



Projekt Max-Liebermann-Str. 24, 99099 Erfurt

Global denken, lokal handeln: Gebäudesanierung als Beitrag zum Klimaschutz am konkreten Beispiel

Die Ausgangssituation:

Das Gebäude ist ein Dreifamilienhaus (je Etage eine Wohnung) und wurde 1930 in Massivbauweise errichtet. Städtebaulich bildet es als Reihenedhaus den Abschluß einer Häuserzeile.

Vor dem Umbau sahen Konstruktion und Haustechnik folgendermaßen aus:

Wände:	Die Wände des EG – 2. OG bestanden aus geputztem Massivmauerwerk. Das Dachgeschoß war eine Holzbalkenkonstruktion.
Kellerdecke:	Die Kellerdecke bestand aus Betonsteinen zwischen Stahlträgern.
Sonstige Decken:	Die übrigen Decken waren Holzbalkendecken.
Steildach:	Das Steildach war ein mit Biberschwanzziegeln gedecktes Ziegeldach.
Flachdach:	Das Flachdach bildeten Bitumendachbahnen auf Holzschalung.
Fenster:	Die Fenster waren zu 2/5 ziemlich verzogene Originalfenster von 1930 mit Einfachverglasung. Teilweise konnte man zwischen Fensterrahmen und Fensterflügen nach draußen sehen. Die übrigen 3/5 der Fenster waren zwischen 2001 und 2004 bereits gegen damals übliche Kunststofffenster ausgetauscht worden.
Haustechnik:	Ursprünglich waren die Wohnungen mit je einer Kohleschwerkraftheizung pro Wohnung ausgestattet. Nach der Wende wurden die Kohleheizungen gegen Gasheizthermen ausgetauscht. Warmwasser wurde über Gasdurchlauferhitzer im Bas und 5-l-Kochendwassergeräte in der Küche bereitete.

Bild 1:
Zustand vor dem
Umbau



Die Motivationsliste

Aus dieser vorhandenen Konstruktion ergab sich Handlungsbedarf:

1. Komfortmängel:

Die Wände verfügten über keine wärmedämmenden Eigenschaften. Im Winter wirkten sie als Kältestrahler mit dem Ergebnis, daß die Oberflächentemperatur der Wände einige Grad Celsius unter der Lufttemperatur der Raumluft lag. Komforteinbußen waren spürbar.

Gleiches galt für die Kellerdecke und die Decke des 2. Obergeschosses.

Im Winter wohnte man hauptsächlich in der Küche, da diese bei niedrigen Außentemperaturen durch den vorgelagerten Wintergarten noch einigermaßen behaglich war. Dieser Zustand sollte besser werden.

2. Energiekosten

Entsprechend hoch waren die Energiekosten: Jede der drei Gasthermen verbrannte Gas für 120 € im Monat - im Laufe des Jahres 2009 summierte sich die Gasrechnung auf rund 4.300,00 € für ca. 338 m² Wohnfläche (von der allerdings im Winter Teile aufgrund der Komfortmängel de facto nicht bewohnt wurden). Eine Senkung dieser Kosten war wichtig.

3. Sanierungsbedarf:

Außerdem bestand erheblicher Sanierungsbedarf. Dach, Fassade, Kellerdecke, ein großer Teil der Fenster und ein Teil der Haustechnik (Rohrleitungen und ein Teil der Heizkörper) befanden sich noch im Originalzustand von 1930 und waren entsprechend sanierungsbedürftig.

4. Ausbauwunsch: Spitzbodenausbau und Dachterrasse

Dazu kam, daß eine Miteigentümerin den Dachboden zum Wohnzimmer ausbauen wollte. Aus dem angrenzenden Satteldach sollte eine Dachterrasse werden.

5. Teilnahmemöglichkeit Pilotprojekt DENA

Parallel zu diesen Überlegungen schrieb die DENA (**DE**utsche **E**nergie-**A**gentur GmbH) im Oktober 2009 das Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand – 4. Phase“ aus. Es wurden 50 Häuser im gesamten Bundesgebiet gesucht, die verschärfte energetische Anforderungen einhalten sollten.

Für Fachleute:

- Jahresprimärenergiebedarf 70% bezogen auf EnEV 2009 für Neubauten
- Transmissionswärmeverlust 85% bezogen auf EnEV 2009 für Neubauten
- Jahresendenergiebedarf 70% bezogen auf EnEV 2009 für Neubauten

Finanziell attraktiv wurde die Teilnahme an diesem Modellvorhaben durch einen Tilgungszuschuß der KfW (**K**reditanstalt für **W**iederaufbau). Interessant für den Architekten war die Publikation des Projektes im Internet.

6. Global denken, lokal handeln:

Nicht ganz so im Vordergrund, aber auch nicht zu vernachlässigen, war das grüne Gewissen: Durch eine drastische Reduzierung des Energieverbrauches sinkt natürlich auch der CO₂-Ausstoß des Gebäudes während der zukünftigen Nutzung.

7. Kreditzusage KfW

Entscheidend war am Ende die Zusage der Projektfinanzierung durch KfW und Umweltbank.

Global denken, lokal handeln: Betrachtungen zum Weltklima

Vorneweg erst einmal zu Punkt 6 des vorherigen Abschnitts: CO₂-Einsparungen bei Wohngebäuden: Was bedeutet das überhaupt? Wie sind die Relationen? Was kann man bewirken?

CO₂-Ausstoß 2008

weltweit:	30.892 Millionen t
Bundesrepublik:	861 Millionen t
davon Wohngebäude:	104 Millionen t

davon Max-Liebermann-Str. 24, Erfurt:

vor Sanierung	22,8 t (bei 338 m ² Wohnfläche)
nach Sanierung	1,9 t (bei 380 m ² Wohnfläche)

zum Vergleich:

Langstreckenflug 10.000 km	2,3 t (eine Person)
Autofahrt 10.000 km	1,7 t (ein Auto mit 170 g CO ₂ /km)
Zugfahrt 10.000 km	0,7 t (eine Person)

Quellen: BMU, WWF, Wikipedia

Die Zahlen sind ernüchternd, auch wenn bei diesem konkreten Projekt der CO₂-Ausstoß je m² um rund 95% reduziert wurde (technisch kein Problem und finanziell ebenfalls machbar).

Selbst wenn der gesamte Gebäudebestand in der Bundesrepublik auf diesem Niveau saniert würde, läge die Reduktion des weltweiten CO₂-Ausstoßes bei rund 0,3%!

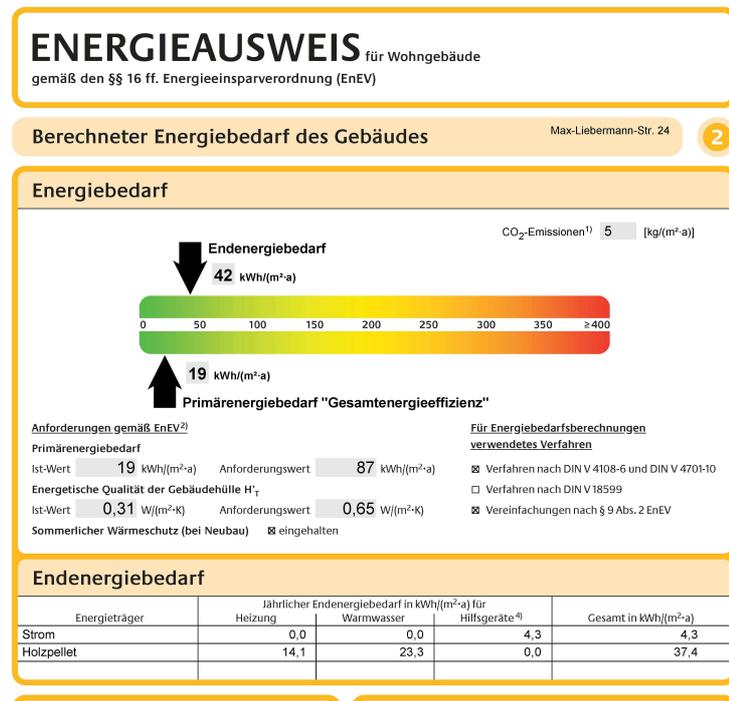
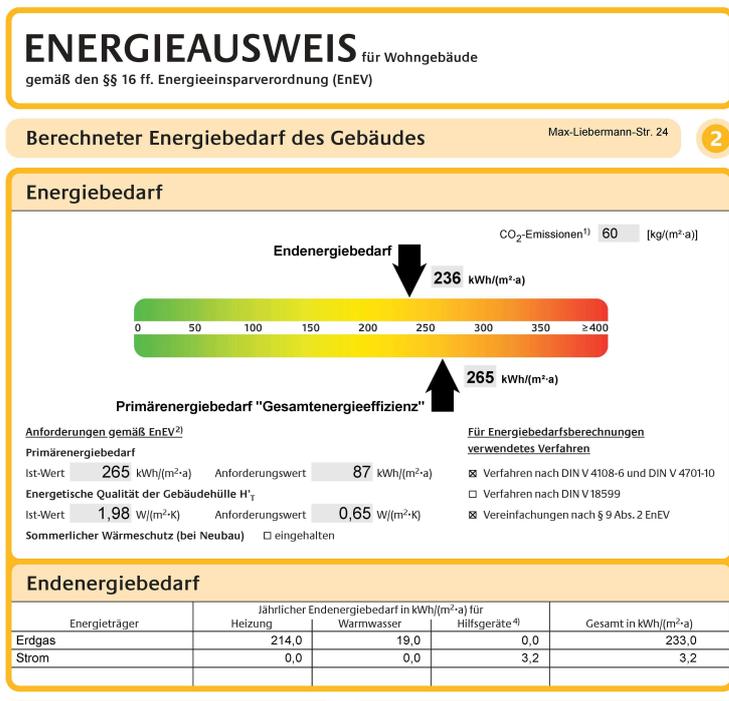
Hier helfen nur noch philosophische Ansätze.

Der Energiebedarf

Nichtsdestotrotz: Die Reduktion des Energieverbrauches (Punkt 2 der Motivationsliste) ist wichtig, da sie zu Betriebskosteneinsparungen führt. Außerdem waren durch den Status als Pilotprojekt Mindestanforderungen einzuhalten.

Bild 2: Energieausweis Bestand

Energieausweis Planung



Das Konstruktionsprinzip

Das Konstruktionsprinzip eines Niedrigenergiehauses ist dasselbe wie bei einem Passivhaus:

1. gute Dämmung
2. luftdichte Bauweise
3. moderne Haustechnik

im Einzelnen:

1. gute Dämmung

Die Gebäudehülle muß ringsum gut gedämmt werden. Es darf möglichst keine Wärmebrücken geben – was beim Altbau natürlich schwieriger zu bewerkstelligen ist als beim Neubau.

Warum?

Der Energieverbrauch soll minimiert werden. Das bedeutet, daß Wärme, die im Haus erzeugt worden ist, auch möglichst im Haus bleiben soll. Wärme, die nach draußen entweicht, muß unter Energiezufuhr ersetzt werden, um die Raumtemperatur auf dem gleichen Niveau zu halten.

Details: Grundsätzlich muß jedes Detail in der Planung so durchdacht werden, daß etwaige Wärmebrücken minimiert werden. Dazu gehört auch eine entsprechende Wärmebrückenberechnung – wie bei diesem Projekt.

Bauleitung: Eine qualitativ hochwertige Ausführung der ausgeschriebenen Leistungen ist Grundvoraussetzung. Ein schlecht ausgeführtes Detail funktioniert nicht so wie gewünscht! Daher müssen die Details mit den ausführenden Handwerkern genau besprochen werden. Das bedeutet auch eine intensive Baubetreuung.

Die Dämmmaßnahmen im Einzelnen:

Außenwand: Wände EG – 2. OG Massivmauerwerk. Der Altputz außen wurde abgeschlagen; darauf kam ein WDVS (**Wärmedämmverbundsystem**), bestehend aus 200 mm Hartschaumplatten. Das vorhandene Sichtmauerwerk wurde überdämmt.
(für Fachleute: EPS WLK 032, U-Wert der Außenwand vor Sanierung 2,06 W/m²K, nach Sanierung 0,15 W/m²K)

Bild 3. Außenwand Bestand

Der Altputz und das Gesims wurden abgeschlagen. Anschließend wurde die Wand neu verputzt. Das Sichtmauerwerk wurde übergespachtelt.



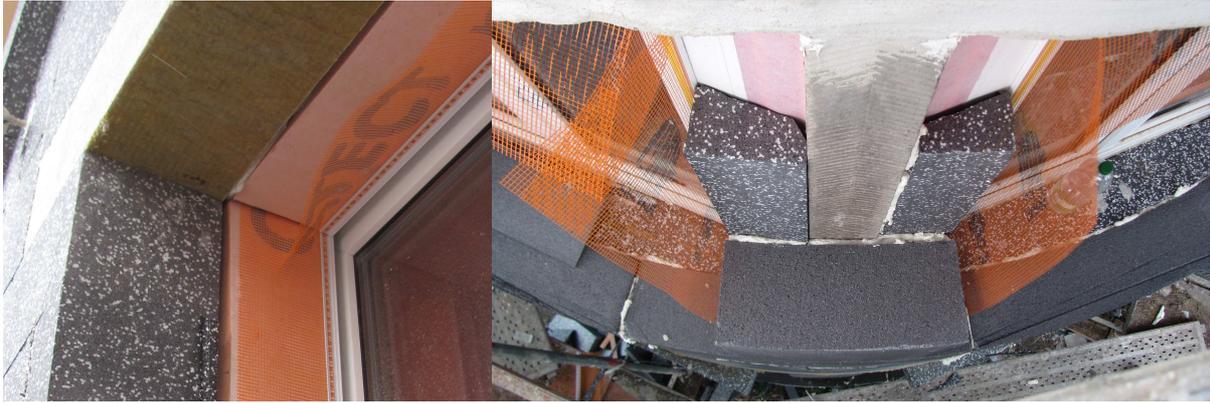


Bild 4: Detail Fensterlaibung

links 200 mm starke EPS-Dämmung WLG 032, daneben 60 mm starke PU-Dämmung WLG 024, darüber Brandschutzriegel aus 200 mm Mineralwolle WLG 041

Bild 5: Detail halbrunder Erker

Die EPS-Platten wurden beim Hersteller mit dem Radius des Erkers vorgefertigt. Oben im Bild hellgrau gut zuerkennen: die luftdichte Abklebung der noch brauchbaren Bestandsfenster.



Bild 6: Detail Fensterbank

Um Wärmebrücken zu minimieren, wurden die vorhandenen Steinfensterbänke ausgebaut. Sie wurden – wie auch die vorhandenen Gesimse - nach dem Einbau der Dämmung optisch wiederhergestellt.

Bild 7: Detail Traufe

Traufe und Ortgang wiesen ursprünglich eine zweifache Stufung, in Sichtmauerwerk ausgeführt, auf. Auch hier wurden 200 mm Dämmung aufgebracht. Die Stufung wurde erhalten und farbig abgesetzt.

Steildach:

Das Steildach war ein mit Biberschwanziiegeln gedecktes Ziegeldach. Dachziegel und Lattung wurden komplett entfernt. Aus statischen Gründen wurden die vorhandenen Sparren (10*12 cm) verstärkt (Aufdoppelung 10*6 cm). Darauf kam eine Schalung aus Rauspund, einseitig gehobelt. Es folgten: Dampfsperre, Aufsparrendämmung 160 mm, Konterlattung, Lattung, Dachziegel
(für Fachleute: PU WLG 024, U-Wert des Steildaches vor Sanierung 3 W/m²K, nach Sanierung 0,14 W/m²K)



Bild 8: alte Dacheindeckung
Biberschwanzziegel auf Lattung. Wärmedämmung ist nicht vorhanden.

Bild 9: Innenansicht des alten Daches

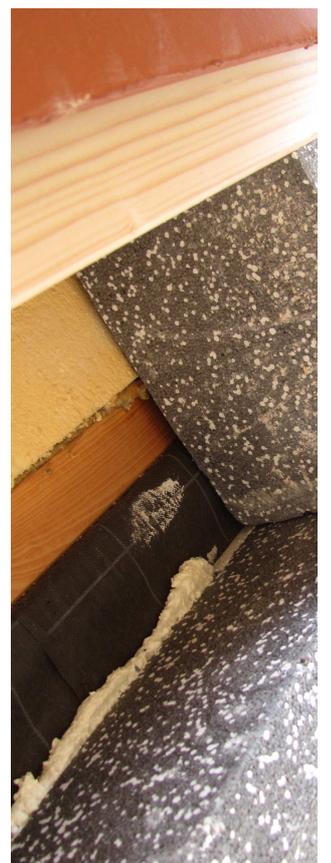


Bild 10: Aufbau des neuen Daches von links unten nach rechts oben:
Spachtelung des Ortanges (Wand) – Dampfsperre, auf Spachtelung aufgeklebt –
Ortangsbohle – Aufsparrendämmung – Konterlattung.
Lattung und Dachziegel sind noch nicht eingebaut.

Bild 11 und 12: Detail Dämmung Wand - Steildach
Fugen werden mit PU-Schaum verfüllt.



Bild 13: neue Dacheindeckung



Flachdach: Das Flachdach bildeten Bitumendachbahnen auf Holzschalung. Stellenweise fand sich noch Steinwolle aus früheren Jahrzehnten zwischen den Deckenbalken.
Die alte Schalung wurde ausgebessert. Darauf kam ein Aufbau aus Dampfsperre, 200 mm Dämmung und zweilagiger Abdichtung. Derselbe Aufbau wurde auch für die neu entstandene Dachterrasse verwendet.
(für Fachleute: EPS WLK 035, U-Wert des Flachdaches vor Sanierung 1,19 W/m²K, nach Sanierung 0,15 W/m²K)



Bild 14: vorhandenes Flachdach.

Die alte Abdichtung aus Bitumenbahnen ist bereits entfernt, ebenso wie die schadhafte Schalung. In der Öffnung: Steinwollreste

Bild 15: auf die Schalung geklebte Dampfsperre. Die Traufbohle ist bereits montiert.



Bild 16: Die Dämmung wird eingebaut.

Bild 17: Die erste Lage der Flachdachabdichtung ist verklebt.

Kellerdecke: Die Kellerdecke besteht aus Betonsteinen zwischen Stahlträgern. Darunter wurde in einem Abstand von 14 – 25 cm eine abgehängte Decke eingebaut. In den entstandenen Hohlraum wurde Zellulosedämmung eingeblasen.
(für Fachleute: Zellulosedämmung WLK 041, U-Wert der Kellerdecke vor Sanierung 2,31 W/m²K, nach Sanierung 0,25 – 0,14 W/m²K)



Bild 19: Kellerdecke im ursprünglichen Zustand



Bild 20: abgehängte Decke
Die Installationen sind in der Decke verschwunden.

Fenster: Die Fenster waren zu 2/5 ziemlich verzogene Originalfenster von 1930 mit Einfachverglasung. Teilweise konnte man zwischen Fensterrahmen und Fensterflügen nach draußen sehen. Die übrigen 3/5 der Fenster waren zwischen 2001 und 2004 bereits gegen damals übliche Kunststofffenster ausgetauscht worden.

Die alten Fenster wurden ausgebaut und durch moderne Kunststofffenster mit Dreifachverglasung ersetzt. Teilweise wurden die Fensteröffnungen im Zuge dieser Maßnahme vergrößert.

Auch die Haustür wurde ausgewechselt, da sie den thermischen Anforderungen nicht mehr genügte.

(für Fachleute: Kunststofffenster mit Argon- bzw. Kryptonfüllung, U-Wert der Fenster vor Sanierung 3 - 5 W/m²K, nach Sanierung 0,81 W/m²K)



Bild 21: Fenster von 1930 mit Einscheibenverglasung



Bild 22: Haustür ähnlichen Baujahrs

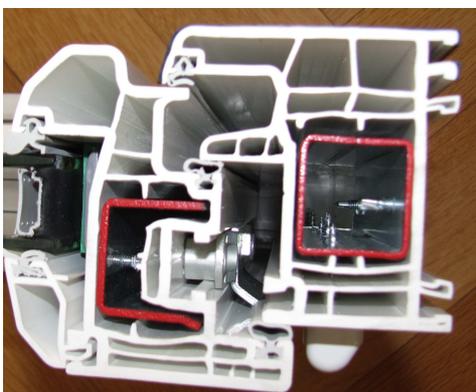


Bild 23 (vorige Seite): neues Fenster,
auf die Außenwand montiert,
vor Einbau der Dämmung

Bild 24: neue Eingangstür in fertigem Zustand (im Winter)



2. luftdichte Bauweise

Die Gebäudehülle muß luftdicht sein. Es darf möglichst keine Öffnungen geben, durch die warme Luft von innen nach außen gelangen kann.

Warum?

1. Warme Luft transportiert auch Wärmeenergie nach außen, die durch die Heizung wieder ersetzt werden muß
2. Wenn warme Luft sich abkühlt, kondensiert die in ihr enthaltene Feuchtigkeit aus und kann Feuchteschäden an Bauteilen verursachen.

Bei diesem Projekt war die Aufgabe sehr anspruchsvoll: bei einem Altbau, der gleichzeitig Reihenendhaus ist, gibt es einige Stellen, die nicht überarbeitet werden können, ohne den Bauherrn in den Ruin zu treiben. Hier kann man als Architekt nur hoffen, daß der Rest des Hauses luftdicht genug ist, damit insgesamt die Anforderungen eingehalten werden können. Die Luftdichtigkeit wird durch einen so genannten Blower-Door-Test kontrolliert. Bei dieser Kontrolle werden auch Stellen aufgespürt, durch die die Luft entweichen kann. Manchmal besteht dann noch die Möglichkeit zur Nachbesserung.

Details: Grundsätzlich muß jedes Detail in der Planung so durchdacht werden, daß es luftdicht ist.

Bauleitung: Hier gilt dasselbe, wie bereits zur Dämmung gesagt: Eine qualitativ hochwertige Ausführung der ausgeschriebenen Leistungen ist Grundvoraussetzung. Ein schlecht ausgeführtes Detail funktioniert nicht so wie gewünscht!

Die Maßnahmen im Einzelnen:

Die Luftdichtigkeit der Wand



Bild 25: Der neue Außenputz bildet die luftdichte Schicht des Mauerwerks

Bild 26: Die Dampfsperre bildet die luftdichte Schicht der Holzkonstruktionen. Deutlich sieht man das Klebeband für den luftdichten Anschluß des Bestandsfensters an die Dampfsperre.

Die Luftdichtigkeit des Daches



Bild 27 und 28: Die Dampfsperre bildet die luftdichte Schicht des Steildaches und der Flachdächer

Die Luftdichtigkeit der Anschlüsse

Die Luftdichtigkeit der Bauteilanschlüsse ist von entscheidender Bedeutung. Das ganze Haus kann dicht sein – wenn irgendwo ein halber Quadratmeter offen ist, ist die gewünschte Qualität nicht mehr zu erzielen.

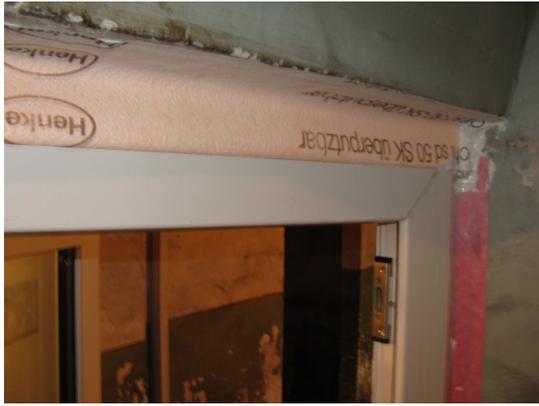


Bild 29: luftdichter Anschluß der Kellertür an die Wand

Bild 30: Hier treffen zwei Flachdächer, das Steildach, die Traufe und – hinter der schwarzen Folie verborgen – mehrere Kabeldurchführungen an einem Punkt zusammen. Die Bauleitung sah hier alle zwei Stunden nach dem Rechten.



Bild 31: luftdichter Anschluß eines neuen Fensters an die Außenwand

Bild 32: Oft vergessen: die luftdichte Ausführung der Kabel- und Rohrdurchführungen. Hier die Strom- und Brandmeldeleitungen im Dachgeschoß

Bild 33: Der Siphon einer Badewanne im Erdgeschoß, vom Keller aus betrachtet. Man sieht die Problematik: die Lücke zwischen Rohr und Betondecke (teilweise bereits ausgeschäumt).

3. moderne Haustechnik

Die Haustechnik im Niedrigenergiehaus und auch im Passivhaus besteht normalerweise aus drei Komponenten:

1. Heizung

Sie sorgt für die Bereitstellung der Wärmeenergie, die für ein komfortables Wohnen und / oder Arbeiten im Gebäude benötigt wird.

2. Warmwasserbereitstellung

Auch das benötigte Warmwasser muß irgendwie erwärmt werden. Oft geschieht dies in Kombination mit der Heizungsanlage.

Bei unserem Projekt übernimmt diese Aufgaben ein 18-kW-Holzpelletkessel, der einen 750-l-Pufferspeicher lädt, der wiederum Heizkörper und den 200-l-Warmwasserspeicher mit Wärme versorgt. Ein Anschluß von thermischen Solarkollektoren für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung zu weiteren Reduktion des Brennstoffbedarfes ist vorgesehen



Bild 34: vorgefundener Bestand:
Gußeiserner Röhrenradiator von 1930

Bild 35: ebenfalls ehemaliger Bestand:
Gastherme von 1997 mit darunter montiertem
80-l-Warmwasserspeicher



Bild 36: 18-KW-Pelletkessel (vollautomatisch). Er beschickt
den Pufferspeicher.

Bild 37: Pufferspeicher 750 l. Er versorgt Heizkörper
und den Warmwasserspeicher mit Wärme.

Bild 38: Warmwasserspeicher 200 l

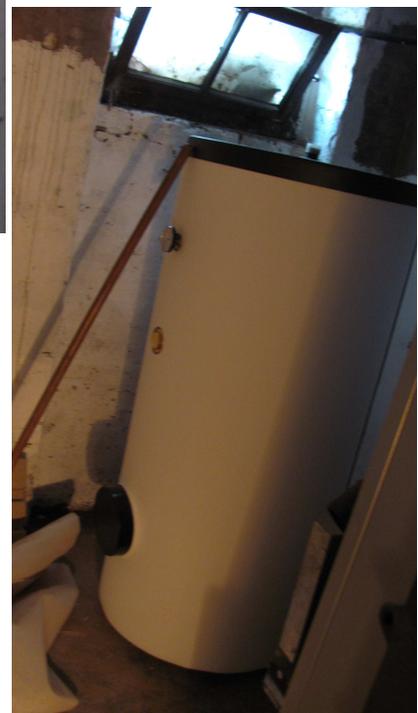




Bild 39: Pelletsilo mit 3,5 t Lagerkapazität – ausreichend für ein Jahr Heizung und Warmwasser

Bild 40: bereits verlegte Leitung für den Anschluß von thermischen Solarkollektoren

Bild 41: moderner Planheizkörper

3. Lüftung

Eine Lüftungsanlage – sinnvollerweise mit Wärmerückgewinnung - ist für ein Haus, bei dem soviel Wert auf luftdichtes Bauen gelegt wird, unerlässlich. Allein mit manuellem Fensteröffnen und -schließen kann der hygienisch und feuchtetechnisch notwendige Luftwechsel nicht gewährleistet werden.

Neben dem Komfortgewinn durch immer frische Luft gibt es bei einer Lüftungsanlage einen definierten Luftwechsel, der das Schimmelrisiko wesentlich reduziert.

Außerdem werden die Lüftungswärmeverluste durch die Wärmerückgewinnung im Vergleich zur Fensterlüftung auf ca. 10% - 15 % reduziert – wichtig für einen energiesparenden Betrieb des Hauses.

Nachteilig sind natürlich die Kosten für Investition und Betrieb (Stromkosten und Filterwechsel). Diese werden aber durch reduzierte Heizkosten ausgeglichen. Außerdem muß der Platzbedarf für Lüftungsgeräte und Lüftungskanäle bei der Planung berücksichtigt werden.

Das Funktionsprinzip:

Kalte Außenluft wird – möglichst über einen Erdwärmetauscher zur Vortemperierung – angesaugt. Im Lüftungsgerät wird die Außenluft im Wärmetauscher durch die an ihr vorbeiströmende, aus den Räumen abgesaugte Fortluft erwärmt.

In der Praxis gelingt es, mit 21°C warmer Fortluft die Außenluft auf ca. 19°C zu erwärmen. Die Heizung muß nur noch Energie für die Temperaturerhöhung um ca. 2°C zuführen.

Die erwärmte Außenluft wird über Lüftungskanäle in die Zulufträume (Schlafzimmer, Wohnzimmer) geblasen. Von dort wandert sie in die Ablufträume (Küche, Bad), wird hier abgesaugt und wieder über Lüftungskanäle zum Wärmetauscher geführt, wo sie ihre Wärme erneut an die frische Außenluft abgibt.

Es entsteht eine permanente Luftströmung durch das Haus, mit dem Ergebnis, daß kontinuierlich gelüftet wird.

Natürlich wird eine Lüftungsanlage so dimensioniert, daß Zugerscheinungen nicht spürbar und auch keine Geräusche zu hören sind. Auch zwischen einzelnen Räumen wird kein Schall übertragen.



Bild 42: Ehemaliger Schornstein als vertikale Verteilung von Zu- und Abluft. Die Schornsteinzüge wurden mit einer speziellen, für Lüftungsanlagen zugelassenen Beschichtung ausgekleidet. Durch die Verwendung des Schornsteins mußten für die vertikale Luftverteilung keine zusätzlichen Zu- und Abluftleitungen durch die Decken gebrochen werden.

Bild 43: geöffnete Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Wirkungsgrad: ca. 92%, Luftwechsel: 440 m³/h, Leistungsaufnahme: ca. 120 W. Der Kasten in der Mitte ist der Kreuzwärmetauscher.

Bild 44: Luftverteilung innerhalb einer Wohnung mit flexiblen Kunststoffschläuchen

Die Unannehmlichkeiten

Die Baumaßnahmen fanden in einem während der Bauzeit bewohnten Gebäude statt. Nun könnte man einerseits einfach sagen: „Na also! Geht doch!“. Andererseits muß man fairerweise auch sagen, daß alle Bewohner auch Eigentümer waren, die hinterher auch voll in den Genuß der Umbauten kamen. Mieter hätten sicherlich bis zu 80% der Miete kürzen können.... Die Wohnungen mußten hinterher neu gestrichen werden. Im Folgenden einige Impressionen:



Bild 45: Einbau der Stahlträger als Unterkonstruktion für die Dachterrasse. Die Wohnung im 2. OG war zeitweise auch als „Cabrio-Wohnung“ bekannt.

Bild 46: Vergrößerung der Fensteröffnungen



Bild 47: Kernbohrer bei der Arbeit. Die Öffnungen wurden für die Zu- und Abluft in den einzelnen Wohnräumen benötigt. Danach waren die Flure in den drei Wohnungen ruiniert.

Bild 48: Treppenhaus nach dem Durchbruch für das Entrauchungsfenster kurz nach Feierabend

Bild 49: Einbau neuer Steig- und Falleitungen in die bewohnte Küche (nach dem Aufräumen, aber vor den Trockenbauarbeiten)

Bild 50: Bad 1. OG nach dem Entfernen der alten Fliesen



Der Bauablauf

Das gesamte Projekt dauerte von der ersten Idee bis zum Abschluß rund 20 Monate. Die Planungsphase nahm davon ca. 12 Monate in Anspruch; die Bauphase war nach rund acht Monaten beendet.

Die Daten im Einzelnen:

Planungsbeginn:	Mai 2009
Bauantrag DG:	04.06.2009
Ausschreibungen:	Februar / März 2010
Baubeginn:	25.05.2010
Heizung und Lüftung:	25 Wochen
Dach:	16 Wochen
Wärmedämmverbundsystem:	10 Wochen
Maurerarbeiten:	6 Wochen
Trockenbau:	5 Wochen

Fenster: 2 Wochen

Fertigstellung: Ende Januar 2011

Die Finanzierung:

<u>Kosten (€):</u>		<u>Finanzierung (€):</u>		<u>Förderung (€):</u>	
Dach:	64.000	KfW:	215.000	KfW:	43.000
Wärmedämmverbundsystem:	46.000	Eigenkapital:	38.000	BAFA:	3.500
Maurerarbeiten:	36.000				
Heizung:	32.000				
Lüftung:	31.000				
Fenster:	21.000				
Trockenbau:	11.000				
Nebenkosten:	7.000				
Elektro:	5.000				
Summe:	253.000	Summe:	253.000	Summe:	46.500

Die Kosten je Quadratmeter Wohnfläche betragen ohne Subventionen ca. 670 €.

Wenn man die Subventionen einrechnet, betragen sie ca. 540 € - bei Gesamtkosten von 206.500 €. Die Subventionen führten dazu, daß sich die Mehrkosten gegenüber einer Standardsanierung auf EnEV 2009-Niveau auf etwa 20.000 € reduzierten. Dafür halbierten sich die Betriebskosten für Heizung und Warmwasser. Nicht finanziell zu beziffern ist der Komfortgewinn.

Sanierung: pro und contra aus Bewohnersicht

Pro:

1. Komfortgewinn: warme Wände. Die Bewohner fühlen sich wesentlich behaglicher, wenn die Wände keine Kälte abstrahlen.
2. Komfortgewinn: frische Luft. Die Lüftungsanlage sorgt für einen permanenten Luftwechsel ohne störende Begleiterscheinungen.
3. Systemstabilität: geringer Wärmeverlust bei Ausfall der Heizung. Letzten Winter brach die Förderschnecke der Heizungsanlage – Materialfehler. Der Ausfall der Heizungsanlage fiel nach etwa ein- bis anderthalb Tagen auf, nachdem das warme Wasser knapp wurde. Natürlich Freitagabend....
Sonntagnachmittag sank die Raumtemperatur auf unter 19°C. Daraufhin stellten wir etwa 15 Kerzen in der Wohnung auf und brachten damit die Raumtemperatur wieder auf behagliche 20°C (bei Außentemperaturen zwischen -5°C nachts und +7°C tagsüber). Am Montag wurde die Heizungsanlage dann repariert.

4. Raumgewinn: Dachterrasse und ausgebauter Spitzboden. Hier ergaben sich ca. 37 m² Wohnfläche (Wohnzimmer mit Kochnische und Badezimmer) und ca. 20 m² Dachterrasse mit Blick über das Zentrum von Erfurt.
5. Bautechnik: komplette Erneuerung der sanierungsbedürftigen Bauteile. Für die nächsten Jahrzehnte ist keine größere Baustelle mehr nötig.
6. Finanzen: Reduzierung der Energiekosten auf ca. 30 % des Ausgangswertes. Dadurch können die zusätzlichen Kosten für Zins und Tilgung des KfW-Kredites etwas ausgeglichen werden.
7. Finanzen: Wertsteigerung. Der Wert des Hauses hat sich über die investierte Summe hinaus deutlich erhöht – unter anderem durch die Zertifizierung als Effizienzhaus 55 durch die DENA.

Contra:

1. Investitionskosten: 540 €/m². Der dadurch notwendig gewordene KfW-Kredit erhöht die monatliche Belastung für Zins und Tilgung erheblich.
2. Unannehmlichkeiten für die Bewohner während der Bauphase. Die Fotos hat der wertere Leser bereits einige Seiten zuvor gesehen....

Zusammengefaßt: Die Sanierung bringt in erster Linie Vorteile für Wohnkomfort und Werterhalt des Gebäudes. Sie ist finanzierbar, wenn sowieso große Teile des Gebäudes saniert werden müssen. Die CO₂-Einsparung mag das grüne Gewissen erleichtern; de facto ist dieser Aspekt für den einzelnen Nutzer vernachlässigbar.

Sanierung: pro und contra volkswirtschaftlich

Pro:

1. Arbeitsplätze: zusätzliche Umsätze für lokale und regionale ausführende Firmen. Es wurden kleine und mittelständische Firmen aus Erfurt und Umgebung mit den Bauarbeiten beauftragt und so deren Arbeitsplätze gesichert.
2. Arbeitsplätze: Die Baumaterialien selbst kamen von überregionalen oder nationalen / internationalen Baustoffherstellern und trugen zu deren Umsätzen bei.
3. Erfahrung und technischer Fortschritt bei Planern und Handwerkern: Jeder Beteiligte lernt bei einem solchen Projekt dazu und erweitert sein Know-how.
4. Import: Vermeidung von Energieimporten. Die notwendige Wärmeenergie wächst jetzt in lokalen Wäldern und wird von örtlichen Dienstleistern so weiterverarbeitet, daß sie verheizt werden kann.
5. Import: Entsprechend verringert sich die Abhängigkeit von großen Energieexporteuren.
6. Export: Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Planer und Handwerker vergrößert sich (siehe 3.)
7. Umwelt: Die Kosten für Umweltschäden verringern sich. Der vermiedene Schadstoffeintrag in die Umwelt erspart der Volkswirtschaft erhebliche Kosten, die die Allgemeinheit tragen müßte

Contra:

(nicht, daß ich hier etwas vergessen hätte, aber: es gibt kein Gegenargument!)

Zusammengefaßt: Die energetische Sanierung des Altbaubestandes hat nur positive Aspekte.

Überlegungen: Sanierungsbedarf im Bestand

Eingangs habe ich einige Überlegungen zur CO₂-Emission im Gebäudebestand und deren möglicher Reduktion angestellt. Nach der detaillierten Darstellung des Projektes ist klar, welcher Aufwand im Einzelnen betrieben werden muß, um dem Ziel einer massiven Verringerung der Emissionen im Gebäudebestand (das ja erklärtermaßen politischer Wille der Bundesregierung ist!) möglichst nahe zu kommen.

Nun, wie sieht es denn im Gebäudebestand aus? Dazu gibt es eine aufschlußreiche Studie des Institutes Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt und des Bremer Energieinstitutes (BEI) vom Dezember 2010 mit dem Titel

„Datenbasis Gebäudebestand / Datenerhebung zur Energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand“

Im Folgenden habe ich dieser Studie die Angaben über den Ist-Zustand der Bauteile der Gebäudehülle entnommen und mit den Anforderungen verglichen, die dem Projekt Max-Liebermann-Straße 24 zugrunde lagen.

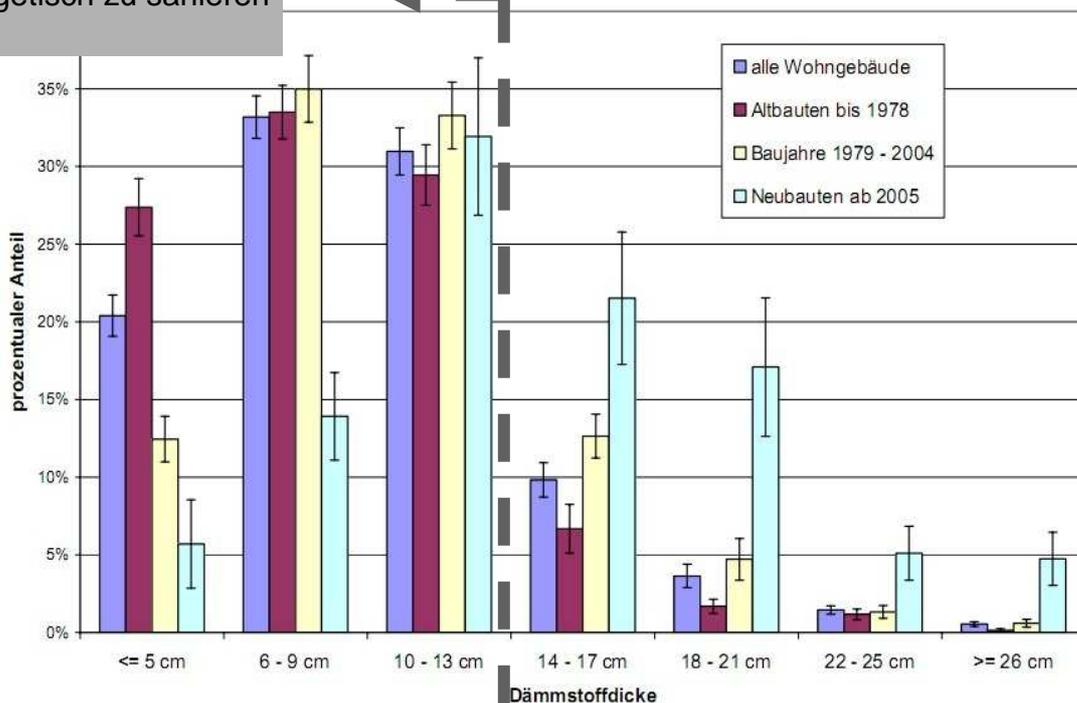
Im Einzelnen:

Gebäudebestand – Dämmung Wand

Abbildung 4-2: Häufigkeitsverteilung von Dämmstoffdicken bei der Außenwanddämmung (alle Arten der Dämmung)

Prozentwerte bezogen auf alle Häuser der jeweiligen Gebäudekategorie, die eine Wanddämmung aufweisen, d. h. die Balken gleicher Farbe addieren sich zu 100 %.

84% energetisch zu sanieren



Anforderungen Projekt Max-Liebermann-Straße 24:
Keine Sanierungsnotwendigkeit ab:

20 cm
14 cm (etwas schlechter als beim Vergleichsprojekt)

Sanierungsnotwendigkeit bei

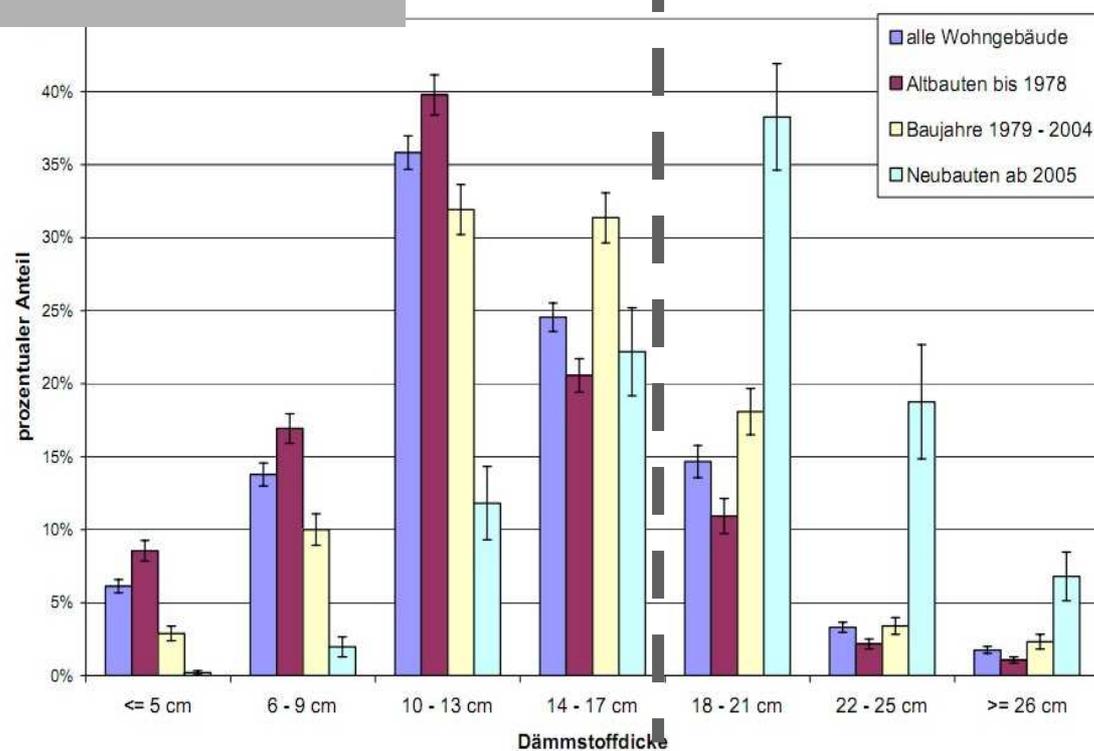
84% aller Wohngebäude

Gebäudebestand – Dämmung Dach

Abbildung 4-6: Dämmstoffdicken im Dach bzw. auf der Obergeschosdecke (alle Gebäude mit vorhandener Dämmung)

Prozentwerte bezogen auf alle Häuser der jeweiligen Gebäudekategorie, die eine Dämmung des Fußbodens bzw. der Kellerdecke aufweisen, d.h. die Balken gleicher Farbe addieren sich

80 % energetisch zu sanieren



Anforderungen Projekt Max-Liebermann-Straße 24:
Keine Sanierungsnotwendigkeit ab:

20 cm
18 cm (etwas schlechter als beim Vergleichsprojekt)

Sanierungsnotwendigkeit bei

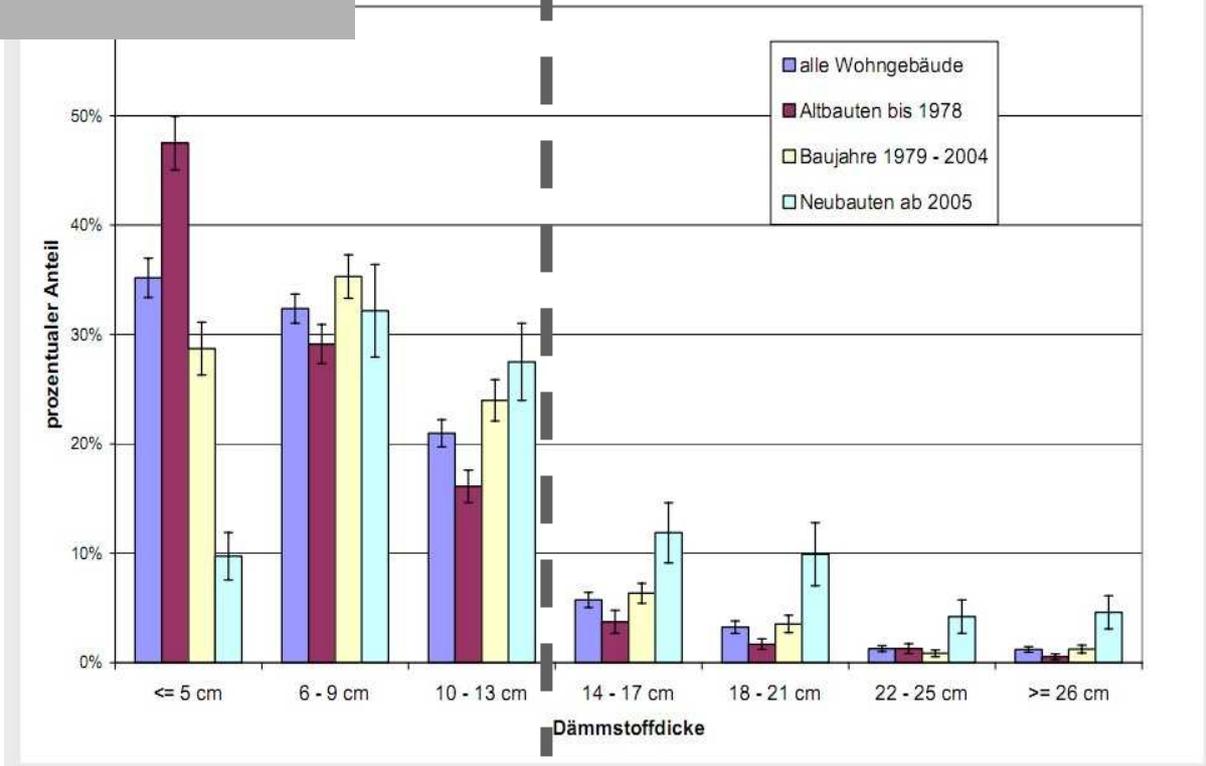
80% aller Wohngebäude

Gebäudebestand – Dämmung Keller

Abbildung 4-8: Dämmstoffdicken bei Fußboden und Kellerdecke (alle Gebäude mit vorhandener Dämmung)

Prozentwerte bezogen auf alle Häuser der jeweiligen Gebäudekategorie, die eine Dämmung des Fußbodens bzw. der Kellerdecke aufweisen, d.h. die Balken gleicher Farbe addieren sich zu 100 %.

88% energetisch zu sanieren



Anforderungen Projekt Max-Liebermann-Straße 24:
Keine Sanierungsnotwendigkeit ab:

12 - 24 cm
14 cm (etwas schlechter als beim Vergleichsprojekt)

Sanierungsnotwendigkeit bei

88% aller Wohngebäude

Gebäudebestand – Fenster

Tabelle 4.11-1: Verglasungsarten und Fensterbaujahr (v

alle Wohngebäude	
Fenster mit Baujahr bis 1994	
Ein-Scheiben-Verglasung	2,2% +/- 0,2%
Zwei-Scheiben-Verglasung*	41,2% +/- 1,0%
Drei-Scheiben-Verglasung	0,5% +/- 0,1%
Fenster mit Baujahr ab 1995	
Ein-Scheiben-Verglasung	0,3% +/- 0,1%
Zwei-Scheiben-Verglasung*	52,6% +/- 1,4%
Drei-Scheiben-Verglasung	3,2% +/- 0,4%
	100%

97% energetisch zu sanieren

Anforderungen Projekt Max-Liebermann-Straße 24:

Keine Sanierungsnotwendigkeit ab:

Sanierungsnotwendigkeit bei

Dreischeibenverglasung, Baujahr 2010

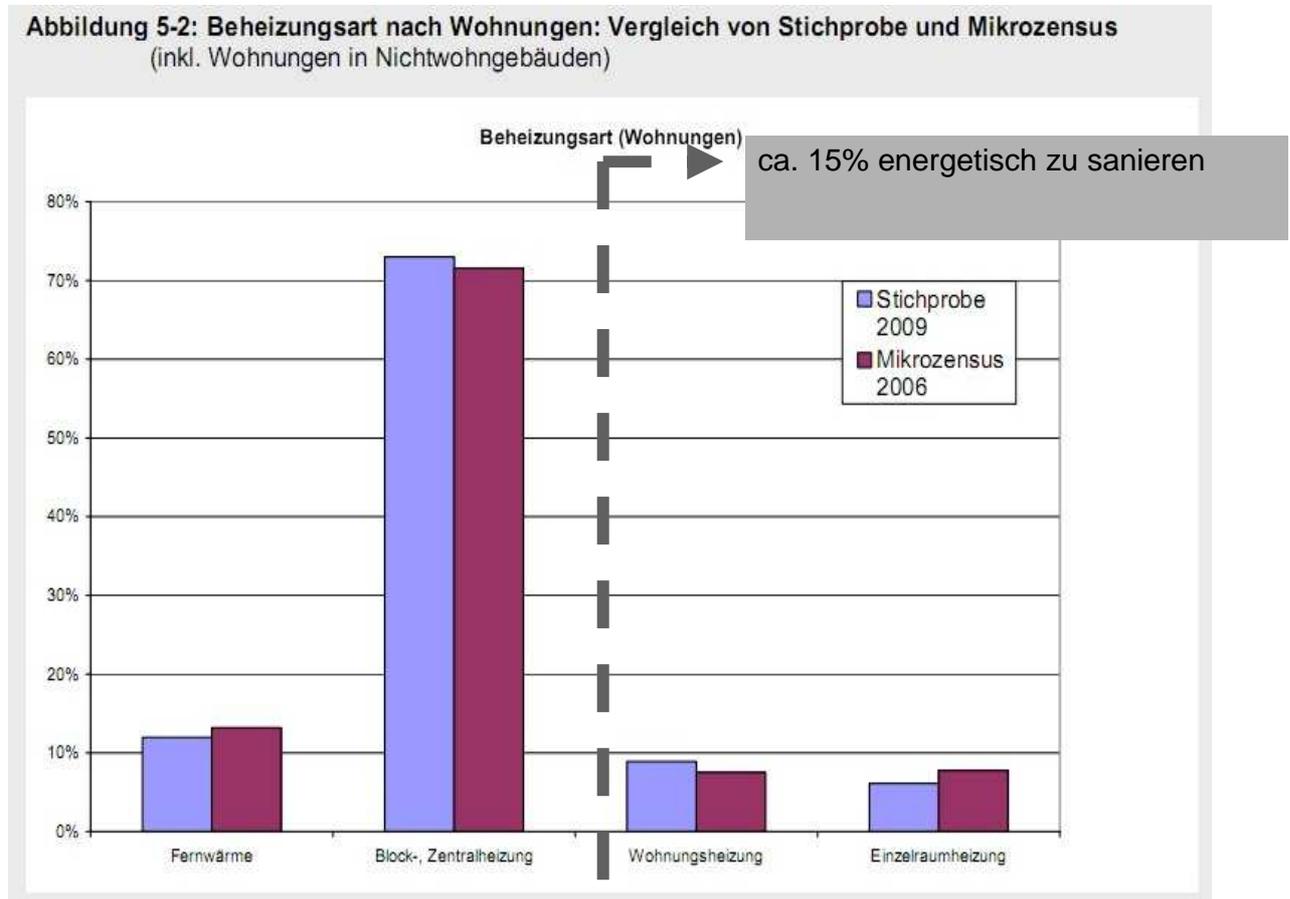
Dreischeibenverglasung, Baujahr ab 1995 (fast so gut wie Vergleichsprojekt)

97% aller Wohngebäude

Gebäudebestand - Heizung

Die Heizungsanlagen wurden auf zwei Arten betrachtet:

1. Heizungen nach Beheizungsart. Unter energetischen Gesichtspunkten akzeptabel sind Fernwärme und Zentralheizungen.



Anforderungen Projekt Max-Liebermann-Straße 24:
Keine Sanierungsnotwendigkeit bei:

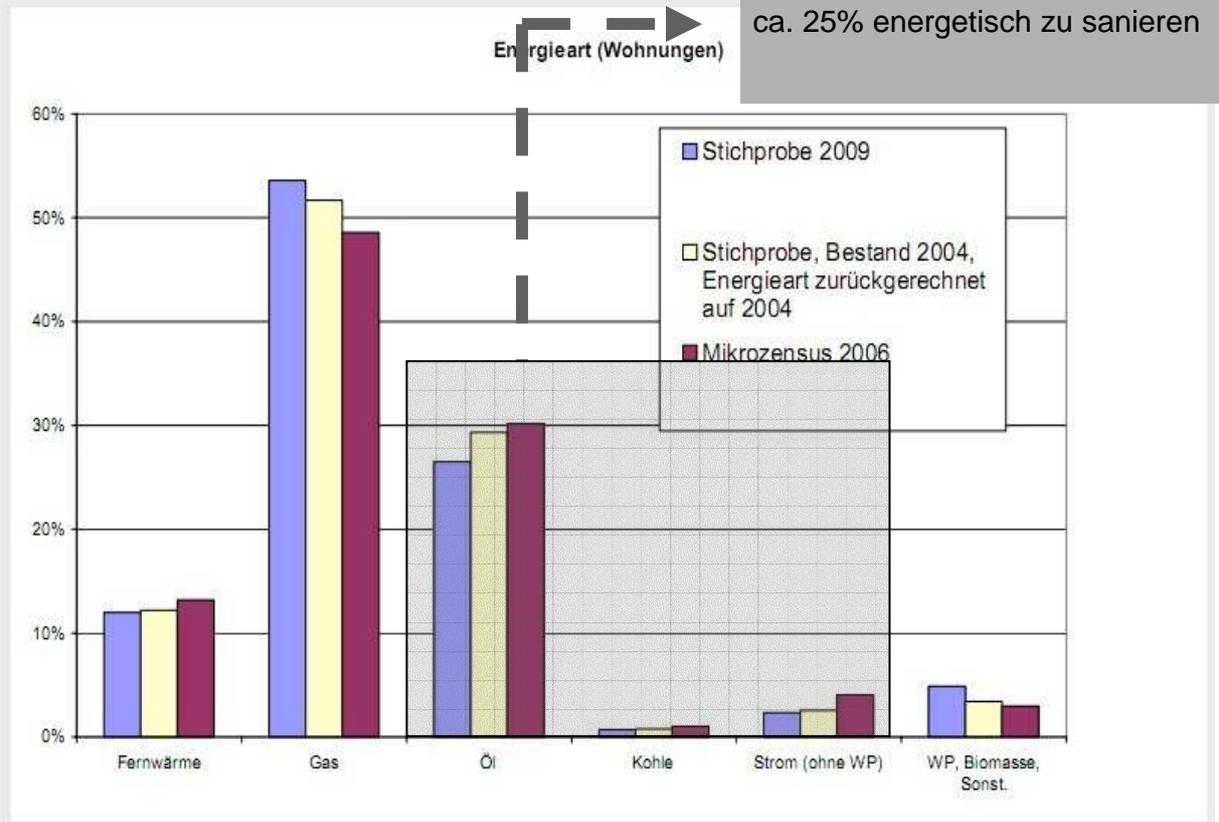
Zentralheizung
Fernwärme und Zentralheizung
(wie Vergleichsprojekt)

Sanierungsnotwendigkeit bei

15% aller Wohngebäude

2. Heizungen nach Energieträger. Unter energetischen Gesichtspunkten akzeptabel sind Fernwärme, Gas und Biomasse.

Abbildung 5-3: Energieart nach Wohnungen: Vergleich von Stichprobe und Mikrozensus
(inkl. Wohnungen in Nichtwohngebäuden, WP: Wärmepumpe)



Anforderungen Projekt Max-Liebermann-Straße 24:
Keine Sanierungsnotwendigkeit bei:

Biomasse
Fernwärme, Gas, Biomasse (wie Vergleichsprojekt)

Sanierungsnotwendigkeit bei

25% aller Wohngebäude

Gebäudebestand - Lüftung

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung:
Klimaanlagen:

0,75 % des Wohnungsbestandes
ca. 0,9 % des Wohnungsbestandes

Anforderungen Projekt Max-Liebermann-Straße 24:
Keine Sanierungsnotwendigkeit bei:

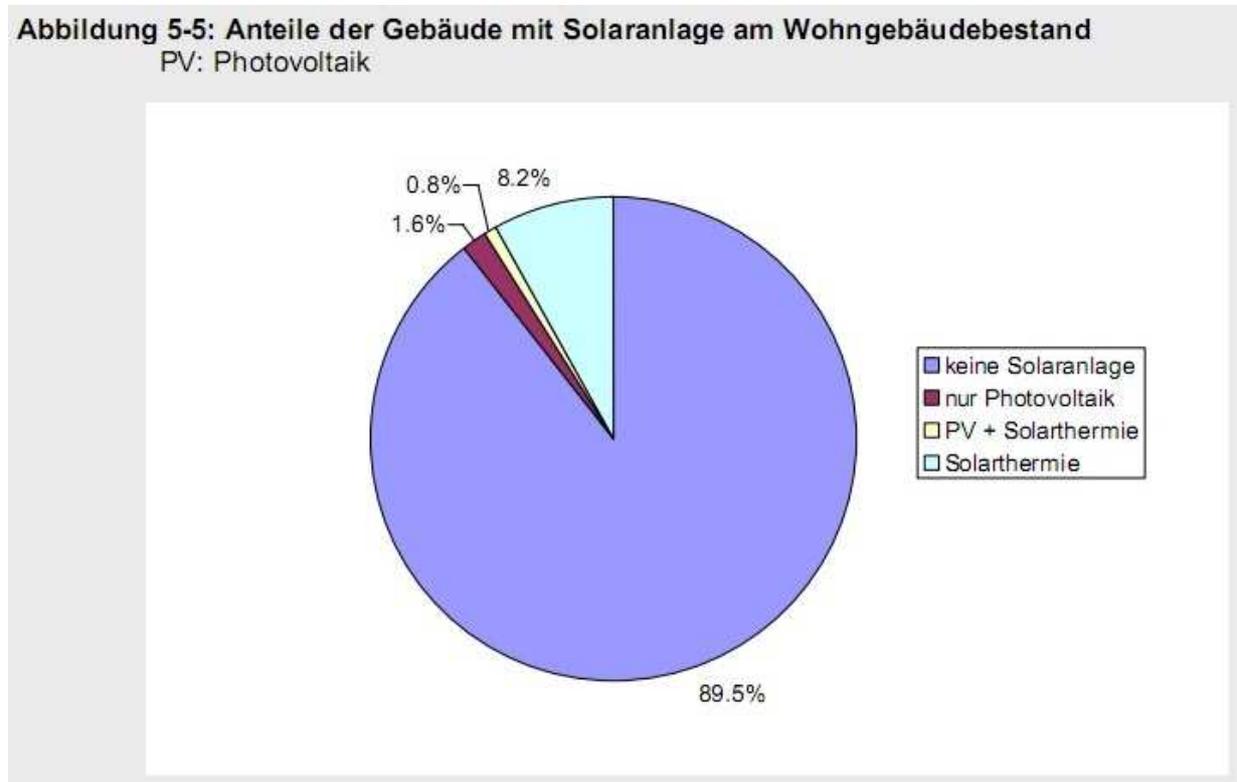
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (wie Vergleichsprojekt)

Neuinstallation bei

99% aller Wohngebäude

Gebäudebestand - Solaranlagen

Der Vollständigkeit halber hier noch die Werte für die Ausstattung bundesdeutscher Dächer von Wohngebäuden mit Solaranlagen:



Die Zusammenfassung:

Wohnungsbestand:	3.400.000.000 m ²
Zahl der Wohnungen:	40.000.000 Einheiten
Durchschnittliche Wohnungsgröße:	85 m ²

Will man den Gebäudebestand annäherungsweise auf die Verbrauchswerte des Modellprojektes bringen, müssen saniert werden:

Heizung in ca.	30% des Bestandes
Dachdämmung in ca.	80% des Bestandes
Fassadendämmung in ca.	84% des Bestandes
Kellerdeckendämmung in ca.	88% des Bestandes
Fenster in ca.	96% des Bestandes
Lüftung in ca.	99% des Bestandes

Man könnte nun die Kosten für die Einzelgewerke des Projektes auf die Kosten je m² Wohnfläche umrechnen und diese dann auf den Bestand hochrechnen, um auf die ungefähren Gesamtkosten zu kommen. Aber dieses Vorgehen birgt zu viele Unsicherheiten. Außerdem würden die unabhängig von einer energetischen Sanierung sowieso anfallenden Sanierungskosten für die allgemeine Instandhaltung in diese Kosten mit einfließen. Nichtwohngebäude sind in dieser Betrachtung ebenfalls nicht enthalten.

Dennoch läßt sich sagen: Die Aufgabe ist für eine Volkswirtschaft wie die Bundesrepublik anspruchsvoll, aber machbar. Die Mehrkosten lohnen sich vor dem Hintergrund von Versorgungssicherheit, Schaffung von Arbeitsplätzen und Know-how immer.

Für den einzelnen Eigentümer lohnen sich im Allgemeinen die Mehrkosten für eine hochwertigere energetische Sanierung, wenn

1. sowieso eine Sanierung des betreffenden Bauteils ansteht oder
2. günstige (im Zweifel subventionierte) Finanzierungsinstrumente zur Verfügung stehen.

Hier liegt es an der Politik, den motivierenden Rahmen für die Gebäudeeigentümer zu schaffen.

Architekt Dipl.-Ing. Jörg Gerl
Mitglied Architektenkammer Niedersachsen EL-N r. 13.727
Mitglied Architektenkammer Valencia COACV col. nº 8.863
Mitglied International Passive House Association (IPHA)
zertifizierter Passivhausplaner
e-mail: info@gerl.biz
web: www.gerl.biz