

UMFASSENDE ENERGIEBERATUNG

DER SCHLÜSSEL ZUR ERFOLGREICHEN GEBÄUDESANIERUNG

Der Gebäudebestand, die Mobilität und die industrielle Produktion tragen jeweils zu etwa einem Drittel des gesamten Energieverbrauchs bei. In einer Untersuchung des Wuppertal-Instituts von 2006 wurde festgestellt, dass allein durch den Einsatz der jeweils besten Technologien für die energetischen Prozesse etwa 40% des Energieverbrauchs eingespart werden können. Bild 1 zeigt die relevanten Prozesse in Wohngebäuden und den jeweiligen Anteil am Energieverbrauch.

Warum unabhängige Energieberatung?

Für den Gebäudebereich gibt es ein unübersehbar großes Angebot effizienter Techniken und Produkte. Deren Anbieter werden natürlich immer versuchen, ihr eigenes Produkt, ihre eigene Lösung an den Kunden zu bringen. Laut der gesetzlichen Grundlage, den Bestimmungen der EnEV, sind die Gewerke zur energetischen Verbesserung der Gebäude verpflichtet. (EnEVS9, Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden und §10, Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden).

Jedoch ist der Heizungsbauer vorrangig daran interessiert, möglichst schnell den alten Kessel aus- und einen neuen einzubauen. Wenn er dazu eine Solaranlage zur Warmwassererwärmung und neue Heizkörperventile verkaufen kann, umso besser. Über die Möglichkeit, dass der Hauseigentümer in den nächsten Jahren sein Gebäude dämmen könnte und dadurch der gerade erst eingebaute Kes-

sel hoffnungslos überdimensioniert sein wird, denkt er womöglich nicht nach.

Der Dachdecker wird zu der neuen Dachdeckung selbstverständlich die passende Dämmung für die Dachschrägen liefern. Putzer- und Malermeister werden zu einem Wärmedämm-Verbundsystem raten, der Fensterbauer zu neuen Fenstern. Dass der verbesserte Dämmstandard des Gebäudes nur dann in wirkungsvolle Einsparung mündet, wenn die Heizungsanlage den neuen Anforderungen angepasst wird, wissen die Wenigsten.

Der Elektriker wird möglicherweise eine LED-Beleuchtung mit neuen Lampen, ein Smart-Metering-System, Infrarot-Strahlungs-Heizelemente oder eine Wärmepumpe anpreisen. Die PV-Anlage sorgt für selbst erzeugten Strom. Er ignoriert, dass der Stromverbrauch nur 13% des gesamten Energieverbrauchs im Haushalt ausmacht oder dass die Auslegung der Heizungsanlage für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe geeignet sein muss.

Natürlich wird jeder Anbieter seine für sich gesehen sicher sinnvollen Einzelmaßnahmen mit den Argumenten der Werbeabteilungen der Produkthersteller begründen: „Bis zu X% Einsparung möglich!“; „Die Kraft der Sonne nutzen und sich beruhigt zurücklehnen.“; „Spart X kg CO₂ im Jahr“ usw.

Die Ernüchterung kommt oft im nächsten Winter, wenn sich die erwartete Einsparung partout nicht einstellen will. Das nährt Zweifel an der Sinnhaftigkeit von Energiesparmaßnahmen überhaupt. Diese spiegeln sich wieder in der derzeitigen Mediendiskussionen um das Thema energetische Gebäudeertüchtigung. „Zu teuer“ und „bringt nicht die erwarteten Effekte“ ist der einhellige Tenor. Handwerkliche Fehler, die sich z.B. in Schimmelbildungen äußern werden von selbst ernannten Experten als Beweis angeführt, dass energetische Sanierungen nicht nur nichts bringen, sondern auch noch gefährlich für die Gebäude und ihre Bewohner sind. Dabei werden 100.000 erfolgreich durchgeführte Sanierungen geflissentlich ignoriert. Eine ziemlich un-

angenehme Situation angesichts des riesigen wirtschaftlichen und ökologischen Potenzials, das die Ertüchtigung unserer Gebäude bildet.

Gebäudeenergieberatung

Mit den richtigen Maßnahmenpaketen kann beim größten Teil der Gebäude mehr als die Hälfte Energie eingespart werden. Je älter das Gebäude ist, je mehr kann gespart werden. In manchen Gebäuden sind es bis zu 90%.

Die Technologien dafür sind bekannt und erprobt. Wichtig ist deren richtige Auswahl und Zusammenstellung. Wenn der Mix stimmt, werden die dafür erforderlichen Investitionen innerhalb von etwa 15 Jahren durch die Betriebskosteneinsparung amortisiert. Der Schlüssel dafür ist eine sorgfältige und produktunabhängige Beratung. Spätestens wenn Maßnahmen an der Heizung oder an der Gebäudehülle fällig werden, sollten Hauseigentümer eine umfassende Energieberatung beauftragen. Sie schafft einen ganzheitlichen Überblick über den energetischen Zustand seines Gebäudes, findet Schwachstellen und vergleicht technologieübergreifend die Möglichkeiten, das Gebäude Schritt für Schritt kostengünstig zu verbessern. Eine umfangreiche Liste qualifizierter Energieberater ist auf der Webseite der BAFA zu finden.

Zufriedener Kunde

Ein gutes Beispiel für eine erfolgreich durchgeführte Gebäudeertüchtigung ist ein Zweifamilienwohnhaus aus dem Jahr 1964 in Ascheberg/Westfalen, das 2009 saniert wurde. Von außen ist kein Unterschied zwischen Vorher und Nachher festzustellen (Bild 2). Solche Häuser gibt es im norddeutschen Raum zehntausendfach.

Es hat mittlerweile die erste Heizperiode auf niedrigem Energieniveau hinter sich. Die Eigentümer und Mieter sind mit den Ergebnissen vollauf zufrieden: „Wir haben jetzt nur noch etwa 50 € Heizkosten im Monat und das bei fast 300 m² Wohnfläche! Früher zahlten wir fast

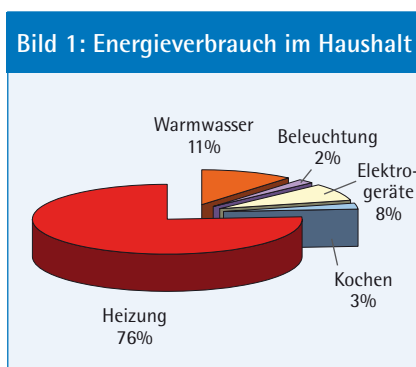




Bild 2a: Zweifamilienhaus in Ascheberg, Westfalen



Bild 2b: Tag der offenen Tür 25.10.2010

2.600 € pro Jahr für Heizöl, obwohl ein Teil des Hauses nicht vermietet war. Ohne die umfangreiche Beratung und Betreuung wäre das sicher nicht möglich gewesen. Diese Investition hat sich auf alle Fälle gelohnt.“ Im Rahmen des Tages der Energiesparrekorde am 25. Oktober 2010 stellte er sein Haus der Öffentlichkeit vor: „Ich habe meinen Öltank vor einem Jahr gefüllt und werde das erst in neun Jahren wieder tun.“

In sechs Schritten zum Effizienzhaus

Erster Schritt:

Sorgfältige Analyse des Ist-Zustandes

Die Erfassung des tatsächlichen Verbrauchs, getrennt in Strom- und Brennstoffverbrauch ist ein wichtiger Indikator für

- die Dringlichkeit und Sinnfälligkeit von Maßnahmen.
- die Größenordnung der zu vertretenen Investitionstätigkeit: Je höher die Energiekosten, je umfangreicher dürfen die Maßnahmen sein.
- die Abschätzung des Nutzerverhaltens: Gehen die Bewohner sparsam oder verschwenderisch mit Energie um?
- die Entwicklung der Energiepreise: Aus der langjährigen Entwicklung in der Vergangenheit lassen sich Hinweise auf die Zukunft gewinnen.

Am Beginn der Ist-Analyse steht die Sichtung der örtlichen Verhältnisse und vorhandenen Planunterlagen.

Aus den gewonnenen Daten wird unter Zuhilfenahme eines einschlägigen Berechnungsprogramms das Gebäude nach DIN 4108 und die Wärmeanlage nach DIN 4701 berechnet. Als Ergebnis erhält man die für die Bewertung erforderlichen Kennzahlen.

Insgesamt betragen die rechnerischen Verluste ca. 113.100 kWh im Jahr. Dem

stehen solare und interne Wärmegewinne von ca. 23.400 kWh gegenüber. In der Bilanz betrug der rechnerische Brennstoffbedarf etwa 9.000 l Heizöl pro Jahr.

Der tatsächliche Verbrauch betrug jedoch nur etwa 5.000 l. Ein Grund für die Abweichung ist einerseits die EnEV, die eine Innentemperatur von 19°C in allen Räumen und nur den Standort „Deutschland“ vorsieht. Die Durchschnittstemperaturen am Standort „Münster“ liegen besonders im Winter deutlich höher. Der entscheidende Grund ist jedoch die Belegung des Gebäudes und das Nutzerverhalten. In den vergangenen Jahren war nur eine Wohnung durchgehend bewohnt. Der Eigentümer heizte nur wenige Räume auf Normtemperatur und betreibt zudem einen leistungsstarken Kamin (ca. 6 kW) im großen Wohnzimmer.

Die Energiebilanz und die Analyse der Wärmeverluste am Bestandsgebäude machen transparent, an welchen Stellen die höchsten Einsparpotenziale zu erreichen sind. Dort lohnt es zu investieren!

Bei dem betrachteten Gebäude verteilt sich der Wärmeverlust wie folgt:

- 75,5% Transmissionsverlust der Hüllfläche,
- 11,9% Verlust durch die Raumlüftung,
- 10,3% Wärmeverlust durch die Heizungsanlage selbst,
- 3,2% Wärmebedarf durch Warmwasser.

Zweiter Schritt

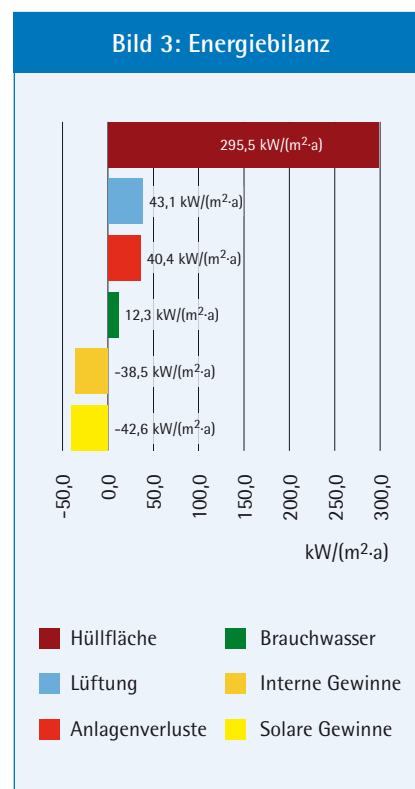
Genauere Betrachtung des größten Verlustbringers

Die Wärmeverluste über die thermische Hüllfläche sind für den hohen Energieverbrauch maßgeblich. Die Analyse der größten Schwachstellen dort zeigt auf, an welcher Stelle eine Sanierung beginnen sollte.

Dem Bild 4 ist zu entnehmen, dass die Außenwand und die oberste Geschoßde-

cke zum nicht ausgebauten Dachboden, sowie die Kellerdecke den größten Sanierungsbedarf hatten. Auch die Fenster aus den 1980iger Jahren sind erheblich an den Wärmeverlusten beteiligt. Schön zu sehen, ist die Wirkung der Wärmeschutzverordnung von 1986. Die Bauteile des später erstellten Anbaus haben eine deutlich bessere thermische Qualität als die des Altbaus.

Ein großer Teil der Wärmebrücken konnte durch Bauteil-Dämmmaßnahmen eliminiert werden. Es konnte im rechnerischen Ergebnis eine Verbesserung des Wärmedurchgangs der Hüllfläche von 1,42 auf 0,39 W/(m²·K) erreicht werden: das ist Neubau-Niveau. Damit ist eine Minderung des Heizwärmebedarfs von ca. 74.000 kWh auf unter 18.000 kWh pro Jahr verbunden. Das sind über 75% Einsparung.



Dritter Schritt

Optimierung der Heizungsanlage

Die Heizungsanlage erfüllt in Wohngebäuden nur einen einzigen Zweck: Sie gleicht die Wärmeverluste zwischen dem Gebäudeinneren und der Umgebung aus. Mit der Hüllflächensanierung ändert sich jedoch die gesamte thermische Charakteristik des Gebäudes. Belässt man es bei der Wärmedämmung, wird die völlig überdimensionierte Heizungsanlage einen erheblichen Anteil der möglichen Einsparung im wahrsten Sinn des Wortes durch den Schornstein pusten.

- Der Lüftungswärmebedarf betrug vor der Sanierung etwa 11%, danach stieg er auf etwa 35% des Gesamt-Wärmebedarfs an.
- Durch die Hüllflächenertüchtigung verringerten sich die Heizzeiten von etwa 283 auf danach noch etwa 191 Tage.
- Die verbesserte Hüllfläche verringert den Heizwärmebedarf von 30 kW auf etwa 15 kW.
- Durch den nun geringeren Wärmebedarf konnte die Heizkreis-Temperatur von ca. 70/55°C (Temperatur Vorlauf- /Rücklauf) auf jetzt etwa 47°/38,5°C abgesenkt werden.

Anlagentechnische Mindestmaßnahmen

Dies machte eine Reihe Maßnahmen an der Heizungsanlage erforderlich:

1. Um dem überdimensionierten Heizkessel längere Laufzeiten zu ermöglichen wurde ein Pufferspeicher mit 500 l Wasserinhalt eingebaut. Als hydraulische Weiche entkoppelt er den Kesselkreislauf von dem Heizungskreislauf. Im Pufferspeicher ist zudem ein zusätzlicher Wärmetauscher zur hygienischen Warmwasserbereitung im Durchflussprinzip eingebaut.
2. Durch einen durchgeführten hydraulischen Abgleich und den Einbau von voreinstellbaren Heizkörperven-

tilen werden nun alle Heizkörper optimal und gleichmäßig versorgt

3. Eine Mischerregelung passt die Temperatur des Verteilsystems auf die Anforderungen der jeweiligen Außentemperatur an. Die Heizkurve wurde auf die neuen Temperaturverhältnisse eingestellt.
4. Es wurde eine Senkung des Förderstroms von 1,6 m³/h auf 1,0 m³/h vorgenommen.
5. Es wurden hocheffiziente Umwälzpumpen installiert.

Effizienztechniken und Erneuerbare Wärmeenergie

Mit der optimierten Grundkonfiguration der Heizungsanlage ist das ertüchtigte Gebäude „fit“ für effiziente Heiztechniken und die Einbindung Erneuerbarer Energien.

- **Brennwerttechnik**
Die Vorlauftemperaturen sind nun für den Einsatz von Brennwerttechnik geeignet. Erst die Gebäudedämmung machte den Einsatz von Brennwerttechnik amortisationsfähig.
- **Solare Wärme**
Durch den großen Pufferspeicher kann Wärme von Sonnenkollektoren gespeichert und auch zur Heizungsunterstützung in der Übergangszeit eingesetzt werden.
- **Wärmepumpen**
Bei den nun geringen Vorlauftemperaturen wäre auch die Wärmepumpentechnik denkbar.
- **Biomasse**
An den Pufferspeicher könnte man ohne weiteres die Wassertasche eines Kaminofens anschließen.
- **BHKW**
Blockheizkraftwerke funktionieren auch bei hohem Wärmeverbrauch effizient. Sie erfordern jedoch auch ein großes Speichervolumen im Heizkreis.

Behaglichkeit

Neben der Energieeinsparung hatte die Wärmedämmung noch weitere Effekte: „Seit wir das Haus gedämmt haben, kann ich wieder barfuß und im T-Shirt herumlaufen! Das soll etwas heißen. Ich friere nämlich sehr schnell.“ war das begeisterte Resümee der Freundin des Eigentümers. Hintergrund dieser Aussage ist, dass das Wärmeempfinden des Menschen durch den Energieverlust an die Umgebung definiert ist. Die inneren Oberflächentemperaturen gedämmter Wände und Böden sind deutlich wärmer als bei nicht gedämmten. Der Körper kann nicht mehr so viel Wärme an die Hüllfläche abstrahlen. Zudem wird in den Räumen die interne Konvektion verringert, was die Wärmeabgabe ebenfalls verringert und das Behaglichkeitsgefühl erhöht.

Bivalenter Betrieb

Bei dem Objekt wurde zusätzlich zu dem Bestandskessel im Keller auf dem Dachboden eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit einer Heizleistung von ca. 7,8 kW eingebaut. Diese Leistung genügt für Außentemperaturen bis etwa 0°C. Immerhin sind das 80–90% der jährlichen Heizarbeit. Die Betriebsbedingungen sind optimal, da die HeizungsVorlauftemperatur bei 0°C Außentemperatur unter 35°C liegt.

Als Umweltquelle der Wärmepumpe dienen ca. 20 m² einfache unverglaste Solarabsorber, die auf der Westseite des Daches aufgeständert wurden. Der Absorber wird nahezu immer unterhalb der Umgebungstemperatur betrieben und absorbiert so eine Menge weiterer Umweltenergien: Latentwärme aus kondensierender Luftfeuchtigkeit, Wärme aus Regenwasser und Nebel, Wind sorgt für den Austausch der Luft und ständigem Zustrom von Wärme.

Natürlich liefert die Sonne den größten Energieeintrag. Auch an trüben Tagen können immerhin 50 W Strahlungs-

Bild 4: Energieverluste

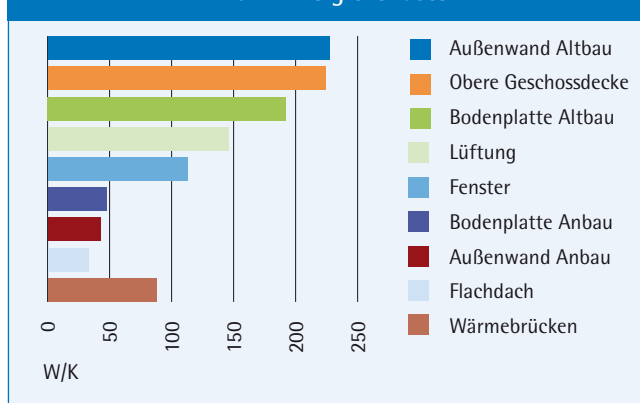
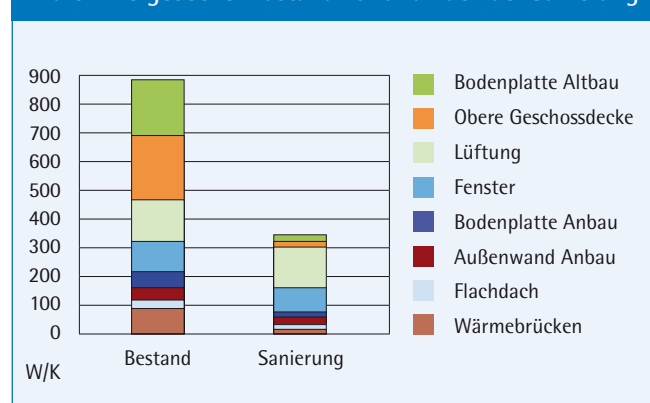


Bild 5: Energetischer Zustand vor und nach der Sanierung



Luftwechsel

Jedes Haus braucht zur Aufrechterhaltung der Luftqualität und zur Feuchteabfuhr einen minimalen Luftwechsel. Gezieltes Lüften durch Fenster optimiert die Lüftung. 2–3 mal am Tag 5 min Querlüftung, je nach Anwesenheit genügt. Dauerlüftung mit gekippten Fenstern ist nahezu wirkungslos und daher vollkommen ineffektiv.

wärme pro Quadratmeter Kollektorfläche absorbiert werden.

Die Enderwärmung des Warmwassers auf 60°C und die Heizungs-Spitzenlast an Tagen mit Minusgraden und ohne Sonneneinstrahlung übernimmt der Bestandskessel. Er ist bei diesen Verhältnissen halbwegs ausgelastet.

Vierter Schritt

Variantenvergleich und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Bei einer Energieberatung werden immer mehrere Sanierungsvarianten miteinander verglichen. Da in diesem Fall die Dämmung der Hüllflächen auf ein möglichst gutes Niveau im Vordergrund stand, wurde eine Reihe anlagentechnischer Varianten untersucht:

1. Der „Bestand“ ist der Vergleichswert, an dem die Einsparung gemessen wird.
2. „Nur Hüllfläche“ dokumentiert die Hüllflächensanierung ohne Maßnahmen an der Heizungsanlage.
3. „Hüllfläche+Solar“ beschreibt die Wirkung der oben beschriebenen Maßnahmen, wobei die Heizungsanlage mit einer ca. 12 m² großen Solaranlage ergänzt wurde.
4. „Hüllfläche+WP“ dokumentiert die tatsächlich ausgeführte Sanierung.

Die Tabelle zeigt den ökologisch-wirtschaftlichen Variantenvergleich anhand der berechneten Kennzahlen:

- Primärenergiebedarf,
- Endenergiebedarf (Brennstoff),
- CO₂-Ausstoß.

Aus den tatsächlichen Investitions- und Betriebskosten wurden weitere Vergleichszahlen ermittelt:

- Dynamisch berechnete Amortisationszeit unter Berücksichtigung von Zinsen und Energiepreisteigerung,
- Investiver Aufwand für die Endenergieeinsparung,
- Investiver Aufwand für die CO₂-Einsparung,
- Langfristiger Gewinn aus der Einsparung,
- Verhältnis zwischen langfristigem Gewinn zur Gesamtinvestition.

Erstellt man für jede Kennzahl eine Rangfolge und summiert diese für jede Variante, erhält man einen guten Hinweis auf die insgesamt günstigste Sanierungsvariante. In unserem Beispiel war es die Hüllflächensanierung ohne jegliche Zusatzmaßnahme. Das Verhältnis vom Gewinn, der durch die Einsparung realisiert werden kann zum investierten Kapital ist eindeutig besser als bei allen anderen Varianten.

Die Verbesserung der Heizungsanlage durch die oben beschriebenen Mindestmaßnahmen hätte einen zusätzlichen investiven Aufwand von 5.000-6.000 € erfordert. Aus ökologischen und nicht zuletzt aus steuerlichen Gründen hatte sich der Eigentümer für die Variante mit der Wärmepumpe entschieden. Ein weiterer Grund war die Erwartung von Fördergeldern, die in dieser Zusammenstellung nicht berücksichtigt sind.

Langfristig denken!

Sehr wichtig für die Bewertung von Sanierungsmaßnahmen ist die Betrachtung der langfristigen Kostenentwicklung unter Berücksichtigung des Kapitaldienstes für die Investition (Annuitätendarlehen mit 10 Jahre Tilgung, 2,35% Zinsen) und der erwarteten Energiepreisteigerung (7% p.a.).

Die grafische Darstellung (Bild 6) schafft Transparenz über die zukünftige Kostenentwicklung. Sie zeigt, dass die Verbrauchskosten nach der Maßnahmenumsetzung drastisch sinken. Die jährlichen Gesamtkosten verdoppeln sich zwar in den ersten Jahren, doch dadurch wird sichergestellt, dass die Betriebskosten auch nach dem Betrachtungszeitraum noch weit unter den heutigen liegen. Ohne Sanierung des Bestandes ist zu erwarten, dass sich die Kosten der Energieversorgung vervielfachen. In diesem Sinne ist die energetische Sanierung von Gebäuden nicht zuletzt im Anbetracht der Entwicklungen auf dem unsicheren Energiemarkt finanzielle Zukunftssicherung.

Werden alle Kosten aufsummiert, ergibt sich trotz relativ hoher Investitionen ein erheblicher wirtschaftlicher Vorteil gegenüber der Belassung des Ist-Zustandes. Es zeigt sich, dass es absolut sinnvoll ist, hohe Verbrauchskosten in Kapital umzuwandeln, das den Wert der Immobilie steigert.

Fünfter Schritt

Finanzierung und Abruf von Fördermitteln

Erheblichen Anteil an der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen haben die günstigen Kredite der KfW-Bank. Sie können über die Hausbank beantragt und abgerufen werden.

Weitere Fördermittel für anlagentechnische Maßnahmen und die Einbindung

Tabelle 1: Kennzahlen des Variantenvergleichs. *)

Variante	Berechnete Bedarfswerte			Kennzahlen auf Basis des tatsächlichen Verbrauchs *)						
	Primärenergie-Bedarf [kWh/a]	Endenergie-Bedarf (Brennstoff) [kWh/a]	CO ₂ - Bilanz [kg/a]	Kapitaleinsatz	Betriebskosten	Dynamische Amortisation [a]	Kosten der Endenergie-Einsparung [€/kWh]	Kosten CO ₂ -Einsparung [€/to]	Langfristiger Gewinn 20a	Gewinn/ Investition
Bestand	101.340	89.671	16.048	0 €	2.684 €	-	-	-	-	-
Nur Hüllfläche	43.273	29.466	5.505	26.530 €	953 €	10,59	0,441	2,52 €	41.316 €	1,56
Hüllfläche + Solar	25.404	21.161	4.178	40.854 €	754 €	13,22	0,596	3,44 €	33.467 €	0,82
Hüllfläche + WP	16.604	7.464	4.134	46.716 €	460 €	13,15	0,568	3,92 €	38.969 €	0,83

*) Anmerkung: Dies ist eine „konservativ“ gerechnete Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Den Berechnungen liegt der gemittelte tatsächliche Verbrauch der vergangenen 5 Jahre zugrunde. Bei Zugrundelegung der rechnerischen Bedarfswerte ergäben sich für alle Varianten deutlichere Kostenvorteile, Amortisation innerhalb der ersten 10 Jahre und ein etwa doppelter Gewinn!

Bild 6: Langfristige Kostenentwicklung *)

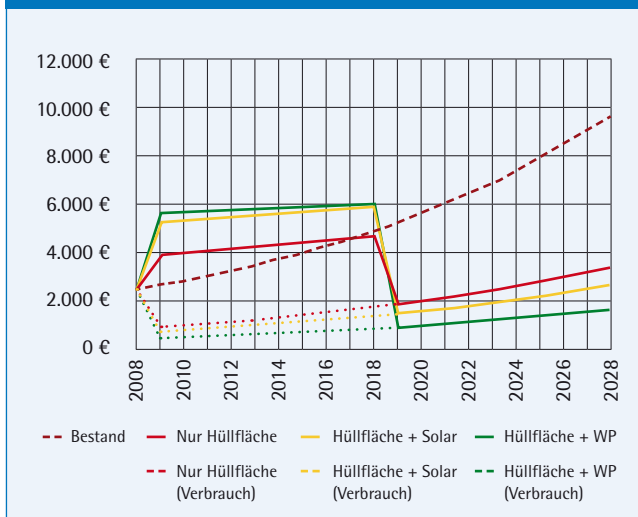
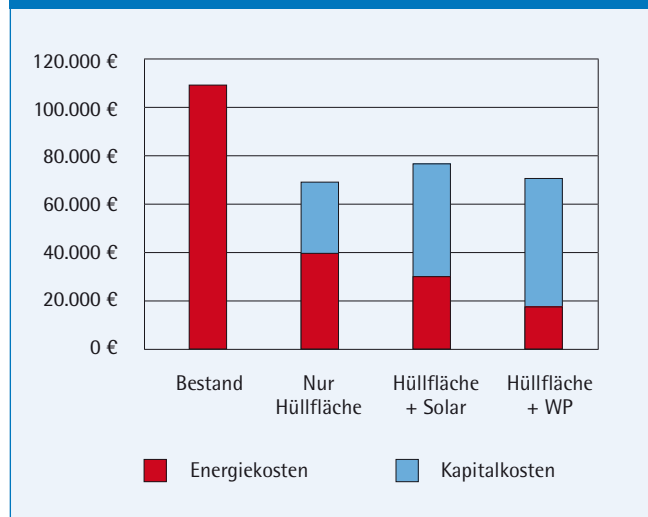


Bild 7: Energie- und Kapitalkosten *)



Erneuerbarer Energien können über das BAFA abgerufen werden. Diese Mittel sind sehr differenziert gegliedert und je nach Maßnahme sehr unterschiedlich (siehe dazu Übersicht Förderprogramme im hinteren Teil der SONNENENERGIE).

Sechster Schritt

Umsetzung der Maßnahmen

Der letzte aber wichtigste Schritt sein Haus zu einem Energiesparhaus zu machen, ist natürlich die planerische und praktische Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen.

Auch hierbei leistet der Energieberater als Sachverständiger wichtige Dienste:

- Wenn ein Kredit bei der KfW-Bank beantragt wird, sorgt er vor Baubeginn und nach Maßnahmenbeendigung für die erforderlichen Dokumente und Bestätigungen.
- Aus der in der Energieberatung erstellten Maßnahmenliste kann er eine Ausschreibung generieren, nach

der die Fachhandwerker ihre Angebote erstellen.

- Während der Ausführung unterstützt er die Bauherrschaft mit fachlichem Rat, weist die ausführenden Handwerker ein und prüft die Ausführungsqualität.
- Am Ende stellt er den Energieausweis als Dokument der neuen Qualität des Gebäudes aus.

Wertsteigerung und Umweltschutz

Am Ende steht die Schonung des eigenen Geldbeutels und der Umwelt. Die energetische Ertüchtigung von Gebäuden wandelt Verbrauchskosten um in Wertsteigerung. Die dafür erforderlichen Investitionen werden durch die Betriebskosteneinsparung in einem überschaubaren Zeitraum amortisiert. Danach sorgen niedriger Verbrauch und Energiekosten für dauerhafte Stabilität, Unabhängigkeit von den Energieversorgern, komfortablen und umweltschonenden Gebäudebetrieb.

Am Anfang stand die Energieberatung ...

Links:

- http://www.kfw-foerderbank.de/DE_Home/BauenWohnen/index.jsp
- http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html
- <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/bersuch/index.jsp>

ZUM AUTOR:

▶ **Markus Patschke** ist Spengler- und Installateurmeister, Gebäudeenergieberater und Fachwirt für Gebäudemanagement (HWK).
markus.patschke@3e-consult.de

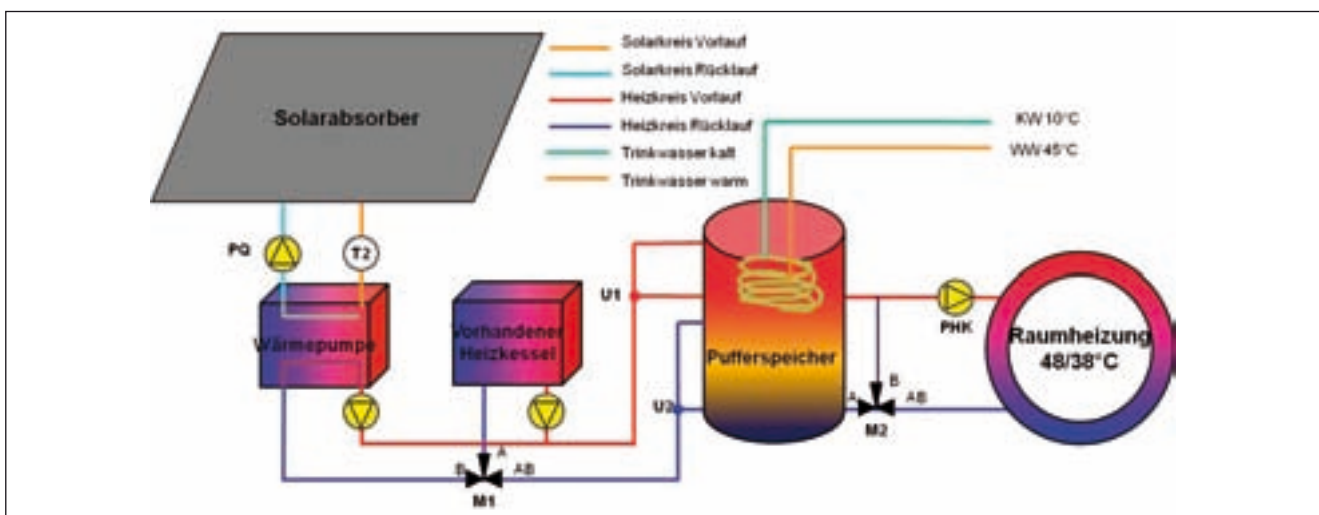


Bild 8: Schema bivalentes Heizungssystem