

# Energieinitiative im Einfamilienhausbestand in Nürnberg

Stadtteil: **Worzeldorf**



Den Nachfolgenden sei für die Kooperation und Mitwirkung herzlich gedankt:

- *Bürgerverein Nürnberg Worzeldorf e. V.*
- *Referat für Umwelt und Gesundheit der Stadt Nürnberg*
- *Umweltamt der Stadt Nürnberg*

Herausgeber:

*Stiftung Stadtökologie Nürnberg im Auftrag der  
Stadt Nürnberg / Referat für Umwelt und Gesundheit und Umweltamt*

Verfasser:

*Diplomphysiker*

*Thomas Späth*

*Stiftung Stadtökologie Nürnberg*

Nürnberg, den 5.11.2015

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einführung und Sachstand in Nürnberg	4
2 Einfamilienhausbestand im Untersuchungsgebiet	5
3 Energieinitiative für den Stadtteil Nürnberg-Worzeldorf	6
4 Energetische Modernisierungen von Ein- und Zweifamilienhäusern	9
5 Kosten der energetischen Modernisierung bei Einfamilienhäusern	15
6 Repräsentative Gebäudetypen im Einfamilienhausbestand im Untersuchungsgebiet	16
7 Glossar	23

## 1 Einführung und Sachstand in Nürnberg

Es ist unbestritten, dass der Sanierung des Wohngebäudebestandes eine Schlüsselrolle innerhalb des kommunalen Klimaschutzes zukommt. Die notwendige Modernisierung dieses Bestandes sollte als Chance wahrgenommen werden, die Wohngebäude umfassend energetisch zu sanieren. In Nürnberg gibt es ca. 47.000 Ein- und Zweifamilienhäuser (Stand 1.5.2013), die 66 % des Gesamtwohnungsbestandes entsprechen.

Ungefähr 83 % des Ein- und Zweifamilienhausbestandes wurden in Nürnberg vor 1989 erbaut. Hier besteht ein erheblicher Modernisierungs- und Sanierungsbedarf sowohl aus der Sicht der Wohnwertsteigerung, der Behaglichkeit als auch für die Verbesserung der Energieeffizienz. Diese „älteren“ Ein- und Zweifamilienhäuser weisen zum Teil einen hohen spezifischen Heizenergieverbrauch auf. Der durchschnittliche spezifische Heizenergieverbrauch inklusive Warmwasser liegt in Nürnberg für freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser, die vor allem vor 1984 errichtet wurden, bei 170 - 180 kWh/m<sup>2</sup>\*a (bezogen auf die Wohnfläche und Jahr). Exemplarische Untersuchungen für Einfamilienhäuser in der Bundesrepublik zeigen, dass in den letzten 10 bis 15 Jahren der spezifische Heizenergieverbrauch um 15 % zurückging.

### Beratung in Nürnberg

Die Information und Beratung der Hauseigentümer trägt wesentlich zur Verbesserung und Verstärkung der energetischen Sanierungsrate bei. Der Hauseigentümer erhält in Nürnberg schon auf unterschiedlichen Ebenen eine Beratung und Information:

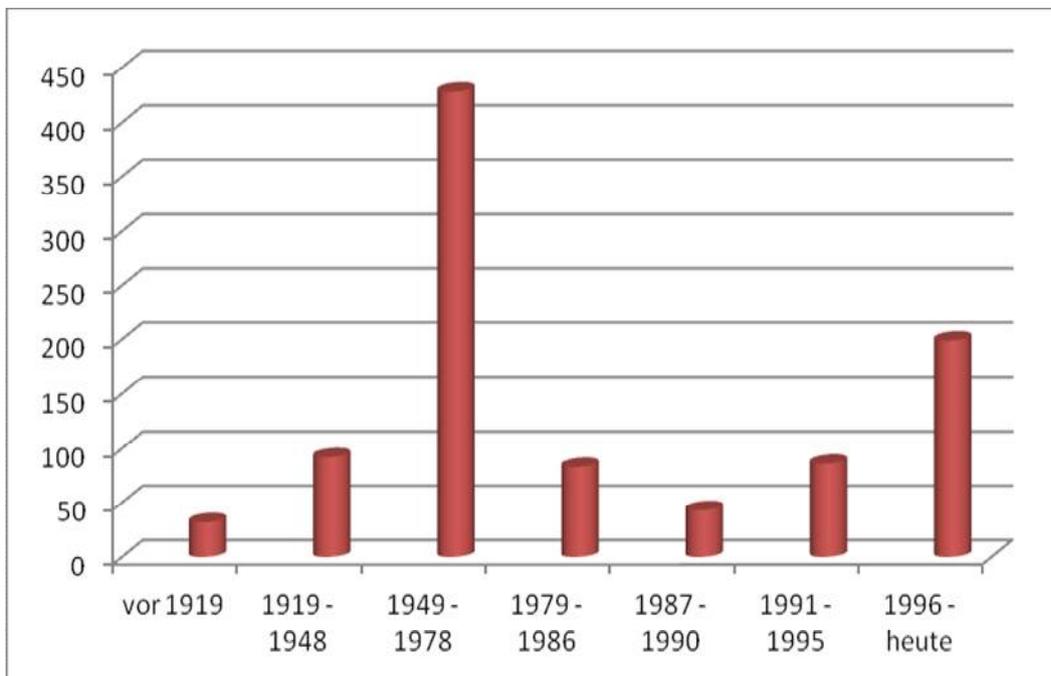
- *Impulsberatung bei der städtischen SAMS-Beratung (Sanieren mit System),*
- *Initialberatung beim Energieberatungszentrum der N-ergie,*
- *Initialberatung bei Haus und Grund in Nürnberg*
- *Information bei Veranstaltungen und Messen,*
- *professionelle Energieberatung durch Energieberater aus dem Energieberater-netzwerk von Mittelfranken([www.energieberaternetz-mfr.de](http://www.energieberaternetz-mfr.de), und [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)) inklusive Erstellung eines Energie-Ausweises und Information durch die Handwerksbetriebe*
  
- *Es bestehen noch gewisse Optimierungsmöglichkeiten:*
- *Verbesserung der Kommunikation und Vernetzung der Akteure (Haus- und Grundbesitzerverein, Handwerk, Energieberater)*
- *Kurz-Informationen in den Bürgerversammlungen*
- *Stadtteil- und ortsteilbezogenen Aktionen*

## 2 Einfamilienhausbestand in dem Stadtteil Worzeldorf

Der Schwerpunkt der Wohngebäude in dem Untersuchungsgebiet umfasst die Ein- und Zweifamilienhäuser. Der Wohnungsbestand im Untersuchungsgebiet beträgt ca. 1.000 Gebäude.

Für den Nürnberger Stadtteil „Worzeldorf“ im Süden der Stadt besteht zur Beheizung der Gebäude außer Erdöl und Holz auch Erdgas zur Verfügung.

Bei allen Gebäuden (siehe Grafik 1), die bis in die Mitte der 80er Jahre erbaut und noch nicht umfassend saniert wurden, besteht ein erhebliches energetisches Einsparpotential. Das heißt im Untersuchungsgebiet sind davon etwa zwei Drittel der Wohngebäude betroffen. Am meisten Gebäude stammen laut Statistik aus den Jahren 1949 bis 1978. Ab Mitte der 90er Jahre mit der Wärmeschutzverordnung 95 reduziert sich das energetische Einsparpotential deutlich auf Grund verbesserter energetischer Baustandards.



Grafik 1: Gebäudeanzahl der Ein- und Zweifamilienhäuser in Abhängigkeit vom Baualter im Untersuchungsgebiet



### 3 Energieinitiative für den Stadtteil Worzeldorf

Im Rahmen der Energieinitiative erfolgen bzw. erfolgten folgende Maßnahmen:

#### a) Begehung der Gebiete des Ein- und Zweifamilienhausbestandes

Im Oktober 2015 erfolgte eine Ortsbegehung zusammen mit Vertretern des Bürgervereins Nürnberg Worzeldorf e.V. der Ein- und Zweifamilienhausgebiete im Untersuchungsgebiet. Im Wesentlichen ergeben sich drei repräsentative Haustypen für das gesamte Gebiet:

#### Haustyp 1:

- freistehende Einfamilienhäuser aus den 50/60er Jahren



*Bild 1: freistehende Einfamilienhäuser aus den 50 / 60er Jahren*

### **Haustyp 2:**

- Doppelhaushälfte aus den 50 / 60er Jahren



*Bild 2: Doppelhaushälfte aus den 50 / 60er Jahren*

### **Haustyp 3:**

- Reihenmittelhaus aus den 70er Jahren



*Bild 3: Reihenmittelhaus aus den 70er Jahren*

In Kapitel 6 sind für diese Haustypen, Probleme, Maßnahmen und Lösungen dargestellt.

## b) Verteilung des SAMS-Flyers mit Einladung für eine Abend-Veranstaltung

Für die geplante Veranstaltung wurde im Oktober ein Einladungsschreiben mit dem „SAMS-Flyer“ flächendeckend verteilt. Dabei wird auch auf das Angebot „Abend der Thermografie“ am 24.11.2015 hingewiesen. Bei dieser Aktion werden bei einzelnen ausgesuchten Wohngebäuden die Wärmeverluste mit Hilfe einer Thermografiekamera sichtbar gemacht.

## c) Abend-Veranstaltung

Am 9. November 2015 erfolgt die Durchführung einer Abendveranstaltung mit dem folgenden Programm:

*Begrüßung und Einführung durch:*

- Herr Dieckhoff vom Bürgerverein Worzeldorf e.V. und
- Herr Dr. Köppel als Leiter des Umweltamtes der Stadt Nürnberg
- Vortrag: Sanierung der typischen Einfamilienhäuser im Untersuchungsgebiet (Thomas Späth, Stiftung Stadtökologie, anerkannter Energieberater)
- Energetische Versorgungsstruktur im untersuchten Gebiet und Fördermöglichkeiten durch die N-ergie (Herr Enkhardt, N-ergie)

Anschließend gilt natürlich weiterhin das Angebot der städtischen neutralen SAMS-Beratung (Tel. 0911 / 231 – 4369 oder E-Mail: [sams@stadt.nuernberg.de](mailto:sams@stadt.nuernberg.de)).



Abbildung 1: neutrale Energieberatung der Stadt Nürnberg - „SAMS-Beratung“

## 4 Energetische Modernisierungen von Ein- und Zweifamilienhäusern

Die energetische Modernisierung von Ein- und Zweifamilienhäusern umfasst die Erneuerung von Bauteilen bzw. von Anlagenteilen. Hier sind generell die Anforderungen der aktuellen Energieeinspar-Verordnung 2014 (EnEV 2014) einzuhalten. Nachfolgend sind die einzelnen Maßnahmen dargestellt, mit denen auf jeden Fall die Anforderungen der **EnEV 2014** eingehalten werden. Die Fachbetriebe haben dem Hauseigentümer nach Abschluss der jeweiligen Arbeiten in einer sogenannten „Unternehmererklärung“ zu bestätigen, dass die von ihnen eingebauten oder geänderten Außenbauteile, die Dämmung der obersten Geschossdecke oder die Erneuerung der Heizungssysteme den EnEV 2014 - Anforderungen entsprechen.

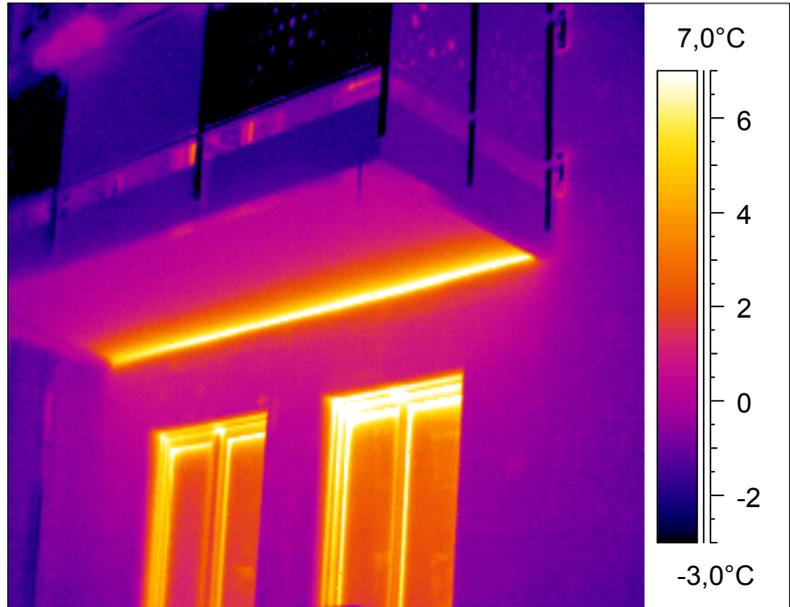
### Außenwand

In der Regel erfolgt eine nachträgliche Dämmung mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS). Die Dämmstärke beträgt dabei 12 – 14 cm (WLG 032). Es bieten sich auch Lösungen mit einer Vorhangfassade an.

Zweischaliges Mauerwerk kann nachträglich mit einer Kerndämmung kostengünstig energetisch verbessert werden. Wichtig sind eine bauphysikalische Beurteilung des Wandaufbaus zur Vermeidung von Bauschäden (bei dampfdichter Vorsatzschale sollte keine Kerndämmung erfolgen!) und eine Prüfung der Luftschicht im Vorfeld, um Zahl und Zustand der vorhandenen Maueranker zu untersuchen und sicher zu stellen, dass Bauschutt oder Mörtelreste keine Wärmebrückeneffekte erzeugen und den Zwischenraum blockieren.

Die EnEV 2014 wird eingehalten, wenn die Luftschicht vollständig mit Dämmmaterial ausgefüllt wird.

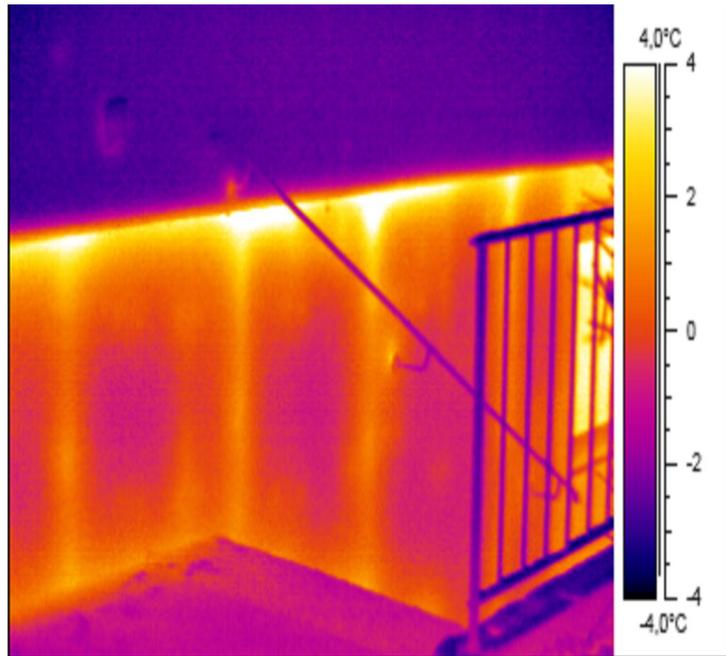
**Wärmebrücken** haben negative Auswirkungen auf das Gebäude und seine Bewohner. Als Wärmebrücke bezeichnet man Bereiche in der thermischen Gebäudehülle, bei denen aufgrund von Materialwechsel in der Bauteilebene, der Bauteilgeometrie, konstruktiven Zwängen oder Fugen und Undichtigkeiten während der Heizperiode gegenüber dem ursprünglichen Bauteil zusätzliche Wärmeabflüsse auftreten. Als Folge sinkt auf der Innenseite von Außenbauteilen die Oberflächentemperatur örtlich begrenzt stark ab. Die folgenden Bilder (4 bis 10) zeigen einerseits den erhöhten Wärmeabfluss (siehe Thermografieaufnahmen) und andererseits entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der energetisch ungünstigen Situation.



*Bild 4: Vordach unterseitig gedämmt*

*Bild 5: Balkon unterseitig gedämmt*

*Bild 6: Balkonunterseite ungedämmt (Wärmebild)*



*Bild 7: Sockelbereich gedämmt*

*Bild 8: Sockelbereich ungedämmt (IR-Aufnahme)*



Bild 9: neue Haustür und neues Vordach

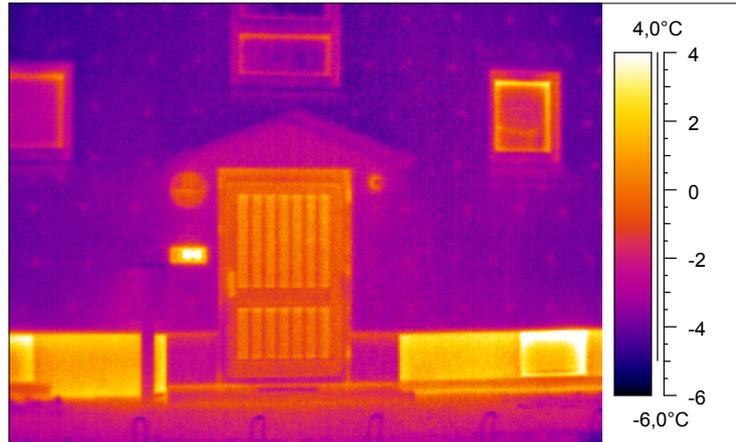


Bild 10: Neue Eingangstür / neues Vordach / ungedämmter Sockel

### Kellerdecken-Dämmung

Eine unterseitige Kellerdecken-Dämmung ist bei einem unbeheizten Keller sinnvoll, zu dem kein direkter Verbund zum Erdgeschoss besteht. Aufgrund der eingeschränkten Raumhöhen erfolgt in der Regel eine Kellerdecken-Dämmung mit einer Dämmstärke von ca. 10 cm (WLG 035).



Bild 11: Dämmung der Kellerdecke

### Fenster/Fenstertüren

In der Regel erfolgt bei der Fenstererneuerung der Einsatz von Fenstern mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem Fenster-U-Wert von  $1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Zunehmend setzt sich der Einsatz von Fenstern mit einer 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung durch. Beim Einbau der Fenster sind die Anforderungen der EnEV 2014 einzuhalten. Werden mehr als ein Drittel der Fenster und/ oder mehr als ein Drittel des Daches erneuert, fordert die DIN 1946-6 seit der EnEV 2009 die Erstellung eines Lüftungskonzepts.



*Bild 12: 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung*



*Bild 13: Dämmung des Rollladenkastens*

Zur Vermeidung von Wärmebrücken ist beim Einbau der neuen Fenster auf jeden Fall eine umfassende Dämmung der Rollladen-Kästen (siehe Bild oben rechts) erforderlich. Aus energetischer Sicht ist ein Ersatz bestehender Rollläden durch Vorbau-Rollläden zu bevorzugen, weil die energetische Ertüchtigung nur sehr eingeschränkt möglich ist.

### **Oberste Geschossdecke (bei Spitzboden oder nicht beheiztem Boden)**

Vielfach erfolgt die Dämmung der obersten Geschoss-Decke (nicht begehbar oder begehbar) als alleinige Maßnahme. Eine möglichst hohe Dämmstärke (20-24 cm, WLG 035) wird empfohlen.



*Bild 14: Dämmung des unbeheizten Dachboden*



*Bild 15: Dämmung des Spitzbodens*

### **Steildach-Dämmung bei Dach-Neu-Eindeckung**

Bei einer Dach-Neu-Eindeckung erfolgt in der Regel die Dämmung von außen (ausgebautes Dachgeschoss). Dabei wird zwischen die Sparren z.B. eine Mineralfaser-Dämmung mit Dampfbremse eingebracht. Es empfiehlt sich eine zusätzliche Aufsparrendämmung von mindestens 4 cm.



*Bild 16: Zwischensparrendämmung von der Dachseite*

Eine andere Variante ist die Aufsparrendämmung (ca. 20 cm) mit PU-Platten.



*Bild 17: Aufsparrendämmung*

## **Flachdach; Warm- oder Kaltdach**

Die Dämmung des Flachdachs lohnt sich, wenn die Dachdichtung undicht ist und nachgebessert werden muss, oder das Gebäude rundum saniert wird.

In der Regel gibt es im Gebäudebestand zwei unterschiedliche Konstruktionstypen von Dächern.

### **Warmdach (nicht hinterlüftetes Flachdach)**

Die Abdichtung liegt direkt auf der Dämmebene. Im Sanierungsfall reicht es aus, wenn bei unbeschädigter Dämmung diese verstärkt wird. Bei intakter Dachabdichtung können geschlossoporige Dämmplatten auf die Dichtungsebene aufgebracht werden und schützen die Abdichtung vor mechanischer Beschädigung.

### **Kaltdach (hinterlüftetes Flachdach)**

Die Hinterlüftung besteht zwischen der Dachhaut und der Dämmebene. Dieser Luftraum kann unter der Voraussetzung, dass die Luftschicht ausreichend dimensioniert ist und die Konstruktion bauphysikalisch auch als Warmdach funktioniert, mit einem Dämmstoff ausgeblasen werden.

## Heizungsanlagen

Im Untersuchungsgebiet findet die Heizungsversorgung überwiegend mit Erdgas und Erdöl statt.

Bei der Heizungsanlagen-Modernisierung, d.h. beim Kessel-Austausch, bieten sich folgende Varianten an:

- *Einsatz eines Öl-Brennwert-Kessels (+ Maßnahmen am Schornstein) als Einzelmaßnahme*
- *Einsatz eines Gas-Brennwertkessels (+ Maßnahmen am Schornstein + Anschluss der Stadtwerke Nürnberg) als Einzelmaßnahme*
- *Einsatz eines Pelletkessels als Einzelmaßnahme (Lagerraum und Pufferspeicher)*
- *Solaranlagen zur Unterstützung der Warmwasserbereitung im Zuge des Kessel-austauschs*
- *Solaranlagen zur Unterstützung der Heizung & Warmwassererzeugung im Zuge des Kesselaustauschs.*

Der Einsatz von Wärmepumpen ist nur dann sinnvoll, wenn nachträglich Fußbodenheizungen eingebaut werden und die Gebäudehülle einen guten energetischen Standard aufweist.



*Bild 18 - 21: Solarthermieanlagen im Untersuchungsgebiet*

## 5 Kosten der energetischen Modernisierung bei Einfamilienhäusern

Für die Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile in der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden liegen neuere Ergebnisse aus einer Studie des *Institut für Wohnen und Umwelt Darmstadt (IWU, 2010)* vor, die in nachfolgender Tabelle für Einfamilienhäuser dargestellt sind.

Bauteil	Kosten	Bemerkung
<b>Außenwand</b> nachträgliche Dämmung mit Wärmedämmverbundsystem	110 – 130 €/m <sup>2</sup> Bauteil	z.B. Polystyrol, Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(mK) Wärmedämmung 12 – 16 cm Instandsetzungsanteil 30 – 40 %
<b>Kellerdecke</b> nachträgliche Dämmung unterseitig	30 €/m <sup>2</sup> Bauteil	Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(mK) Wärmedämmung 8 - 12 cm
<b>Fenster und Fenstertüren</b>		
2 –Scheiben- Wärmeschutzverglasung	320 – 350 €/m <sup>2</sup> Bauteil	U-Wert des Fensters: 1,30 W/(m <sup>2</sup> K)
3-Scheiben- Wärmeschutzverglasung	370 – 400 €/m <sup>2</sup> Bauteil	U-Wert des Fensters: 0,9 – 1,0 W/(m <sup>2</sup> K)
Vorbaurollladen	80 – 150 €/m <sup>2</sup> Bauteil	
<b>Oberste Geschossdecke bei Steildach</b>	30 / 70 €/m <sup>2</sup> Bauteil	nicht begehbar / begehbar
<b>Steildach (Dachschräge)</b>		Nachträgliche Dämmung des Steildachs bei gleichzeitiger Neueindeckung äquivalente Dämmung 20 cm mit 0,035 W/(mK)
Zwischensparrendämmung	200 €/m <sup>2</sup> Bauteil	Zwischensparrendämmung + 4 - 6 cm Aufsparren-Dämmung
Aufsparrendämmung	200 – 230 €/m <sup>2</sup> Bauteil	z.B. Polyurethan
<b>Flachdach</b>	130 / 250 €/m <sup>2</sup> Bauteil	Warmdach / Kaltdach 20 cm Dämmung (WLG 035)
Gas-Brennwertkessel/ Öl-Brennwertkessel	9.000 - 11.000 €	Beim Gas- Brennwertkessel kommen noch die Anschlusskosten der EStW hinzu
Solar(WW) + Gaskessel/Ölkessel	15.500 - 17.500 €	
Solar (WW+ H) mit Gaskessel/mit Ölkessel	20.500 - 22.000 €	
Pelletkessel	20.000 €	
Solar + Pelletkessel	25.000 – 33.000 €	

Tabelle 1: Kosten für Einzelmaßnahmen bei der energetischen Modernisierung

## 6 Repräsentative Gebäudetypen im Einfamilienhausbestand im Untersuchungsgebiet

Seit 1. Mai 2014 gilt die neue Energie-Einsparverordnung (EnEV 2014). Für den Vollzug ist die *Bauordnungsbehörde in Nürnberg* zuständig.

### 6.1 Rechtliche Vorgaben beachten

#### Bundesimmissionsschutzverordnung

Für den Hauseigentümer sind rechtliche Vorschriften bei Heizungsanlagen bindend. Nach der **Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV)** sind für Öl- und Gasheizkessel die folgenden maximalen Abgasverluste (siehe Tabelle 2) zulässig:

Nennwärmeleistung	4 – 24 kW	25 – 50 kW	> 50 kW
Max. Abgasverlust	11 %	10 %	9 %

Tabelle 2: Maximale Abgasverluste nach BImSchV seit 26.1.2010

Wenn die Abgasverluste nur 1 – 2 % unter dem Grenzwert liegen, sollte über einen Kessel-austausch nachgedacht werden. Der tatsächliche gemessene Abgasverlustwert in Prozent kann aus dem Schornsteinfegerprotokoll entnommen werden; bei einem Abgasverlust von 10% werden bei einem Jahresverbrauch von 15.000 Liter Öl 1.500 Liter in den Kamin geblasen.

#### EnergieEinsparverordnung

Heizungsanlagen mit einer Nennleistung zwischen 4 und 400 kW, die vor dem 1. Januar 1985 eingebaut wurden, dürfen ab 2015 nicht mehr betrieben werden. Heizungsanlagen, die nach dem 1. Januar 1985 eingebaut wurden, dürfen nach dem Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betrieben werden. Für Niedertemperatur- und Brennwertkessel entfallen die obigen Regelungen. Der örtliche Schornsteinfeger überwacht die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und im Schornsteinfegerprotokoll werden die wichtigsten Daten ausgewiesen.

Weiterhin müssen alle **zugänglichen Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen und Armaturen** in unbeheizten Räumen gedämmt sein. Bei einer Mindestdämmdicke von 20 mm entspricht die erforderliche Dämmstärke etwa dem Rohrinnendurchmesser.

Grundsätzlich muss jede Heizungsanlage mit einer **temperatur- und zeitgesteuerten Regelanlage** ausgestattet sein.

Bei der Modernisierung von Altbauten mit größeren baulichen Änderungen an der Gebäudehülle gelten die Bauteilanforderungen, die unter SOLL in der jeweiligen Tabelle aufgeführt sind. Die Anforderungen greifen, wenn der erstmalige Einbau, der Ersatz oder die Erneuerung einzelner Bauteile von jeweils 10 % der jeweiligen Bauteilfläche übersteigt. Dies gilt bei Außenwänden, wenn 10 % des bestehenden Außenputzes (in sich abgeschlossene, zusammenhängende Teilfläche) abgeschlagen werden (gilt nicht bei „Putzreparaturen“ oder bei Neuanstrich). Dabei dürfen die nachfolgenden SOLL-Werte nicht überschritten werden.

Alternativ kann der Hauseigentümer sich dafür entscheiden, auf das 1,4-fache Neubau-Niveau des Jahres-Primärenergiebedarfs zu sanieren.

### **Unternehmererklärung**

Die Fachbetriebe haben dem Hauseigentümer nach Abschluss der jeweiligen Arbeiten in einer sogenannten Unternehmererklärung zu bestätigen, dass die von ihnen eingebauten oder geänderten Außenbauteile, die Dämmung der obersten Geschossdecke oder Heizungssysteme den gültigen EnEV-Anforderungen entsprechen.

### **Energie-Ausweis**

Die Pflicht zur Vorlage des Energie-Ausweises bei Neuvermietung gilt wie bisher.

Bei den folgenden energetischen Sanierungsmöglichkeiten werden sinnvolle und kostengünstige Standardmaßnahmen berechnet, um aufzuzeigen in welchem Bereich sich die Energieeinsparungen und die Kosten bewegen in Abhängigkeit vom vorherrschenden Haustyp. Die Dämmmaßnahmen an den Bauteilen der Fassade, des Daches und der Kellerdecke erfüllen die KfW-Bedingungen aus dem aktuellen Programm 152 „Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen. Um den „KfW – Effizienzhaus-Standard“ zu erreichen, müssen individuell angepasste Maßnahmenpakete entwickelt werden, die von einem anerkannten Energieeffizienz-Experten für die Förderprogramme des Bundes ([www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de) oder [www.energieberaternetz-mfr.de](http://www.energieberaternetz-mfr.de)) bestätigt bzw. berechnet werden.

## **6.1 Mögliche Maßnahmen**

Der erste Schritt sollte sich idealerweise mit der energetischen Optimierung der Gebäudehülle befassen und im zweiten Schritt sollte die Heizung mit der Regelung und der Wärmeverteilung an die neue Situation angepasst werden. Darauf folgt der Austausch der Heizung mit dem Einsatz erneuerbarer Energie (z. B. Solarthermie). In den folgenden Beispielen wurde bei der energetischen Sanierung der Energieträger für die Heizungsanlage aus Kostengründen beibehalten (siehe auch Kapitel 5).

In den folgenden Tabellen (3 - 10) wurden die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle betrachtet. Werden die Fenster erneuert, sollte gleichzeitig die entsprechende Fassade gedämmt werden. Diese Maßnahmenkombination hat den Vorteil, dass die Fenster innerhalb der Maueröffnung problemlos nach außen versetzt werden können und damit kann die Wärmebrücke in der Fensterlaibung eliminiert werden.

Bei der Maßnahme eins wird von einem Austausch aller Fenster in der Außenwand ausgegangen (siehe auch Kapitel 4) und ergänzend sollte auf jeden Fall eine Dämmung der Rollläden durchgeführt werden.

Die Dicke der Außenwanddämmung (15 cm WLG 035) bei der Maßnahme 2 wurde so gewählt, dass die KfW-Anforderung gerade erfüllt ist (damit wird auch die gültige EnEV 2014 eingehalten). Die Dämmstärke kann bei gleicher Dämmwirkung um wenige Zentimeter reduziert werden, wenn die Wärmeleitgruppe (WLG) verbessert (kleinerer Zahlenwert z. B. WLG 032) wird. Im Zusammenhang mit der Außenwanddämmung sollten alle auskragenden Teile wie z. B. der Balkon, das Vordach so gut wie möglich mitgedämmt werden (siehe Thermografieaufnahmen). Auch der Sockelbereich sollte im Rahmen dieser Aktion mitberücksichtigt werden. Die Anbindung der gedämmten Fassade mit dem gedämmten Dach stellt ein wichtiges Detail dar. Die Dämmung sollte im Übergangsbereich keine Lücken aufweisen. Dies gilt

für den Trauf- und Ortgangbereich gleichermaßen; teilweise muss der Dachüberstand verlängert werden.

Bei der Dachdämmung wurde unterstellt, dass das Dach erneuert werden muss und die Dämmmaßnahmen von außen stattfinden (siehe Kapitel 4) und der Dachraum zu Wohnzwecken genutzt werden kann. Bei der Dachdämmung muss auf die Wind- und Dampfdichtigkeit geachtet werden um Bauschäden zu verhindern.

Die Dämmung der Kellerdecke sollte nur bei unbeheizten Kellerräumen stattfinden und wenn kein direkter Raumverbund besteht.

Unter Punkt 5 in den folgenden Tabellen wurde unterstellt, dass die gesamte Gebäudehülle gedämmt; die vorhandene Anlage erneuert und deren Regelung optimal eingestellt wird.

An der sechsten Position wurde nur eine Heizungserneuerung mit einer optimierten Einstellung (Hydraulischer Abgleich inklusive) betrachtet und der bestehende Energieträger beibehalten.

## 6.2 Gebäudetyp 1 (freistehendes Einfamilienhaus)



Bild 22: Einfamilienhaus 50 / 60 er Jahre

Dieser Gebäudetyp wurde zwischen 1949 und 1968 erbaut. Bei der Gebäudehülle wurden üblicherweise die folgenden U-Werte (siehe Tabelle 3) erreicht.

Bauteil	Konstruktion	U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	SOLL EnEV2014* U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	KfW Förderung U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)
Dach	Holzkonstruktion (Steildach)	1,4	0,24	0,14
Außenwand	Massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton)	1,4	0,24	0,20
Fenster	Holzfenster, zwei Scheiben	2,7	1,30	0,95
Fenstertüren	Kunststofffenster, Isolierverglasung	3,0	1,30	0,95

Tabelle 3: vorhandene und geforderte U-Werte in Abhängigkeit des Bauteils

\* Bei einer Altbau-Modernisierung müssen diese SOLL-Werte erreicht werden; Ausnahme wenn bei der Modernisierung das 1,4 fache Neubauniveau des Jahresprimärenergiebedarfs erreicht wird

### 6.2.1 Einspareffekte

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass es sich um ein unsaniertes Einfamilienhaus mit zwei Vollgeschossen und einer Grundfläche von ca. 120 m<sup>2</sup> handelt. Es wird eine Ölzentralheizung mit Warmwasserbereitung von 1987 oder jünger und ein durchschnittliches Nutzerverhalten unterstellt.

Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, dass die aufgeführten Maßnahmen sich wirtschaftlich darstellen lassen, wenn Instandsetzungsmaßnahmen anstehen und diese mit der energetischen Aufwertung der Immobilie gekoppelt werden.

Mögliche Maßnahmen (Beschreibung 6.1):

Maßnahmen	U-Wert <sub>neu</sub>	Einsparungen	
		Bauteil	Endenergiebedarf
1. Fenster	1,30 W/m <sup>2</sup> K	48%	3%
2. Außenwanddämmung mit 15 cm WLG 035	0,20 W/m <sup>2</sup> K	78%	22%
3. Dachdämmung mit ca. 22 cm WLG 035	0,14 W/m <sup>2</sup> K	76%	22%
4. Kellerdecke mit 11 cm WLG 035	0,24 W/m <sup>2</sup> K	64%	7%
5. Gebäudehülle und Brennwertheizung			67%
6. Heizung erneuern und Einstellungen optimieren			15-20%

*Tabelle 4: Einsparpotential in Prozent bei unterschiedlichen Maßnahmen bei einem freistehenden Einfamilienhaus (50 / 60er Jahre)*

Die Erfahrung und die Statistik zeigen, dass bei diesen Gebäuden häufig die Heizung und die Fenster in den letzten Jahren auf einen guten energetischen Stand gebracht wurden. Das heißt die nächsten energetisch relevanten Modernisierungsmaßnahmen sind die Dach- und die Fassadendämmung. Das Energie - Einsparpotential liegt bei ca. 45 Prozent. Besondere Beachtung sollte dabei auf die Sockeldämmung und auf den Einbau von Vorsatzrollen gelegt werden.

### 6.2.2 Kosten

Maßnahmen	U-Wert <sub>neu</sub>	Kosten	
		Pro m <sup>2</sup> -Bauteil	Gesamt – Kosten
1. Fenster	1,30 W/m <sup>2</sup> K	330 €	12.000 €
2. Außenwanddämmung mit 15 cm WLG 035	0,20 W/m <sup>2</sup> K	120 €	20.000 €
3. Dachdämmung mit ca. 22 cm WLG 035	0,14 W/m <sup>2</sup> K	220 €	25 - 30.000 €
4. Kellerdecke mit 11 cm WLG 035	0,24 W/m <sup>2</sup> K	30 €	4.000 €
5. Gebäudehülle und Brennwertheizung			70 - 76.000 €
6. Heizung erneuern und Einstellungen optimieren			10.000 €

*Tabelle 5: Vollkosten der einzelnen Modernisierungsmaßnahmen bei einem freistehenden Efh*

## 6.3 Gebäudetyp 2 (Doppelhaushälfte)



Bild 23: Doppelhaushälfte 50 / 60er Jahre

### 6.3.1 Einspareffekte

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Doppelhaushälfte mit zwei Vollgeschossen und einer Grundfläche von ca. 100 m<sup>2</sup> handelt. Es wird eine Ölzentralheizung mit Warmwasserbereitung von 1987 oder jünger und ein durchschnittliches Nutzerverhalten unterstellt.

Mögliche Maßnahmen (Beschreibung 6.1)

Maßnahmen	U-Wert <sub>neu</sub>	Einsparungen	
		Bauteil	Endenergiebedarf
1. Fenster	1,30 W/m <sup>2</sup> K	50%	3%
2. Außenwanddämmung mit 14 cm WLG 035	0,20 W/m <sup>2</sup> K	78%	17%
3. Dachdämmung mit 22 cm WLG 035	0,14 W/m <sup>2</sup> K	76%	24%
5. Gebäudehülle und Brennwertheizung			60%
6. Heizung erneuern und Einstellungen optimieren			15-20%

Tabelle 6: Einsparpotential in Prozent bei unterschiedlichen Maßnahmen bei einer Doppelhaushälfte (50 / 60er Jahre)

Die Erfahrung und die Statistiken zeigen, dass bei diesen Gebäuden häufig die Heizung und die Fenster in den letzten Jahren auf einen guten energetischen Stand gebracht wurden. Das heißt die nächsten energetisch relevanten Modernisierungsmaßnahmen sind die Dach- und die Fassadendämmung. Das Energie - Einsparpotential liegt bei ca. 40 Prozent. Besondere Beachtung sollte dabei auf die Sockeldämmung und auf den Einbau von Vorsatzrollen gelegt werden.

### 6.3.2 Kosten

Maßnahmen	U-Wert <sub>neu</sub>	Kosten	
		Pro m <sup>2</sup> -Bauteil	Gesamt – Kosten
1. Fenster	1,30 W/m <sup>2</sup> K	330 €	12.000 €
2. Außenwanddämmung mit 14 cm WLG 035	0,20 W/m <sup>2</sup> K	120 €	15.000 €
3. Dachdämmung mit ca. 22 cm WLG 035	0,14 W/m <sup>2</sup> K	220 €	25 - 30.000 €

5. Gebäudehülle und Brennwertheizung			62 - 67.000 €
6. Heizung erneuern und Einstellungen optimieren			10.000 €

Tabelle 7: Vollkosten der einzelnen Modernisierungsmaßnahmen, Doppelhaus (50 / 60er Jahre)

## 6.4 Gebäudetyp 3 (Reihenmittelhaus)



Bild 24: Reihenmittelhaus (70er Jahre)

Dieser Gebäudetyp wurde zwischen 1969 und 1978 erbaut. Bei der Gebäudehülle wurden üblicherweise die folgenden U-Werte (siehe Tabelle 6) erreicht.

Dieser Gebäudetyp wurde zwischen 1949 und 1968 erbaut. Bei der Gebäudehülle wurden üblicherweise die folgenden U-Werte (siehe Tabelle 3) erreicht.

Bauteil	Konstruktion	U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	SOLL EnEV2014* U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	KfW Förderung U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)
<b>Dach</b>	Holzkonstruktion (Steildach)	0,8	0,24	0,14
<b>Außenwand</b>	Massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton)	1,0	0,24	0,20
<b>Fenster</b>	Holzfenster, zwei Scheiben	2,7	1,30	0,95
<b>Fenstertüren</b>	Kunststofffenster, Isolierverglasung	3,0	1,30	0,95

Tabelle 8: vorhandene und geforderte U-Werte in Abhängigkeit des Bauteils

\* Bei einer Altbau-Modernisierung müssen diese SOLL-Werte erreicht werden; Ausnahme wenn bei der Modernisierung das 1,4 fache Neubauniveau des Jahresprimärenergiebedarfs erreicht wird

### 6.4.1 Einspareffekte

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass es sich um ein unsaniertes Reihenmittelhaus mit einer Grundfläche von ca. 65 m<sup>2</sup> handelt. Es wird eine Ölzentralheizung mit Warmwasserbereitung von 1987 oder jünger und ein durchschnittliches Nutzerverhalten unterstellt.

Mögliche Maßnahmen (Beschreibung siehe auch 6.1):

Falls eine Aufdachdämmung durchgeführt wird sind spezielle Lösungen für die Regenfallrohre und für Dachrinnenanbindung an das Nachbarhaus nötig.

Maßnahmen	U-Wert <sub>neu</sub>	Einsparungen	
		Bauteil	Endenergiebedarf
1. Fenster	1,30 W/m <sup>2</sup> K	49%	5%
2. Außenwanddämmung mit 14 cm WLG 035	0,20 W/m <sup>2</sup> K	73%	11%
3. Dachdämmung mit ca. 20 cm WLG 035	0,14 W/m <sup>2</sup> K	70%	14%
5. Gebäudehülle und Brennwertheizung			43%
6. Heizung erneuern und Einstellungen optimieren			15 - 20%

Tabelle 9: Einsparpotential in Prozent bei unterschiedlichen Maßnahmen für RMH (70er Jahre)

Die Erfahrung zeigt, dass bei diesen Gebäuden häufig die Heizung und die Fenster in den letzten Jahren auf einen guten energetischen Stand gebracht wurden. Das heißt die nächsten energetisch relevanten Modernisierungsmaßnahmen sind die Dach- und die Fassadendämmung. Das Energie - Einsparpotential liegt bei ca. 25 Prozent. Besondere Beachtung sollte dabei auf die Dämmung von Sockel, Balkon, Vorsprünge und auf den Einbau von Vorsatzrollos gelegt werden. Für die große Fensterfläche im Wohnzimmer zur Terrasse könnte sich eine 3-fach Verglasung lohnen.

#### 6.4.2 Kosten

Maßnahmen	U-Wert <sub>neu</sub>	Kosten	
		Pro m <sup>2</sup> -Bauteil	Gesamt – Kosten
1. Fenster	1,30 W/m <sup>2</sup> K	330 €	10.000 €
2. Außenwanddämmung mit 14 cm WLG 035	0,20 W/m <sup>2</sup> K	120 €	10.000 €
3. Dachdämmung mit ca. 20 cm WLG 035	0,14 W/m <sup>2</sup> K	220 €	15 - 20.000 €
5. Gebäudehülle und Brennwertheizung			45 - 50.000 €
6. Heizung erneuern und Einstellungen optimieren			10.000 €

Tabelle 10: Vollkosten der einzelnen Modernisierungsmaßnahmen für RMH (70er Jahre)

## 7 Glossar

### **Brennwert/ Heizwert**

Der Brennwert (früher „oberer Heizwert“) gibt an, wie viel Wärmemenge bei der Verbrennung einschließlich der im Wasserdampf enthaltenen Verdampfungswärme insgesamt frei wird. Der Energiegehalt des Wasserdampfes bleibt beim Heizwert (früher „unterer Heizwert“) dagegen unberücksichtigt. Der Brennwert ist also um den Beitrag der Verdampfungswärme des in den Abgasen enthaltenen Wassers größer als der Heizwert. Durch das Abkühlen der Abgase kann die Verdampfungswärme nutzbar gemacht werden.

### **Endenergiebedarf**

Der Endenergiebedarf ist die berechnete Energiemenge, die bei deutschlandweit gemittelten Klimaverhältnissen zur Deckung des Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs einschließlich der Verluste der Anlagentechnik benötigt wird. Wie groß diese Energiemenge tatsächlich ist, hängt von den Lebensgewohnheiten der Gebäudebenutzer und den jeweiligen örtlichen Klimaverhältnissen ab.

### **Heizwärmebedarf**

Der Heizwärmebedarf (HWB) ist die errechnete Energiemenge, die einem Gebäude innerhalb der Heizperiode zuzuführen ist, um die gewünschte Innentemperatur aufrechtzuerhalten, z. B. wie durch Heizkörper an einen beheizten Raum abgegeben wird.

### **Hydraulischer Abgleich**

Der Hydraulische Abgleich ist eine Voraussetzung für die Versorgung der Heizkörper mit der richtigen Wassermenge. In schlecht abgeglichenen Heizungssystemen sind die Volumenströme nicht an die benötigte Leistung der Heizkörper und die hydraulischen Widerstände angepasst. Die Folge: Ein Heizkörper wird nicht richtig warm, ein anderer wird zu schnell durchströmt. Dadurch ist der Rücklauf zu heiß. In einem gut abgeglichenen Heizungssystem erhält jeder Heizkörper die Heizwassermenge, die seiner Leistung entspricht, der Rücklauf ist relativ kalt.

### **U-Wert**

Der Wärmedurchgangskoeffizient in der Bauphysik U (auch Wärmedämmwert, U-Wert, früher k-Wert), ist ein Maß für den Wärmestromdurchgang durch eine ein- oder mehrlagige Materialschicht, wenn auf beiden Seiten verschiedene Temperaturen anliegen. Er gibt die Leistung (also die Energiemenge pro Zeiteinheit) an, die durch eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> fließt. Seine SI-Maßeinheit ist daher W/(m<sup>2</sup>·K) (Watt pro Quadratmeter und Kelvin).

### **WLG / WLS**

Die Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) oder zukünftig Wärmeleitfähigkeitsstufe (WLS) gibt die Durchlassfähigkeit eines Materials für einen Wärmestrom an. Die Wärmeleitfähigkeitsgruppe leitet sich aus dem rechnerischen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda(R)$  ab. Dieser ist dann gleich den ersten drei Ziffern nach dem Komma, wie sie z. B. bei den Angaben auf Dämmstoff-Produktzeichnungen zu sehen sind. Ein Wert von 0,025 W/mK entspricht also einer WLG von 025. Es wird vorausgesetzt, dass der Bemessungswert kleiner eins ist, da man grundsätzlich nur Dämmmaterialien einer WLG zuordnet. Je kleiner der WLG-Wert ist, desto größer ist die Wärmedämmwirkung.