

Wärmewende – wie geht das?

Mit welcher Heiz- und Bautechnik schaffen wir energiesparenden Wohnraum in bestehenden Gebäuden? Vom Gas zum Strom wechseln?

Was bringt die energetische Gebäudesanierung nach der Methode „wenn schon – denn schon“?



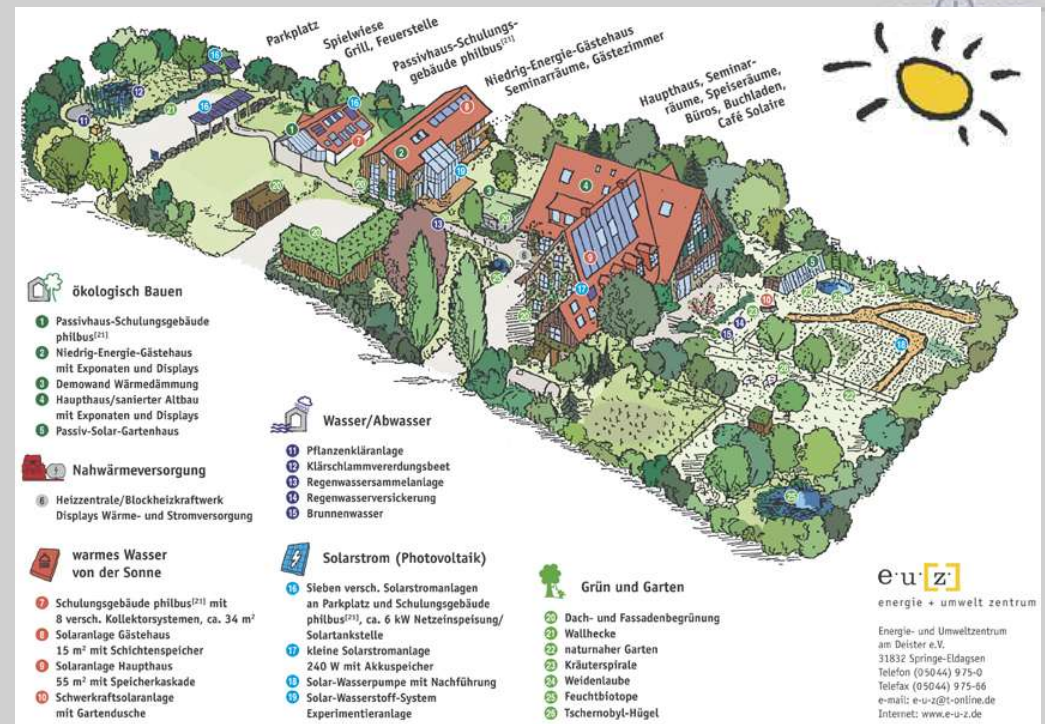
Ein Moorhuhn im norwegischen Winter

Robert Borsch-Laaks
Sachverständiger für Bauphysik, Aachen

Schulungsgebäude (PH-Holzbauweise (2000)

Niedrig-Energie-Gästehaus (1992)

Altbau (1926) auf Aplus-Standard saniert



Das energie + umwelt zentrum e.u.[z.] in Springe: Gegründet 1981 als Ort der praktischen Bauforschung zur Energiewende, der Entwicklung der Solartechnik u.a.m... und zur Weitergabe der Erkenntnisse und Erfahrungen. Der Referent war Mitbegründer und langjähriger Mit- und Mitarbeiter der Bausystem-Entwicklung des e.u.[z.]

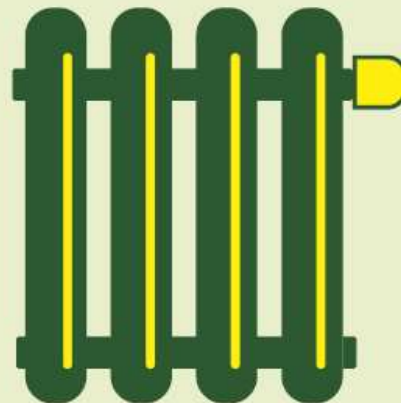
Der schlafende Riese der Klimawende

Industrielle
Prozesswärme

- Rund 40% des weltweiten Energiebedarfs entstehen für Gebäudeheizung, Warmwasser und den Energiebedarf des Bausektors

Wärme und Kälte
(ohne Strom)

48,8%



Wohnungen 27 %

Böll.Fakten Wärmewende

Strom

21,3%



29,9%



Verkehr
(ohne Strom)

Quellen: Böllstiftung „Fakten Wärmewende“ / www.bauhausdererde.org

Frage in die Runde:



- Was ist die beste Heizung?
- Die „**Nicht** – Heizung“!
- Es geht nicht um „**Mega-Watt**“ sondern um „**Nega-Watt**“ (Amory Lovins, Rocky Mountain Institute, USA)
- Aber: Wir wollen doch nicht frieren und nicht ersticken, weil wir nicht mehr lüften dürfen...



Heizen früher ...

- Die Behausungen der Inuit:
Optimale Bauform plus Bewegung
und warme Kleidung = Leben im
härtesten Klima
- Die Heizung: Ein „Minifeuer“ aus
Fischtran reichte aus.



<http://www.indianer-web.de/arktis/inuit.htm>

- Was wünscht sich der Mitteleuropäer?

„Nach einer britischen Studie ist die Raumtemperatur seit 1970 um 4 Grad gestiegen, die Menschen würden es „nicht mehr akzeptieren, zuhause im Winter dicke Kleidung zu tragen“.

Quelle: Telepolis, 2014

Wärmeschutz früher und heute

- Die Alternative: Unsere Häuser warm anziehen.



Quelle: Werner Eicke-Hennig

- Rekonstruktion archäologischer Funde in Langenselbold (Hessen) aus der Bronzezeit (1.400 v.Chr.): Mit Lehm verputztes Flechtwerk mit getrocknetem Gras als Wärmedämmung.
- Der Dämmwert einer solchen Wand entspricht in etwa dem Niveau der Wärmeschutz- Verordnung von 1995 (U Wert ca. 0,6 W/m²K entspr. 7 cm Dämmdicke)

Wo stehen wir, wo müssen wir hin?

Beispiel Außenwände: Vom Status quo im Bestand zur „Best practice“ - Lösung bei der Sanierung

- Etwa 50 – 60 % kaum oder nicht gedämmt (bis 4 cm Dämmung)
- Etwa 30 – 35 % mäßig gedämmt (10 bis 12 cm Dämmung).
- **Best practice:**
20 bis 24 cm (Außendämmung) bzw. 12 bis 16 cm (Innendämmung)
- **Wann kann man was tun?**

Immer dann, wenn sowieso an der Fassade was gemacht wird z.B. bei:

- Putzausbesserungen, **aber auch bei neuem Anstrich.**
- Umbau bei Besitzerwechsel und/oder beim Einbau neuer Fenster
- Das Motto hierbei: **Wenn schon – denn schon.** Nichts halbgares, sondern „Best practice“. Denn eine heutige Sanierung führt beim betreffenden Bauteil zu einem „Lock-in-Effekt“ für die nächsten 30 bis 50 Jahre.

Schnee-Thermografie

„Weltraumheizung“
schlecht gedämmter Dächer

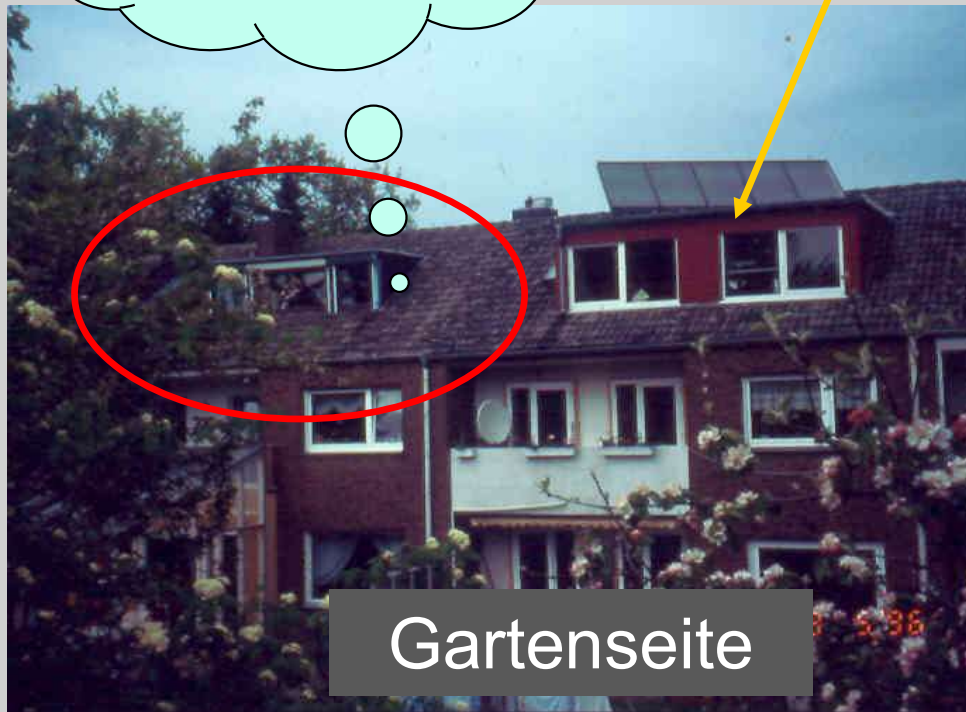


Modernisierung und Sanierung einer Reihenhauszeile (Baujahr 1963)

Haus 32 mit
Dachausbau
von 1971

Haus 30 mit
Niedrig-Energie-
Sanierung und
Dachausbau 1994

Haus 32 mit
Dachausbau
von 1971



Gartenseite



Straßenseite

„Der Schuster hat die schlechtesten Schuhe“

- Dachausbau von 1971:
30 mm Styropor zwischen den Sparren plus Gipskarton – das war's.



- Luftdurchlässigkeit der wärmenden Hülle:
Mehr als das vierfache des heutigen Standards
- Im Winter zugig und extrem trockene Luft
- Im Sommer unerträglich heiß



Start auf zwei Baustellen

- Ziel: Bürogeschoss in Holzbauweise
- Abriss des alten Ausbaus



- Vorfertigung der Holzbauelemente im Reihenhausgarten



Der Bautag in Juni 2003

Start um 6.00 Uhr → Tabula rasa
nach 4 Stunden



11.30 h
Imbiss vor
der neuen
Holzbau-
Trennwand

Danach:
Montage
der neuen
Drempel-
wände





Dämmwerte: 24 cm Zellulose- + 8 cm Holzfaserplatten $\rightarrow U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Was hat es gebracht ?

- Eine halbe Tonne Heizkörperschrott und Heizungsrohre entsorgt... und **keine neuen Heizkörper installiert.**
- Die neuen Heizquellen: Die normale Büroabwärme (ca. 500 bis 700 kWh/Jahr), die passive Solarnutzung durch die Fenster und ...



Zwei „ehrliche“ Stromheizungen

- Eine Fußheizmatte unterm Chef- Schreibtisch
- Ein ehemaliger Badezimmer-Heizstrahler für die Sekretärin.

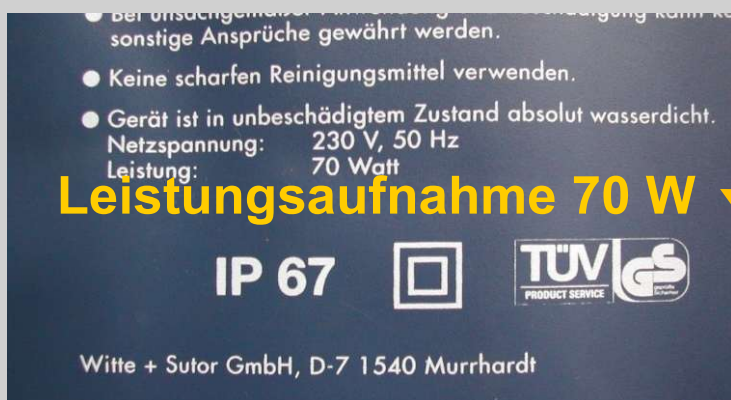


Mittlerer Stromverbrauch
(2003 bis 2022):

Rund 1.000 kWh/Jahr

oder 18 kWh pro m² Nutzfläche
(für alles: drei Computer, Fax,
Kopierer, Beleuchtung,
Lüftungsanlage

und elektrische Direktheizung)



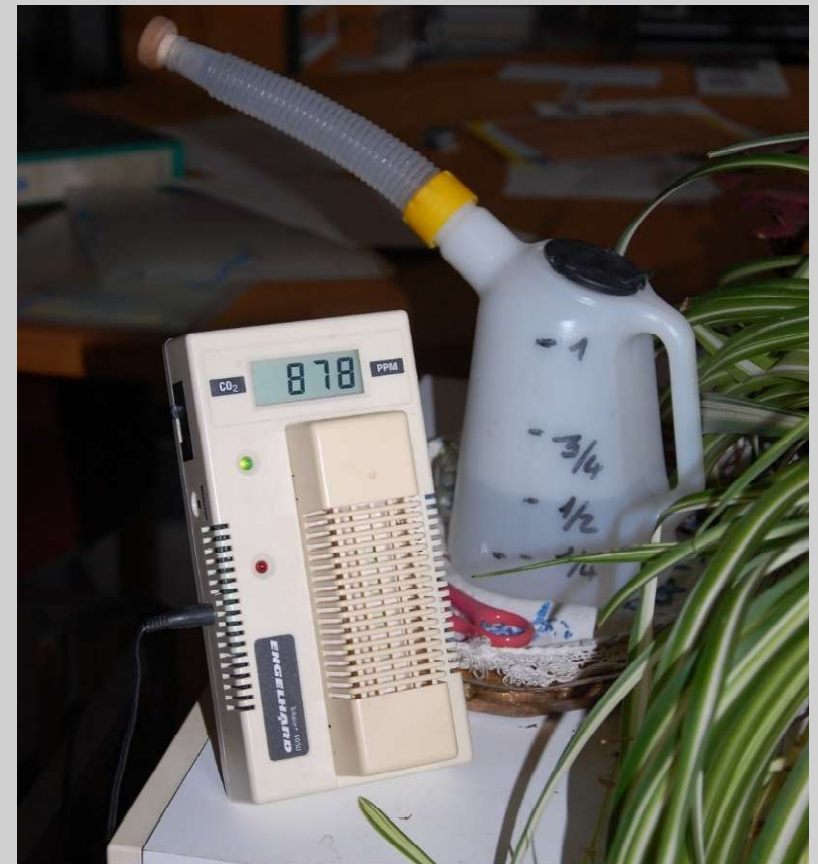
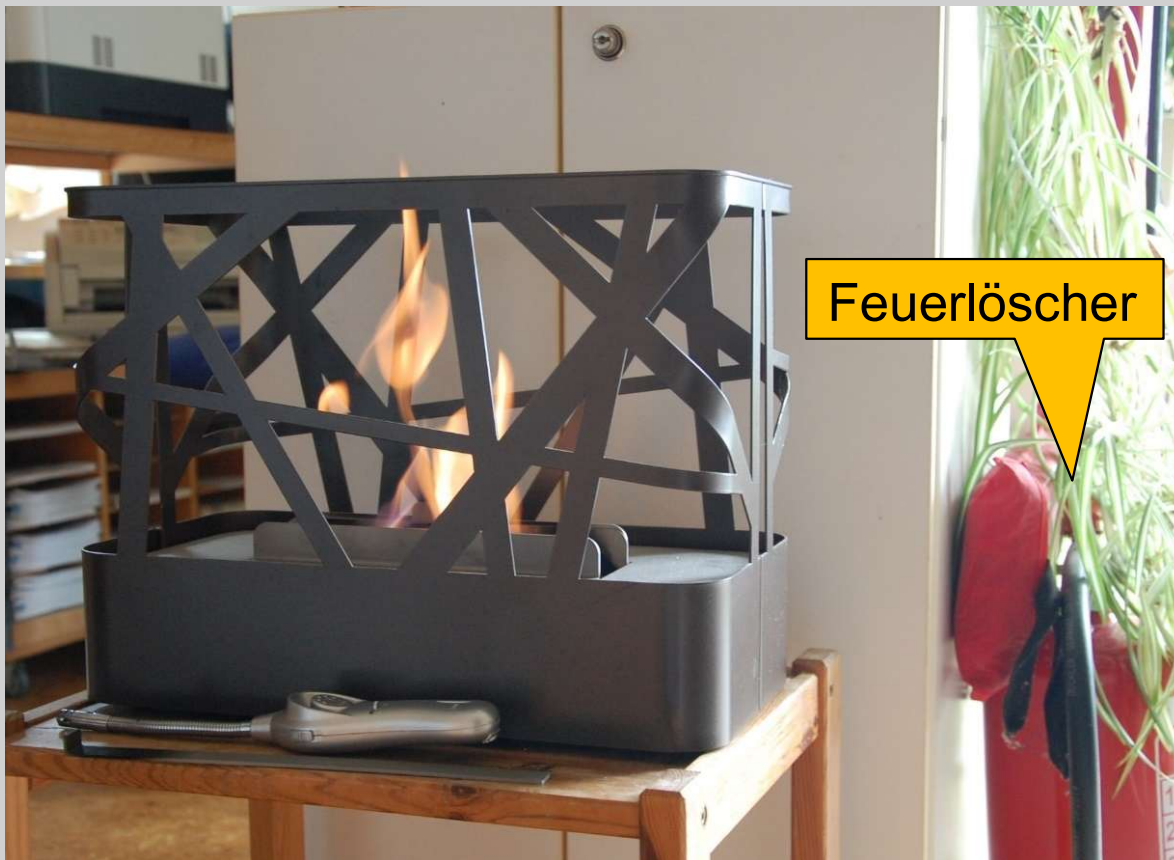
Passivhaus-
Standard

Entspricht der
Wärmeproduktion
von einer Person
bei Büroarbeit



Die nicht-elektrische Notheizung

- Der Ersatz der fehlenden inneren Wärmequellen im Ein Mann (Un)Ruhestands Büro von RBL
- Für strahlungsarme Wintertage: Eine Tischfeuerstelle mit Bio-Ethanol. Verbrauch ca. 15 Liter/Jahr (ca. 200 kWh/a)
- Voraussetzung: Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Kontrolle der Luftqualität (ppm CO₂)



Die früheren Maßnahmen Haus 32

- 1963 Fertigstellung
- 1968: EG Loggia wird Wohnraumerweiterung (Iso-Glas, aber sonst nur schlechter Wärmeschutz)
- 1971: Dachausbau mit Gaube (Nur 3 cm Dachdämmung, katastrophale Luftdurchlässigkeit)
- 1984/ 85: Nachträgliche Doppelverglasung, neue Gastherme EG
- 1991/92: Solar WW Anlage. Ersatz: 3 Gasthermen → EWFE Brennwertkessel



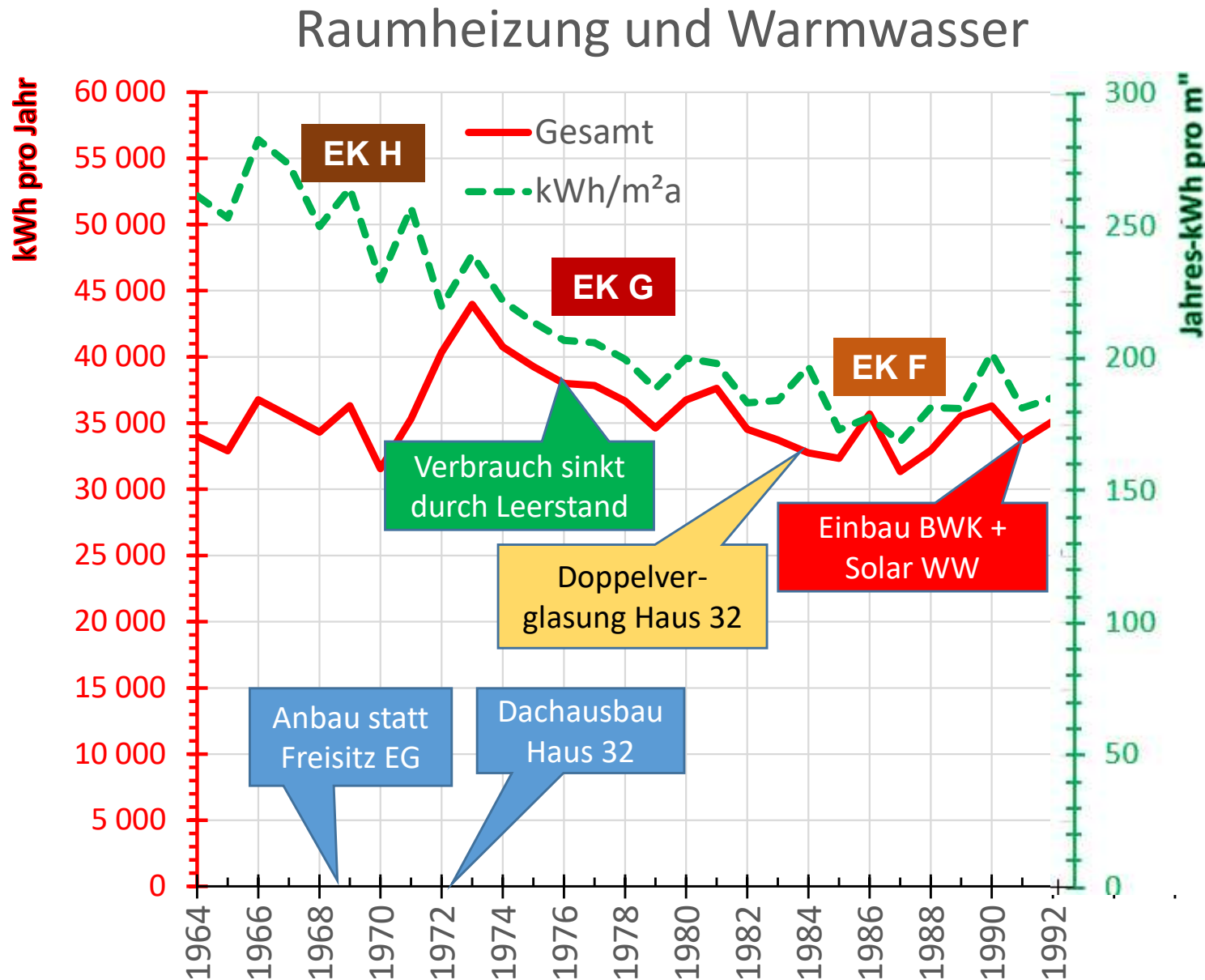
Das Effizienzmaß für die Gebäudequalität



Die Energieeffizienz von Gebäuden wird über den Jahresenergiebedarf bzw. den Energieverbrauch **pro m² Nutzfläche** definiert

Energieausweis © s-motive, stock.adobe.com

Der Gasverbrauch der ersten 30 Jahre (klimabereinigt)



Sehr hoher
Heizenergiever-
brauch:
35. bis 45.000 kWh

Wohnraumerweite-
rungen (Haus 32):
130 → 138 → 184 m²:
270 → 230 kWh/m²a
Aber absoluter
Verbrauch steigt.

Anz. Bewohner:
am Anfang Familie
mit 4 Personen.
Zeitweise DG ver-
mietet. Am Ende nur
noch 2 alte Damen

Das Beispielobjekt: Sanierung einer Reihenhauszeile (Baujahr 1963)

Haus 32 mit
Dachausbau
von 1971

Haus 30 mit
Niedrig-Energie-
Sanierung und
Dachausbau 1994

Haus 32 mit
Dachausbau
von 1971



Gartenseite



Straßenseite

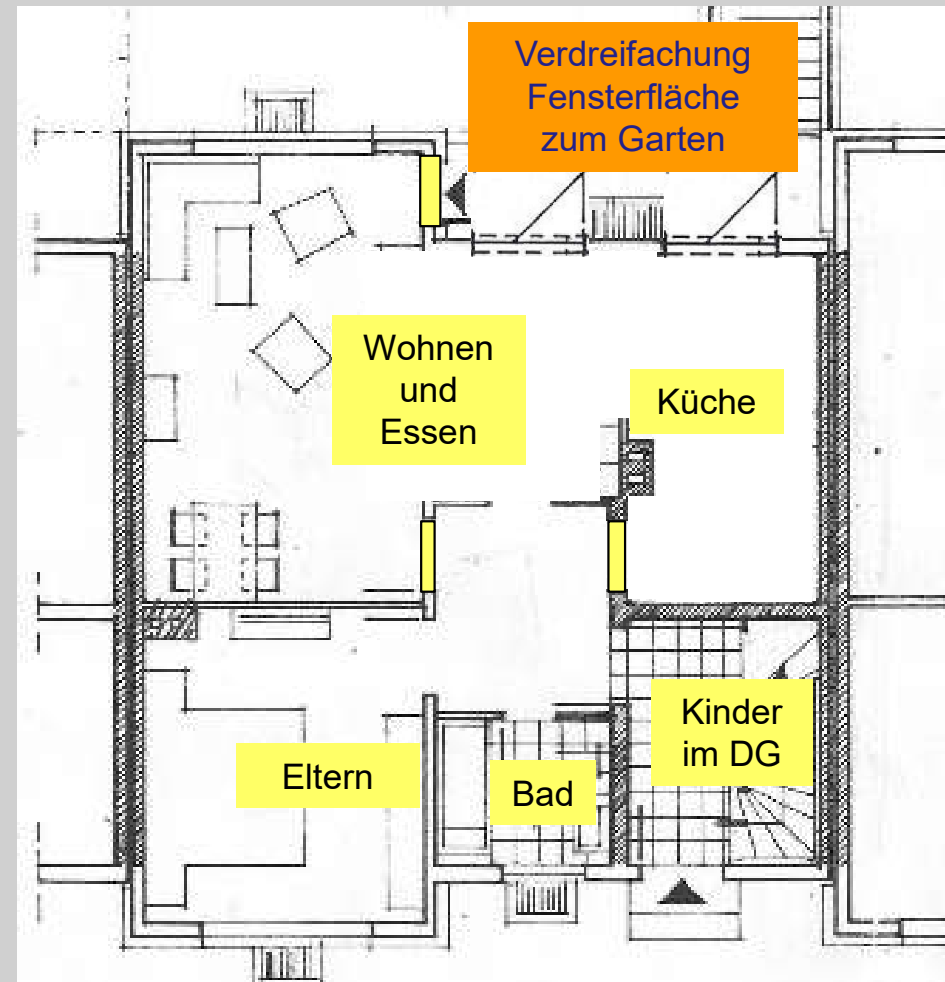
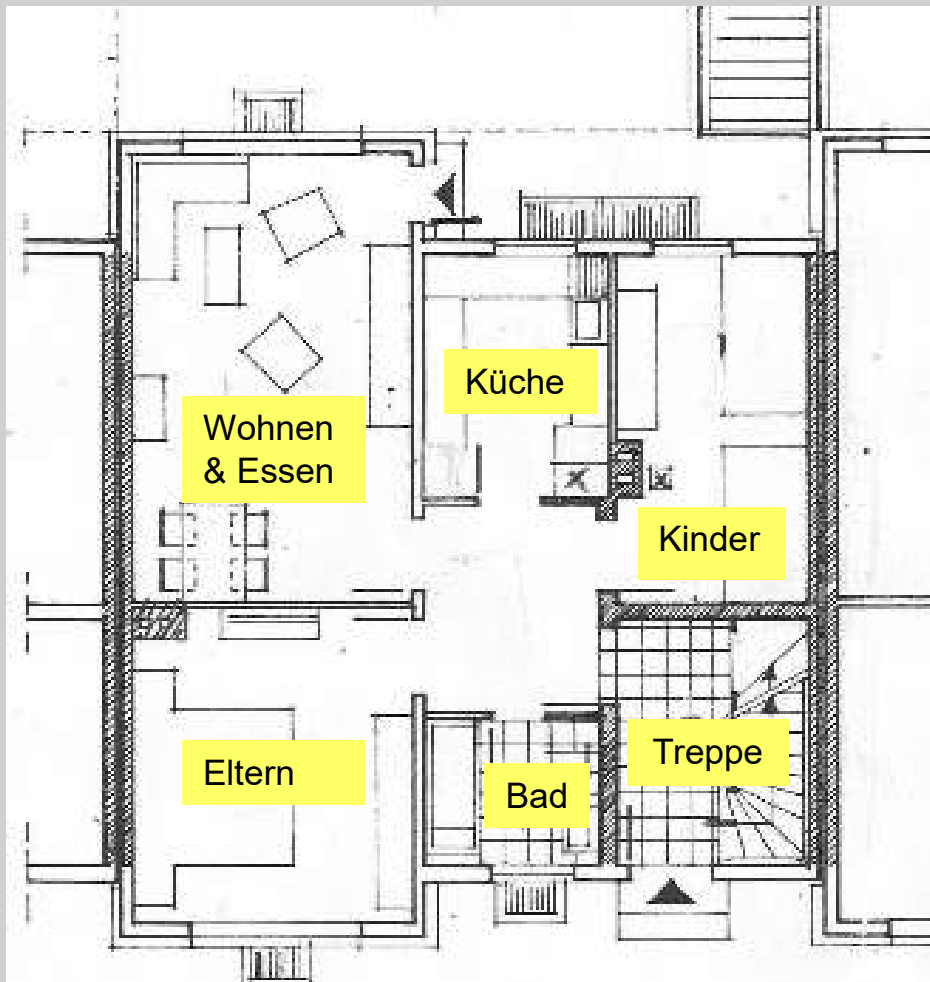
Der Generationswechsel

- 1992: Das Nachbarhaus (Nr. 30) kommt hinzu und wird familiengerecht umgebaut.
- Das Prinzip der RBL-Bauplanung:
- Die Umsetzung einer zeitgemäßen Nutzungsmöglichkeit der Wohnungen mit der wärme- und heiztechnischen Sanierung verbinden.
- Das Motto: Wenn schon – denn schon

Neue Grundrissgestaltung

... für das Zweifamilien Reihenhaus (abgeschlossene WE in EG & OG)

- Alter Plan (62,5 m² Wfl.)
- Neuer Plan der WEG



Das Übliche

- Wände rausreißen
- Schutt in die Container
- Heizkörper in den Schrott



Für mehr Licht im Haus sorgen

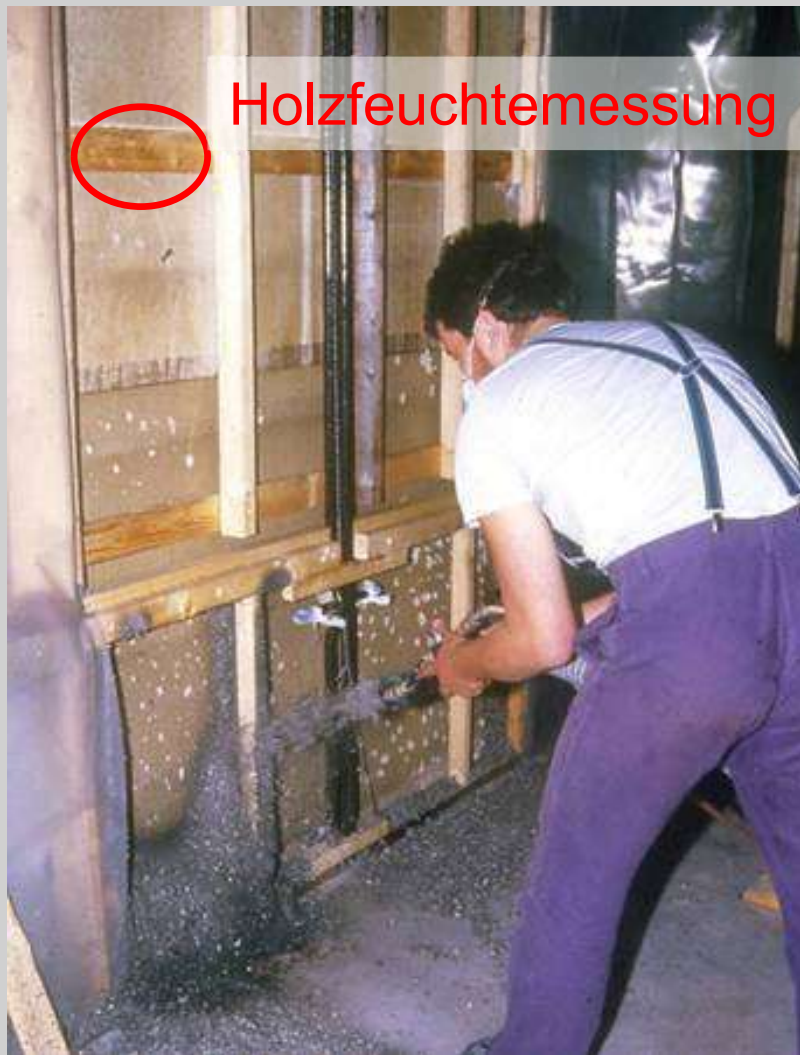


Verklinkerte Außenwände

- Mein persönlicher „Denkmalschutz“. Der Charakter der Fassadengestaltung soll erhalten bleiben.
- Die Konsequenz:
Beim steinsichtigen Mauerwerk geht zum Wärmeschutz nur eine **Innendämmung**.
- Geht das gut?
- Ein Blick auf die Langzeit-Forschung an meiner alten Wirkungsstätte



Start Langzeitmessung im e.u.[z.] 1988 (!)

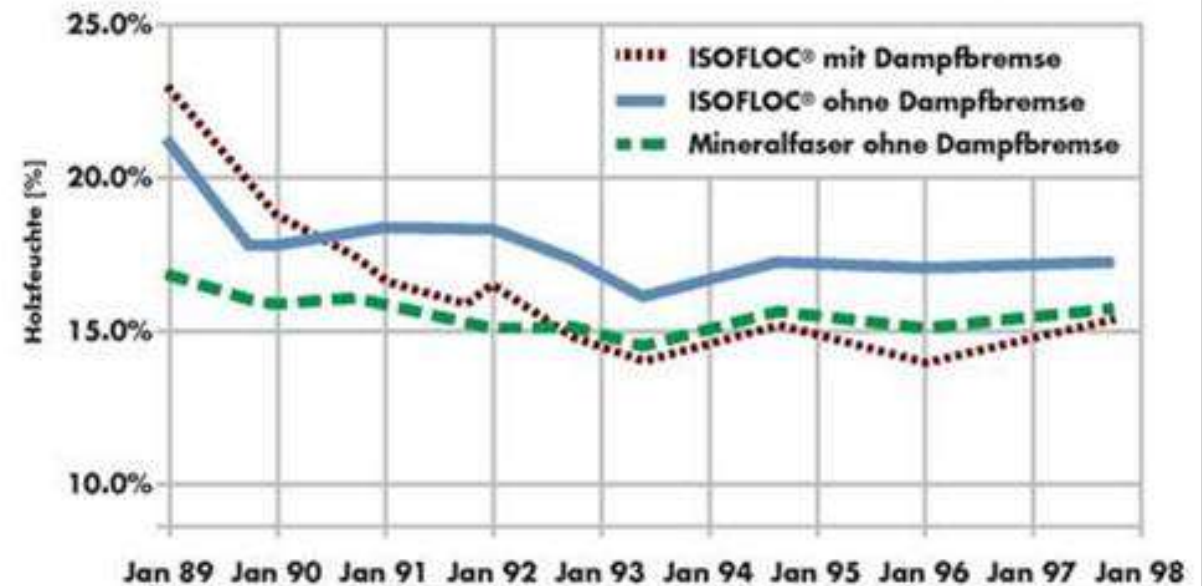


- Zellulosedämmung im Anspritzverfahren

Eingeschwungene Zustände



Feuchteverlauf der Unterkonstruktion einer Innendämmung von 8 cm



Alle Holzfeuchten liegen auf Dauer im unkritischen Bereich. Keine Auffeuchtung.

In einem öffentlichen Bauphysik-Labor wurden die Konstruktionen nach 18 Jahren abschließend geöffnet und untersucht. Die elektrischen Feuchtemessungen lagen auf sicheren Seite. **Alles im grünen Bereich.**



Innendämmung Haus 30 (1994)

- Ständerwerk mit 12 cm Zellulose & 2 cm Holzweichfaserplatten

Keine
Dampfbremse.

Feuchte-
monitoring zeigt
keine kritischen
Holzfeuchten
trotz hoher
Schlagregen-
belastung (SW-
Orientierung)



10 Jahre später



- Öffnung der Konstruktion
- Keine Fäulnis am Holz kein Schimmel an der alten Wand
- Feuchte der Dämmstoffproben etwas erhöht, aber im unkritischen Bereich



**Ehem. Heizkörpernische:
20 cm Innendämmung!**



Außendämmung in Holzbauweise



- 6*10 cm Hölzer in die Betondecken gedübelt
Gleiche Hölzer vertikal + 25 mm Holzfaserdämmplatte als Putzträger
- 20 cm Dämmung mit Einblaszellulose
- Fenster und Haustür in die Dämmebene → Minimale Wärmebrückeneffekte



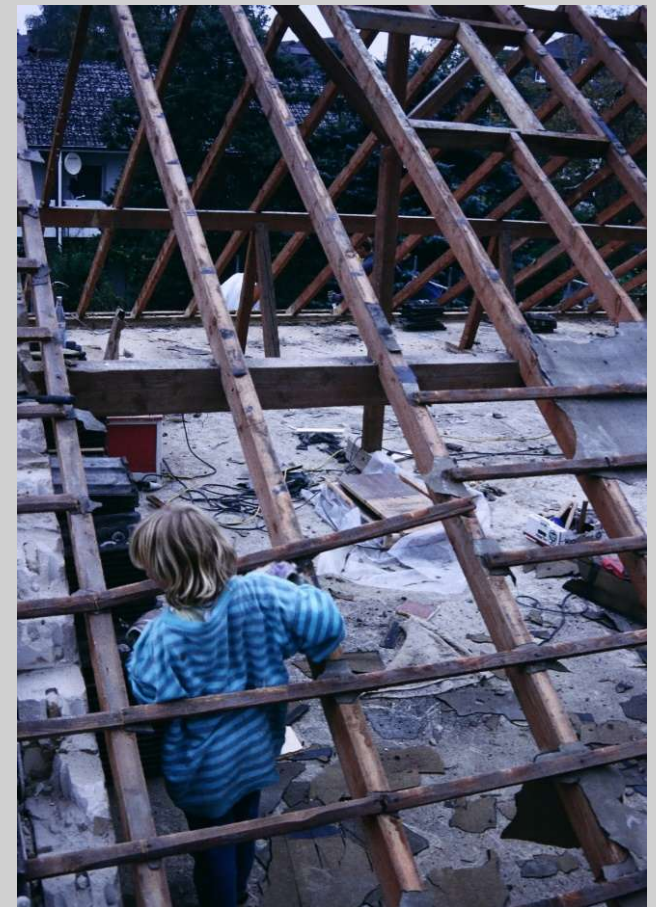
Dach- & Sockelanschluss

- Wintereinbruch: Unfreiwilliger Härtetest für die Holzfaserplatten. Bestanden ☺
- Sockeldämmung und thermische Trennung des Treppenpodestes mit Backkorkplatten

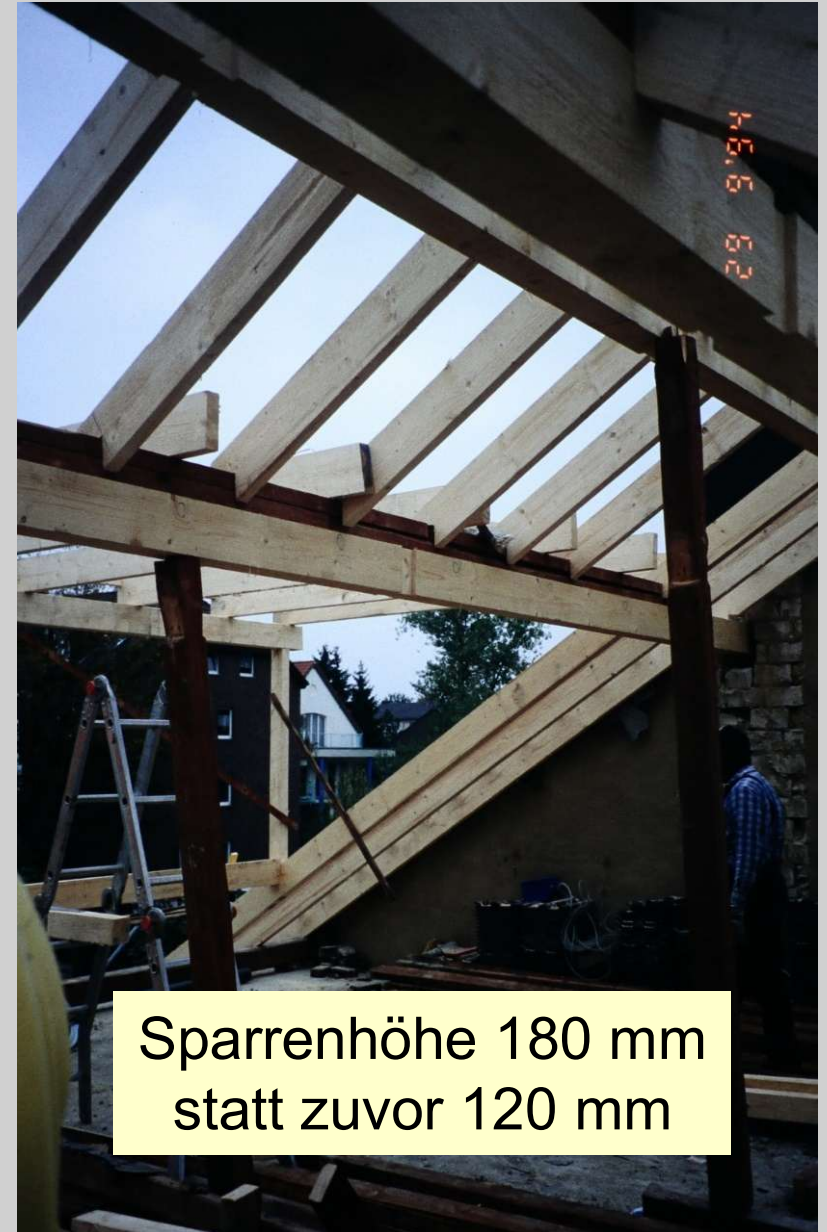


Abriss des alten Dachstuhls

- Neues Dachgeschoss für 4 Kinder mit eigenem Duschbad war konstruktiv mit Minigaube nicht möglich



Neuer Dachstuhl mit 2 großen Gauben



Unterdach und alte Dachsteine

- Unterdeckung Holzfaserplatten (20 mm)
- Sparmaßnahme: Keine Konterlattung, alte Pfannen wieder eingedeckt



Innen: OSB- Platte

- Ungewöhnlich, aber eine sehr empfehlenswerte Innovation aus dem Holzhausbau: Drei Funktionen in einer Bauteilschicht
- 1) Aussteifung des Dachstuhls --- 2) Moderate Dampfbremse (keine Folie erforderlich, weil außen diffusionsoffen) --- 3) Solide, langlebige Basis der Luftdichtung



Am Ende die Dämmung

- Einblasen von Zellulosedämmstoff in alle Hohlräume (auch Innenwände zur Schalldämmung)



Dämmung zum Keller

- Durch die umfangreichen Abrissmaßnahmen ergab sich, dass der Fußbodenaufbau bis zur Betonplatte rückgebaut wurden
- Unterseitige Dämmung? Viele lfd. Meter Wärmebrücken durch Kellerwände und beim Bodenanschluss der Innendämmung. Hoher Arbeitsaufwand an abgehängten Installationen.
- Gewählte Alternative: 60 mm Holzfaserdämmplatten, OSB und Stäbchenparkett.
- Ein oft vergessenes Kälteloch: Die Treppe zum Kellerabgang.
- Die Lösung: Lattung unter die Stufen geschraubt und mit 4 mm Hartfaserplatten bekleidet. Hohlräume dämmend ausgeblasen



Foto: Probeöffnung nach 30 Jahren

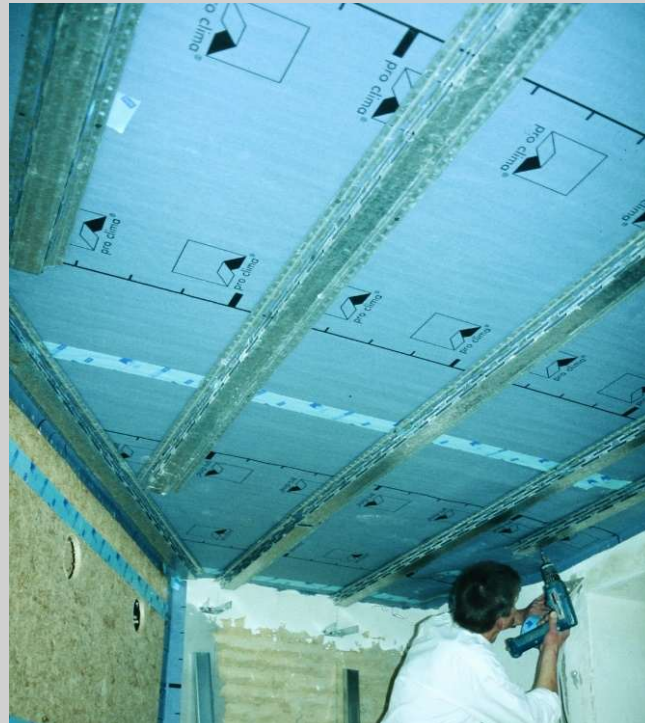
Die Alternative zu Loggia und Freisitz



- Schluss mit gravierender Wärmebrücke:
Abriss von Betonplatte
und Brüstung

- Im EG: Intelligente
Wohnraumerweiterung
mit hoch gedämmtem
Holzbau





- Dreifach PH-Fenster
- Gedämmte Holzbalkendecke



- Außendämmung der Loggiawand im OG

Anbau contra Wintergarten

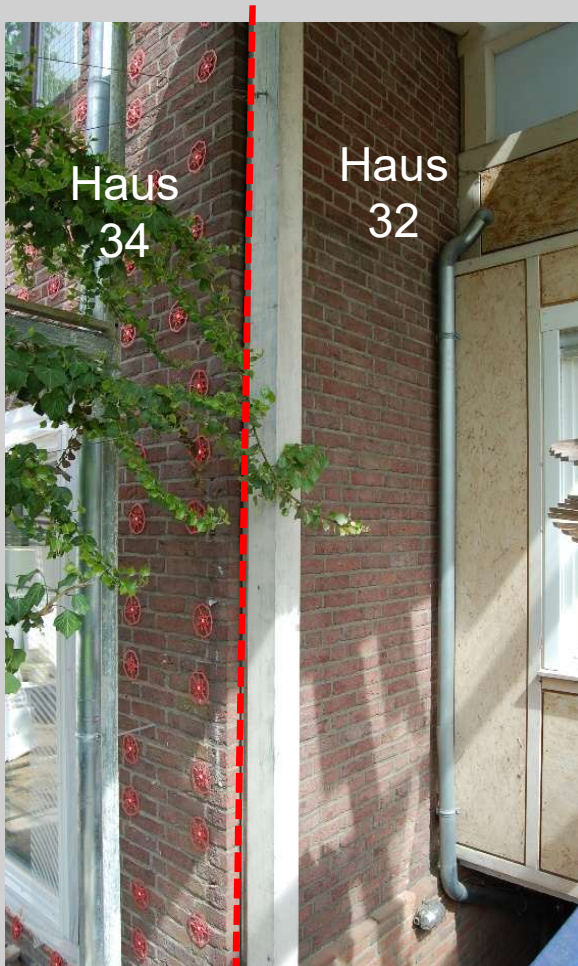
Der Wintergarten hat sich nicht bewährt. Instabile Tragstruktur aus PVC-Profilen. Immer wieder gerissene Scheiben. Im Sommer viel zu heiß.



Der helle, warme Lieblingsplatz meiner Familie im Erdgeschoss

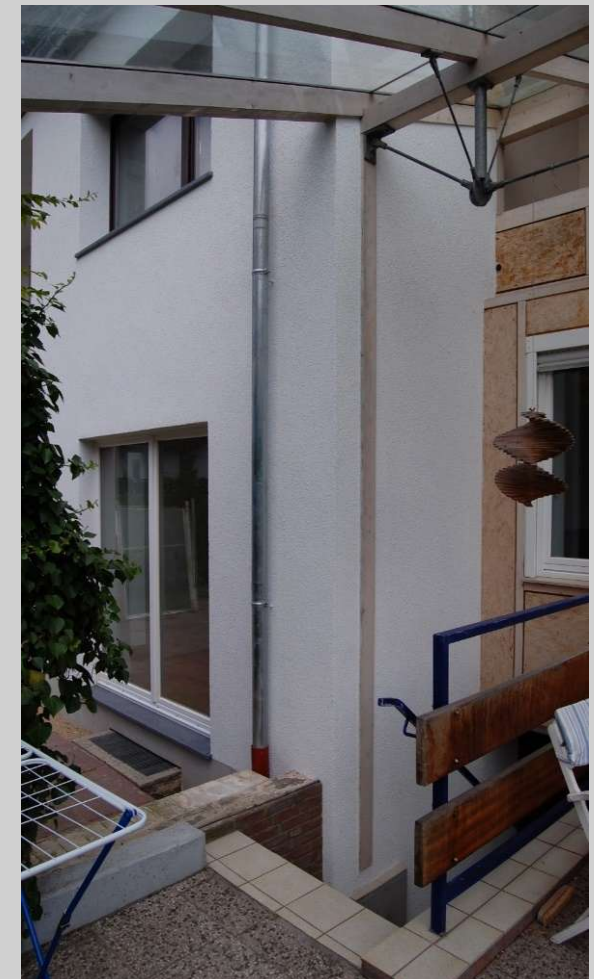
Die (vorläufig) letzten Baumaßnahmen

- 2007: Nachbarschaftshilfe in der Reihenauszeile. Dämmen der versetzten Gebäudetrennwände auf dem Nachbargrundstück



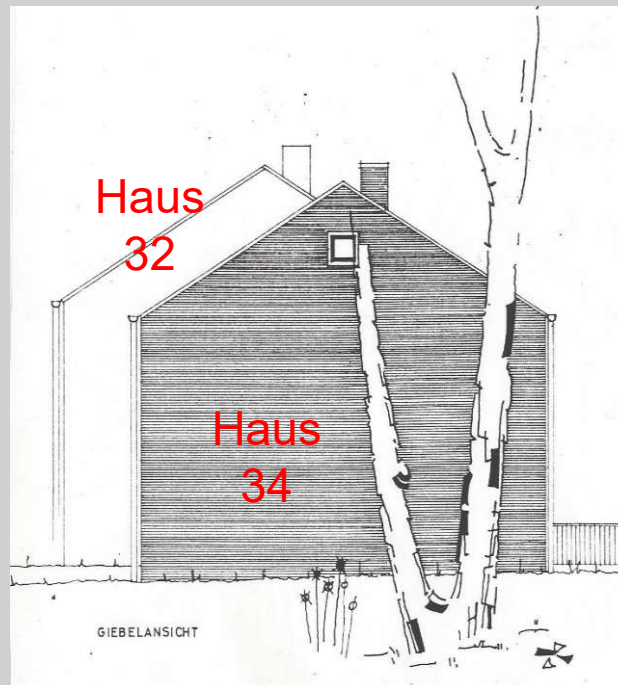
Neue Nachbarn
sanieren Haus 34

- Außendämmung von Haus 34 beseitigt auch die Wärmebrücke der Trennwand in Haus 32



Ein Win-Win-Geschäft

- Auf „unserer“ Seite werden im Gegenzug die letzten Dämmücken geschlossen und wieder eine Wärmebrücke beseitigt



Chronologie der Maßnahmen Haus 32

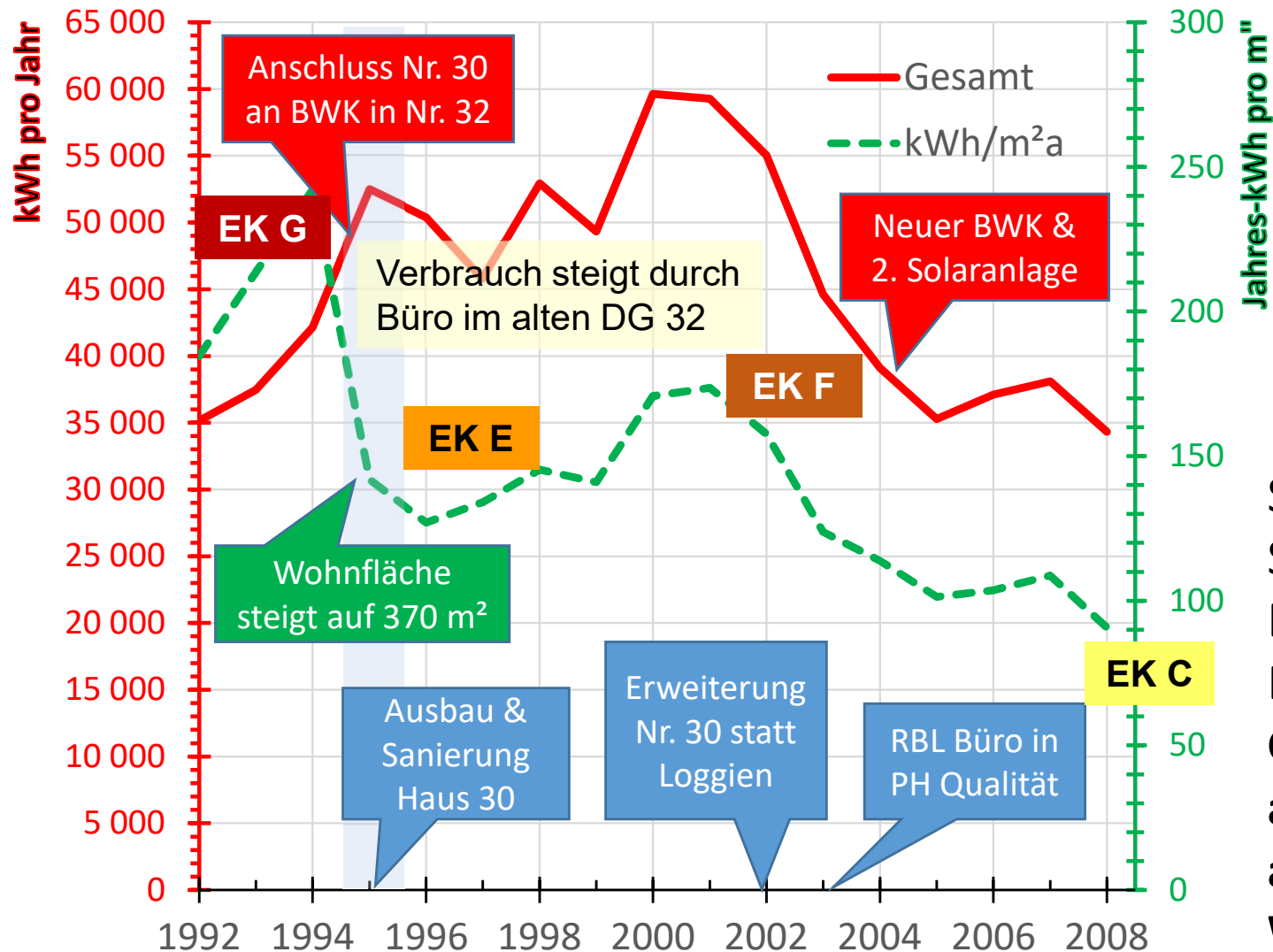
- 1995: Neue Terrassenüberdachung plus Holzbau- Erweiterung der EG Loggia mit neuen NEH-Fenstern.
- Zwei neue NEH Fenster EG & OG
- 2001/02: Außendämmung Straßenseite. Eingangstür 3-fach WS-Glas
- Neue Dreifach- Fenster Treppenhaus, Bad EG & OG, Wohnzimmer EG.
- 2003: Neues Dachgeschoss in PH-Standard ohne Anschluss an Heizung.
- 2004: Zweite Solaranlage
Neuer BW-Kessel mit Pufferspeicher.



Zwei Häuser – eine Heizung

Die Energiebilanz nach Kauf des Nachbarhauses (Nr. 30),
Dachausbau und Sanierung auf NE-Standard.

Raumheizung und Warmwasser



Der Energiestandard bleibt bei Effizienzklasse E bis F stecken.

Ab 2002 wächst durch neue Erweiterungen die Wohnfläche nochmals um 25 m²

Schritt für Schritt:
Schließen der letzten Dämmücken plus PH-Büro. **Gleicher Gesamtverbrauch wie am Anfang (1963), aber bei dreifacher Wohnfläche !**

Die letzte Loggia wird zum Wohnraum

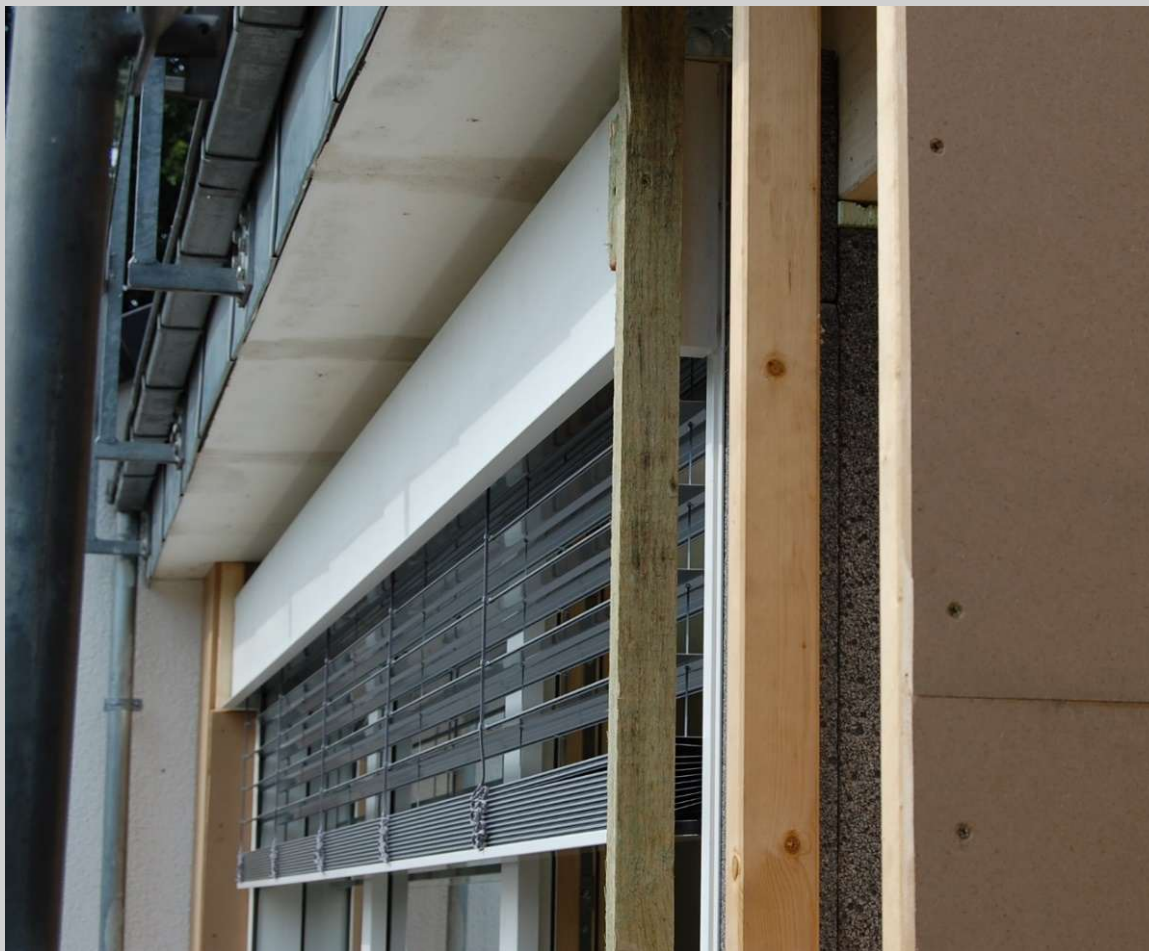


- 2009: Im Zuge des **2. Generationswechsels** werden EG und OG im Haus 32 auf den Stand der Technik gebracht. Im OG werden auch die Grundrisse neu organisiert und die Wohnfläche erweitert.



Außenhülle Holzbau

- Best practice bei den Fenstern: U- Wert 0,57 W/m²K, mit Raffstoren zur Verschattung (Südwest- Orientierung)



Innendämmung im Haus 32

- Variante 1 (Straßenseite): Fenster außen am Anschlag der Klinkerschale
- Variante 2: OSB- Platte als luftdichte Ebene



- Luftdichter Anschluss vom Fensterblendrahmen an die Platte

Einblasöffnungen
für die Zellulose

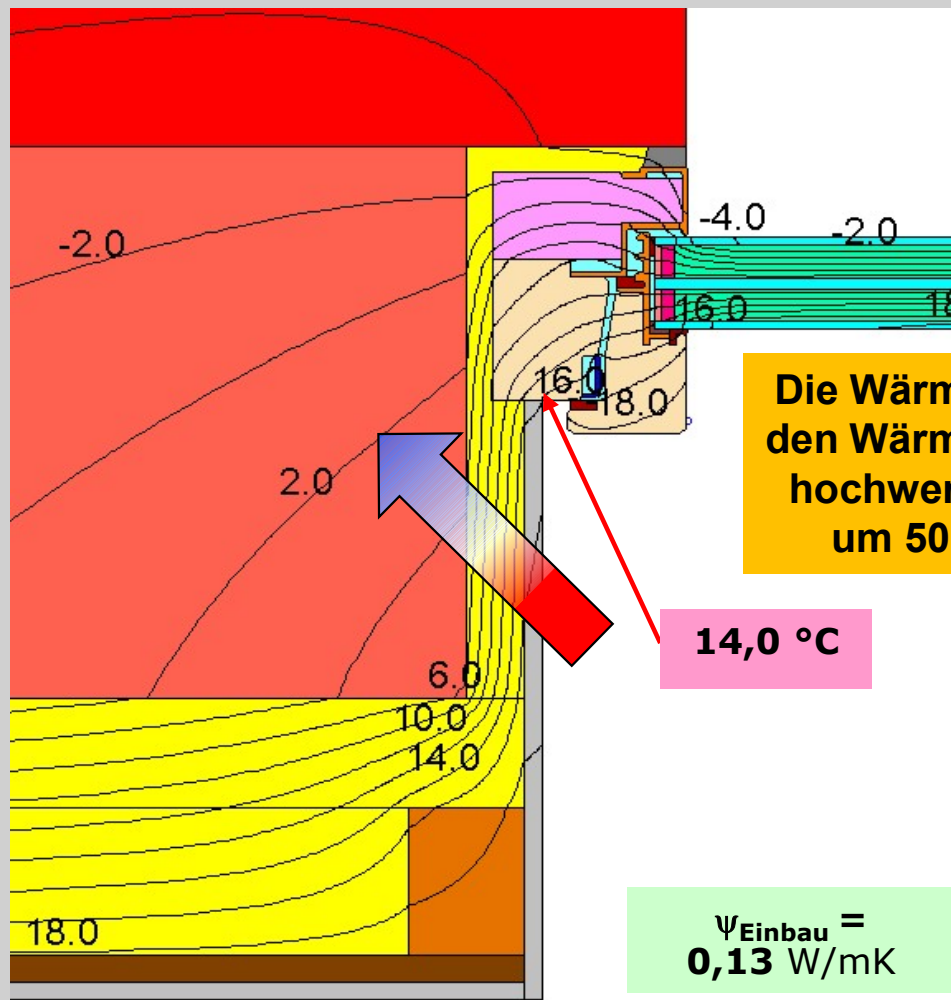


Fenster nach innen
gerückt wegen
Laufschiene der
Jalousie

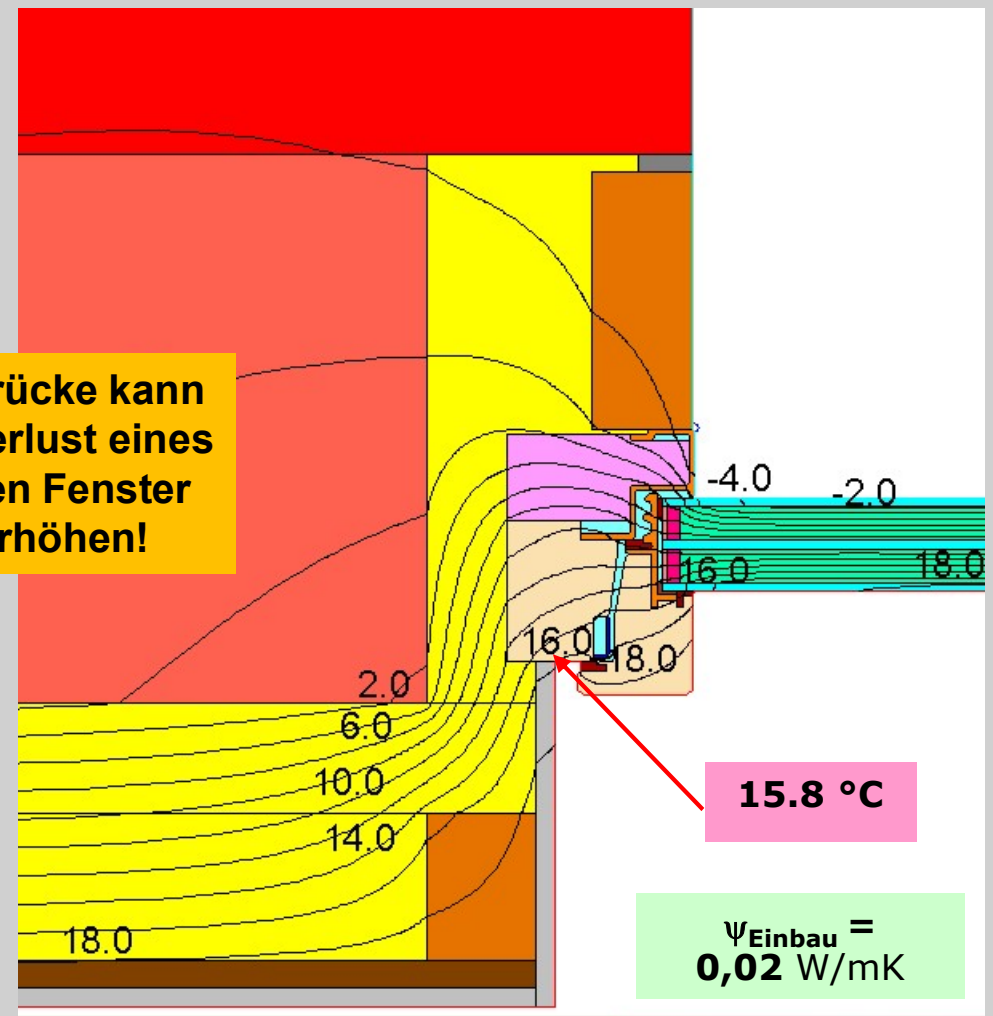


Kleine Unterschiede große Wirkung

- Position außen mit 30 mm Leibungsdämmung
- Position mittig mit 60 mm Leibungsdämmung



Die Wärmebrücke kann den Wärmeverlust eines hochwertigen Fenster um 50% erhöhen!



Lüftung mit Wärmerückgewinnung

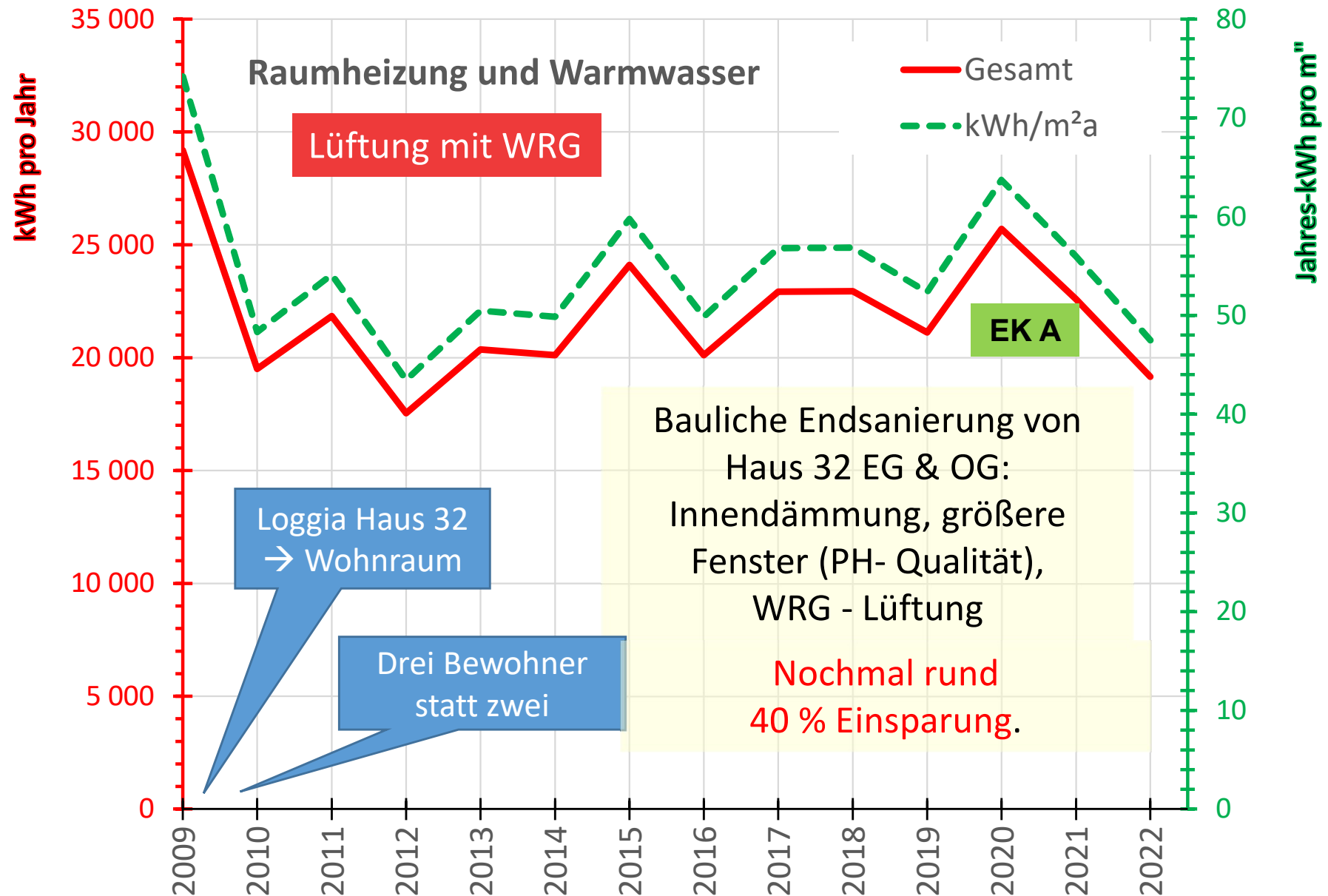


- Die neue Generation kleiner Wohnungslüftungsanlagen für Etagenwohnungen.
- Kurze Leitungswege und geräuscharm
- Einbau im Treppenhaus unter der Decke.



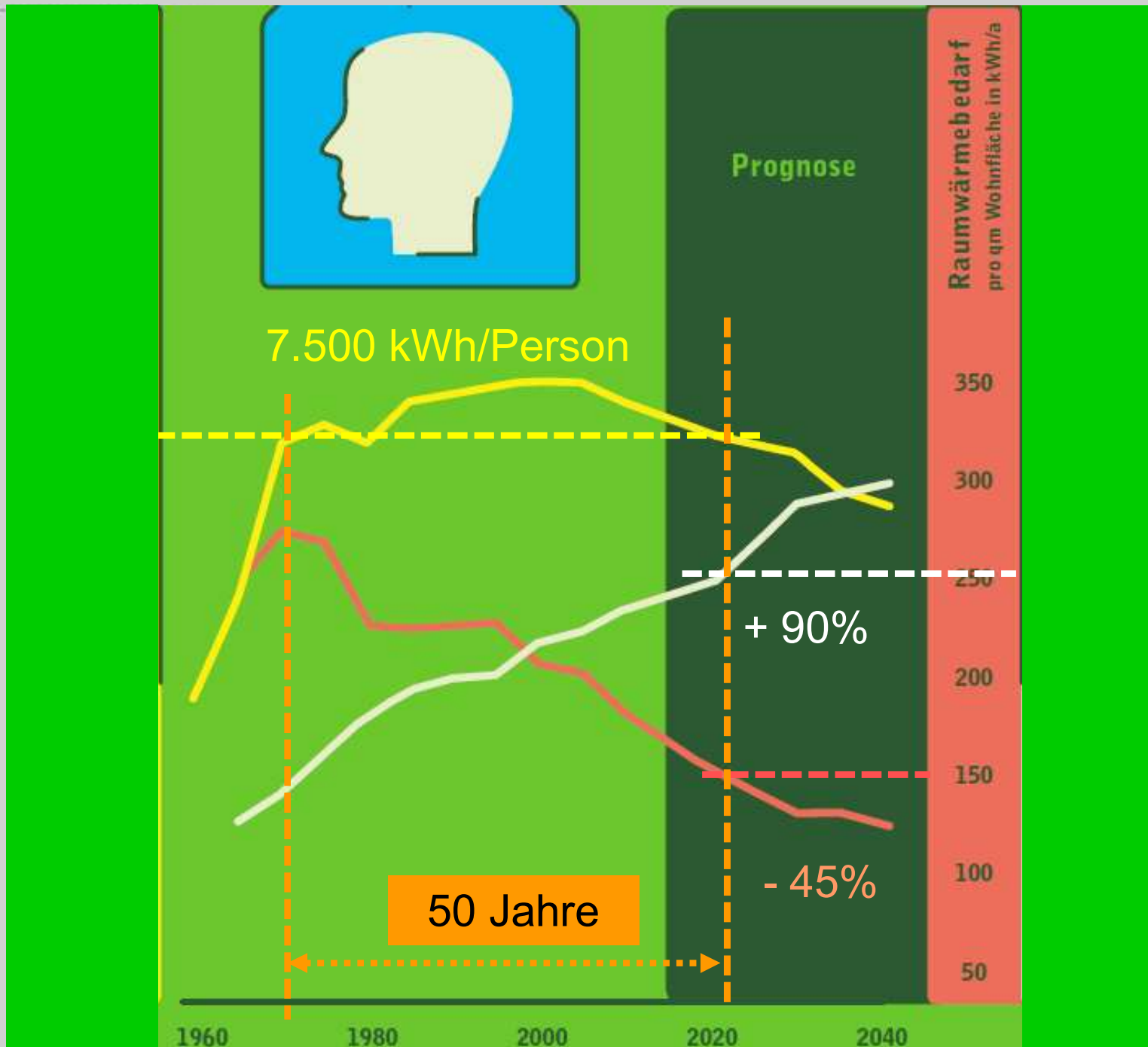
Der zweite Generationswechsel

2008: noch 35.000 kWh/ a und EK C



Der Schnee bleibt liegen





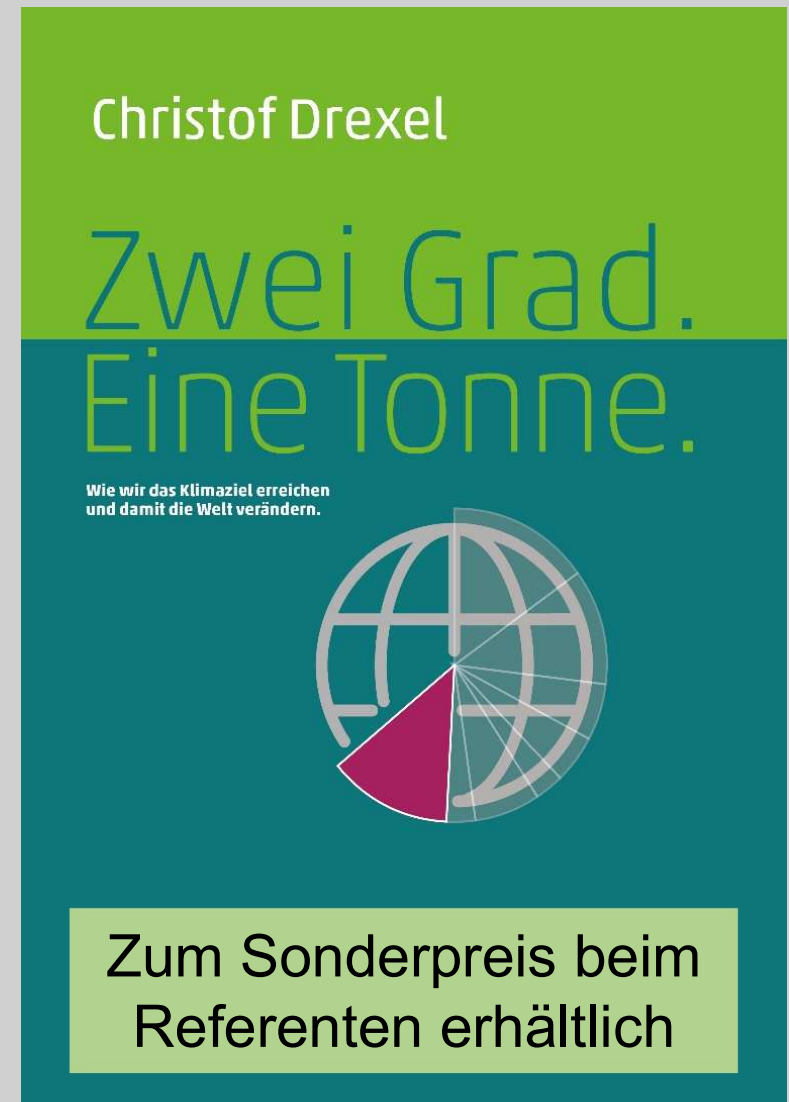
Historischer Verlauf der Effizienzsteigerung beim Raumwärmebedarf

Alles vergebene Liebesmüh'?

Grafik: Böllstiftung
„Fakten
Wärmewende“
Datenquelle:
Wuppertalinstitut

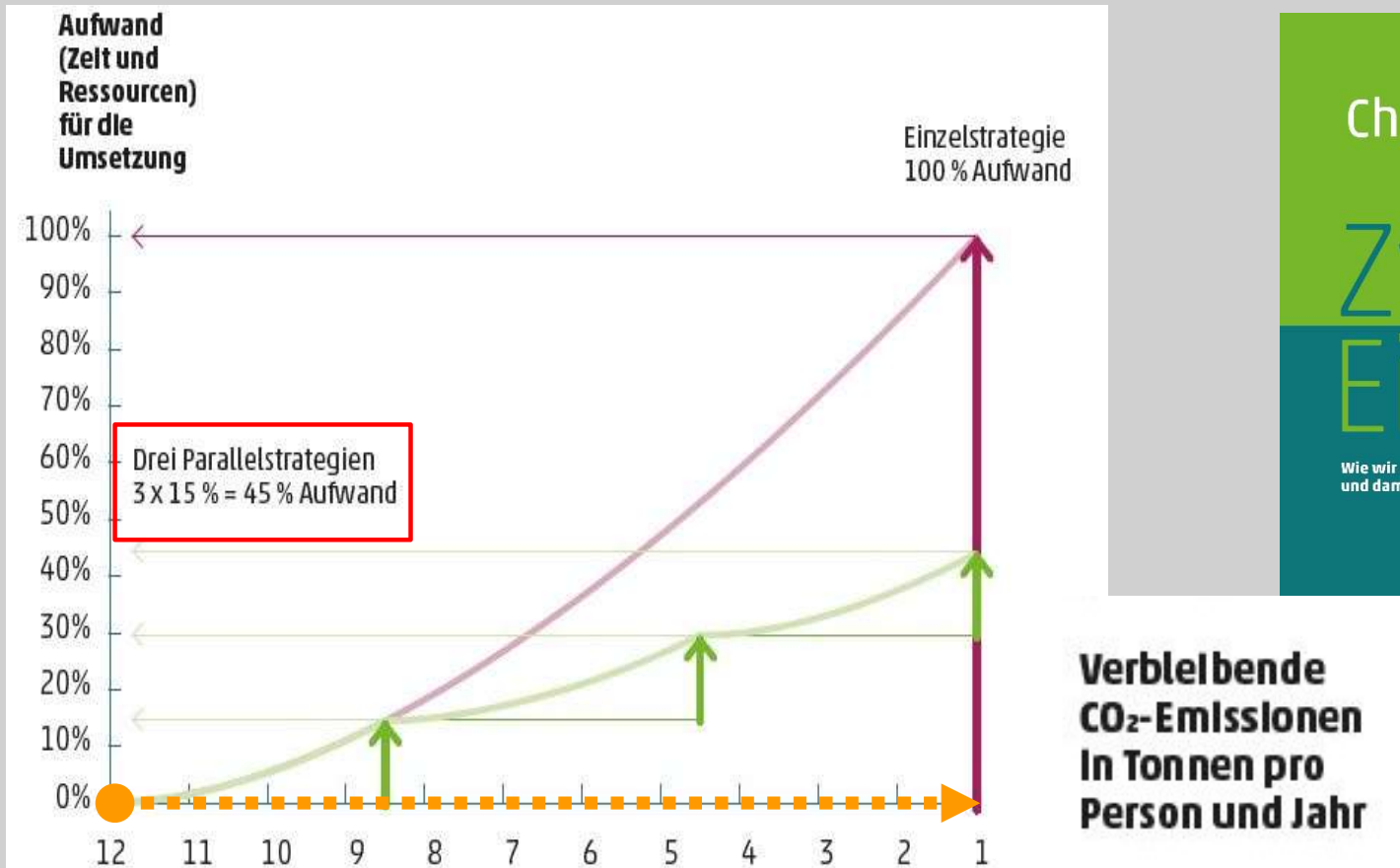
Die offene Frage

- Das Klimaschutzziel „unter 2°C globaler Erwärmung bleiben“ heißt pro Person auf diesem Planeten:
- **Maximal eine Tonne CO₂ pro Jahr verursachen. Für alles. Das Wohnen, die Mobilität, die Ernährung usw. usf.**
- Wir betrachten im Folgenden die Sanierungsgeschichte von den beiden Häusern bis hin zum **persönlichen ökologischen Fußabdruck seiner Bewohner*innen.**



Ein ermutigender Ausblick

- Wir haben drei Strategien: **Energieeffizienz – Erneuerbare -- Lebensstil**
- Der Aufwand steigt umso mehr je näher wir dem Ziel kommen.



- An den 3 Stellschrauben gleichzeitig zu drehen, kann den Gesamtaufwand halbieren

Wer wohnt denn hier?



Büro

1 bis 2 Studis

Ein Paar

In den verbleibenden drei Wohnungen befindet sich seit 2009 unsere „Senioren-Hausgemeinschaft“ siehe Bild rechts:



kWh → CO₂ bei Raumheizung und Warmwasser

Raumheizung und Warmwasser in kWh pro Jahr (Erdgasheizung)						
Jahr	m ²	pro Bewohner				m ² / Bew.
		Anz. Bew.	kWh/ Pers.	CO _{2,eq} kg/Pers.	CO _{2,eq} kg/kWh	
1964	130	4	8.500	3.400	0,4	33
1989	184	2	17.750	7.100	0,4	92
1996	370	10	5.100	2.040	0,4	37

Das Haus 32 im ersten Jahr
+ Dachausbau und Anbau EG
+ Haus 30 mit Dämmung & Ausbau
+ Anbau 30 + Sanierung Haus 32
+ Restsanierung + Vollbelegung

Das Ziel (1 tonne CO_{2,eq} pro Kopf und Jahr) wird auch bei Effizienzklasse A mit Erdgasheizung nicht erreicht

„Neues“
Gas

Nach dem letzten Anbau, Umrüstung der letzten Fenster und Nutzung aller Flächen zu Wohnzwecken (12 Personen) bleibt keine Reserve für Mobilität, Konsum usw.

Ist jetzt die Zeit gekommen für eine Wärmepumpe?

kWh → CO₂ bei Raumheizung und Warmwasser

Raumheizung und Warmwasser in kWh pro Jahr (Erdgasheizung)						
Jahr	m ²	pro Bewohner				m ² / Bew.
		Anz. Bew.	kWh/ Pers.	CO _{2,eq} kg/Pers.	CO _{2,eq} kg/kWh	
1964	130	4	8.500	3.400	0,4	33
1989	184	2	17.750	7.100	0,4	92
1996	370	10	5.100	2.040	0,4	37
2022	400	8	2.625	1.575	0,6	50
2026	410	12	1.500	900	0,6	34

Das Haus 32 im ersten Jahr
+ Dachausbau und Anbau EG
+ Haus 30 mit Dämmung & Ausbau
+ Anbau 30 + Sanierung Haus 32
+ Restsanierung + Vollbelegung

Das Ziel (1 tonne CO_{2,eq} pro Kopf und Jahr) wird auch bei Effizienzklasse A mit Erdgasheizung nicht erreicht

„Neues“
Gas

Nach dem letzten Anbau, Umrüstung der letzten Fenster und Nutzung aller Flächen zu Wohnzwecken (12 Personen) bleibt keine Reserve für Mobilität, Konsum usw.

Ist jetzt die Zeit gekommen für eine Wärmepumpe?

Die Erfahrungen aus dem ersten Jahr

Mit Best Practice Wärmepumpe					
Jahr	Gesamt		pro Bewohner		
	kWh/a	m ²	Anz. Bew.	kWh/ Pers.	m ² / Bew.
23/24 (WP JAZ 4,5)	3.111	400	8	389	50

Strommix
2023

3.100 kWh WP-Strom lieferten das 3,5- fache an Umweltwärme für 14.000 kWh Wärmebedarf.

Bei 50 m² Wohnfläche verursachte jede Person nur 150 kg CO_{2,eq} (Klimabereinigt: 210 CO_{2,eq}/Pers.)

Die Kombination von Energieeffizienz und Umweltwärme entspannt gewaltig die Frage mit welchem Lebensstil wir das Klimaschutzziel erreichen können.



Die Erfahrungen aus dem ersten Jahr

Mit Best Practice Wärmepumpe							
Jahr	Gesamt		pro Bewohner				
	kWh/a	m ²	Anz. Bew.	kWh/ Pers.	CO _{2,eq} kg/Pers.	CO _{2,eq} kg/kWh	m ² / Bew.
23/24 (WP JAZ 4,5)	3.111	400	8	389	148	0,38	50
klimaber., JAZ 4,3	4.400	400	8	550	209	0,38	50,0
2026 (WP JAZ 4,3)	2.791	410	8	349	122	0,35	51,3

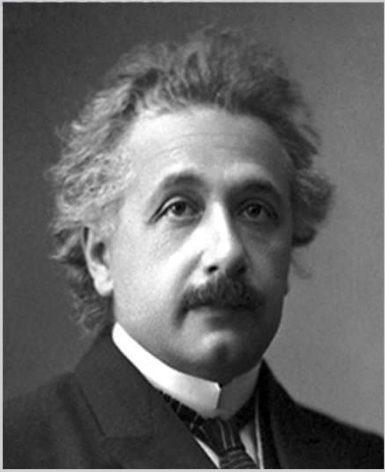
Strommix
2023

3.100 kWh WP-Strom lieferten das 3,5- fache an Umweltwärme für 14.000 kWh Wärmebedarf.

Bei 50 m² Wohnfläche verursachte jede Person nur 150 kg CO_{2,eq} (Klimabereinigt: 210 CO_{2,eq}/Pers.)

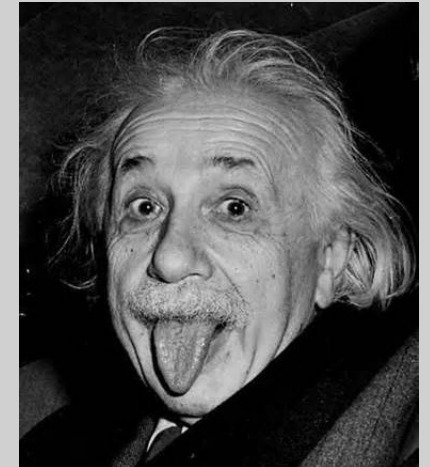
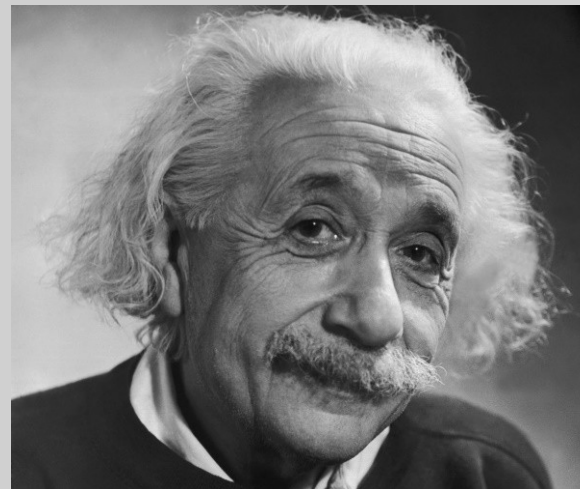
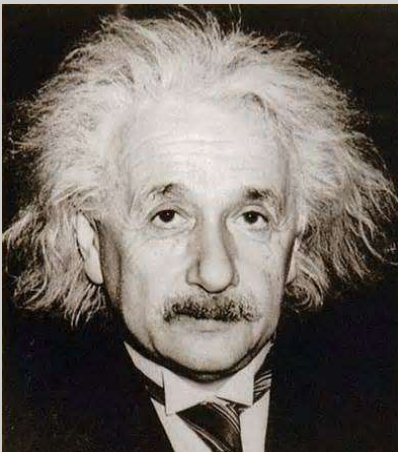
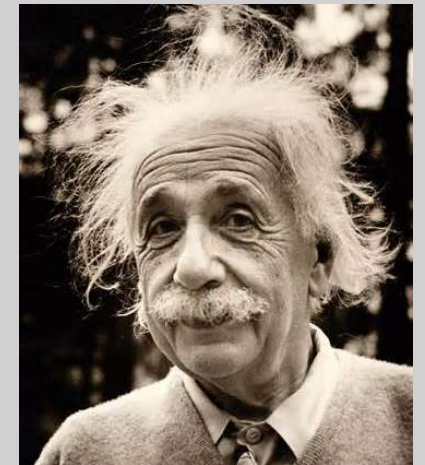
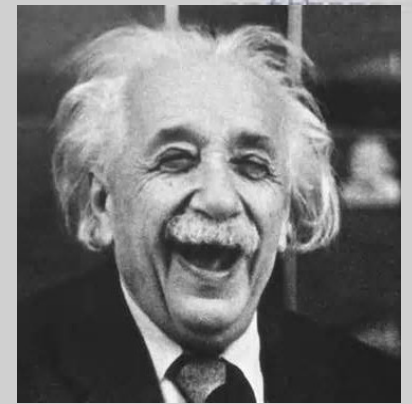
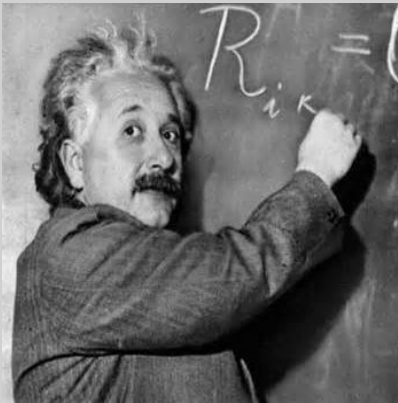
Die Kombination von Energieeffizienz und Umweltwärme entspannt gewaltig die Frage mit welchem Lebensstil wir das Klimaschutzziel erreichen können.





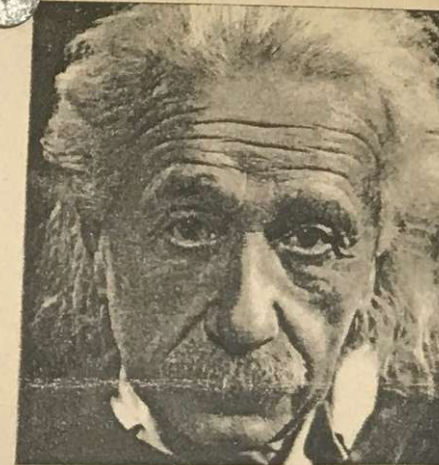
*„Die reinste Form des
Wahnsinns ist es,
alles beim Alten zu belassen
und gleichzeitig zu hoffen,
dass sich etwas ändert.“*

Vielen Dank fürs Zuhören
und Zuschauen.





Ein Pazifismus,
der die Rüstungen
der Staaten nicht bekämpft,
ist und bleibt ohnmächtig.

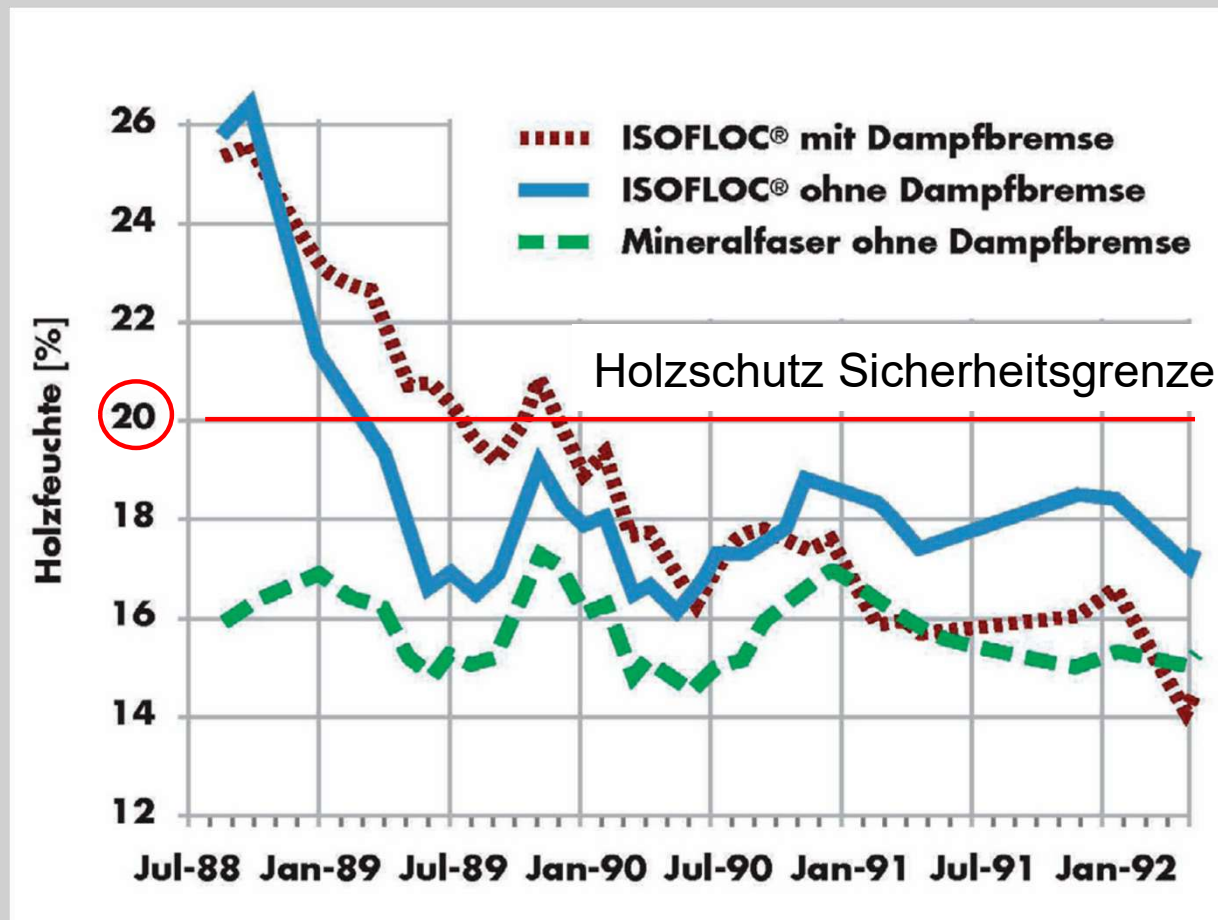


Die Rüstungsindustrie ist
eine der größten Gefährdungen der Menschheit.

Albert Einstein (1879 - 1955)



Austrocknung der feuchten Dämmung



- Der Dämmstoff hat seine Einbaufeuchte schon im ersten Jahr abgegeben und zwar um so schneller, je diffusionsoffener die Konstruktion innenseitig ausgeführt wurde.