

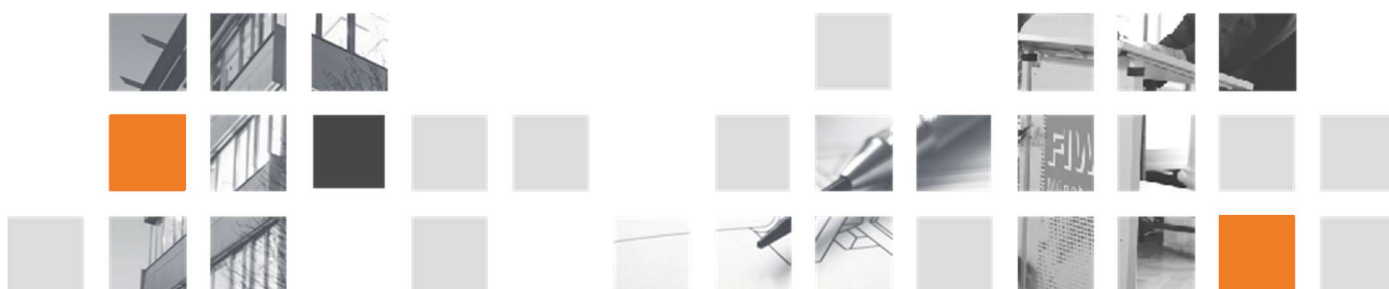
Das wirtschaftliche und energetische Potenzial der Dachsanierung zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030/2050

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München

Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm
Florian Kagerer

Im Auftrag von:

Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V.
Reinhardtstraße 12 – 16
10117 Berlin



 **FIW München**

Forschungsbericht: FO 2018/01

FO 2018/01

Das wirtschaftliche und energetische Potenzial der Dachsanierung zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030/2050

Im Auftrag von:

Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V.
Reinhardtstraße 12 – 16
10117 Berlin

Der Bericht umfasst

43 Seiten
21 Abbildungen
6 Tabellen

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.
Eine auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

Gräfelfing, den 7. Oktober 2018

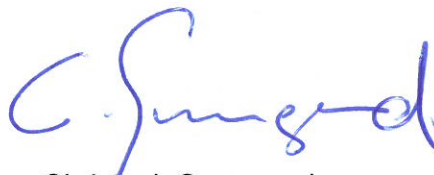
Institutsleiter

Abteilungsleiter

Bearbeiter



Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm



Christoph Sprengard



Florian Kagerer

Inhaltsverzeichnis

1	Das Wesentliche in Kürze	4
2	Hintergrund	5
3	Aktuelle Entwicklungen im Wohnungsbau	6
3.1	Baufertigstellungen	6
	Wirkung von Fördermaßnahmen	7
3.2	Bauleistungen an bestehenden Gebäuden	8
	KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“	9
3.3	Absatzzahlen von Dachziegeln	10
3.4	Politische Rahmenbedingungen	11
	Klimaschutzplan 2050	11
	Koalitionsvertrag 2018	11
4	Bestandsanalyse – FIW Gebäude- und Bauteilmodell	13
4.1	Bestandsanalyse: Gebäude und deren energetischer Ist-Zustand (2016)	13
4.2	Zukünftige Entwicklung des Gebäudebestands	15
	Abgang	15
	Neubau	16
4.3	Bestandsanalyse: Dach	17
	Aktuelles Bauvolumen im Bereich Steildach	20
4.4	Langfristiges Entwicklungspotenzial für das Steildach	21
5	Ökologische Bedeutung	24
5.1	Bauteilbezogener Transmissionswärmeverlust	24
5.2	CO ₂ -Emissionen und Primärenergie	25
6	Ökonomische Bedeutung	28
6.1	Rahmenbedingungen	28
6.2	Investitionskosten	28
6.3	Energiekosten	29
6.4	Gesamtkosten	29
6.5	Individuelle Wirtschaftlichkeit einer Steildachsanie rung	30
6.6	Nachträgliche Dämmung von außen, zwischen oder auf den Sparren	31
7	PV-Dachanlagen und Dachsanierung	33

8	Exkurs: Abgeleitete Empfehlungen für den Bauherrn	34
	Bewertung verschieden energetisch sanierter Aufbauten	34
	Energiebilanz	34
	Feuchteschutz	35
	Sommerlicher Wärmeschutz	35
	Schallschutz	35
	Ökologie	36
9	Zusammenfassung	37
	Fokus auf das geneigte Dach	37
	Ziel: Erhöhung der Dachmodernisierungsrate	38
	Synergien bei der Förderung nutzen	38
10	Literatur	40

1 Das Wesentliche in Kürze

Im Rahmen dieser vom Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München durchgeführten Studie wurde das wirtschaftliche sowie energie- und klimapolitische Potenzial der Sanierung von Steildachkonstruktionen untersucht. Dazu wurde der aktuelle Bestand an Dachkonstruktionen differenziert nach Gebäudetypen und Baualtersklassen in Modellrechnungen abgebildet und die Entwicklung unter Berücksichtigung verschiedener Sanierungsraten und analog zum Zeithorizont der Klimaschutzpolitik bis 2050 fortgeschrieben.

Je nach Sanierungsquote und -tiefe ist es durch die Sanierung der Bestandsdachflächen möglich, die CO₂-Emissionen im Gebäudesektor um insgesamt bis zu 25 % zu reduzieren. Insbesondere im Ein- und Zweifamilienhausbereich liegen in Deutschland vier Millionen Dächer bzw. 600 Millionen Quadratmeter Dachfläche nur im Mindestwärmeschutz oder ungedämmt vor. Weitere 6,5 Millionen Dächer bzw. 1 Milliarde Quadratmeter entsprechen nur den energetischen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung von 1977 bis 1984.

Vor dem Hintergrund der klimapolitischen Zielsetzungen ist es deshalb notwendig, die Sanierungsaktivitäten gegenüber der gegenwärtigen bauteilbezogenen Sanierungsquote im Dach von ca. 1,3 % deutlich auszuweiten. Die resultierenden Mehrkosten für Investitionen können durch die Energieeinsparungen nicht vollständig kompensiert werden. So ergeben sich bei einer Sanierungsquote von 2 % Mehrkosten von ca. 1,5 % gegenüber einer Sanierungsquote von 1,3 %. Werden 3 % der Dachflächen saniert, beträgt der Mehraufwand ca. 6,5 %. Eine maßvolle Erhöhung der Sanierungsquote vorausgesetzt, gehört die Sanierung des Daches zu den im Vergleich wirtschaftlichsten Effizienzmaßnahmen am Gebäude. Hinzu kommt das wirtschaftliche Potenzial, insbesondere für Handwerk und Mittelstand, mit einhergehenden positiven Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt.

Zur Steigerung der Sanierungsquote bedarf es künftig einer Stärkung der Förderprogramme. Das Baukindergeld ist ein erster Anreiz der aktuellen Bundesregierung, um die Bildung von Wohneigentum voranzubringen. Die steuerliche Förderung kann zudem zu weiteren Impulsen beitragen und sollte im Hinblick auf die stagnierenden Sanierungstätigkeiten nicht weiter verzögert werden. Die Weiterentwicklung der Förderprogramme bietet die Möglichkeit, Synergieeffekte aus der Kombination verschiedener Effizienzmaßnahmen stärker zu nutzen und die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Als Beispiel kann hier die Kombination von Aufdach-Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen mit der Sanierung des Daches genannt werden.

Dabei ist es wichtig, dass auch künftig die Förderprogramme von Öffentlichkeitsarbeit und Kampagnen begleitet werden, um die positive Wahrnehmung von Effizienzmaßnahmen aufrechtzuerhalten und die Motivation der Gebäudeeigentümer zu steigern. Für die Förderung entsprechender Initiativen ist die Bereitstellung weiterer Mittel notwendig.

2 Hintergrund

Die Sanierung von Gebäuden stellt für die klimapolitischen Zielsetzungen der Bundesrepublik Deutschland eines der wesentlichen Handlungsfelder dar, um die angestrebten Einsparungen an Primärenergie und die damit einhergehende Reduktion der CO₂-Emissionen zu erreichen. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass die aktuell gegebenen Sanierungsraten für Gebäude nicht ausreichen werden, um die beschlossenen Zielwerte einzuhalten. Die gebaute Praxis zeigt zudem, dass energetische Vollsanierungen nicht den Regelfall abbilden. Die dazu notwendigen Investitionssummen stellen sowohl für private Bauherren als auch gewerbliche Immobilienbetreiber hohe finanzielle Belastungen dar. Austausch und Sanierung erfolgen daher gewöhnlich als Einzelmaßnahmen entsprechend den Lebenszyklen von Bauteilen und Anlagen.

Neue Förderprogramme wie der „individuelle Sanierungsfahrplan – (iSFP)“ [1] greifen diese Thematik auf: Der Bauherr soll zu einem ganzheitlichen energetischen Sanierungskonzept für sein Gebäude motiviert werden, das dann zeitlich in verschiedenen Stufen umgesetzt werden kann. Vor diesem Hintergrund ist es umso wichtiger, das wirtschaftliche, energetische und ökologische Potenzial der wesentlichen Einzelmaßnahmen einer Gebäudesanierung zu identifizieren und zu bewerten, um Bauherren sinnvolle Lösungswege aufzuzeigen und politischen Entscheidungsträgern Basisdaten zur Gestaltung künftiger förderpolitischer Instrumente zur Verfügung zu stellen.

Im Rahmen einer Studie für den Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V. (BV Ziegel) soll das wirtschaftliche und energetische Potenzial der energetischen Sanierung von Steildachkonstruktionen in Deutschland ermittelt, analysiert und bewertet werden. Als Steildächer werden in dieser Arbeit alle geeigneten Dächer bezeichnet, deren Neigung über zehn Grad beträgt, die also prinzipiell für den Einsatz von Dachziegeln geeignet sind. Dabei wird nicht nach Art der Eindeckung unterschieden. Das Potenzial für Dachziegel basiert demnach auf dem Gesamtpotenzial, das sich aus Neubau und Sanierung von Steildächern ergibt.

Grundlage der Untersuchung bildet ein vom FIW München entwickeltes Gebäudemodell, das den aktuellen Wohngebäudebestand in Deutschland nach Gebäudetypologien, Baualtersklassen, Bauteilen, energetischem Zustand (sanirt, teilsanirt, nicht sanirt, Neubau etc.), Energiebedarf, Versorgungstechnologien und Kosten abbildet. Anhand des Modells lassen sich die Einflüsse unterschiedlicher Entwicklungsszenarien (z. B. Sanierungsraten, Neubauraten, energetische Standards, Veränderungen der Versorgungsstruktur etc.) auf Heizwärmebedarf und Investitionskosten für die nächsten Jahrzehnte berechnen.

3 Aktuelle Entwicklungen im Wohnungsbau

3.1 Baufertigstellungen

Die Anzahl der neu errichteten Wohnbauten ist seit Mitte der 1990er Jahre kontinuierlich über alle Gebäudetypen, vom Ein- bis zum Mehrfamilienhaus, deutlich zurückgegangen. Erst seit der Eurokrise 2009 zeichnet sich durch niedrige Kapitalzinsen und Unsicherheiten auf den Kapitalmärkten eine Trendwende für den Wohnungsbau ab (Abbildung 1). Die Anzahl der Neubauten ist seitdem schrittweise angestiegen: sowohl private als auch institutionelle Anleger investieren wieder mehr in den Wohnungsbau. Dennoch konnte das Niveau aus den 1990er und frühen 2000er Jahren nicht mehr erreicht werden. Während im Jahr 2000 über 200.000 Wohngebäude fertiggestellt wurden, waren es im Jahr 2017 nur etwa 110.000 .

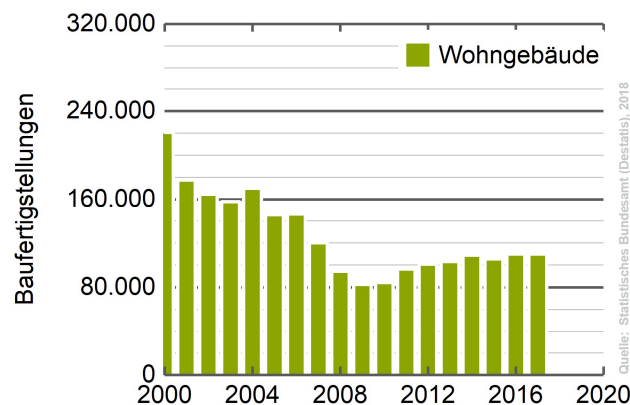


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der absoluten Baufertigstellungen von Wohngebäuden seit dem Jahr 2000 [2] [3]

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der fertiggestellten Wohngebäude nach Haustyp bzw. nach Anzahl der darin enthaltenen Wohnungen. Seit 2002 weist die Statistik neben der Anzahl an Wohnungen pro fertiggestelltem Gebäude auch den Haustyp aus. Deutlich zu erkennen ist, dass in den letzten Jahren der Anteil der freistehenden Einzelhäuser von 65 % auf über 75 % gestiegen ist. Der relative Anteil der Gebäude mit einer bzw. zwei Wohneinheiten nimmt allerdings im Vergleich zu den Gebäuden mit drei und mehr Wohnungen seit 2004 langsam ab und beträgt derzeit knapp 82 %. Laut Daten des Statistischen Bundesamts wurden im Jahr 2017 rund 96.000 Ein- und Zweifamilienhäuser errichtet.

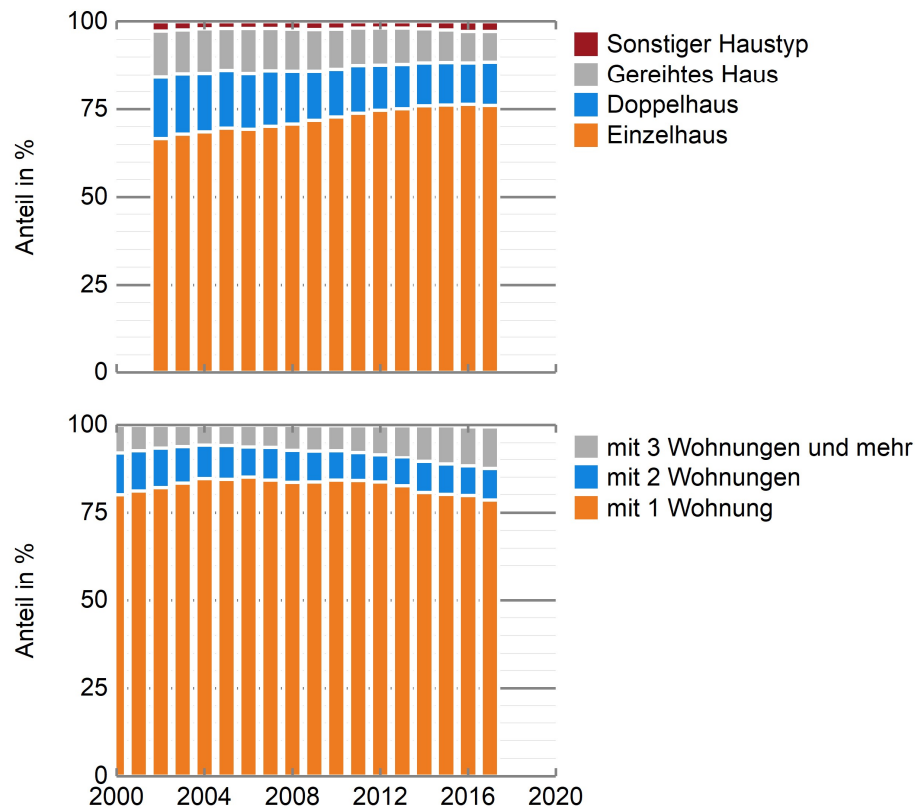


Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung des relativen Anteils nach Haustyp (oben) und Anzahl der darin enthaltenen Wohnungen (unten) [2] [3]

Wirkung von Fördermaßnahmen

Die Mindestanforderungen an den energetischen Standard von Neubauten und Sanierungen werden bis dato durch die Festlegungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) ordnungspolitisch geregelt. Energetische Standards, die über das gesetzlich geforderte Maß hinausgehen, basieren demgegenüber auf Freiwilligkeit: eine Wirtschaftlichkeit ist innerhalb üblicher Nutzungszeiträume in der Regel nicht gegeben. Hier werden durch flankierende Fördermaßnahmen (insbesondere auf Bundesebene durch KfW-Kredite) entsprechende Anreize gegeben, um den Anteil ambitionierter Konzepte zu erhöhen.

Der Einfluss der Förderung durch die KfW-Bank machte sich bei der Umsetzung der energetischen Gebäudestandards im Wohnungsneubau in den letzten Jahren deutlich bemerkbar. In den Jahren 2013 bis 2016 wurde mehr als die Hälfte aller Baufertigstellungen durch die KfW unterstützt [4]. Dabei war bis einschließlich 2015 das „Effizienzhaus 70“ der am häufigsten geförderten energetischen Standard. Seit 2016 gilt dies für das „Effizienzhaus 55“. Das „Effizienzhaus 70“ entspricht gegenwärtig nahezu dem Mindeststandard und wird nicht weiter gefördert. Durch die Umstellung auf den höheren energetischen Gebäudestandard ist die in Anspruch genommene Förderung gegenüber den Vorjahren wieder leicht zurückgegangen. Gleichzeitig steigen

aber auch die Anteile der „Effizienzhaus 40“- und „Effizienzhaus 40-Plus“-Standards an den geförderten Neubauten (Abbildung 3). Die technischen Mindestanforderungen an die Förderstandards sind in [5] zusammengefasst.

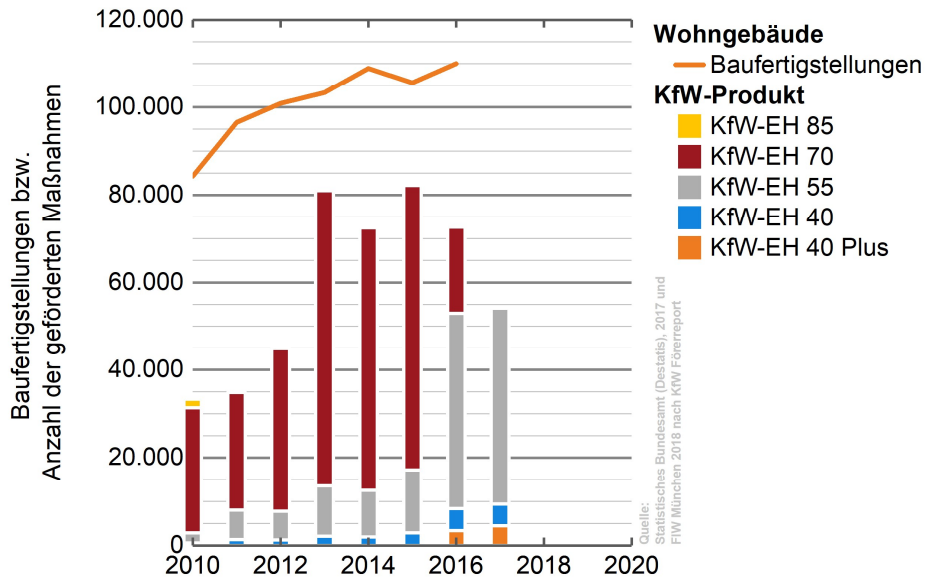


Abbildung 3: Baufertigstellungen und Anteil der KfW-Fördermaßnahmen in Abhängigkeit des energetischen Gebäudestandards [2] [4]

3.2 Bauleistungen an bestehenden Gebäuden

In Abbildung 4 werden die Bauleistungen in Bezug auf bestehende Gebäude und den Neubau (Wohnungsbau) seit 2011 dargestellt. Auch wenn der Neubau in den letzten Jahren kontinuierlich angezogen hat, bleiben Bauleistungen an bestehenden Gebäuden im Wohnungsbau mit 68 % dominant. Im Jahr 2016 sind dafür 136 Milliarden Euro aufgewendet worden. Bei den Bestandsmaßnahmen im Wohnungsbau dominieren Ausgaben für Teilmodernisierungen. Für die energetische Sanierung werden nur knapp 38 Milliarden Euro aufgewendet.

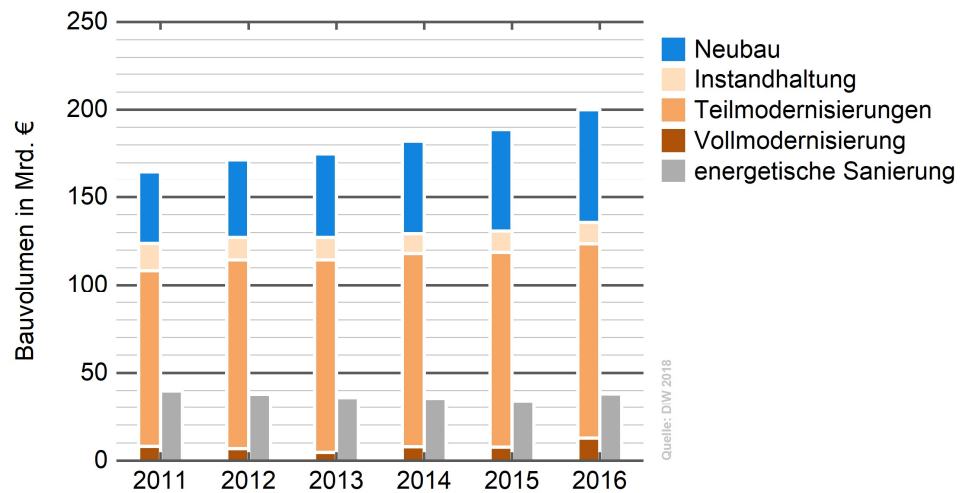


Abbildung 4: Entwicklung des Bauvolumens nach Neubau und Bestand [6]

KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“

Aufschlüsse über die Wirkung von Förderungen bei Einzelmaßnahmen am Gebäudebestand geben die nachfolgenden Betrachtungen. In den Jahren 2011 bis 2016 lag die Anzahl der geförderten Einzelmaßnahmen zwischen etwa 100.000 und 175.000 Einheiten. Die am häufigsten umgesetzten Einzelmaßnahmen im Bestand sind die Erneuerung der Heizung sowie der Austausch von Fenstern. Demgegenüber macht der Anteil der Sanierungsmaßnahmen an der opaken Gebäudehülle mengenmäßig nur einen kleineren Anteil aus. Insbesondere für die Außenwand und das Dach ist seit 2013 ein stetiger Rückgang der Förderungen zu verzeichnen (Abbildung 5). Entsprechend entwickeln sich auch die beanspruchten Fördermittel. Für Dach und Außenwand gehen diese kontinuierlich zurück. Im Vergleich zur Anzahl der Fördermaßnahmen macht die Fördersumme für Dach und Wand bis 2015 noch etwas mehr als die Hälfte der Fördermittel aus. 2016 ist hier eine Veränderung festzustellen: Die Fördersummen für Fenster und Heizungsmaßnahmen übertreffen den Aufwand für Wand und Dach deutlich.

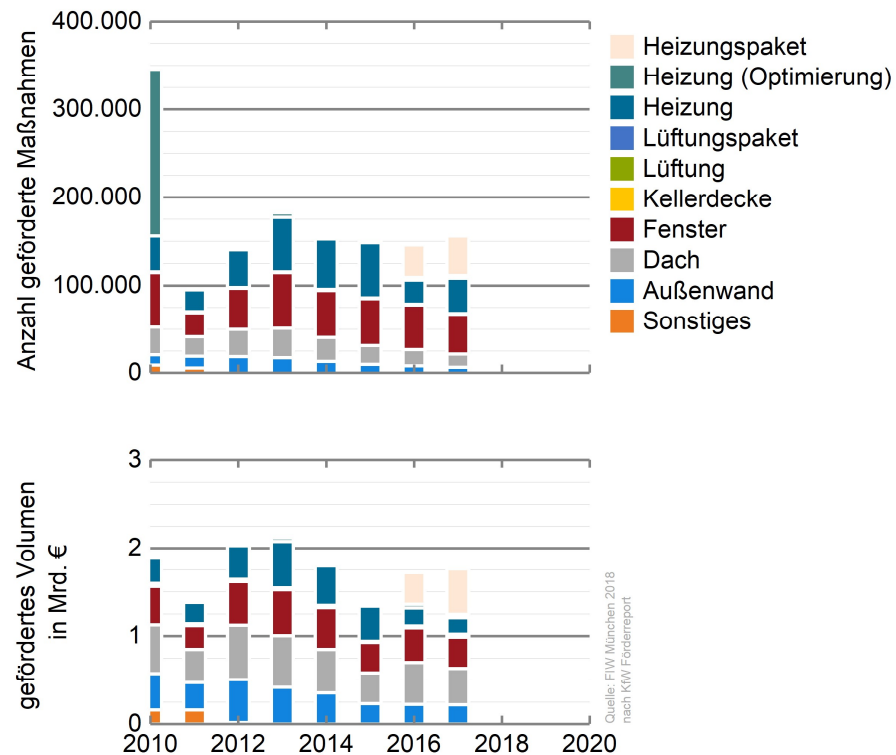


Abbildung 5: Anzahl (oben) und Fördervolumen (unten) der geförderten Einzelmaßnahmen im KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ [4]

3.3 Absatzzahlen von Dachziegeln

Aufgrund des hohen Bedarfs an Wohnraum in den Ballungsgebieten werden tendenziell mehr Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern geschaffen, bei denen der Anteil an Flachdächern höher ist. Geeignete Dächer, die ganz überwiegend mit Dachziegeln gebaut werden, kommen vornehmlich im Bereich der Ein-, Zwei- und Reihenhäuser zum Einsatz. Daher wirken sich die steigenden Neubauraten des Wohnungsbaus nicht gleichermaßen auf die Nachfrage nach Dachziegeln aus. Gleichzeitig konnte der Sanierungsmarkt die Entwicklungen im Bereich des Neubaus nicht ausreichend kompensieren. Das im Rahmen der Klimaschutzpolitik geplante Ziel, den Gebäudebestand umfangreich energetisch zu sanieren, wird zwar durch Fördermaßnahmen und Kampagnen unterstützt, jedoch zeigen die Sanierungsraten keinen deutlichen Zuwachs. Dies gilt, wie zuvor dargestellt, auch für das Bauteil Dach, obwohl die energetische Sanierung des Daches eine besonders energieeffiziente Maßnahme darstellt. So verzeichnete die Marktentwicklung für Dachziegel in den letzten Jahren trotz steigender Neubau- und etwa gleichbleibender Sanierungsraten einen leichten Rückgang der Absatzzahlen. 2017 lag die Produktion laut Angaben des Statistischen Bundesamtes bei 606 Millionen Stück. Eine vergleichbare Entwicklung ist derzeit auch bei den Dachsteinen aus Beton zu beobachten (172 Millionen Stück) [8].

3.4 Politische Rahmenbedingungen

Neben den Marktentwicklungen bestimmen die klima- und wohnungspolitischen Entscheidungen maßgeblich die Rahmenbedingungen von Förderprogrammen und Ordnungspolitik. Wesentliche Bedeutung kommt hierbei den langfristigen, vom Bundestag verabschiedeten Klimaschutzzielen, die im Klimaschutzplan 2050 festgehalten sind, und den für diese Legislaturperiode im Rahmen der Koalitionsvereinbarung formulierten Zielen der Bundesregierung zu.

Klimaschutzplan 2050

Der Klimaschutzplan der Bundesregierung sieht für den Gebäudesektor eine Minderung der Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) gegenüber dem Bezugsjahr 1990 um 66 bis 67 % vor. Gleichzeitig soll der Primärenergiebedarf für Gebäude gegenüber dem Jahr 2008 um etwa 80 % reduziert werden [7] [8].

Bis 2050 wird ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand angestrebt. Dazu soll der energetische Gebäudestandard für Neubauten bis 2030 dahingehend weiterentwickelt werden, dass dieser deutlich unterhalb des heutigen Förderstandards „Effizienzhaus 55“ liegt. Die Anforderungen gegenüber Bestandsgebäuden werden ebenfalls bis 2030 weiterentwickelt, sodass sie dem Anspruch eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands genügen.

Koalitionsvertrag 2018

Der Koalitionsvertrag der Bundesregierung [9] sieht hinsichtlich des Klimaschutzes eine Beibehaltung der politischen Zielsetzungen, wie sie im Klimaschutzplan 2050 und im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 vereinbart wurden, vor. Dazu wurden insbesondere der Ausbau erneuerbarer Energien und die Steigerung der Energieeffizienz bekräftigt und die Sektorenkopplung von Wärme, Mobilität und Elektrizität betont. Dabei wird für die Effizienzstrategie (Efficiency First) eine sektorübergreifende Reduktion des Energieverbrauchs um 50 % bis 2050 als Ziel formuliert.

Für den Gebäudesektor wurden zudem weitere Vereinbarungen getroffen, die sowohl ordnungsrechtliche als auch förderpolitische Maßnahmen betreffen:

Ordnungspolitik

Um den Anforderungen der EU [10] [11] und des Bundesrates zu entsprechen, werden die bisherigen Regelungen zur EnEV [12], EnEG [13] und EEWärmeG [14] im künftigen Gebäudeenergiegesetz (GEG) zusammengeführt [15]. Eine Verschärfung der energetischen Anforderungen an Neubauten und Gebäudebestand ist für diese Legislaturperiode gemäß dem Koalitionsvertrag nicht vorgesehen.

Förderpolitik

Um dem Wohnungsmangel zu begegnen, wird der Neubau von 1,5 Millionen Wohnungen angestrebt. Dazu sind unterschiedliche Fördermaßnahmen geplant; u.a.

werden für den sozialen Wohnungsbau in der gegenwärtigen Legislaturperiode insgesamt 5 Milliarden Euro Förderung angesetzt. Für den frei finanzierten Wohnungsbau sollen bis 2021 befristete Sonderabschreibungen Anreize für Bauinvestitionen geschaffen werden. Baukindergeld und Bürgschaftsprogramme der KfW sollen private Bauherren bei der Finanzierung des Eigenheims unterstützen.

Hinsichtlich der energetischen Gebäudesanierung sollen die existierenden Programme verstetigt und besser aufeinander abgestimmt werden. Zusätzliche Anreize zur Gebäudesanierung sollen durch Investitionszuschüsse oder die Reduktion des zu versteuernden Einkommens gegeben werden.

4 Bestandsanalyse – FIW Gebäude- und Bauteilmodell

Für die Entwicklung des Gebäude- und Bauteilmodells des FIW wurden verschiedene Studien und Quellen ausgewertet. Neben den aktuellen Angaben des Statistischen Bundesamtes zur Entwicklung von Anzahl und Flächen des Gebäude- und Wohnungsbestandes fließen die Studien der Deutschen Energie-Agentur (dena) [16], der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. ARGE (ARGE) [17] [18], des Instituts Wohnung und Umwelt (IWU) [19] und des Statistischen Bundesamtes [3] [20] [21] [22] mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten und Detaillierungsgraden, wie dem energetischen Zustand, der Typologisierung des Gebäudebestands sowie Energie- und Versorgungsszenarien, ein (Abbildung 6). Das Gebäudemodell unterscheidet in Abhängigkeit von der Größe der Gebäude zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern (EFH/ZFH), kleineren Mehrfamilienhäusern mit maximal zehn Wohneinheiten (MFH) und Wohngebäuden mit mehr als zehn Wohneinheiten (GMFH). Für jeden dieser Gebäudetypen sind die Anzahl der Gebäude bzw. die Anzahl der Wohnungen in Abhängigkeit von der Gebäudealtersklasse sowie der energetische Zustand (nicht modernisiert, teilmodernisiert etc.) bekannt.

Auf dieser Datenbasis wurde ein Rechenmodell entwickelt, mit dem unterschiedliche Sanierungsszenarien auf Gebäude- und Bauteilebene hinsichtlich Energie, Emissionen und Kosten für den Zeitraum bis 2050 untersucht werden können.



Abbildung 6: Schematische Darstellung des FIW Gebäude- und Bauteilmodells

4.1 Bestandsanalyse: Gebäude und deren energetischer Ist-Zustand (2016)

Einen Überblick über den aktuellen Wohngebäudebestand liefert die Fortschreibung des Wohngebäude- und Wohnungsbestandes [22]. Darin werden die kumulierten Gebäudezahlen jeweils zum 31. Dezember eines jeden Jahres fortgeschrieben. Darüber hinaus sind jährliche Kennwerte zu den im laufenden Jahr fertiggestellten Wohngebäuden vorhanden. Die Ergebnisse mit Stand Ende 2016 sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Wohnungsbestand (Stand 2016) [23]

Wohngebäude	
Anzahl Gebäude	18.839.837
Anzahl Wohnungen	40.306.502
davon in Gebäuden mit ... Wohnungen	
1 oder 2	18.762.468
3 oder mehr	21.086.208
Wohnheime	457.826
Wohnfläche in 1.000 m ²	3.698.008

Abbildung 7 zeigt die Anzahl des gesamten Gebäudebestands, sortiert nach Baualtersklassen (BAK) und Modernisierungszustand. Der überwiegende Teil der Gebäude wurde vor der ersten bzw. zweiten Wärmeschutzverordnung (1977 bzw. 1984) errichtet und hat im Laufe seines Lebenszyklus bereits eine Modernisierung erlebt. Dabei ist die Modernisierungstiefe mehrheitlich gering. Bei den jüngeren Baualtersklassen ab etwa 1988 wurden nur geringe oder gar keine Modernisierungen durchgeführt, da dies noch nicht notwendig war. Die Verteilung der 15,6 Millionen Ein- und Zweifamilienhäuser nach Baualtersklassen und Modernisierungszustand (Abbildung 7, jeweils rechte Säule) zeigt ein analoges Bild.

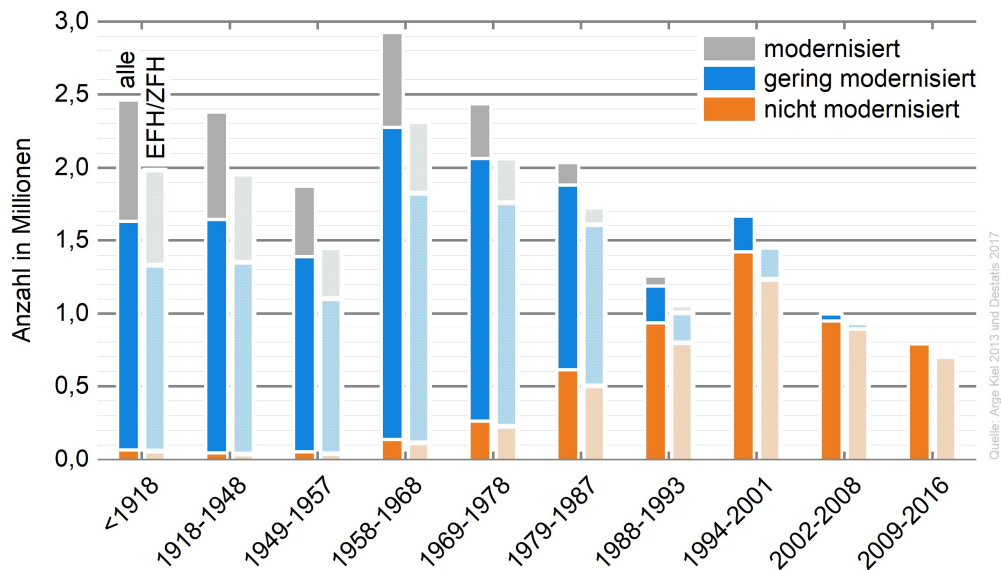


Abbildung 7: Wohngebäudebestand nach Baualterklassen und Modernisierungszustand: die jeweils linke Säule stellt die Anzahl aller Gebäude, die rechte die der Ein- und Zweifamilienhäuser dar [17] [22]

4.2 Zukünftige Entwicklung des Gebäudebestands

Die Entwicklung des Gebäudebestands bis 2050, also für einen Zeitraum von über 30 Jahren, ist nicht exakt zu prognostizieren. Wirtschaft und Gesellschaft unterliegen deutlichen Veränderungen (z. B. Digitalisierung der Arbeit, Alterung der Gesellschaft, Urbanisierung), die durch unvorhersehbare Ereignisse (z. B. Finanzkrise, Kriegsflüchtlinge) weiter verstärkt werden können. Letztlich ergeben sich aus den unterschiedlichen Einflüssen auch Auswirkungen auf den Gebäudebestand. Aufgrund einer anhaltenden Verlagerung von Arbeitsplätzen in das städtische Umfeld und weltweiten ökologischen und sozialen Krisen ist auch in Zukunft mit einem Zuwachs der städtischen Bevölkerung durch Landflucht oder Zuwanderung und damit einer weiteren Urbanisierung zu rechnen, wofür aktuell kein ausreichender Wohnraum vorhanden ist.

Die Intensität der Veränderungen und Einflüsse wird über den Betrachtungszeitraum variieren und unterschiedlich stark ausfallen. Im Rahmen der Studie können diese Zyklen nicht berücksichtigt und sinnvoll abgebildet werden. Stattdessen wird auf Basis historischer Daten das Neubau- und Abrissvolumen als stetige Entwicklung fortgeschrieben.

Abgang

Der Abgang an Wohngebäuden durch Abriss oder Umnutzung wird für diese Studie mit ca. 17.400 Wohneinheiten (WE) pro Jahr angenommen. Dies verteilt sich auf 5.800 WE Ein- und Zweifamilienhäuser sowie 11.600 WE Mehrfamilienhäuser (Tabelle 2). Die entsprechenden Angaben für die Anzahl der Wohngebäude und Wohnungen sowie für die Wohnflächen werden mithilfe spezifischer Indikatoren ermittelt

bzw. umgerechnet. Für den Abriss werden ausschließlich Gebäude älterer Baualterklassen berücksichtigt.

Tabelle 2: Abgang Wohnungsbestand – Annahmen für die Entwicklung ab 2017 von Wohngebäuden, Wohneinheiten und Wohnflächen pro Jahr

Gebäudetyp	Wohngebäude	Wohnungen	Wohnfläche
	Anzahl	Anzahl	m ²
EZFH	4.860	5.800	684.000
MFH	1.740	11.600	802.000
Gesamt	6.600	17.400	1486.000

Neubau

Für den Neubau wird im Modell von einem Zuwachs von ca. 113.000 Wohngebäuden, aufgeteilt nach 98.000 EZFH und 15.000 MFH, pro Jahr bis zum Jahr 2050 ausgegangen (Tabelle 3). Das liegt zwar unter dem geforderten politischen Ziel, spiegelt jedoch die aktuellen Entwicklungen wider. Ferner wird die derzeit geforderte hohe Zahl an Neubauwohnungen nicht bis zum Jahr 2050 konstant bleiben und eventuell zu einem späteren Zeitpunkt sogar wieder abfallen. Somit ist ein Durchschnittswert auf Basis der aktuellen Entwicklung ein durchaus realistischer Ansatz. Damit steigt die Anzahl der Wohngebäude von derzeit 18,8 Millionen auf 22,3 Millionen im Jahr 2050.

Verschiedene existierende Szenarien aus der Literatur beschreiben hinsichtlich der Wohnflächenentwicklung einen weiteren Anstieg des Flächenbedarfs pro Person in Deutschland für die nächsten Jahrzehnte. Angesichts der zunehmenden Kosten für Wohnraum wird in den vorliegenden Berechnungen jedoch von einer Stagnation auf aktuellem Niveau bei der Entwicklung der Wohnflächen ausgegangen.

Tabelle 3: Neubauten – Annahmen für die Entwicklung ab 2017 von Wohngebäuden, Wohneinheiten und Wohnflächen pro Jahr

Gebäudetyp	Wohngebäude	Wohnungen	Wohnfläche
	Anzahl	Anzahl	m ²
EZFH	98.000	117.600	13.800.000
MFH	15.000	99.800	6.900.000
Gesamt	113.000	217.400	20.700.000

4.3 Bestandsanalyse: Dach

Für die opaken Bauteile der Gebäudehülle ergeben sich für den Gebäudebestand die in Abbildung 8 dargestellten Flächenverhältnisse, aufgeteilt nach Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern sowie Wohnheimen. Insgesamt liegen ungefähr 3 Milliarden Quadratmeter Dachfläche vor, von der etwa zwei Drittel auf Ein- und Zweifamilienhäuser und etwa ein Drittel auf Mehrfamilienhäuser entfallen. Der Bauteilflächenanteil für die Wohnheime ist im Vergleich zu den anderen Haustypen gering.

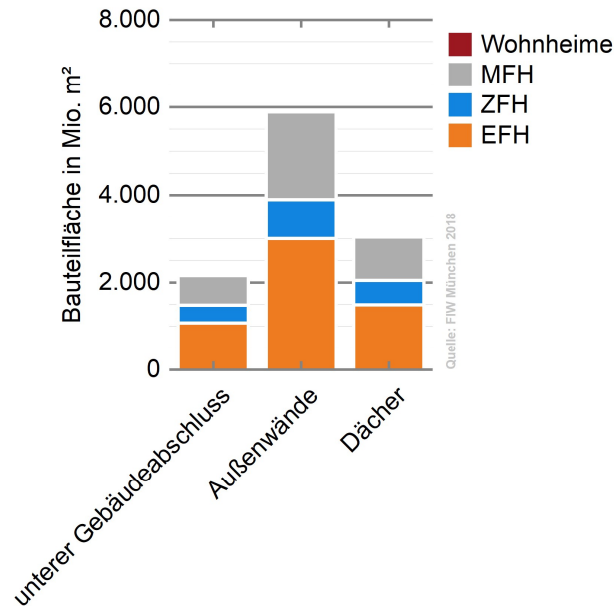


Abbildung 8: Bauteilflächen des Gebäudebestands [24]

Die Bestandsanalysen zu den Dachkonstruktionen zeigen darüber hinaus, dass der überwiegende Teil der Gebäude mit einem Steildach ausgeführt wurde. So weisen 91 % der Gebäude ein Steildach auf, während nur 9 % mit einem Flachdach realisiert wurden. Das Dachgeschoss wird dabei in 42 % aller Fälle vollständig beheizt. Eine Teilbeheizung findet sich bei 17 % der geneigten Dächer, keine Beheizung trifft auf 41 % der Dachgeschosse zu (Abbildung 9).

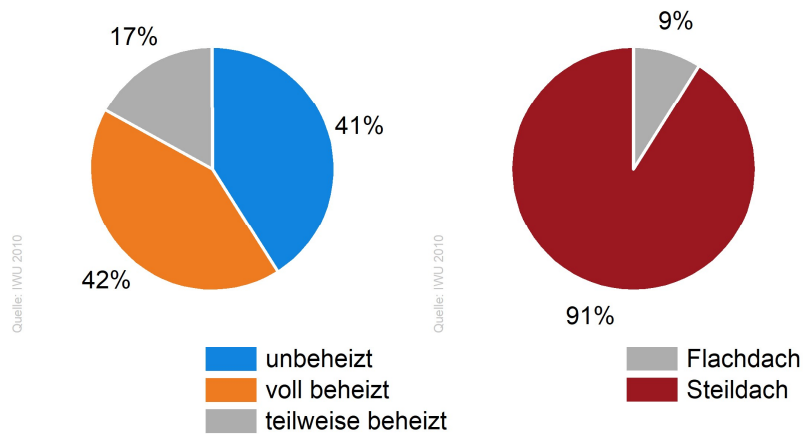


Abbildung 9: Dämmung von Obergeschossdecke bzw. Dach nach Dachgeschosstypen [21]

Für die Betrachtung des energetischen Zustands des oberen Gebäudeabschlusses ergibt sich ein differenzierteres Bild. Die Dämmung der Dachfläche oder der obersten Geschossdecke wurde im Vergleich zur Dämmung der Außenwand oder der Kellerdecke bzw. des unteren Gebäudeabschlusses in den letzten Jahren zwar häufiger vorgenommen, von den 15,6 Millionen Ein- und Zweifamilienhäusern, mit einer durchschnittlichen Dachfläche von ca. 145 Quadratmetern, sind aber noch vier Millionen Dächer nicht gedämmt bzw. erfüllen nur die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz. Abbildung 10 zeigt die Anzahl der Dächer für die verschiedenen Baualterklassen in Abhängigkeit vom energetischen Zustand. Weitere 6,5 Millionen Dächer sind nur gering modernisiert und entsprechen den energetischen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung von 1977 bzw. 1984 (Tabelle 4).

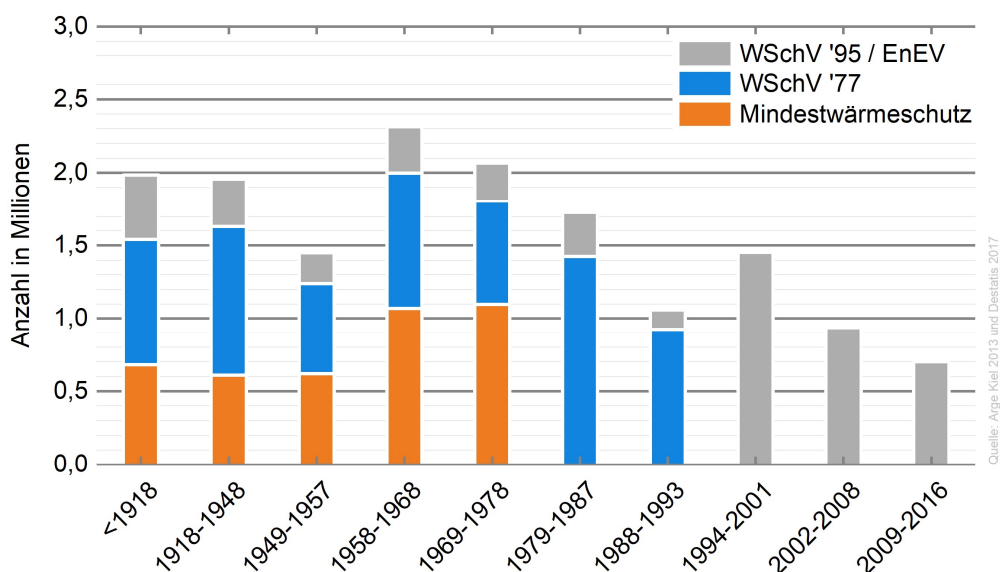


Abbildung 10: Verteilung der Dächer nach Baualtersklasse und energetischem Zustand der Dachflächen für Gebäude mit einer bzw. zwei Wohnungen [2] [3]

Tabelle 4: Anzahl der Dächer auf Ein- und Zweifamilienhäusern und resultierende Dachfläche in Abhängigkeit vom energetischen Zustand

Energetischer Zustand	Anzahl	Dachfläche in Mio. m ²
Mindestwärmeschutz	4.072.091	595
WSchV '77 / '84	6.492.805	948
WSchV '95 / EnEV	5.086.726	743
Gesamt	15.651.622	2.286

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass der Großteil der vorhandenen Dachflächen im Bestand im Hinblick auf Wärmeschutz, Luftdichtheit und Schallschutz nicht den heutigen gesetzlichen Anforderungen genügten. Die im Zuge einer dringend notwendigen energetischen Sanierung eingebrachte Dämmung verbessert daher nicht nur den sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz, sondern gleichzeitig den Schallschutz gegen Außenlärm – eine qualitativ hochwertige Ausführung vorausgesetzt. Somit werden nicht nur der Heizenergiebedarf und damit ökologische sowie ökonomische Aufwendungen reduziert, sondern das Wohlbefinden der Gebäudenutzer in hohem Maße gesteigert.

Defacto ist die durchschnittliche „Dämmquote“ im Dach höher als bei anderen Bauteilen. Aufgrund des insgesamt schlechten energetischen Standards ergibt sich aber auch hier ein hohes Sanierungspotenzial. Schon die Bauteile nach den Wärmeschutzverordnungen (WSchV) 1977/1984 sind für Sanierungsmaßnahmen relevant, da das Ende der technischen Lebensdauer in den Betrachtungszeitraum bis 2050 fällt. Für die Dachkonstruktionen, die nach WSchV 1995 und später errichtet wurden,

galten bereits vergleichsweise hohe Anforderungen, sodass eine zusätzliche energetische Sanierung nur noch geringe Effekte bewirken würde und das diesbezügliche Potenzial daher als begrenzt betrachtet werden muss.

Aktuelles Bauvolumen im Bereich Steildach

Die Summe aller realisierten Dachflächen in Neubau und Modernisierung beträgt bei Annahme einer durchschnittlichen Vollmodernisierungsquote von 0,8 % pro Jahr derzeit etwa 46,7 Millionen Quadratmeter in Deutschland. Bei Annahme einer durchschnittlichen Modernisierungsquote im Dach von 1,3 % würde der modernisierte Dachflächenanteil um 15,2 Millionen Quadratmeter steigen. Der Anteil der Modernisierungen ist dabei etwas höher als der Anteil des Neubaubereichs. Bei den Gebäudetypen dominieren die EFH und ZFH flächenmäßig den Markt (Abbildung 11).

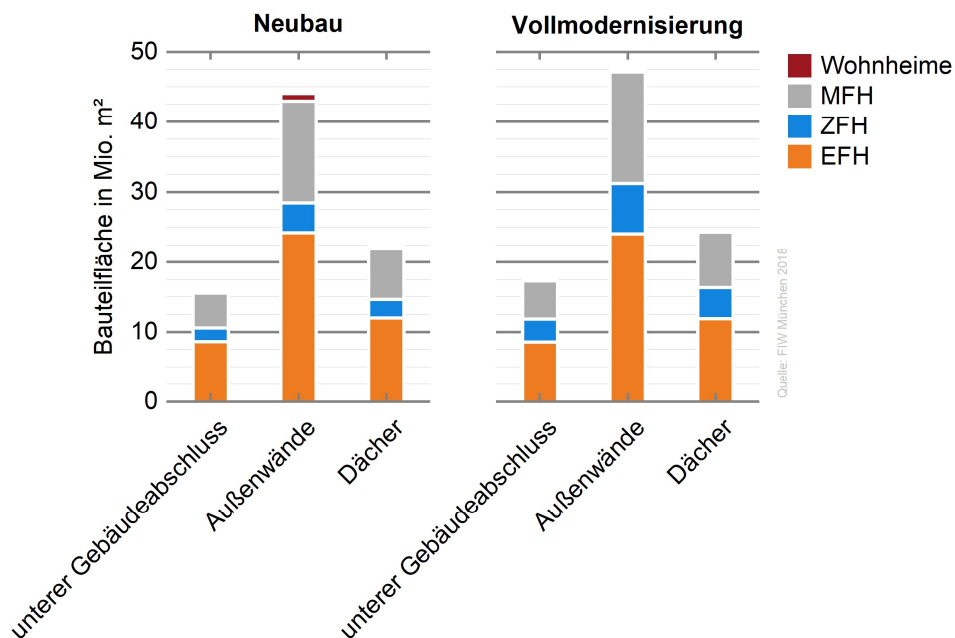


Abbildung 11: Bauteilflächen in Millionen Quadratmeter von Außenwand, unterem Gebäudeabschluss und Dächer, für Neubau (links) und Vollmodernisierung (rechts) bei Annahme eines Vollmodernisierungsäquivalent von 0,8 % pro Jahr [24]

Die Betrachtung der Einzelmaßnahmen am Dach zeigt den höchsten Anteil an Investitionen für Dacheindeckungen (Abbildung 12: Dachbeläge): sie betragen in Summe ca. 7,8 Milliarden Euro. Auf den Neubau entfallen dabei insgesamt ca. 2,2 Milliarden Euro, auf die Modernisierung ca. 5,6 Milliarden Euro. Die Dachkonstruktion selbst sowie die Innenverkleidung (Dachbekleidung) sind nachfolgende Posten. Der Großteil der Investitionen entfällt dabei wiederum auf Ein- und Zweifamilienhäuser.

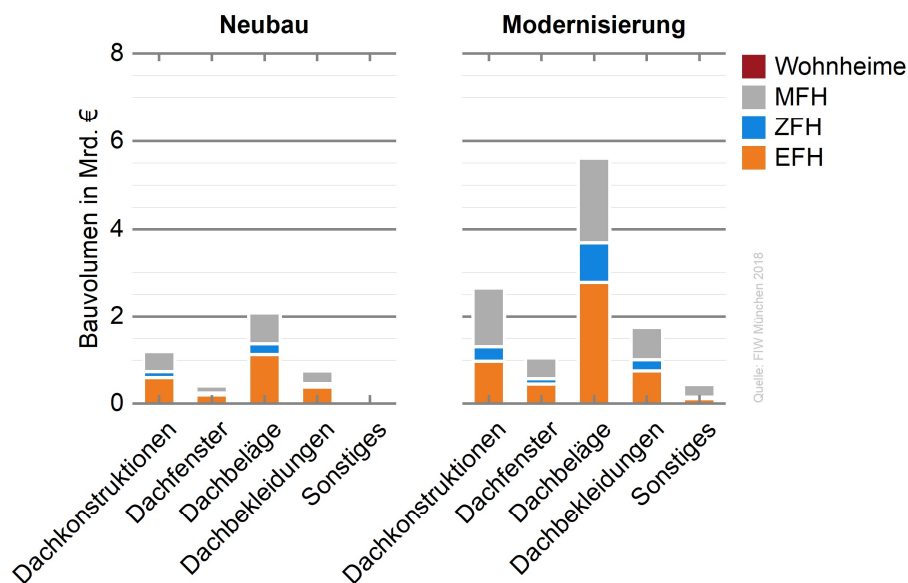


Abbildung 12: Bauvolumen in Euro pro Jahr für die wichtigsten Elemente des Daches für Neubau und Modernisierung bei Annahme einer Modernisierungsrate von derzeit geschätzt realisierten 1,3 % pro Jahr

4.4 Langfristiges Entwicklungspotenzial für das Steildach

Für den gesamten Gebäudebestand liegen keine genauen Angaben zu den Dachflächen vor. Abhängig vom Gebäudetyp (Ein- und Zweifamilienhäuser bzw. Mehrfamilienhäuser) werden die Bauteilflächen daher auf Basis spezifischer Kennwerte (Bauteilfläche je $m^2_{\text{Wohnfläche}}$ bzw. m^2_{BGF}) berechnet. Aus der Modellrechnung ergibt sich derzeit eine gesamte Dachfläche von nahezu 3 Milliarden Quadratmetern, wovon fast 2,3 Milliarden Quadratmeter auf Ein- und Zweifamilienhäuser entfallen.

Durch das geplante Ziel, 1,5 Millionen Wohnungen innerhalb der gegenwärtigen Legislaturperiode zu bauen, wird sich der Markt für das Steildach sicherlich vergrößern (geschätzt ca. 1,464 Millionen Quadratmeter zusätzlich pro Jahr bei EFH und ZFH). Allerdings stehen hauptsächlich Gebäude mit mehr als 3 Wohnungen im Fokus der Politik. Diese werden tendenziell eher mit einem Flachdach ausgeführt. Selbst wenn bei der Planung ein Steildach berücksichtigt wird, sind diese Flächen im Vergleich zur Anzahl der geschaffenen Wohnungen eher klein. Viel größer ist jedoch das Potenzial bei der Modernisierung der fast 15 Millionen Ein- und Zweifamilienhäuser.

Aus der Klassifizierung der Bestandsflächen nach energetischem Zustand der Bauteile können – je nach betrachtetem Sanierungsszenario – die jeweilige Potenzialfläche für die energetische Ertüchtigung und die Auswirkungen auf Kosten und Energie ermittelt werden. Die bestehende Sanierungsquote von Dächern wird für das Jahr 2010 auf 1,36 bis 1,39 % abgeschätzt und bis 2016 aufgrund ähnlicher Förderrahmenbedingungen mit 1,3 % angenommen [23]. Diese Quote stellt den Referenzfall für weitere Vergleiche zu den unterschiedlichen Sanierungsraten dar.

Untersucht werden sowohl eine geringere bauteilbezogene Sanierungsrate von 1 % als auch höhere Sanierungsraten von bis zu 3 % für die Bestandsflächen pro Jahr. Die Einteilung der Dachflächen erfolgt entsprechend der zuvor vorgestellten Klassifizierung nach energetischem Standard des Bauteils. In allen Fällen werden zunächst die Gebäude mit dem geringsten energetischen Standard (Mindestwärmeschutz) saniert. Dann folgen nacheinander die Gebäude mit energetischem Standard gemäß der WSchV '77 und der WSchV '95 bzw. EnEV.

Bei einer Sanierungsrate von 1 % pro Jahr werden die Dachflächen mit dem niedrigsten energetischen Standard während des Betrachtungszeitraums etwa bis 2035 vollständig und die Dachflächen gemäß WSchV '95 teilweise saniert sein. Es verbleibt aber ein erheblicher Teil an unsanierter Fläche. Das Potenzial wird nicht vollständig genutzt. Wird eine Sanierungsrate von 2 % p.a. zugrunde gelegt, sind vor 2045 bereits alle Sanierungspotenziale für Dachkonstruktionen entsprechend dem Mindestwärmeschutz und der WSchV '77 erschlossen. Zur Beibehaltung der Sanierungsquote ist es dann notwendig, auch Bauteilflächen nach WSchV '95 zu sanieren. Formal erreichen diese Konstruktionen ab 2045 die angesetzte technische Lebensdauer von 50 Jahren. Hierbei ist aber zu beachten, dass die reale Lebensdauer von Steildächern in der Regel länger ist und diese Baukonstruktionen einen angemessenen energetischen Standard aufweisen. Mit einer Sanierungsrate von 3 % p.a. werden diese Entwicklungen weiter beschleunigt. Folglich sind bis etwa 2035 alle Dachflächen nach WSchV '77 und bis 2042 auch alle Flächen nach WSchV '95 saniert (Abbildung 13). Damit bis zum Jahr 2050 alle Dächer modernisiert sind, wäre demzufolge eine jährliche Modernisierungsquote von etwa 2,5 % notwendig.

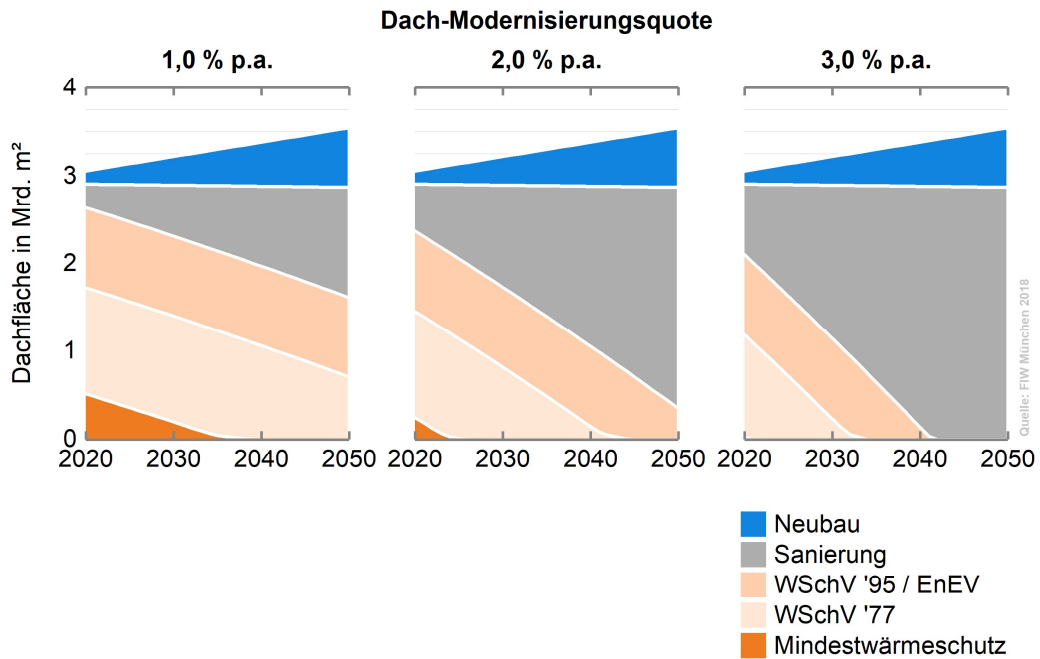


Abbildung 13: Veränderungen des Bestands an Dachflächen in Abhängigkeit von der energetischen Qualität und der Sanierungsrate

Für jede Sanierungsquote kann auch die zu modernisierende Fläche angegeben werden. Um den Status quo von 1,3 % p.a. beizubehalten, sind etwa 40 Millionen Quadratmeter Dachfläche jährlich zu erneuern. Bei 2 % p.a. sind es bereits über 60 Millionen Quadratmeter und bei 3 % über 90 Millionen Quadratmeter pro Jahr (Abbildung 14). Im Neubaubereich entspricht der jährliche Zuwachs an Dachfläche demgegenüber etwa 20 Millionen Quadratmeter. Sollten die höheren Sanierungsraten z. B. aufgrund attraktiverer Förderrahmenbedingungen tatsächlich umgesetzt werden können, wäre gleichzeitig auch eine deutliche Erhöhung der Kapazitäten in Produktion und Handwerk notwendig.

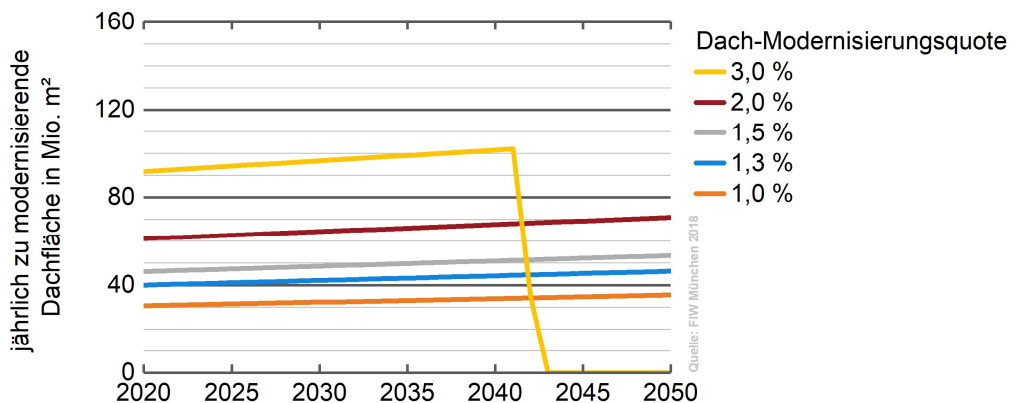


Abbildung 14: Vergleich der zu modernisierenden Dachflächen in Abhängigkeit von der Sanierungsquote

5 Ökologische Bedeutung

Die ökologische Bedeutung lässt sich durch zentrale Kennwerte zur Entwicklung des Gebäudebestands (Wohneinheiten, Flächen, Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser, Endenergiebedarf sowie CO₂-Emissionen) ermitteln. Die energetischen Kennwerte werden für jeden Gebäudetyp (EFH, MFH, GMFH) anhand von Baualtersklassen, typischen Referenzgebäuden und Berechnungen des Wärmebedarfs (Heizung und Warmwasser) nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10 jahresweise bilanziert. Durch einen variablen Korrekturfaktor wird der Bedarf an den Verbrauch angepasst. Als Referenzklima dient entsprechend der DIN V 18599 der Standort Potsdam.

Alle errichteten oder sanierten Gebäude (bis 2021) orientieren sich hinsichtlich ihrer Bauteileigenschaften an den Anforderungen der EnEV 2016, die mit leichten Anpassungen/Veränderungen im Wesentlichen auch für den Zeitraum 2010 bis 2016 Gültigkeit haben. Ab 2021 wird für den Neubau vor dem Hintergrund der in den EU-Richtlinien formulierten Anforderungen ein energetischer Gebäudestandard zugrunde gelegt, der sich an den heute geltenden Förderstandard „Effizienzhaus 55“ anlehnt.

5.1 Bauteilbezogener Transmissionswärmeverlust

Die größten Einspareffekte am Dach werden bei der Sanierung der Flächen mit den niedrigsten energetischen Standards erreicht. Bei einer gleichbleibenden Sanierungsquote von etwa 1,3 % des Flächenbestands können die Gebäude, die sich im Zustand „vor 1977“ befinden, ab etwa 2030 als rechnerisch vollständig saniert betrachtet werden. Damit gehen auch die bauteilbezogenen Transmissionswärmeverluste von ca. 120 TWh im Basisjahr 2010 auf ca. 75 TWh im Jahr 2030 zurück, was einer Reduktion von beinahe 40 % entspricht. In den folgenden Jahren bis 2050 sind die Reduktionseffekte geringer. Dann macht sich bereits der bessere energetische Zustand der jüngeren Gebäude, die nach WSchV '77/'84 errichtet bzw. saniert wurden, bemerkbar. Bis 2050 wird insgesamt eine Reduktion auf ca. 58 TWh erreicht, was einer Verringerung von knapp über 50 % entspricht. Insgesamt verbleibt dabei ein Sanierungspotenzial von Gebäuden mit Standard nach WSchV '77/'84, bei denen sowohl altersbedingt als auch energetisch eine Sanierung relevant ist.

Die Analyse weiterer Sanierungsszenarien zeigt das Potenzial der Dachsanierung zur Reduktion des Energiebedarfs bis 2050 (Abbildung 15). Auf Basis einer einprozentigen Sanierungsrate, die niedriger als der Status quo ist, können die bauteilbezogenen Transmissionswärmeverluste bis 2050 von 120 TWh nur auf knapp 65 TWh verringert werden. Dies entspricht einem Rückgang um etwa 45 %. Kann die Sanierungsrate gegenüber der Referenz auf 2 % der Bestandsflächen erhöht werden, sinkt der Transmissionswärmeverlust über das Dach um etwa 60 % von 120 TWh auf etwa 45 TWh. Allerdings ist dann auch für alle Dachflächen nach WSchV '77/'84 und früher sowie in Teilen für Dächer nach WSchV '95 eine energetische Sanierung berücksichtigt. Hier ist allerdings zu beachten, dass die Anforderungen der WSchV '95 bereits vergleichsweise hoch waren und eine effizienzmotivierte Sanierung wirtschaftlich unter

gegenwärtigen Rahmenbedingungen nicht zu erwarten ist. Das bedeutet, dass die Dachflächen ab dem Standard 1995 nur als theoretisches Potenzial zu bewerten sind.

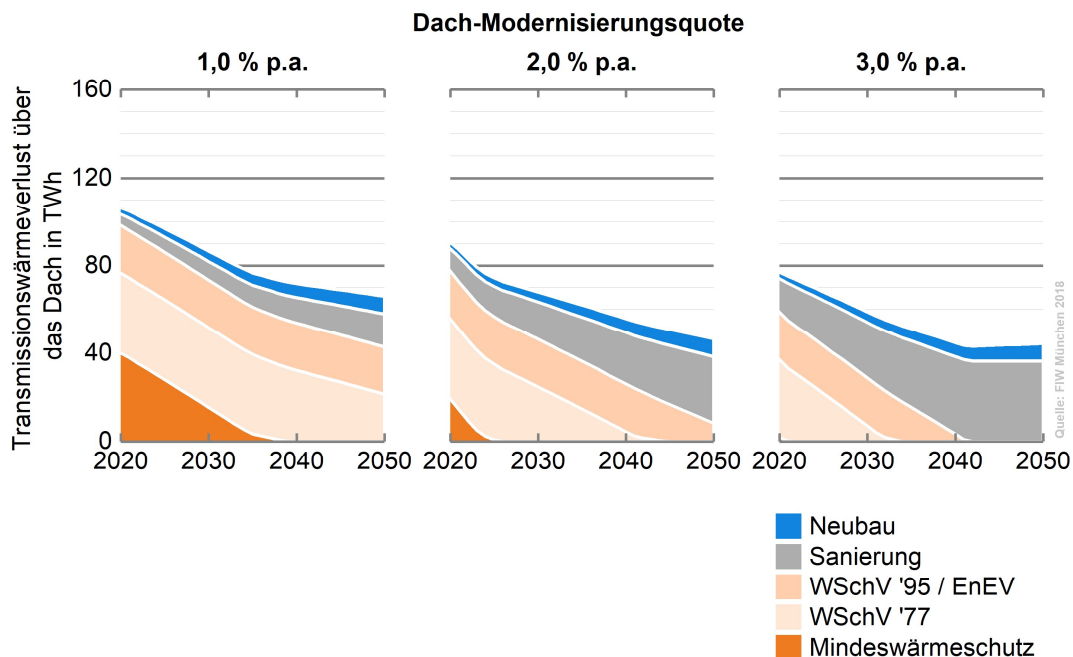


Abbildung 15: Vergleich der bauteilbezogenen Transmissionswärmeverluste für Sanierungsquoten von 1, 2 und 3 % über den Betrachtungszeitraum 2020 bis 2050

5.2 CO₂-Emissionen und Primärenergie

Zur Bewertung des Bauteileinflusses auf CO₂-Emissionen und den Primärenergiebedarf ist zunächst die Berechnung des Endenergiebedarfs notwendig. Dieser ergibt sich für die Bauteilbetrachtung aus dem Transmissionswärmeverlust über die Dachfläche und die Anlageneffizienz von Gebäuden.

Für den Gebäudebestand stellen sich sowohl für den gegenwärtigen Zustand als auch für die künftigen Entwicklungen eine sehr heterogene und komplexe Versorgungsstruktur und entsprechende Geschäftsmodelle dar, die sich insbesondere im Kontext einer weiteren Transformation des Energiesystems verändern werden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung können diese Entwicklungen nicht abgebildet werden. Da an dieser Stelle auch nur der Einfluss des Bauteils bewertet werden soll, wird ein vereinfachtes Versorgungsmodell angewendet, das auch für den Betrachtungszeitraum bis 2050 nicht weiter angepasst wird.

Die Entwicklung bei den CO₂-Emissionsfaktoren wird entsprechend des Referenzszenarios der dena-Gebäudestudie angenommen. Die Beheizungsstruktur entwickelt sich im Wesentlichen wie in den letzten Jahren. Effizientere Anlagensysteme erlangen eine größere Marktbedeutung, jedoch wird der Austausch alter und ineffizienter Heizungen im Gebäudebestand nicht beschleunigt. Dadurch verbleiben alte, ineffiziente Öl-, Gas- und Stromheizungen länger im Markt. Die Nutzung erneuerbarer

Energien im Gebäudebestand steigt nur geringfügig, im Neubau setzen sich Wärmepumpen nur langsam durch.

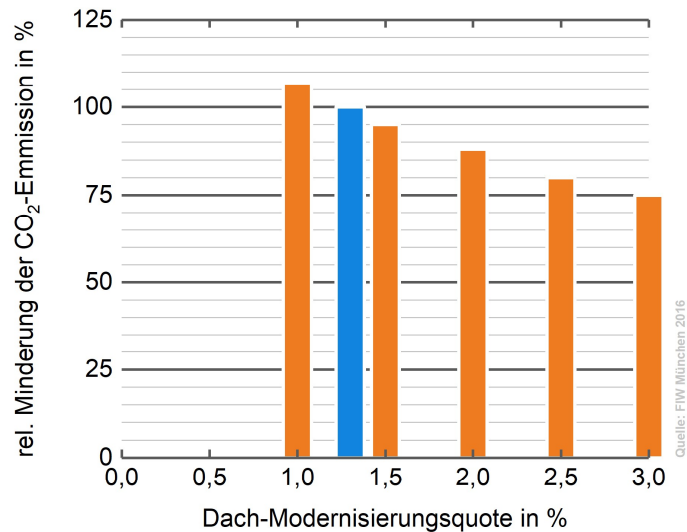


Abbildung 16: CO₂-Emissionen für unterschiedliche Sanierungsquoten des Bestands an Dachflächen relativ zur Referenzsanierungsquote von 1,3 %

Allein auf das Bauteil Dach bezogen kann durch die Erhöhung der Sanierungsrate von derzeit 1,3 % auf 2 % eine Reduktion der CO₂-Emissionen/des Primärenergiebedarfs um 10 bis 15 % gegenüber dem Referenzfall erreicht werden. Eine weitere Erhöhung der Sanierungsrate auf 3 % bewirkt einen Rückgang um 20 bis 25 % gegenüber dem Status quo (Abbildung 16). Das würde eine Reduktion der jährlichen CO₂-äquivalenten Emission von ca. 11 Millionen t CO₂-eq. beziehungsweise von ca. 20 Millionen t CO₂-eq. gleichkommen. Berechnet man die kumulierten CO₂-Emissionen aufgrund von Wärmeverlusten durch das Dach bei einer Sanierungsrate von 2,0% gegenüber 1,3% bis zum Jahr 2050, so bewirkt die höhere Sanierungsrate eine Reduktion um etwa 49 Millionen t CO₂-eq bis 2030 und etwa 94 Millionen t CO₂-eq bis 2050 (Abbildung 17).

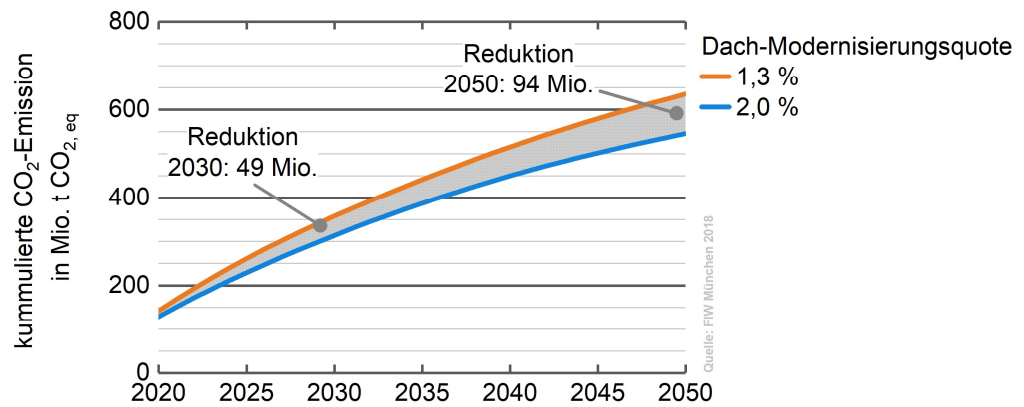


Abbildung 17: Vergleich der kumulierten CO₂-Emissionen aufgrund von Wärmeverlusten durch das Dach bei einer Sanierungsrate von 2,0% gegenüber 1,3% bis zum Jahr 2050. Die höhere Sanierungsrate bewirkt eine Reduktion um etwa 49 Millionen t CO₂-eq Millionen bis 2030 und etwa 94 Millionen t CO₂-eq bis 2050

6 Ökonomische Bedeutung

6.1 Rahmenbedingungen

Für die Ermittlung der Kosten zur energetischen Sanierung von Dachkonstruktionen werden verschiedene Lösungsmöglichkeiten berücksichtigt. Zugrunde liegt eine einfache Sparrendachkonstruktion, die in der Sanierung zum einen entsprechend den Mindestanforderungen der ENEC 2016 und zum anderen gemäß den Anforderungen des KfW-Förderstandards „Effizienzhaus 55“ ausgeführt wird. In beiden Fällen werden jeweils drei Varianten mit unterschiedlichen Materialien und Ausführungsarten abgebildet, um eine gewisse Bandbreite möglicher Investitions-, Lohn und Energiekosten zu analysieren. Die Kosten für Heizwärme gehen mit 8 ct/kWh in die Berechnungen mit ein.

Für die in der Zukunft liegenden Kosten wird der Barwert durch Abzinsung ermittelt. Der Zinssatz wird dazu mit 2 % angesetzt. Die Ermittlung des Barwerts erfolgt in Anlehnung an die VDI 2067 [25] und an die Empfehlungen der EU [26]. Die Inflation für Energie- und Investitionskosten beträgt für die Analyse 3 bzw. 1,5 %. Die technische Lebensdauer von Dachkonstruktionen wird auf Basis der Tabellen zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Bundesbauten mit 50 Jahren beziffert [27], wobei für die Dachkonstruktionen von wesentlich längeren Zeiten auszugehen ist. Die wichtigsten Rahmenbedingungen und Parameter für die Kalkulation der Kosten sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Rahmenbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Parameter	Einheit	Wert
Kalkulatorischer Zinssatz	%	2,0
Preissteigerung Heizwärme	%	3,0
Preissteigerung Bau	%	1,5
Technische Lebensdauer Dach	a	50
Kosten Heizwärme	€/kWh	0,08
MwSt.	%	19

6.2 Investitionskosten

Die Investitionskosten wurden auf Basis verschiedener Konstruktionsvarianten für eine Dachsanierung berechnet. Damit ergibt sich je nach Sanierungsumfang bzw. Sanierungsquote ein Kostenbereich, in dem sich der Aufwand für die notwendigen zu modernisierenden Flächen bewegt. Um die Referenzsanierungsquote von 1,3 % beizubehalten, ist unter gegebenen Rahmenbedingungen eine Investitionssumme (Barwert) zwischen knapp 70 und ungefähr 100 Milliarden Euro notwendig. Für 2 % liegt

der Bereich der Investitionskosten bereits zwischen 105 und 160 Milliarden Euro (Abbildung 18).

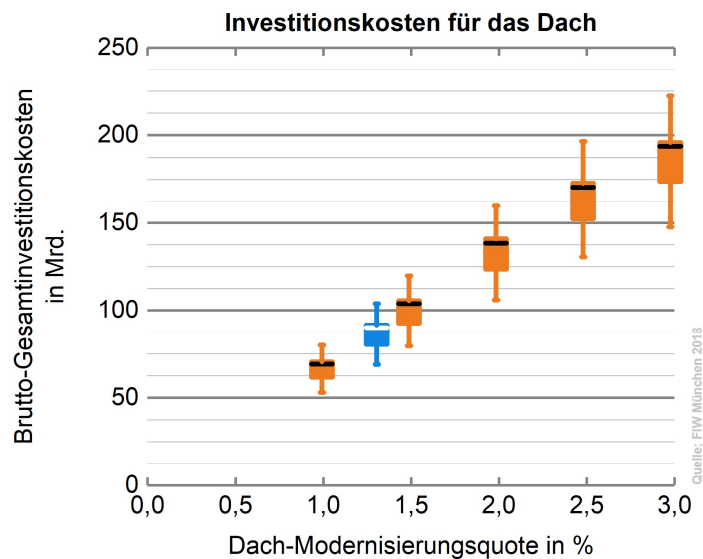


Abbildung 18: Summe der Brutto-Investitionskosten (= Barwert bis 2050) im Dach für die notwendigen zu modernisierenden Flächen in Abhängigkeit der Sanierungsrate

6.3 Energiekosten

Die Sanierung der Dachflächen führt durch die Reduktion der Transmissionswärmeverluste zu einem geringeren Heizwärmebedarf und damit zu geringeren Heizwärme- bzw. Energiekosten, die im besten Falle die Kosten der Investitionen kompensieren. Während für den Status quo die Energiekosten knapp über 310 Milliarden Euro betragen, können diese bei einer 2%igen Sanierungsquote auf etwa 270 Milliarden Euro reduziert werden.

6.4 Gesamtkosten

Aus den Medianwerten der Investitionskosten und den Energiekosten werden die resultierenden Gesamtkosten für die Umsetzung der Dachflächenanierung berechnet. Nachfolgende Grafik (Abbildung 19) weist zusätzlich die Anteile für Energie, Material und Lohn aus. Gut zu erkennen ist, dass über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg die Energiekosten den Aufwand für die Investitionskosten in allen Fällen übertreffen. Bei erhöhten Sanierungsraten von 1 oder 3 % reichen die Einsparungen jedoch nicht aus, um derzeit die Investitionskosten vollständig zu kompensieren. Entsprechend fallen die Gesamtkosten für die Sanierungsraten zwischen 2 und 3 % höher aus, als bei den Sanierungsraten von ein, 1,3 und 1,5 %, die ein vergleichbares Niveau aufweisen. Eine Erhöhung der Sanierungsquote führt folglich auch zu höheren Gesamtkosten.

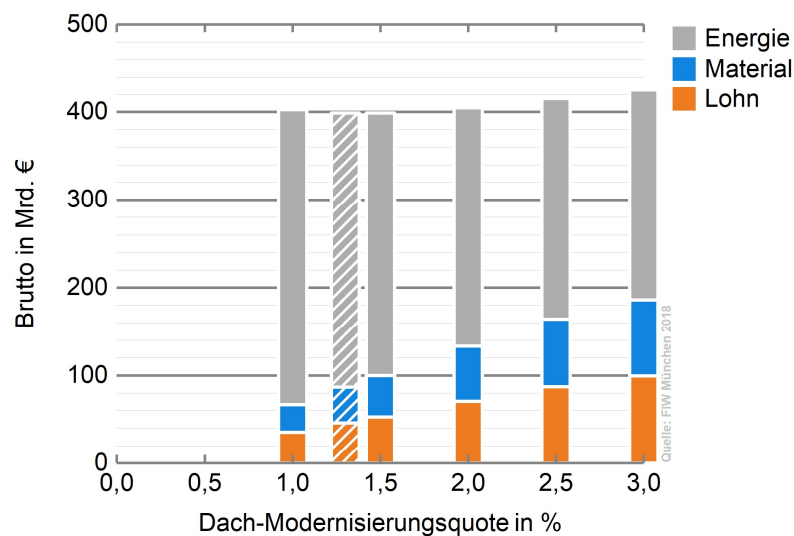


Abbildung 19: Gesamtkosten (= Barwert bis 2050) für Sanierungsmaßnahmen an Dachflächen in Abhängigkeit von der Sanierungsquote

6.5 Individuelle Wirtschaftlichkeit einer Steildachsanierung

Für die Sanierung der Gebäude, und somit für die Umsetzung der zuvor geforderten Sanierungsraten, ist letztlich der Gebäudeeigentümer verantwortlich. Dieser muss entscheiden, wann und in welchem Umfang die Instandsetzungen bzw. energetischen Ertüchtigungen am Gebäude durchgeführt werden.

Bei der Kostenbetrachtung einer energetischen Sanierung muss man zwischen den sogenannten Sowieso-Kosten und energiebedingten Kosten unterscheiden. Immer dann, wenn eine „Sowieso-Maßnahme“ ansteht, also wenn die Dacheindeckung in die Jahre gekommen ist, wenn das Dach einen Schaden hat oder die Dachfenster ausgetauscht werden müssen, sollte zusammen mit den notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen auch eine energetische Sanierung durchgeführt werden. Man nennt dies auch „Kopplungsprinzip“. Von den Vollkosten der Sanierung sind die sogenannten „Sowieso-Kosten“ (Kosten für Instandsetzung) abzuziehen, um die energiebedingten Mehrkosten als Teilkosten zu erhalten.

Die entscheidende Frage bei allen energiesparenden Maßnahmen lautet, ob sich die im Moment der Bauerstellung oder Sanierung aufzubringenden Mehrkosten durch eine Reduzierung der Heizkosten im Laufe des Nutzungszeitraumes des Gebäudes wieder einspielen lassen. Entscheidend zur Ermittlung des energetischen Einsparpotenzials sind die klimatischen Randbedingungen, das Außen- und Innenklima und der energetische Zustand der Bauteile vor und nach der Sanierung. Aber auch die finanziellen Randbedingungen sind von großer Bedeutung, darunter die tatsächlichen Sanierungs- und Kreditkosten, Laufzeiten sowie die beabsichtigte Nutzungsdauer. Neben diesen projektspezifischen Angaben sind zudem allgemeingültige, jedoch unstete Parameter wie Energiepreise und Realzinsentwicklung wichtig.

All diese Parameter sind zwingende Voraussetzungen, um eine Wirtschaftlichkeitsbewertung durchführen zu können. Diese Faktoren zu verallgemeinern, um eine allgemeingültige Aussage über die Wirtschaftlichkeit von Dämmmaßnahmen zu treffen, ist äußerst schwierig. Genaue Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und Sinnhaftigkeit einer energetischen Sanierungsmaßnahme können also nur dann gegeben werden, wenn die Genauigkeit der Eingabedaten und deren Auswirkungen auf das Ergebnis hinreichend bekannt sind.

Im Rahmen einer Studie hat das FIW München die Sensitivität bestimmter Eingabedaten und die Unsicherheitsbereiche von Wirtschaftlichkeitsberechnungen energetischer Sanierungsmaßnahmen ermittelt [28].

6.6 Nachträgliche Dämmung von außen, zwischen oder auf den Sparren

Die Vollkosten für die nachträgliche Dämmung eines Steildaches umfassen alle Kosten, die bei der Abdeckung des Daches, der Entsorgung alter Bauteile, der Dämmung, der Neueindeckung und der Anschluss- und Spenglerarbeiten anfallen. Wird die Wärmedämmung des Daches im Zuge einer ohnehin anstehenden umfassenden Dachsanierung durchgeführt, resultieren energiebedingte Mehrkosten aus der eventuell erforderlichen Aufdopplung der Sparren, den zusätzlichen Trauf- und Ortgangbrettern sowie aus der Dämmung selbst. Ausgewertet wurden verschiedene derzeit übliche Konstruktionen.

Welche Sanierungsmaßnahmen sich über welche Zeiträume amortisieren, lässt sich mit einigen Informationen ungefähr abschätzen. Kosten stehen immer im Verhältnis zum Nutzen. Spart eine Sanierungsmaßnahme beispielsweise in zehn Jahren ein, was sie gekostet hat, spricht man von einer Amortisationszeit von zehn Jahren. Auf Basis dieser Kostenfunktion ist in Abbildung 20 der Bereich der Amortisationszeiten in Abhängigkeit vom Ausgangs-U-Wert dargestellt. Bei einem Ausgangs-U-Wert von $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liegt die Amortisationszeit in der Regel zwischen 6 und 16 Jahren, wobei sich die Maßnahme nach durchschnittlich zehn Jahren amortisiert hat. Für eine Steildachsanierung, entsprechend den Anforderungen der EnEV, ergibt sich ein großer Schwankungsbereich der Amortisationszeit. Prinzipiell gilt: Je schlechter der energetische Ursprungszustand des Daches ist, desto schneller amortisiert sich eine Steildachdämmung.

Oft ist es aber nicht nur die reine Amortisationszeit, die für oder gegen eine Sanierungsmaßnahme spricht. Vor allem durch die zeitliche Kombination einer energetischen Sanierung mit anderen ohnehin anfallenden Reparaturmaßnahmen kann das Dach eines Hauses auf Jahre hinaus wieder in einen optimalen Zustand versetzt werden. Ein energetisch ertüchtigtes Dach verbessert nicht nur den sommerlichen und winterlichen Wärmeschutz, sondern gleichzeitig den Schallschutz gegen Außenlärm.

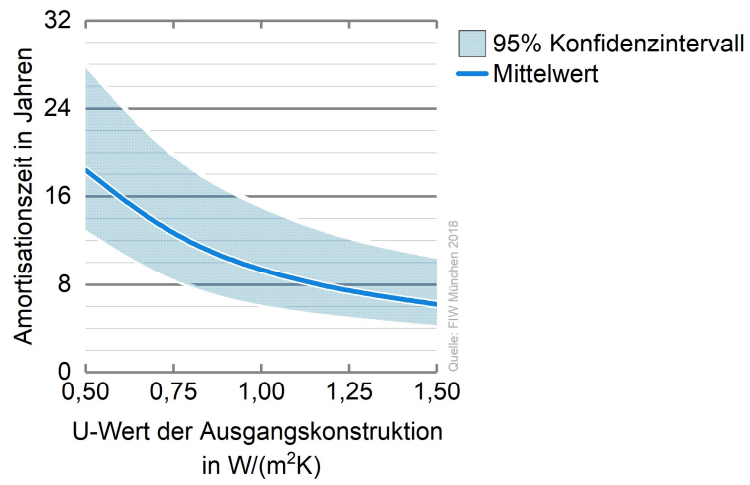


Abbildung 20: Schwankungsbereich der Amortisationszeit im Falle eines Steildaches von außen, zwischen oder auf den Sparren in Abhängigkeit vom energetischen Zustand der ursprünglichen Konstruktion

7 PV-Dachanlagen und Dachsanierung

Etwa zwei Drittel aller Sanierungsmaßnahmen am Dach werden im Zuge eines Dachausbaus oder einer Dacherneuerung durchgeführt. Alle anderen Sanierungen erfolgen davon unabhängig. Da die Sanierung des Daches zu den wirtschaftlichsten und effizientesten Einzelmaßnahmen am Gebäude zählt, sollten die Anstrengungen intensiviert werden, das vorhandene Sanierungspotenzial von Dächern noch stärker zu erschließen, um die klima- und energiepolitischen Zielsetzungen zu erreichen. Insbesondere im Hinblick auf einen möglichst effektiven Einsatz von privaten Investitionen und staatlichen Fördergeldern für Klimaschutzmaßnahmen ergibt sich allerdings ein Zielkonflikt zwischen Investitionen für Dämmmaßnahmen am Dach (= Energieeinsparung) und in PV-Anlagen auf dem Dach (= Stromerzeugung).

Bis 2015 betrug die installierte Leistung von PV-Anlagen auf Dächern in Deutschland ca. 38 GWp. Das Gesamtpotenzial aller PV-Anlagen auf Dächern wird mit einer maximalen Leistung von 160 GWp abgeschätzt, was einer Energiemenge von 150 TWh pro Jahr entspricht. Das wäre in etwa die 1,5-fache Menge an Strom, die derzeit in Deutschland durch Kernenergie erzeugt wird. Die geschätzten Kosten dazu betragen 300 Milliarden Euro. Für die Dämmung des gesamten Dachflächenbestandes sind bei einer 2-prozentigen Dachsanierungsrate insgesamt Bruttoinvestitionskosten von ca. 130 Milliarden Euro notwendig. Die dazugehörige Energieeinsparung beträgt 65 TWh. Der spezifische Aufwand zur Dämmung des Gebäudes ist also niedriger als für die Installation einer PV-Anlage. Dazu muss zudem berücksichtigt werden, dass die technische Lebensdauer eines gedämmten Daches in der Regel 50 Jahre deutlich überschreitet, während für Photovoltaikanlagen von etwa 20 Jahren ausgegangen werden kann.

Da eine Sanierung des Daches häufig in Zusammenhang mit einer ohnehin geplanten Dacherneuerung oder eines Dachausbaus erfolgt, ist auch eine Analyse der Maßnahmen notwendig, die eine gegenläufige Entwicklung fördern. Insbesondere die in den letzten Jahren durch die Einspeisevergütung sehr günstigen Förderbedingungen für Dach-PV-Anlagen haben dazu geführt, dass am Dach eher in Stromerzeugung als in ganzheitliche Energieeffizienz investiert wurde.

Aus den möglichen klimapolitischen Maßnahmen für das Bauteil Dach, bestehend aus PV-Anlagen, Solarthermie und Dachdämmung, ist hier ein Wettbewerb um die geeignetste Nutzung der Dachflächen entstanden. Dabei werden viele Chancen verfallen, wenn im Rahmen von anlagentechnischen Maßnahmen nicht gleichzeitig auch Dämmmaßnahmen ergriffen werden. Durch eine nachträgliche Einbringung der Dämmung und Erneuerung des Daches steigt der bauliche und monetäre Aufwand erheblich und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ist gefährdet.

8 Exkurs: Abgeleitete Empfehlungen für den Bauherrn

Bewertung verschieden energetisch sanierter Aufbauten

Je nach Standort und lokalen Gegebenheiten kann ein anderer Lösungsansatz für die energetische Sanierung von bestehenden Dächern erforderlich werden. So stellt etwa bei aus baupraktischer Sicht begrenzten Aufbauhöhen (denkmalrechtliche Auflagen, Nachbarbebauung etc.) die Zwischensparrendämmung, z. B. mit Mineralwolle, eine gute Lösung dar, während aus Sicht der Wärmebrückenminimierung eine Aufsparrendämmung etwa mit PU-Dämmung zu empfehlen ist. Bei U-Werten, die zur Erreichung höherer Anforderungen (z. B. für eine KfW-Förderung) erforderlich sind, wird in vielen Fällen eine Kombination aus Auf- und Zwischensparrendämmung notwendig.

Für die Wahl des Dämmmaterials sind in vielen Fällen statische (Gewicht) und brandschutztechnische (Brennbarkeit) Aspekte oder auch Wärmespeicherfähigkeitseffekte (Speichermasse) und ökologische Gesichtspunkte (Treibhausgasemissionen) ausschlaggebend.

Tabelle 6: Abgeleitete Empfehlungen für den Bauherrn

Maßnahme	Vorteil	Nachteil
Zwischensparrendämmung	Energieeinsparung Schallschutz geringe Aufbauhöhe sommerlicher Wärmeschutz (baustoffabhängig)	Wärmebrücken
Aufsparrendämmung	Energieeinsparung Wärmebrücken	sommerlicher Wärmeschutz Schallschutz
Kombination Auf-/ Zwischen- sparrendämmung	Energieeinsparung Wärmebrücken Schallschutz sommerlicher Wärmeschutz	Aufbauhöhe Gewicht

Energiebilanz

In der aktuellen Energieeinsparverordnung EnEV 2016 sind die Anforderungen an bestehende Gebäude formuliert. Die Verordnung gibt grundsätzlich zwei mögliche Vorgehensweisen für die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen im Bestand vor. Im ersten Fall wird das vollständige Gebäude energetisch bilanziert, d. h. alle wärmeübertragenden Flächen der thermischen Gebäudehülle werden einkalkuliert (inkl. Wärmebrückenverluste) und unter Berücksichtigung des Wärmeerzeugers (inkl. Verteilungsverluste etc.) der Endenergiebedarf für die Konditionierung des Gebäudes berechnet. In diesem Fall darf der Anforderungswert, welcher sich aus einer Referenzgebäudeberechnung ergibt, maximal um 40 % überschritten werden. Im zweiten Fall – z. B. bei einer energetischen Dachsanierung – ist eine Einhaltung der Anforderungen auf Bauteilebene möglich. Hier gibt die EnEV U-Werte vor, die bauteilbezogen eingehalten werden müssen. Der U-Wert liegt für Steildächer bei 0,24 W/(m²K) und für Dächer mit Abdichtung (Flachdächer) bei 0,20 W/(m²K). Wird hingegen eine

Förderung z. B. durch die KfW-Bankengruppe angestrebt, muss der U-Wert deutlich niedriger liegen, bei $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Allein durch die Nutzung des vorhandenen Sparrenzwischenraumes zur energetischen Verbesserung der Baukonstruktion eines typischen Einfamilienhauses lassen sich im Vergleich zum unsanierten Dach ca. 45 % Endenergie einsparen. Bei einer Erhöhung der Sparren durch Aufdoppeln – was gleichbedeutend mit der Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen ist – steigt der Anteil an eingesparter Endenergie auf ca. 63 %. Weitere 14 % Endenergie können durch eine zusätzliche Aufsparrendämmung eingespart werden, was der Einhaltung der KfW-Anforderungen entspricht.

Feuchteschutz

Um Funktionsfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Langlebigkeit einer sanierten Dachkonstruktion zu gewährleisten, ist eine sinnvolle Anordnung der Bauteilschichten im Hinblick auf den Feuchteschutz im Bauteilinneren vorzunehmen. Grundsätzlich sind unzulässig hohe Feuchteinträge ins Bauteilinnere während der Heizperiode (Winter) zu vermeiden, gleichzeitig ist sicherzustellen, dass die Feuchtigkeit in der Verdunstungsperiode (Sommer) wieder aus dem Bauteil heraus diffundieren kann. Die maßgebende Norm für die feuchtetechnische Nachweisführung ist die DIN 4108-3, bei Verwendung von Holz- bzw. Holzwerkstoffen sind die in der DIN 4108-3 formulierten Anforderungen in Kombination mit der DIN 68800-2 zu berücksichtigen, z. B. durch die Berechnung und Einhaltung einer Trocknungsreserve. Alternativ zu den stationären können auch instationäre Berechnungsverfahren, z. B. WUFI (Wärme Und Feuchte Instationär) unter realen Klimarandbedingungen, zur Anwendung kommen.

Sommerlicher Wärmeschutz

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist zu führen, um eine Überhitzung des Innenraumes im Sommer durch bauliche Maßnahmen zu vermeiden. Eine wichtige bauphysikalische Einflussgröße für den sommerlichen Wärmeschutz ist die spezifische Wärmespeicherkapazität (auch Speichermasse genannt), also diejenige Eigenschaft eines Baustoffes, Strahlungswärme temporär aufnehmen und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgeben zu können. Je höher also die Speichermasse eines Materials, desto besser die puffernde Wirkung gegen die Überhitzung im Innenraum. Bei der energetischen Dachsanierung kann somit auch im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz optimiert werden, da verschiedene Dämmstoffe auch eine unterschiedliche spezifische Wärmespeicherkapazität aufweisen.

Schallschutz

Bei der energetischen Dachsanierung wird auch der vorhandene Schallschutz einer Konstruktion beeinflusst. Die Kenngröße für den Luftschallschutz ist das sogenannte Schalldämmmaß R_w , wobei R_w eine Widerstandsgröße darstellt und hohe Werte für einen guten Schallschutz stehen. Grundsätzlich gilt beim Schallschutz: je höher die flächenbezogene Masse, desto besser der Schallschutz. Auch die Anordnung von mehreren Schichten hat einen nicht unerheblichen Einfluss auf den Schallschutz und

kann sich sowohl positiv als auch negativ (Resonanzeffekte) auf das vorhandene Schalldämmmaß auswirken.

Die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz gemäß EnEV bewirkt in den meisten Fällen gleichzeitig eine Verbesserung des Schallschutzes um 2 bis 6 dB. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Verbesserung des Schalldämmmaßes um 3 dB für den Nutzer einer Reduzierung des Geräuschempfindens um ca. die Hälfte entspricht. Für einen energetischen Mehraufwand zur Erreichung des KfW-Anforderungsniveaus sind sogar bis zu 8 dB Verbesserung des Schalldämmmaßes möglich.

Ökologie

Die positiven Effekte der energetischen Dachsanierung auf ökologische Aspekte können zusätzlich durch die Wahl des Dämmstoffes verstärkt werden und somit das vorhandene Potenzial positiv beeinflussen. Je nachdem wie viel Energie zur Herstellung (Energiefluss) des jeweiligen Dämmmaterials erforderlich ist und welche erneuerbaren bzw. nicht erneuerbaren Rohstoffe bei der Produktion verwendet werden (Stoffströme), werden mehr oder weniger Treibhausgase in die Umwelt emittiert.

9 Zusammenfassung

Das politische Ziel ist ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050 bei gleichzeitiger Schaffung von ausreichend Wohnraum. Um sich dem Umfang dieser Zielsetzungen und den daraus erwachsenden Notwendigkeiten bewusst zu machen, muss der Gebäudebestand in Deutschland genauer betrachtet werden. Etwa 65 % der insgesamt 18,8 Millionen Wohngebäude in Deutschland wurden vor 1979 errichtet. Gemäß einer Untersuchung des IWU [19] liegt der Modernisierungsfortschritt dieser Bestandsgebäude bei ca. 25 bis 30 %. Überschlüssig bedeutet dies, dass in Deutschland an knapp neun Millionen Altbauten noch keine oder nur geringfügige Verbesserungen des Wärmeschutzes durchgeführt wurden. Zusammenfassend muss man feststellen, dass jedes zweite Wohngebäude in Deutschland über einen unzureichenden Wärmeschutz verfügt.

Das Bauteil Dach spielt sowohl bei der Schaffung von sozialverträglichen Wohnungen als auch im Rahmen der Gebäudesanierung eine wichtige Rolle. Durch das geplante Ziel, 1,5 Millionen Wohnungen innerhalb der gegenwärtigen Legislaturperiode zu erbauen, wird sich der Markt für das Steildach sicherlich erhöhen. Insgesamt werden ca. 7 Millionen Quadratmeter zusätzliche Dachflächen pro Jahr erbaut. Allerdings stehen hauptsächlich Gebäude mit mehr als drei Wohnungen im Fokus der Politik. Diese werden tendenziell eher mit einem Flachdach ausgeführt. Selbst wenn bei der Planung ein Steildach berücksichtigt wird, sind diese Flächen im Vergleich zur Anzahl der geschaffenen Wohnungen eher klein. Auf die Ein- und Zweifamilienhäuser entfallen ca. 1,5 Millionen Quadratmeter neue Dachfläche pro Jahr. Viel größer ist jedoch das Potenzial bei der Modernisierung der fast 15 Millionen Ein- und Zweifamilienhäuser. Ein nicht oder nur schlecht gedämmtes Dach stellt oft das größte Leck in der Gebäudehülle dar. Entsprechend groß ist das Einsparpotenzial. Die energetische Sanierung des Daches gilt als wirtschaftliche Energieeffizienzmaßnahme.

Fokus auf das geneigte Dach

Im Vergleich zu den weiteren Bauteilen der Gebäudehülle wurden am Dach bereits viele Sanierungs- bzw. Modernisierungsmaßnahmen umgesetzt. Dennoch ist das Potenzial enorm: Von den 15,6 Millionen Ein- und Zweifamilienhäusern sind noch 4 Millionen Dächer mit 600 Millionen Quadratmeter Dachfläche nicht gedämmt bzw. erfüllen nur die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz. Weitere 6,5 Millionen Dächer (rund 1 Milliarden Quadratmeter) sind nur gering modernisiert und entsprechen den energetischen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung von 1977 bzw. 1984. Das heißt, auf deutschen Häusern liegt ein sehr hoher Dachflächenanteil, der den heutigen Anforderungen an Energieeffizienz bei Weitem nicht entspricht.

Die Modernisierung der unsanierten Bestandsdächer kann einen wichtigen Beitrag zu den klimapolitischen Zielsetzungen erbringen. Werden die vorhandenen Flächen vollständig saniert, ist alleine durch die Verbesserung des Bauteils Dach eine Reduktion der CO₂-Emissionen abhängig von der Sanierungsrate von bis zu 25 % möglich.

Ziel: Erhöhung der Dachmodernisierungsrate

Die Sanierungsquoten im Gebäudebereich verharren seit Jahren auf einem etwa gleichen niedrigen Niveau, wodurch die klimapolitischen Zielsetzungen bei den regelmäßigen Evaluierungen verfehlt werden. Nur mit einer Steigerung der Sanierungstätigkeit können die Einsparziele im Gebäudesektor erreicht werden. Eine Verdopplung der Modernisierungsrate bedeutet, dass jährlich 40 Millionen Quadratmeter Dachfläche zusätzlich zu modernisieren sind.

Der Markt für Sanierungen und Modernisierungen wird nicht unwesentlich von der aktuellen Gesetzgebung für den Bau und Betrieb von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen beeinflusst. Die wichtigste Vorschrift in Deutschland ist sicherlich die EnEV. Sie ist ein Teil des deutschen Baurechts. Der Modernisierungsmarkt, der ein vielfach größeres Volumen als der Neubau aufweist, wird durch die gesetzlichen Bestimmungen nur marginal über die EnEV geregelt. Von gesetzlichen Maßnahmen gehen nur geringe Impulse auf das Modernisierungsvolumen aus. Sie geben lediglich einen Rahmen für ohnehin geplante Sanierungsprojekte vor, und ihre Einhaltung wird kaum kontrolliert.

Viel größere Effekte auf eine Erhöhung der Modernisierungsrate haben öffentliche Signale von Bundesregierung und EU in Richtung Energieeffizienz und Energiesparen. Solche Signale sind in jüngster Zeit in Bezug auf die energetische Sanierung allerdings ausgeblieben, was der Investitionstätigkeit in diesem Bereich wenig zuträglich war. Die Erhöhung der Sanierungsquote von Dächern von ca. 1,3 % auf 2 % oder 3 % verlangt höhere Investitionstätigkeiten. Die Mehrkosten werden bei gegebenen Rahmenbedingungen nicht ausreichend kompensiert. Zusätzliche Fördermaßnahmen können eine kostenneutrale Umsetzung ermöglichen und die Attraktivität der Maßnahme erhöhen.

Synergien bei der Förderung nutzen

Mit dem Baukindergeld soll ein neuer Anreiz zur Eigenheimbildung (Neubau oder Bestandsimmobilie) und damit letztlich auch zur Sanierung geschaffen werden, jedoch ohne Kopplung an die energetische Qualität des Gebäudes. Zusätzlich stellt die steuerliche Förderung einen weiteren wichtigen Baustein dar, um die Sanierungsaktivitäten im Gebäudebestand zu stärken. Vor dem Hintergrund weiterhin stagnierender Sanierungsquoten sollte daher umso dringender auf weitere Verzögerungen bei der steuerlichen Förderung verzichtet werden. Energieeffizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle leisten – genauso wie erneuerbare Energien – einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz. Entsprechend sollte bei der Entwicklung und Fortschreibung künftiger Förderprogramme darauf geachtet werden, dass diese technologieoffen gestaltet werden. Zudem ist der Nutzen von Kombinationsmaßnahmen stärker zu beachten und in den Förderungen zu berücksichtigen, da dadurch verstärkt Synergien genutzt werden und sich eine bessere Wirtschaftlichkeit ergeben kann (z. B. Kombination von Aufdach-PV-Anlage und Dachsanierung). Begleitend zu den Förderprogrammen ist es wichtig, dass das Thema Gebäudesanierung auch künftig in der öffentlichen Wahrnehmung positiv besetzt bleibt. Dazu ist es notwendig, dass Initiativen gefördert und

Mittel zur Verfügung gestellt werden, um Aufklärungsarbeit für die Notwendigkeit von Effizienzmaßnahmen zu leisten und somit die Sanierungsbereitschaft zu erhöhen.

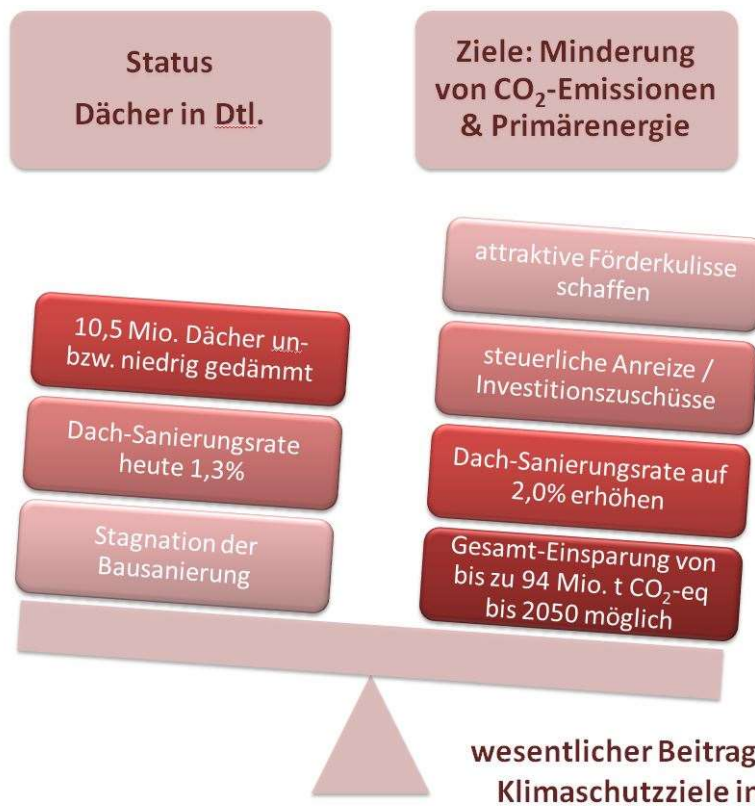


Abbildung 21: Maßnahmen für eine deutliche Verringerung der CO₂-Emissionen und des Primärenergiebedarfs zur Nutzung des vorhandenen Potenzials im Bereich der Dachsanierung

10 Literatur

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Hrsg., *individueller Sanierungsfahrplan – Handbuch für Energieberater*, Berlin, 2017.
- [2] Statistisches Bundesamt, Hrsg., *Bauen und Wohnen, Baugenehmigungen/Baufertigstellungen u.a. nach der Gebäudeart – 2016*, Wiesbaden, 2017.
- [3] Statistisches Bundesamt, Hrsg., *Bautätigkeit und Wohnungen, Bestand an Wohnungen – 2016*, Wiesbaden, 2017.
- [4] Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Hrsg., *Förderreport KfW Bankengruppe 2016*, Frankfurt, 2016.
- [5] Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Hrsg., *Anlage zum Merkblatt Energieeffizient Bauen – Technische Mindestanforderungen*, Frankfurt, 2016.
- [6] M. Gornig, B. Görzig, C. Michelsen und H. Steinke, *Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe – Berechnungen für das Jahr 2016*, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Hrsg., Berlin, 2017.
- [7] BMUB, Hrsg., *Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung*, Berlin, 2016.
- [8] Bundesregierung, Hrsg., *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*, Berlin, 2010.
- [9] CDU, CSU und SPD, Hrsg., *Ein neuer Aufbruch für Europa – Eine neue Dynamik für Deutschland – Ein neuer Zusammenhalt für unser Land; Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD*, Berlin, 2018.
- [10] Amtsblatt der Europäischen Union, Hrsg., *Richtlinie 2010/31/EU der europäischen Parlaments und Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden*, Brüssel: Online Publikation, 2010.
- [11] Amtsblatt der Europäischen Union, Hrsg., *Empfehlung 2016/1318 der Kommission über Leitlinien zur Förderung von Niedrigstenergiegebäuden und bewährten Verfahren, damit bis 2020 alle neuen Gebäude Niedrigstenergiegebäude sind*, Brüssel, 2016.
- [12] Bundesgesetzblatt BGBl, Hrsg., *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)*, Berlin: Bundesanzeiger Verlag, 2015.
- [13] Bundesgesetzblatt BGBl, Hrsg., *Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden – Energieeinsparungsgesetz EnEG*, Berlin: Bundesanzeiger Verlag, 2013.

- [14] Bundesgesetzblatt BGBl, Hrsg., *Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG)*, Berlin: Bundesanzeiger Verlag, 2015.
- [15] BMWi und BMUB, Hrsg., *Referentenentwurf – Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden – Gebäudeenergiegesetz (GEG)*, Berlin, 2017.
- [16] H. Hecking, B. Oschatz und A. Holm, *Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor*, Deutsche Energieagentur, Hrsg., Berlin, 2017.
- [17] D. Walberg, A. Holz, T. Gniechwitz und T. Schulze, *Wohnungsbau in Deutschland 2011 – Modernisierung oder Bestandsersatz*, Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Hrsg., Kiel, 2011.
- [18] D. Walberg und T. Gniechwitz, *Bestandsersatz 2.0 – Potenziale und Chancen – Studie zur aktuellen Bewertung des Wohngebäudezustandes in Deutschland unter Berücksichtigung von Neubau, Sanierung und Bestandsersatz*, Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Hrsg., Kiel, 2016.
- [19] N. Diefenbach, H. Cischinsky, M. Rodenfels und K.-D. Clausnitzer, *Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetische Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand*, Institut für Wohnen und Umwelt - IWU und Bremer Energieinstitut - BEI, Hrsg., Darmstadt, 2010.
- [20] Statistisches Bundesamt, Hrsg., *Bauen und Wohnen, Mikrozensus – Zusatzerhebung 2010, Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Wohnsituation der Haushalte – 2010*, Wiesbaden, 2012.
- [21] Statistisches Bundesamt, Hrsg., *Gebäude und Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland am 9. Mai 2011*, Wiesbaden, 2013.
- [22] Statistisches Bundesamt, Hrsg., *Gebäude und Wohnungen; Bestand an Wohnungen und Wohngebäuden, Bauabgang von Wohnungen und Wohngebäuden; Lange Reihen ab 1969-2016*, Wiesbaden, 2016.
- [23] J. Weiß, A. Prah, A. Neumann und A. Schröder, *Kommunale Wertschöpfungseffekte durch energetische Gebäudesanierung*, BMUB, Hrsg., Berlin, 2014.
- [24] A. Holm und C. Maderspacher, *Wirtschaftliche Bedeutung der Gebäudehülle im Wohnungsbau*, Forschungsinstitut für Wärmeschutz, Hrsg., Gräfelfing, 2018.
- [25] VDI 2067 Blatt 1, *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung*, Verein Deutscher Ingenieure - VDI, Hrsg., Berlin: Beuth Verlag, 2012.

- [26] Amtsblatt der Europäischen Union, Hrsg., *Delegierte Verordnung Nr. 244/2012 ... zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU ... durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ...*, Brüssel: Online Publikation, 2012.
- [27] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung , Hrsg., *Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)*, Berlin, 2011.
- [28] A. Holm, C. Sprengard und C. Mayer, *Wirtschaftlichkeit von wärmedämmenden Maßnahmen*, Forschungsinstitut für Wärmeschutz, Hrsg., Gräfelfing, 2015.
- [29] A. Holm, S. Treml und C. Sprengard, *Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe – Metastudie Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen*, Forschungsinstitut für Wärmeschutz, Hrsg., Gräfelfing: Online Publikation, 2013.
- [30] Statistisches Bundesamt, Hrsg., *Bauen und Wohnen – Baugenehmigungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden nach überwiegend verwendeten Baustoff – Lange Reihen ab 1980*, Wiesbaden, 2017.
- [31] Statistisches Bundesamt, Hrsg., *Produzierendes Gewerbe – Produktion des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden*, Wiesbaden, 2018.



Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München
Lochhamer Schlag 4 | DE-82166 Gräfelfing
Institutsleiter:

Seit 1918 - Energieeffizienz zuerst

Prüfung-, Überwachung und Zertifizierung
von Baustoffen und Bauteilen.

Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet des
Wärme- und Feuchteschutzes

T+49 89 85800-0 | F +49 89 85800-40
info@fiw-muenchen.de | www.fiw-muenchen.de
Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm