptsächlich mit den energierelevanten Aspekten der Gebäudemodernisierung, erhebt aber nicht den Anspruch, alle anderen Aspekte, die für die Planung und Realisierung eines Gebäudesanierungsprojektes wichtig sind, zu behandeln. Die dargestellten Konstruktionsdetails sind als grundsätzliche Darstellungen der Prinzipien zu verstehen und können nicht eins zu eins auf andere Zusammenhänge übertragen werden.

Der inhaltliche Schwerpunkt liegt auf Lösungen für das kühl-gemäßigte Klima (z.B. Mitteleuropa). An einigen Stellen werden auch Hinweise für andere Klimazonen gegeben.

Die Inhalte dieser Publikation wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Für etwaige inhaltliche Mängel oder Druckfehler kann jedoch keine Haftung übernommen werden.

Im Hinblick auf die Verwendung der hier gegebenen Informationen liegt die Verantwortung für die Überprüfung der gesetzlichen Bestimmungen, Normen oder Vorschriften beim Anwender. Eine Haftung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte und Daten, insbesondere für eventuelle Schäden oder Konsequenzen, die durch die Nutzung der angebotenen Informationen entstehen, ist daher ausgeschlossen.

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Broschüre das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Mit Unterstützung von der EU:



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 957175.

The presented contents are the author's sole responsibility and do not necessarily reflect the views of the European Union. Neither the CINEA nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.



Weitere Informationen:

