



**ESTLAND**



## Hintergrund

Aus dem estnischen Energie-Entwicklungsplan der bis zum Jahre 2015 reicht, geht hervor, dass der Energieverbrauch in den estnischen Wohngebäuden wesentlich größer ist, als in anderen westeuropäischen Ländern mit vergleichbaren klimatischen Bedingungen. Laut Untersuchungen beträgt der mittlere Heiz-Energieverbrauch in den estnischen Wohngebäuden 250 - 400 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr. In anderen europäischen Industrieländern mit vergleichbarer Klima liegen die Verbrauchswerte zwischen 150 - 230 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr. In den skandinavischen Ländern sogar nur zwischen 120 - 150 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr.

In Kenntnis dieser Tatsache haben im Jahre 2005 die Gemeindeverwaltung der estnischen Gemeinde Ülenurme und federführend der damalige Kulturdezernent Herr Kalev Lindal die Idee entwickelt, an einem landestypischen estnischen Gebäude erstmals eine Analyse in Richtung einer modernen Gebäudeenergiesanierung nach westeuropäischem Vorbild durchzuführen. Hiermit soll der Umsetzungsprozess europäischer Vorgaben in Estland unterstützt und gegebenenfalls beschleunigt werden und Impulse zur energetischen Sanierung im Gebäudebestand in Estland gesetzt werden.

Zur Konkretisierung des Vorhabens und in der Hoffnung auf konkrete Hilfestellung wurden Kontakte zu deutschen Partnern hergestellt. In einem längeren konstruktiven Diskurs der estnischen Akteure mit den deutschen Projektpartnern Ökopol GmbH, Ingenieurbüro ÖKO-Pro und der in Deutschland lebenden estnisch muttersprachlichen Übersetzerin Evelyn Eichhorst wurde die Projektidee weiter entwickelt und schriftlich formuliert.

Da im Rahmen des Planerkollektivs bekannt war, dass die DBU vorausschauende Projekte besonders unterstützt, wurde im Sommer 2005 ein entsprechender Förderantrag gestellt und das im folgenden beschriebene Projekt endgültig ausformuliert. Der Projektantrag wurde Anfang 2006 von der DBU positiv beschieden und behandelt als Schwerpunkt die grenzübergreifende Kooperation zwischen Deutschland und Estland im Bezug auf den Know-how-Transfer in der energetischen Gebäudesanierung.

Als Gebäude wurde ein etwa 1000 m<sup>2</sup> großes altes Schulgebäude ausgewählt, das sich in Besitz der Gemeinde Ülenurme und Herrn Kalev Lindal befindet. Ziel sollte es sein, das Gebäude bezüglich der Gebäudeenergiesituation zu analysieren, einen möglichen Sanierungsplan zu entwickeln und die Ergebnisse zur weiteren Unterstützung des Umsetzungsprozesses in Estland darzustellen. Möglicherweise soll zu einem späteren Zeitpunkt die Sanierung durchgeführt werden. Weiterhin gibt es die Idee, dieses Gebäude später als Schulungszentrum für Gebäudeenergieberater und Handwerker nach dem Motto „Baukörper gleich Lehrkörper“ zu nutzen.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Ergebnisse des mittlerweile abgeschlossenen Projektes.

Hamburg, im Juni 2008  
Ökopol GmbH



## **Erfahrungsbericht**

### **Erfahrungsbericht zur Umsetzung von energetischen Gebäudesanierungsmaßnahmen und praktische Beispiele an einem estnischen Schulgebäude**

**AZ: 22842-44**

Auftragnehmer:  
Ökopol, Institut für Ökologie und Politik GmbH  
Nernstweg 32 -34  
22765 Hamburg

in Kooperation mit

Ingenieurbüro Öko-Pro, Hamburg  
Evelyn Eichhorst, freie Übersetzerin  
Gemeinde Ülenurme

Hamburg, im Juni 2008  
Dr. Dieter Großmann, Ökopol GmbH

**Gefördert durch die**

**Deutsche  
Bundesstiftung  
Umwelt**

Postfach 17 05 · 49007 Osnabrück





# 1. Ausgangssituation

## 1.1 Neue EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“

### **Relevanz der Gebäudesanierung für die europäische Klimapolitik**

Die Notwendigkeit unseren derzeitigen Energieverbrauch abzusenken ist unumstritten, sowohl auf der privaten und geschäftlichen, als auch auf der politischen Ebene. Die Beweggründe dafür können sicherlich unterschiedlich sein. Während einerseits die stetig steigenden Energiekosten als Antrieb gesehen werden, steigt aber auch immer mehr das Bewusstsein für die Auswirkungen des übermäßigen Energieverbrauchs, der fossilen Brennstoffe und der vermehrten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf unsere Umwelt.

Um die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern, hat das Europäische Parlament gemeinsam mit dem Rat eine neue Richtlinie erlassen. Es handelt sich um die Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (veröffentlicht im Amtsblatt L 1 vom 4.1.2003). Hintergrund für die neue „Gebäude-Richtlinie“ sind die Klimaschutzziele der EU und ihrer Mitgliedstaaten, also auch Estland. Für Estland setzt die Richtlinie einen Meilenstein bei der Verbesserung der energetischen Effizienz von neuen und bestehenden Gebäuden. Entsprechend groß ist der Handlungsbedarf für die Umsetzung in nationales Recht.

Nun müssen die einzelnen Mitgliedstaaten, also auch Estland, diese Richtlinie innerhalb von drei Jahren (bis 4. Jänner 2006) in nationales Recht umsetzen.

### **Energetische Mindeststandards**

Auf Basis dieses umfassenden Ansatzes müssen die Mitgliedstaaten Mindestanforderungen für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden festlegen (z.B. in Form von Energie-Kennzahlen), wobei zwischen neuen und bestehenden Gebäuden sowie verschiedenen Gebäudekategorien (wie z.B. Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude, Unterrichtsgebäude, Krankenhäuser, Hotels und Gaststätten etc.) unterschieden wird.

### **Mindeststandards bei der Sanierung**

Auch für bestehende Gebäude (über 1.000 m<sup>2</sup> Gesamtnutzfläche), die einer umfangreicheren Renovierung unterzogen werden, sind – sofern dies technisch, funktionell und wirtschaftlich realisierbar ist – Mindeststandards für die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz vorzugeben. Diese Mindeststandards können für das renovierte Gebäude als Ganzes oder für einzelne Bauteile festgelegt werden. Die Regelung bezieht sich auf Renovierungen, bei denen die Gesamtkosten der Arbeiten mehr als 25% des Gebäudewertes ausmachen oder bei denen mehr als 25% der Gebäudehülle einer Renovierung unterzogen werden.

### **Energieausweis**

Beim Bau, beim Verkauf oder bei der Vermietung von Gebäuden wird künftig ein Energieausweis vorzulegen sein, der nicht älter als 10 Jahre sein darf. Der Ausweis ermöglicht den Verbrauchern einen Vergleich und eine Beurteilung der Energieeffizienz des Gebäudes und muss darüber hinaus Empfehlungen für Verbesserungsmaßnahmen enthalten. In größeren öffentlichen Gebäuden oder Gebäuden mit hoher Publikumsfrequenz (wie z.B. Einkaufszentren) ist der Energieausweis außerdem an einer gut sichtbaren Stelle anzubringen.



### **Unabhängiges und qualifiziertes Personal**

Schließlich haben die Mitgliedstaaten dafür zu sorgen, dass die Erstellung der Energieausweise sowie die Inspektion von Heizkesseln und Klimaanlage von unabhängigen qualifizierten und/oder zugelassenen Fachleuten durchgeführt wird. Falls innerhalb von drei Jahren nicht in ausreichendem Maß qualifiziertes Personal zur Verfügung steht, wird für die Anwendung der Regelungen betreffend Energieausweis und Inspektionen eine zusätzliche Umsetzungsfrist von drei Jahren eingeräumt.

## **1.2 Die Situation in Estland**

### **Formaler Handlungsbedarf für die Umsetzung in Estland**

Um dem integrierten Zugang für die umfassende energetische Beurteilung von Gebäuden gerecht zu werden, sind zunächst Berechnungsmethoden zu entwickeln bzw. entsprechend zu erweitern. So muss z.B. der schon jetzt sehr umfassende Ansatz der EN 832 (Norm für die Berechnung des wärmetechnischen Verhaltens von Gebäuden) vor allem hinsichtlich der Klimaanlage und der eingebauten Beleuchtung methodisch weiterentwickelt werden.

Es wird sehr nützlich sein, in den weiteren Umsetzungsprozess in Estland die Erfahrungen aus anderen Staaten einfließen zu lassen. So kann z. B. Dänemark auf mehrjährige (sehr gute) Erfahrungen mit dem flächendeckenden, verpflichtenden Energieausweis zurückgreifen. In Deutschland wiederum ist mit 1. Februar 2002 die bundesweite EnergieEinsparverordnung (EnEV) in Kraft getreten, die den Vorgaben der EU-Gebäuderichtlinie schon sehr nahe kommt. Darauf aufbauend wurden energetische Sanierungskonzepte und Energieausweise ständig weiterentwickelt und optimiert.

ÖKOPOL ist in diesem Prozess involviert und wird mit diesem Leitfaden einen Beitrag leisten, so im Zusammenhang mit der Umsetzung der Gebäude-Richtlinie den estnischen Akteuren als Informationsdrehscheibe zur Verfügung stehen und den Umsetzungsprozess durch diese fachliche Expertise unterstützen.

### **Energetischer Handlungsbedarf in Estland**

Laut Statistikamt gab es 2000 in Estland etwa 198 000 Wohngebäude. Konkret stellte sich die Situation 2000 folgendermaßen dar:

Insgesamt	-	197.694
gebaut vor 1919	-	31.180
1919-1945	-	54.148
1946-1960	-	26.504
1961-1970	-	22.265
1971-1980	-	16.717
1981-1990	-	14.360
1991-1995	-	4.943
1996 oder später	-	4.813
in Bau	-	4.479
Bauzeit unbekannt	-	18.285



Das heißt, der überwiegende Teil der Gebäude stammt aus den Jahren vor 1970, ist energetisch unsaniert und stellt damit ein erhebliches Potential an CO<sub>2</sub> Einsparung dar. In jüngerer Zeit hat es in Estland einen starken Bauboom gegeben, so dass damit zu rechnen ist, dass sich diese Zahl nahezu verdoppelt haben könnte. Genauere Zahlen liegen jedoch nicht vor.

Die zwei Hauptprobleme sind also, einerseits ein Häuserbestand der aus einer Periode entstammt, in der die Energieeffizienz kein Thema war. Andererseits werden auch die Neubauten aufgrund der sehr großen Nachfrage im estnischen Baugewerbe nicht vorrangig unter Aspekten der Energieeffizienz gebaut.

Eine genauere Aufteilung nach Gebäudearten ist im Anhang einzusehen.

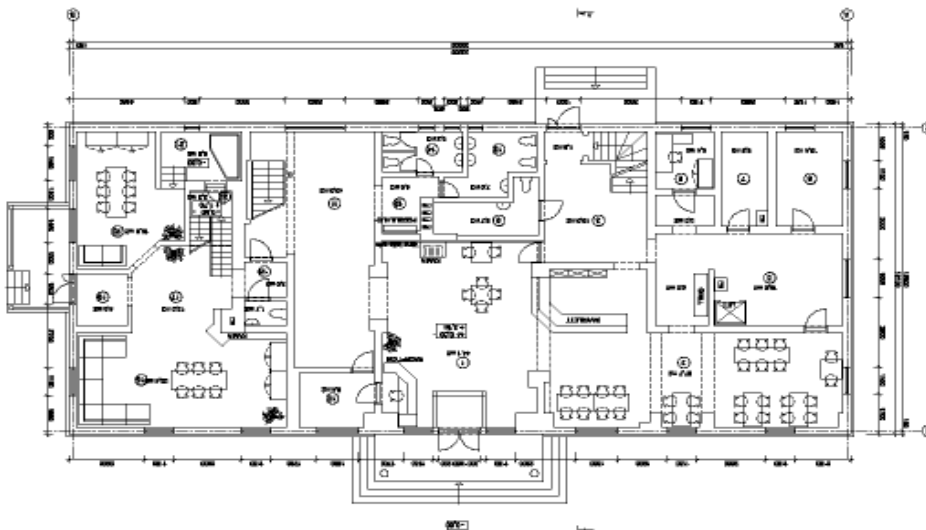
Aus dem Energie-Entwicklungsplan bis zum Jahre 2015 ist folgendes zu entnehmen:

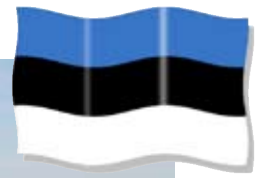
Der Energieverbrauch in den estnischen Wohngebäuden ist wesentlich größer als in den Westeuropäischen Ländern mit ähnlichem Klima. Laut Untersuchungen ist der mittlere Energieverbrauch in den estnischen Wohngebäuden 250 - 400 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr und in den weiterentwickelten Industrieländern mit vergleichbarer Klima 150 - 230 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr. In den skandinavischen Ländern, in denen Energieeffizienz einen besonderen Stellenwert hat, liegt dieser Zahl bei 120 - 150 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr.

Laut Schätzungen ist es möglich, mit kleineren Investitionen bereits 15 - 25% des Energie-Verbrauchs im Gebäudebestand einzusparen, mit größeren Investitionen bis zu 50%.

### **Ziel dieses Berichts**

Der Stand der ökologischen und energieeffizienten Bausanierung ist in Deutschland vergleichsweise hoch. Kenntnisse über Bau- und Sanierungstechniken, Ökologische Baustoffe und energieeffiziente Nutzungsmuster sind in großem Maße vorhanden. Ziel unseres Projektes und dem daraus entstandenen vorliegenden Erfahrungsbericht ist es, einen Informationstransfer für dieses Wissen in die Baltische Republik Estland einzuleiten.





### 1.3 Das praktische Beispiel (die alte Schule Ülenurme)

Eine der besten Möglichkeiten das vorhandene Wissen zu übertragen ist die praktische Demonstration. Aus diesem Grund wurde im Verlauf des Projektes ein Gebäude in Ülenurme / Estland untersucht. Es handelt sich um eine landestypische Bauweise als Holzblockhaus mit Mansard- und Satteldach und massivem Sockel aus Feldsteinen. Das Haus sollte in einem stufenweisen Vorgehen für eine energetisch/ökologischen Bausanierung modellhaft für andere Gebäude vorbereitet werden. Basis der energetischen Bausanierung ist die Erstellung eines Energiepasses nach DENA (Deutsche Energie Agentur). Auf der Grundlage dieses Passes wurde ein sinnvolles Sanierungskonzept erarbeitet.

Im Folgenden sollen die Erfahrungen, die in diesem Projekt gesammelt bzw. vermittelt worden sind zusammengefasst werden und der weiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Bei der Zusammenstellung des Berichtes war es uns wichtig, nicht nur einen nüchternen Erfahrungsbericht zu geben, sondern eine praktische Handreichung für die Gebäudesanierung zu erstellen, so dass die Ergebnisse des Projektes auch in der größeren Öffentlichkeit Verwendung finden können und somit den Wissenstransfer weiter verbreiten können.

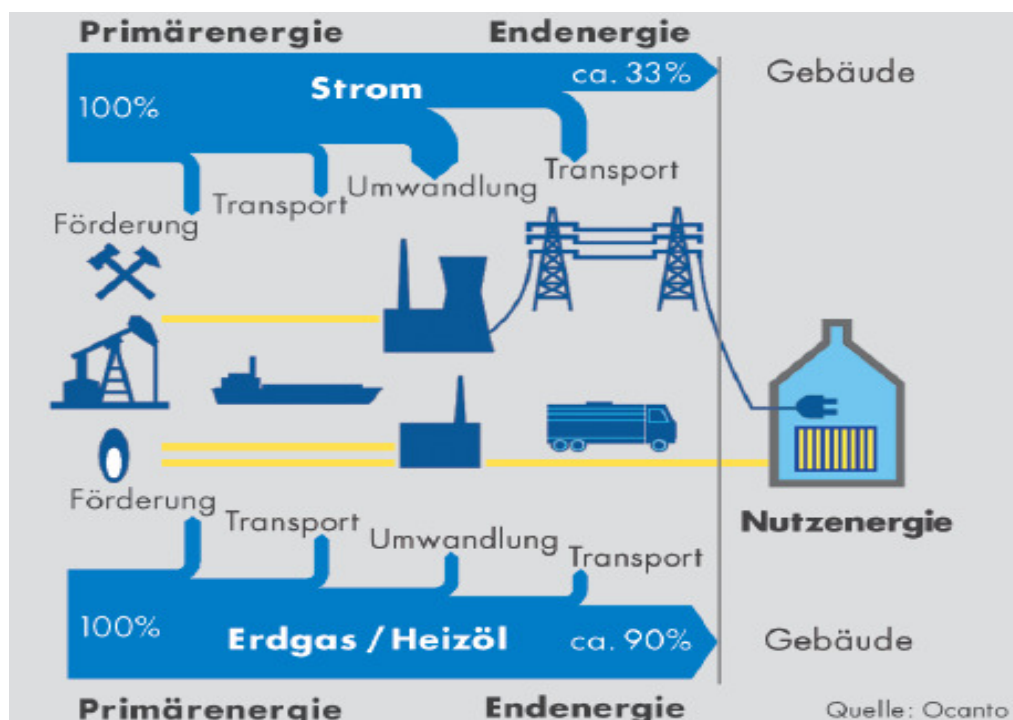




## 2. Allgemeine Vorgehensweise bei der energetischen Gebäudesanierung

Um das bestmögliche Ergebnis bei der Gebäudesanierung zu erreichen, hat sich das systematische Vorgehen bewährt. Bevor der Bauherr sich für oder gegen eine Umbaumaßnahme entscheidet, sollte er sich einen gründlichen Überblick über den Gesamtzustand des Objekts erschaffen.

- Wie ist der allgemein Zustand des Gebäudes zu beurteilen?
- Was sind die größten Schwachstellen dieses konkreten Gebäudes?
- Welches wären die möglichen Maßnahmen, um diese Schwachstellen zu beheben? Welcher Zustand soll nach der Sanierung erreicht werden?
- Welche Maßnahmen machen in Rahmen einer Kosten-Nutzen-Rechnung sinn? Welche sollten sofort durchgeführt werden? Welche können vielleicht auf später verschoben werden? Welche Reihenfolge der Maßnahmen macht am ehesten Sinn?



Aus der obigen Grafik ist zu ersehen, wie die im Energieausweis beschriebenen Energiearten (Primärenergie / Endenergie / Nutzenergie) richtig gegen einander abzugrenzen sind.

In Rahmen des DBU Projektes (AZ: 22842-44) wurde so eine Vorgehensweise beispielhaft vorbereitet und durchgeführt. Im Folgenden werden die oben genannten Punkte ausführlicher dargestellt, um die hier verwendete Methode zu verdeutlichen. Bei jedem einzelnen Punkt werden die entsprechenden Schritte, die bei dem Musterobjekt durchlaufen wurden, separat dargestellt.





### 3. Das Konzept des Energieausweis

- Wie ist der allgemein Zustand zu beurteilen?

Um ein Gebäude und sein Allgemeinzustand zu beurteilen empfiehlt sich die Erstellung eines Energiepasses. Mit dem Energiepass kann man die energetische Qualität des Gebäudes systematisch und vergleichbar darstellen. Der Energiepass beurteilt und erfasst

#### I. Die Beschreibung des Gebäudes

- Die Beschreibung der Gebäudehülle (Zustand der Fenster, Außentüren, Wände, Kellerdecke und Dach).
- Die Ausweisung der zu beheizenden Gebäudefläche und des Gebäudevolumen sowie anderer Rahmendaten.
- Die Ausweisung wesentlicher bisher getätigter wärmetechnischer Investitionen und besonderer Schwachstellen am Gebäude
- Die Erfassung und Ausweisung der unkontrollierten Lüftungswärmeverluste
- Die Ausweisung und ggf. Erfassung der Wärmebrücken
- Die tabellarische Ausweisung der Energiebilanz des Ist-Zustandes
- Die Berücksichtigung des solaren und des inneren Energiegewinns

#### II. Vorschläge für Energiesparmaßnahmen

- Die energetische Verbesserung der Gebäudehülle
- Simulation wirtschaftlich und technisch vertretbarer Sanierungs- und Dämmmaßnahmen
- Objektbezogene Vorschläge zur Minderung der Wärmebrücken
- Objektbezogene Vorschläge zur Minderung der unkontrollierten Lüftungswärmeverluste
- Hinweis auf Erhöhung von Behaglichkeit u. Wohlbefinden durch verminderte, unkontrollierte Lüftungswärmeverluste u. Dämmung
- Objektbezogene Vorschläge zur Minderung der Schwachstellen und Verbesserung der Heizungsanlage und des Heizsystems



# ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung

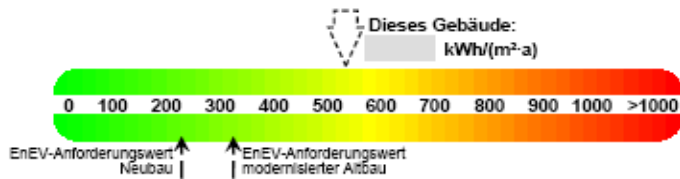
Gültig bis:

Aushang

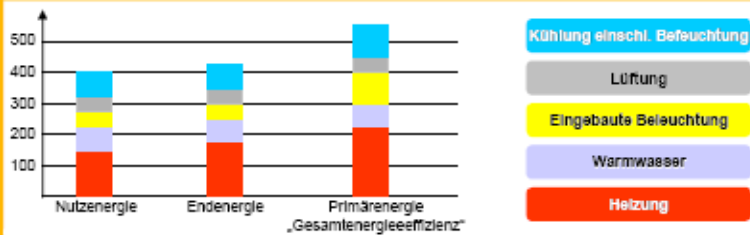
## Gebäude

Hauptnutzung / Gebäudekategorie		Gebäudfoto (freiwillig)
Sonderzone(n)		
Adresse		
Gebäudetitel		
Baujahr Gebäude		
Baujahr Wärmeerzeuger		
Baujahr Klimaanlage		
Nettogrundfläche		

## Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



## Aufteilung Energiebedarf



Aussteller

Datum

Unterschrift des Ausstellers

- Die energetische und wirtschaftliche Bewertung einer neuen Heizkesselanlage
- Eine Aussage zur Höhe der Heizleistung der Heizungsanlage
- Den Einsatz erneuerbarer Energien objektbezogen bewerten
- Eine Aufschlüsselung der Investitionen für die einzelnen Maßnahmen.



### III. Zusammenfassende Darstellung

- Gegenüberstellung des Ist- und Soll-Zustands der einzelnen aufgeführten Maßnahmen
- Eine Aussage zur Minderung der Emissionsraten (CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>)
- Die textl. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Entsprechend der erfassten Daten wird in dem Energiepass zunächst der Primärenergiebedarf dargestellt (Energiekennzahl). Der Primärenergiebedarf gibt nicht den tatsächlichen Energieverbrauch an, sondern unter normierten Bedingungen berechnete Bedarfswerte. So wird die Energieeffizienz der Gebäude unabhängig von den individuellen Gewohnheiten der Nutzer ermittelt. Um die ermittelten Werte auch für die Allgemeinheit leichter verständlich zu machen, werden die Ergebnisse als Energieeffizienzklasse auf einer Skala von A (sehr niedrig) bis G (sehr hoch) eingestuft.

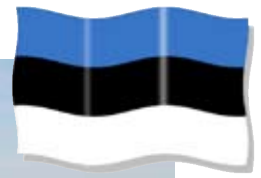
**Die Energieeffizienzklasse** – wird ermittelt unter Zugrundelegung der bau- und anlagentechnischen Kenngrößen des Gebäudes, normierter Annahmen für das Klima (Außentemperatur, solare Einstrahlung), der Nutzung des Gebäudes (Raumtemperatur, Lüftung, Warmwasserbedarf) und des Energieträgers (Gas, Öl, etc.). Die Energieeffizienzklasse richtet sich auch danach, welcher Energieaufwand für die Bereitstellung der Endenergie benötigt wird. Das heißt, die Verwendung von regenerativer Energie wirkt sich positiv, die Verwendung von z.B. Strom negativ aus.

Abweichungen zwischen dem bei dem Gebäude gemessenen Verbrauch und dem berechneten Bedarf können entstehen durch: eine von Normnutzung abweichende Nutzung des Gebäudes, ein vom Normklima abweichendes reales Klima oder Unsicherheiten und Vereinfachungen bei der Datenaufnahme.

**Primärenergiebedarf** – der Primärenergiebedarf eines Gebäudes ist eine rechnerische Größe, die alle Energieeinflussfaktoren enthält:

- Die Qualität der Gebäude Hülle, wie Außenwände, Fenster, Dach.
- Energiegewinne durch Sonneneinstrahlung, Körperwärme und Geräte.
- Die Qualität der gesamten Heizungsanlage vom Kessel bis zum Heizkörper und, falls vorhanden, der Lüftungsanlage
- Bei Wohngebäuden den Trinkwasserwärmebedarf und die Effizienz der Warmwasserbereitung.
- Den Energieträger: Heizöl muss aus Rohöl gewonnen werden, Strom in Kraftwerken erzeugt, Gas gefördert, alles muss transportiert werden - der Aufwand dafür fließt in den Primärenergiebedarf mit ein.

Da in der rechnerischen Primärenergiebedarf auch die Effizienz der Bereitstellung des verwendeten Energieträgers einfließt, kann dieser Wert vom tatsächlichen Energieverbrauch im Gebäude (z.B. von der jährlichen Heizkostenabrechnung) abweichen. Dieser ist mit dem auch dargestellten Endenergiebedarf zu korrelieren.



Der Energiepass entsteht auf der Grundlage der Baupläne und der Auskünfte des Auftragsgebers, sowie einer eingehenden örtlichen Untersuchung. In dem Enddokument wird die energetische Situation des Gebäudes dargestellt. Auf der Grundlage dieser Informationen können fundierte Empfehlungen für die Sanierung und Modernisierung des Objekts ausgesprochen und ausgewählt werden.

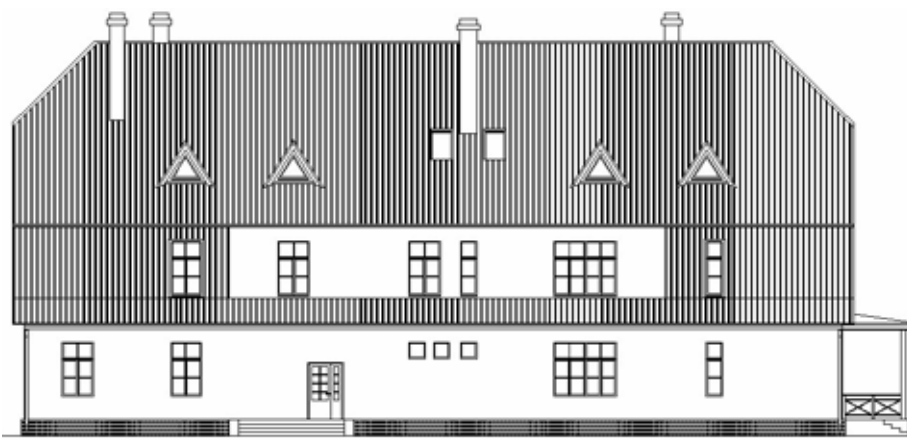
### Das Mustergebäude

Für die Erstellung von dem Bericht wurden die Baupläne, die Auskünfte des Bauherren und der örtlichen Begehung und Untersuchung.

Auf weitergehende Messverfahren wurde aus bautechnischen Gründen verzichtet.

Die Gebäudebewertung wird noch mal aufgeteilt in:

- Energieverluste über die Gebäudehülle
- Energieverluste über Anlagentechnik
- CO<sub>2</sub> – Emissionen



Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie für Heizung und Warmwasserbereitung. Zur besseren Übersicht wird die Energiebilanz in einem Diagramm aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt. Diese Darstellung gib schon mal die ersten Hinweise darauf, wo zurzeit die größten Einsparpotentiale des Gebäudes liegen.



## 4. Schwachstellenanalyse

Die Schwachstellenanalyse kann grob in zwei Teile geteilt werden:

- Bewertung der Gebäudehülle
- Bewertung der Anlagentechnik

### 4.1 Typische Schwachstellen im Gebäudebestand

#### Schwachstelle Gebäudehülle

Als Gebäudehülle sind alle Bauteile zu verstehen, die das Gebäude gegen Außentemperaturen abschirmt. Klassischerweise gehören dazu Wände, Dach, Fenster, Türen und die Bodendecke. Bei jedem konkretem Objekt ist dabei zu beachten, wo die wirkliche Grenze der Gebäude verläuft. So kann das Dach also auch die letzte Geschossdecke sein, wenn das Dachgeschoss nicht ausgebaut und die Dachfläche daher nicht gedämmt ist.

Die Dämmeigenschaften der einzelnen Teile der Gebäudehülle werden in U-Werten angegeben und mit einem Norm U-Wert verglichen, um den aktuellen Zustand beurteilen zu können.

**U-Wert** – der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils. Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in kWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert des Baustoffes (siehe unten).

**Transmission** . Wärmedurchgang durch ein Bauteil, durch Strahlung und durch Konvektion an den Oberflächen. Wird errechnet aus dem U-Wert, der Fläche des Bauteils.

**Lambda-Wert (Wärmeleitfähigkeit)** – Kenngröße eines Baustoffs, der die Wärmeleitfähigkeit beziffert. Gut dämmende Baustoffe haben einen kleinen (Dämmstoffe 0,04), schlecht dämmende Baustoffe einen hohen Lambda-Wert (Beton 2,30)

#### Schwachstelle Diffusionsverluste

Diffusionsverluste sind Wärmeverluste durch die Außenhaut von Gebäuden. Ihre Größe ist abhängig vom Aufbau der Bauteile (z.B. Wände), von den verwendeten Materialien (Stein oder Dämmstoff) und von der Temperaturdifferenz zwischen Innen und Außen. Während man die Außentemperatur nicht beeinflussen kann, kann man jedoch über den Aufbau der Außenhaut des Gebäudes die Energieverluste minimieren.



### Schwachstelle Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Gebäudeteile mit stark erhöhter Wärmeübertragung. Sie treten in flächenhafter Form ( wie z. B. Rollladenkästen, Heizkörpernischen ) und linearer Form (Mauerecken, -anschlüsse) auf.

Alle Wärmebrücken, flächenhafte wie lineare, müssen im Zuge einer Sanierung beseitigt werden. Wärmebrücken verursachen Bauschäden durch Feuchtigkeit, da sich an diesen Stellen im Inneren des Gebäudes zuerst mögliches Kondensatwasser absetzt.

### Schwachstelle Anschlüsse/Lüftungsverluste

Lüftung findet in jedem Gebäude zum einen kontrolliert, zum anderen auch unkontrolliert statt. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste finden im Wesentlichen durch Fenster- und Türfugen bzw. -Schwellen statt. Aber auch Mauerwerk, Maueranschlüsse, Trockenbaufugen etc. können zu dramatischen „ungewollten“ Lüftungswärmeverlusten führen.

Ein gewisses Maß an Lüftung ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig, da Menschen und Pflanzen atmen und dazu Sauerstoff benötigen Feuchtigkeit muss abgeführt werden, um Schimmelbildung abzuwehren. Vermehrt in modernen Baustoffen, Kunststoffen, Belägen, Fasern etc. auftretende Schadstoffe müssen ebenso abgeführt werden. Notwendig ist daher eine Luftwechselrate von 0,3 (Austausch der gesamten Luft in 3,3 Stunden). Ist eine Lüftungsanlage ( mechanische Lüftung ) vorhanden, so wird die Rate exakt dimensioniert und hier so berücksichtigt.

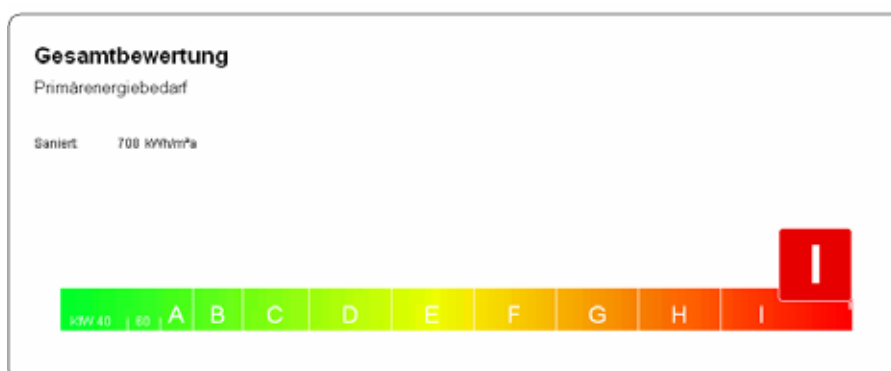
Erfolgt kein Austausch der feuchten Raumluft, so kann es durch Kondensation der Feuchtigkeit an den Wänden zu Feuchtschäden bis hin zu Schimmelpilzbildung kommen. Tag für Tag müssen in einer Wohnung etwa 10-15 Liter Wasser weggelüftet werden, beim Wäschetrocknen und beim Besitz vieler Zimmerpflanzen noch mehr. Ein Mindestmaß an Lüftung ist zudem für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner erforderlich (AUSDÜNSTUNGEN AUS MÖBELN UND TEXTILIEN).

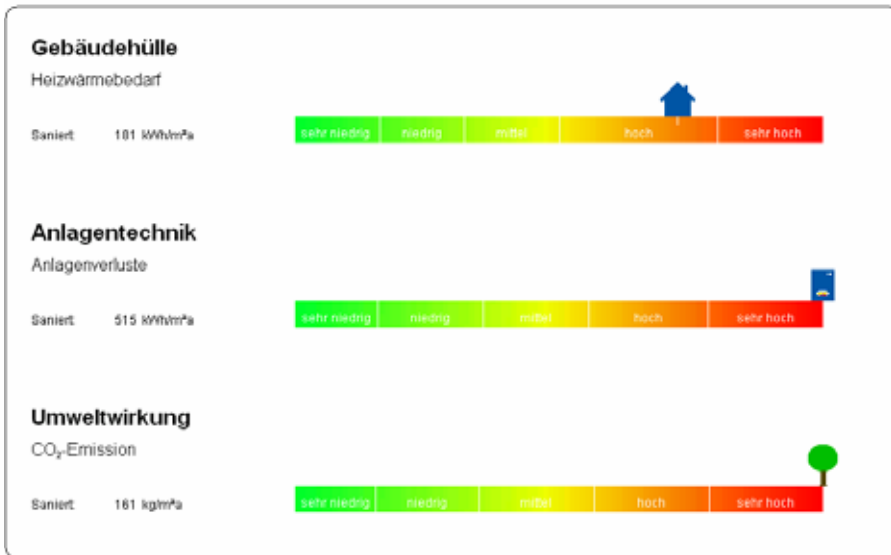
Entscheidend für die Begrenzung der Lüftungsverluste ist richtiges Lüften, da die Verluste durch zu lange oder ständig geöffnete oder gekippte Fenster beachtlich sind. Bei Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand, die die Dichtigkeit der Gebäude verbessern, muss daher das richtige Be- und Entlüften durch ein angepasstes Nutzerverhalten erreicht werden.

## 4.2 Schwachstellen an den einzelnen Gebäudebauteilen des Modellgebäudes

– was sind die konkreten Schwachstellen von diesem Gebäude?

Die folgenden Grafiken zeigen die Gebäudesituation in der Zusammenfassung.

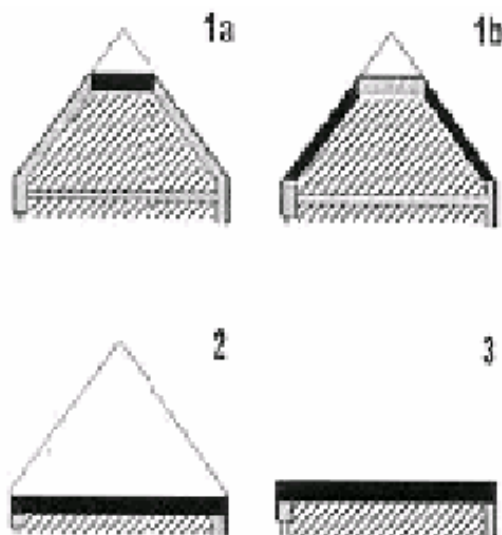




#### 4.2.1 Dach – Schwachstellenanalyse

Ähnlich wie bei den Wänden sind auch beim Dach Transmissionsverluste und Lüftungsverluste von Bedeutung. Die Transmissionsverluste sind abhängig von der Dämmqualität der verwendeten Materialien. Die Lüftungsverluste beziehen sich auch die Anschlüsse zwischen Dach und Wand sowie auf die Anschlüsse der Dachfenster.

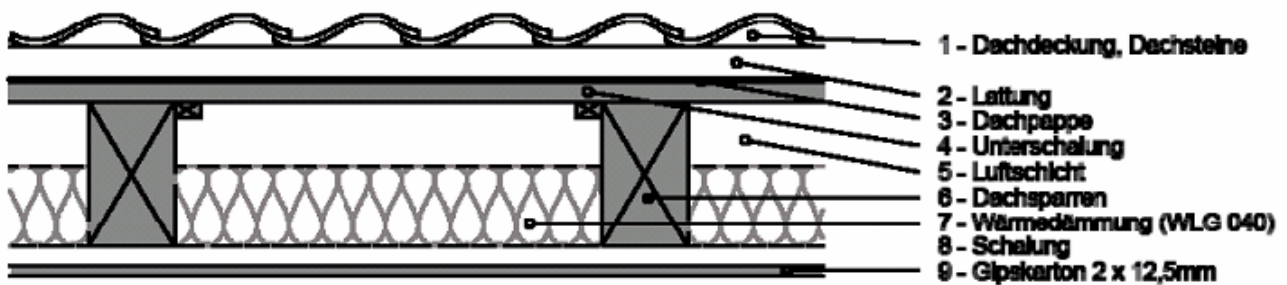
In der Abbildung sind unterschiedliche Möglichkeiten dargestellt, was alles ein “ Dach “ sein kann (schwarz hervorgehoben): Die Decke unter dem Spitzboden (Abb. 1a) und die Dachschräge (Abb. 1b) beim ausgebauten Dach, die oberste Geschossdecke unter dem nicht ausgebauten Dach (Abb. 2 und das Flachdach (Abb. 3).





Der aktuelle Stand der Dachdämmung von dem Musterobjekt ist in auf der folgenden Zeichnung dargestellt:

### Bestand - Dachaufbau



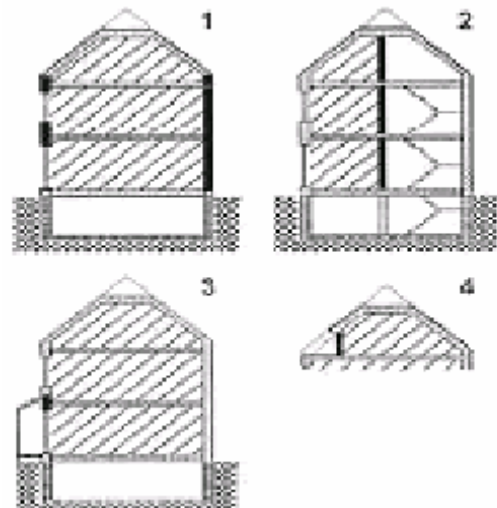
Die konkreten Probleme bei dieser Konstruktion sind folgende:

Es ist bei der Führung der Dämmebene von den Schrägen über die Oberste Geschosdecke darauf zu achten, dass die Dämmung lückenlos ohne Wärmebrücken verläuft. Ferner ist bei der Führung der Luftdichtigkeitsebene von den Schrägen über die Oberste Geschosdecke darauf zu achten, dass die entsprechenden Luftdichtigkeitsspappen bzw. -folien lückenlos ohne `Leckagen` verlaufen. Dies ist im Gebäude nicht entsprechend ausgeführt.

Der derzeitige U-Wert liegt bei  $U=0,51 \text{ W/Km}^2$ . Der Zielwert moderner – auch sanierter - Gebäude liegt bei  $0,2 \text{ W/Km}^2$ .

### 4.2.2 Wände – Schwachstellenanalyse

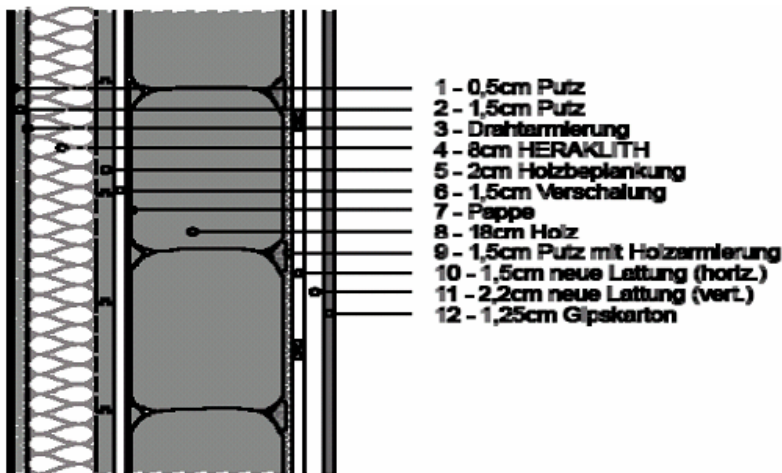
Unter “ Wände “ sind zunächst einmal alle Wände zu verstehen, die Ihr Gebäude nach vorne, nach hinten und zur Seite gegen die Außenluft abgrenzen (Abb. 1). Darüber hinaus zählen auch solche Wände dazu, die Beheizte Räume gegen unbeheizte Räume abgrenzen. Das können zum Beispiel Wände zu Treppenhäusern (Abb. 2), zu unbeheizten Wintergärten (Abb. 3), oder die Abseitenwände im Dach (Abb. 4) sein. Genauso zu betrachten sind Innenwände in teilbeheizten Kellern, welche die beheizten Räume von den unbeheizten abgrenzen.







Das untersuchte Gebäude ist aus massiven Holzbohlen gebaut worden. Weiterhin gibt es eine zusätzliche Dämmschicht mit HERAKLITH-Platten auf der Außenseite des Gebäudes. Der konkrete Aufbau der Wände ist in dem folgenden Zeichnung zu sehen.



Die konkreten Probleme die sich bei dieser Konstruktion sind folgende: Starke Bewegung der Wandbauteile, keine Zusatzdämmung, Rißbildung durch Bewegung in der Putzschicht (wurde bereits erfolglos nachsaniert) bei versäumter Entkoppelung der Schichten, große Lüftungsverluste bei fehlen jeglicher luftdichtender Anschlüsse. Die U-Werte der Wände liegen zwischen 0,37 und 0,56 W/Km<sup>2</sup>. Zielwerte moderner Gebäude liegen bei 0,2 W/Km<sup>2</sup>.

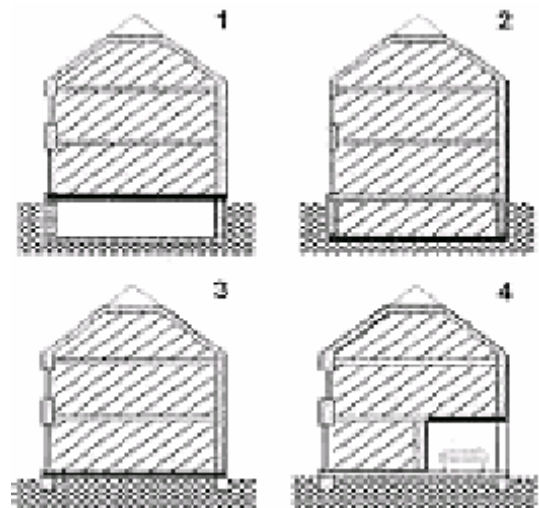
Die seitliche Abgrenzung der thermischen Hülle wird von den Außenwänden und den Fenstern gebildet. Die Wände besitzen noch keinerlei Dämmung.



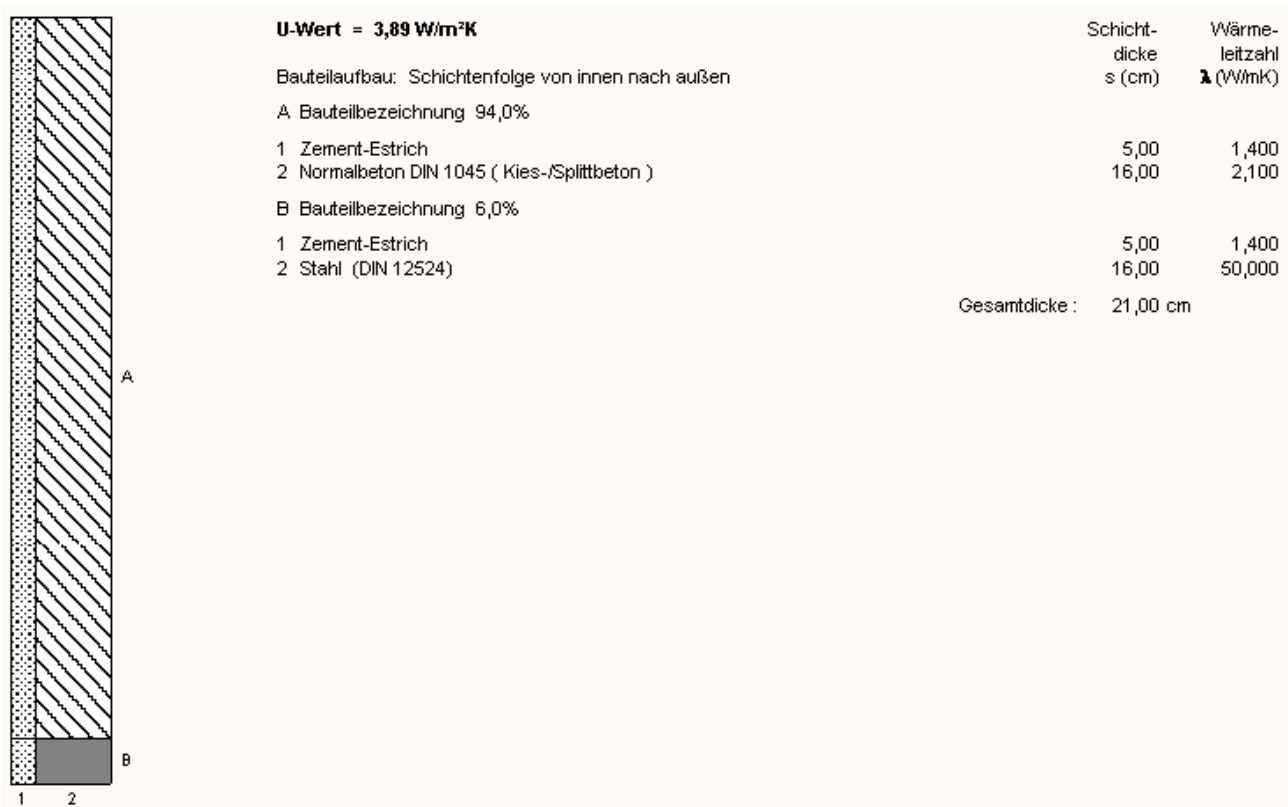


### 4.2.3 Grundfläche – Schwachstellenanalyse

Zur „Grundfläche“ zählen zunächst alle Bauteile, durch welche die Wärme das Gebäude nach unten verlässt. Bei unbeheizten Kellern ist hier die Kellerdecke von Bedeutung, bei beheizten Kellern oder nicht unterkellerten Gebäuden die Grundplatte des Gebäudes. Insbesondere wenn die Grundplatte ohne Dämmung auf dem Untergrund aufliegt entstehen hier erhebliche Wärmeverluste.



Die Aufbau der Grundfläche von dem Musterobjekt ist in dem folgenden Zeichnung dargestellt:



Die konkreten Probleme die sich bei dieser Konstruktion sind folgende: Der Fußboden des Gebäudes sowie der Kellerfußboden des unterkellerten Teils sind gegen das Erdreich nicht gedämmt. Hieraus resultiert der schlechte U-Wert von 3,89 W/Km<sup>2</sup>. Der Zielwert moderner Gebäude liegt bei U= 0.5 W/Km<sup>2</sup> oder besser.



#### 4.2.4 Fenster – Schwachstellenanalyse

Unter dem Begriff „Fenster“ versteht man aus energetischer Sicht neben dem typischen Fenstern auch Fenstertüren, Türen und Dachfenster, soweit sie beheizte Räume gegen die Außenluft oder unbeheizte Räume (z.B. Wintergärten) abgrenzen. Das Besondere an allen Lichtdurchlässigen Bauteilen ist, dass das Gebäude durch sie nicht nur Wärme verliert, sondern auch Solarwärme gewinnt.

Für die Wärmeverluste ist der Dämmwert des Fensterglases und des Rahmens verantwortlich. Der Umfang der Verluste wird auch hier durch den U-Wert beschrieben. Die Wärmegewinne durch Solareinstrahlung hängen ganz wesentlich von der Lichtdurchlässigkeit des Glases, der Größe und der Himmelsrichtung der Fenster ab.

Eine typische Schwachstelle bei den Fenstern ist die Installation, die nicht dauerhaft luftdicht ist. Bei alten Fenstern stellt sich der aus hygienischen und feuchtbedingten Notwendigkeit erforderliche Luftwechsel durch die vorhandenen Undichtigkeiten der Fugen in der Regel von selbst ein. Damit ergibt sich ein unkontrollierbarer und damit verbunden ein größerer Lüftungswärmeverlust als erforderlich. Bei abgedichteten bzw. modernen Fenstern reduzieren sich die Fugenverluste so, dass der erforderliche Luftwechsel durch angepasstes Nutzerverhalten erreicht werden muss.

Besondere Herausforderungen ergeben sich da bei Holzhäusern, die im Laufe der unterschiedlichen Jahreszeiten „arbeiten“ und somit noch größere Ansprüche an die Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Konstruktionsteilen.



Das untersuchte Objekt hat Holzkasten Fenster.

Die konkreten Schwachstellen dieser Bauweise sind:

Zur seitlichen Abgrenzung der thermischen Hülle gehören die Fenster. Sie sind in schlechten Zustand und schließen nicht optimal dicht. Die Fenster stammen noch der Bauzeit und sind als Kastenfenster mit je einfacher Verglasung der Flügel ausgeführt. Sie entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. Der U-Wert der vorhandenen Fenster liegt bei etwa  $3,8 \text{ W/Km}^2$ , der U-Wert der Eingangstür bei  $2,6 \text{ W/Km}^2$ . Zielwerte moderner Bauelemente liegen bei mindestens  $1,5 \text{ W/Km}^2$ .



#### 4.3 Schwachstellenanalyse der ANLAGENTECHNIK des Modellgebäudes

Unter die Anlagentechnik fallen die Heizung von dem Gebäude und die Warmwasserbereitung. Aber gegebenenfalls auch Lüftungs- bzw. Ventilationsanlage, sowie Stromerzeugungsquellen (z.B. Solaranlage).



#### 4.3.1 Heizungsanlage – Schwachstellenanalyse

Unter dem Punkt erden alle Verluste betrachtet, die in den Prozess-Schritten zur Erzeugung, ggf. Speicherung, Verteilung und Übergabe der Heizungswärme anfallen. Es ist auf eine hohe Effizienz des Wärmeerzeugers, eine gute Dämmung aller Komponenten zur Wärmeverteilung und –speicherung und auf eine effektiv arbeitende Temperaturregelung zu achten.

Die Zentralheizung mit Elektrokessel stammt aus einem älteren Baujahr vor 1995. Sie wird ausschließlich mit Strom betrieben. Weiterhin gibt es einen kleinen Holzkohleofen (Baujahr vor 1995)



Die Heizungsanlage in dem untersuchten Objekt befindet sich in einem sehr schlechten Zustand: alter Speicher, schlecht gedämmt, mit Strom erwärmt. Museale Heiztechnik mit hohen Übertragungsverlusten.

#### 4.3.2 Warmwasserbereitung – Schwachstellenanalyse

Unter diesem Punkt werden alle Verluste betrachtet, die in den Prozess – Schritten zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung des Warmwassers anfallen. Es ist auf eine hohe Effizienz des Warmwassererzeugers und eine gute Dämmung aller Komponenten zur Warmwasserverteilung und –speicherung zu achten.

Eine Erzeugung des Warmwassers erfolgt teilweise über elektrische Durchlauferhitzer als Einzelzapfstellen.

Ein weiterer wichtiger Punkt um Energieersparnisse zu erzielen ist nach wie vor natürlich auch **verändertes Nutzerverhalten**. Die eingestellte Raumtemperatur, tägliche Betriebsdauer der Heizung, interne Wärmequellen, Lüftungsverhalten und Warmwasser-Verbrauch können sich erheblich auf den tatsächlichen Energieverbrauch eines Gebäudes niederschlagen.



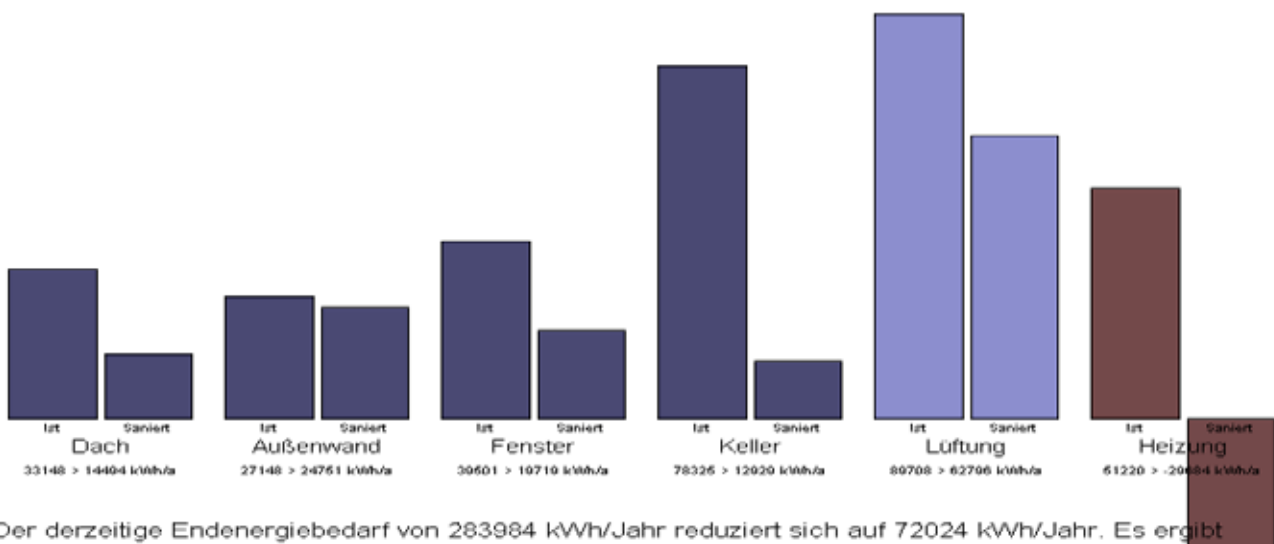
## 5. Das Sanierungsprogramm

### 5.1 Auswahl der Sanierungsmaßnahmen

Welche wären die möglichen Maßnahmen, um diese Schwachstellen zu beheben? Welcher Zustand soll nach der Sanierung erreicht werden. Welche Maßnahmen machen in Rahmen einer Kosten-Nutzen-Rechnung sinn? Welche sollten sofort durchgeführt werden? Welche können vielleicht auf später verschoben werden? Welche Reihenfolge der Maßnahmen macht am ehesten sinn?

Als Ergebnis einer Schwachstellenanalyse können unterschiedliche Maßnahmenpakete entwickelt werden. Dabei ist besonderes Augenmerk nicht nur auf eine möglichst schnelle Amortisation, sondern auf ein Optimum im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit gelegt. Dazu dienen Amortisationsrechnungen und ein Emissionsbergleich zwischen aktuellen und dem erstrebten Zustand.

Das konkrete Vorgehen bei so einem Entscheidungsprozess wird hier am Beispiel unseres Musterobjekts dargestellt. Im Folgenden ist die Situation der Alten Schule Ülenurme dargestellt. Die folgende Abbildung zeigt den Istzustand des Gebäudes auf (grauer Balken) und den möglichen Zustand nach einer kompletten Sanierung (grüner Balken).



Der derzeitige Endenergiebedarf von 283984 kWh/Jahr reduziert sich auf 72024 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 211960 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 169371 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 73 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude.



Würden alle möglichen Maßnahmen umgesetzt werden, so ergäbe sich eine mögliche Energieeinsparung von 75%. Das Gebäude würde nur noch ¼ der heutigen Energie benötigen.

Der Energiepass ist aber vor allem ein Instrument zur Entscheidungsfindung. Er hilft dabei auszuwählen, welche Maßnahmen die effizientesten sind. In der folgenden Abbildung ist dargestellt, wo die Ursachen für den derzeit hohen Energieverbrauch liegen.

### Energieeinsatz

in kWh/Jahr

innere Quellen  
(el.Geräte, Personen,...)



Solargewinne  
(Sonneneinstrahlung)



Hilfsenergie  
(Strom für Pumpen, ...)



Energieträger  
(verbrauchte Brennstoffe)



### Energieverluste

in kWh/Jahr

Dach/Decke



Außenwand



Fenster



Keller



Lüftung



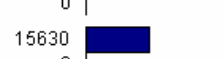
Heizungsverluste



Warmwasserverluste



Warmwassernutzen



Die Abbildung zeigt, wo das Gebäude die größten potentiellen Schwachstellen aufweist. Dies sind die Lüftungsverluste (Undichtigkeiten) der Kellerfußboden und die alte Heizungsanlage. Es folgen das Dach, die Außenwände und das Fenster.

Konkret bedeutet dies: Mit der Behebung der Lüftungsverluste würden die größten Energieeinsparungen erzielt werden, gefolgt von einer Dämmung des Fußbodens.



## 5.2 Die Sanierungsvorschläge im Detail

### Energiepass

für das Gebäude

E-2004-1

erstellt durch:

ÖKO-Pro  
Ingenieurbüro Wilfried Dobles  
Osterstraße 58  
20259 Hamburg

erstellt für:

Kalev Lindal  
Poldri 1 - 59  
2430 Ülenurme vald, Tartumaa, EEST

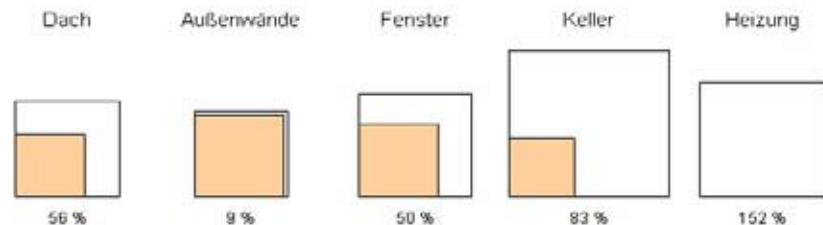
erstellt am: 12.10.2004



### Wärmeverluste

Wärmeverluste der einzelnen Gebäudeteile für den aktuellen Zustand und nach Umsetzung der Sanierungs-Empfehlungen.

Verluste werden reduziert um



### Energiebedarf

Bewertung des Gebäudes anhand des jährlichen Primärenergiebedarfs.

Nach Sanierung  
87 520 kWh  
73 kWh/m²

Einsparung  
90 %

Ist-Zustand  
851 850 kWh  
706 kWh/m²



### Maßnahmen

Sanierungs-Empfehlungen zur Senkung des Energiebedarfs.

- Dach: Zusatzdämmung ( Neueindeckung, Aufdopplung ), 12cm
- Außenwände: Wärmedämmung innen auf Aussenwand
- Heizung: zentrale Lüftungsanlage  
Zentralheizung mit Brennwert-Kessel (Heizöl) + Solare Heizungsunterstützung (Sonnen-Energie)
- Warmwasser: Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage (Sonnen-Energie) + Heizungsanlage





## 5.2.1 Dach

### Sanierungsvorschlag

Nach Entfernen der ggf. vorhandenen Dämmschicht, Einbringen von 18 cm Mineralwolle WLG. 040 zwischen die Dachsparren ( ggf. Sparren aufdoppeln), sowie einer beschichteten Holzfaserdämmplatte (diffusionsoffen) in 5 cm Stärke. Die wärmeführende Ebene befindet sich im Ist-Zustand entlang der obersten Geschosdecke, in der Sanierungsvariante verläuft sie bis zum First.

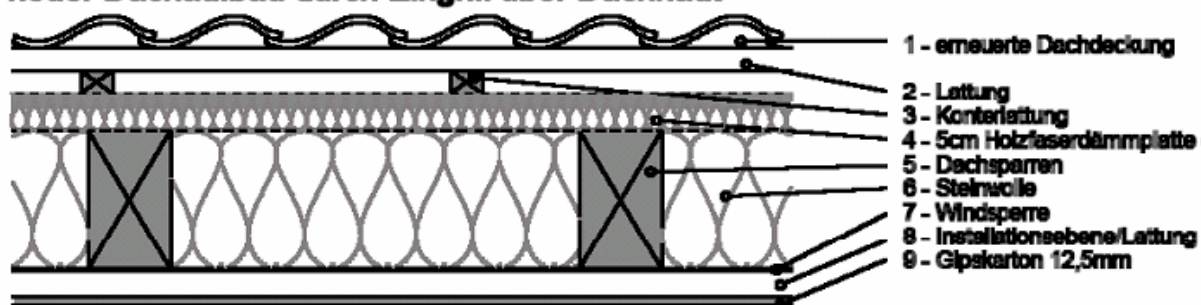
### Energieeinsparpotential

Quadratmeterfläche der Bauteile ca.: 564,00 m<sup>2</sup>

Jährliche Wärmeverluste über die Dachbauteile Ist – Zustand: 35.921 kWh

Energieeinsparpotential bei Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen: 21.987 kWh  
 Jährliche Wärmeverluste über die Dachbauteile nach der Sanierung: 13.934 kWh

### neuer Dachaufbau durch Eingriff über Dachhaut



## 5.2.2 Wand

### Sanierungsvorschlag

Außenseitiges Aufbringen von 5 cm Schilfrohmatten 040 und Aufbringen eines Lehmverputzes in 2 – 3 c Stärke. Herstellen einer Luftdichtigkeitsebene durch Aufbringen einer Dampfbremsspappe. Im Bereich der Mansardwände muß zuvor der Rücksprung durch Heraklith-Platten (o. ä.) ausgeglichen werden.

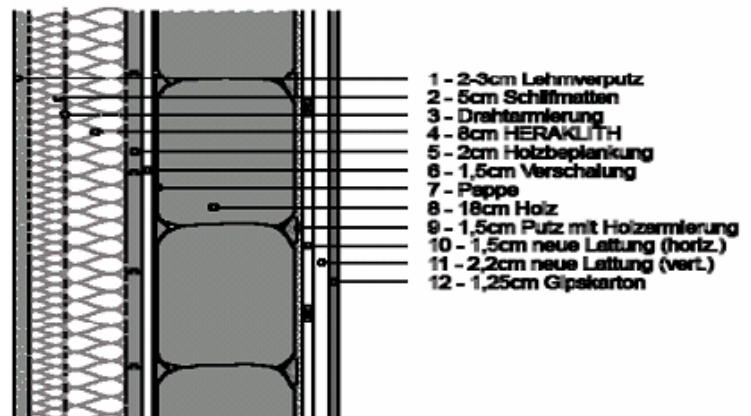
### Energieeinsparpotential

Quadratmeterfläche der Bauteile ca.: 579,00 m<sup>2</sup>

Jährliche Wärmeverluste über die Wandbauteile Ist – Zustand: 35.126 kWh

Energieeinsparpotential bei Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen: 15.620 kWh

Jährliche Wärmeverluste über die Wandbauteile nach der Sanierung: 19.506 kWh





### 5.2.3 Fußboden (Grundflächenbauteile)

#### Sanierungsvorschlag

Aufbringen von 8 cm Polystyrol – Hartschaumplatten auf den vorhandenen Fußbodenaufbau. Abdeckung mit 5 cm Zement – Estrich (schwimmender Estrich). Einlegen der Fußbodenheizschlangen. Die Raumhöhe wird spürbar geringer. Daher muss geprüft werden ob die Raum – und Türhöhen noch ausreichend erscheinen.

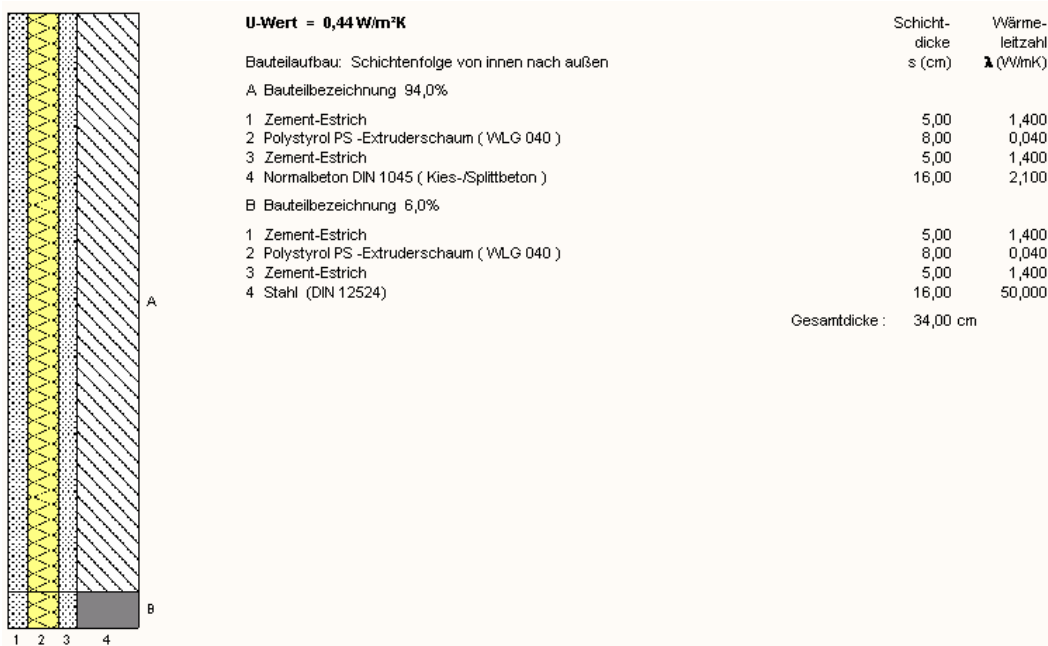
#### Energieeinsparpotential

Quadratmeterfläche der Bauteile ca.: 395,00 m<sup>2</sup>

Jährliche Wärmeverluste über die Grundflächenbauteile Ist – Zustand: 63.817 kWh

Energieeinsparpotential bei Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen: 50.630 kWh

Jährliche Wärmeverluste über die Grundflächenbauteile nach der Sanierung: 13.287 kWh



### 5.2.4 Fenster

#### Sanierungsvorschlag

Die Kastenfenster besitzen je Flügel nur eine einfache Verglasung. Es wird vorgeschlagen, diese gegen Wärmeschutzverglast Fenster mit Holz- oder Kunststoffrahmen zu ersetzen.

Es wird weiterhin vorgeschlagen, den Austausch der Vollholztür gegen eine neue Haustür mit Wärmeschutzverglasten Glasausschnitt. Die Vollholztür sollte gegen eine neue Haustür mit wärmeschutzverglasten Glasausschnitt getauscht werden.

#### Energieeinsparung

Quadratmeterfläche der Bauteile ca.: 118,00 m<sup>2</sup>

Jährliche Wärmeverluste über die Fensterbauteile Ist – Zustand: 32.769 kWh



Energieeinsparpotential bei Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen: 17.129 kWh  
Jährliche Wärmeverluste über die Fensterbauteile nach der Sanierung: 15.640 kWh

### 5.2.5 Heizung

#### **Sanierungsvorschlag**

Austausch der vorhandenen Elektroheizung gegen eine Zentralheizung mit Brennwert – Kessel (Heizöl) und Solarer Heizungsunterstützung.

#### **Energieeinsparpotential**

Jährliche Wärmeverluste über die Heizungsanlage Ist – Zustand: 59.190 kWh  
Energieeinsparpotential bei Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen: 85.540 kWh  
Jährliche Wärmeverluste über die Heizungsanlage nach der Sanierung (Dies ist ein rein theoretischer Rechenwert, selbstverständlich gibt es durch den Heizungstausch keine negativen Verluste = Gewinne. Diese Darstellung simuliert lediglich die Einflüsse der erheblichen Energieeinsparungen durch die Sanierung, die sich auch auf die Heizleistung auswirkt.): - 23.350 kWh

### 5.2.6 Warmes Wasser

#### **Sanierungsvorschlag**

Austausch der vorhandenen Elektrodurchlauferhitzer zur Warmwasserbereitung, gegen eine mit der Zentralheizung Brennwert – Kessel ( Heizöl ) kombinierten Warmwasserbereitung und Solarer Brauchwassererwärmung. Neuinstallation einer zentralen Warmwasserversorgung.

#### **Energieeinsparpotential**

Jährliche Wärmeverluste über die Warmwasserbereitung Ist – Zustand: 3.020 kWh  
Energieeinsparpotential bei Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen: 7.720 kWh  
Jährliche Wärmeverluste über die Warmwasserbereitung nach der Sanierung (Dies ist ein rein theoretischer Rechenwert, selbstverständlich gibt es durch den Heizungstausch keine negativen Verluste = Gewinne. Diese Darstellung simuliert lediglich die Einflüsse der erheblichen Energieeinsparungen durch die Sanierung, die sich auch auf die Heizleistung auswirkt.): - 4.700 kWh

### 5.2.7 Verhaltensänderungen

Die Maßnahmen, die mit den Gewohnheiten der Bewohner und Nutzern eines Gebäudes zusammen hängen sind einerseits häufig mit relativ wenigen Kosten und Aufwand umzusetzen, andererseits aber auch oft recht schwierig längerfristig zu etablieren, weil dafür alte Verhaltensmuster geändert und durch energieeffizientere ersetzt werden müssen.

Bei Maßnahmen, die die Dichtigkeit des Gebäudes verbessern (Abdichten von Fenstern und Türen, Erneuerung von Fenstern und Türen etc.), ist ein entsprechendes Nutzerverhalten dringend notwendig.



## 6. Allgemeine Regeln

### **Besser häufiger kurz lüften (Stoßlüftung) als Dauerkippstellung der Fenster!**

Ferner sollten folgende Regeln beachtet werden:

- in den Wintermonaten wird eine mehrmalige tägliche Stoßlüftung von 4-6 Minuten empfohlen, in den Übergangszeiten 10-15 Minuten.
- Feuchtigkeit sollte dort durch die Fenster abgeführt werden, wo sie entsteht (Bad, Küche, ....)
- Warme (feuchte) Luft nicht in kalte bzw. ungeheizte Räume leiten.
- Während des Lüftens sind die Thermostatventile an den Heizkörpern zuzudrehen.
- Türen zwischen Räumen mit mehr als 4° C Temperaturunterschied geschlossen halten.
- Kellerräume eher im Winter lüften, nur dann kann einströmende Luft Feuchtigkeit aufnehmen.
- Langes Dauerlüften vermeiden (Oberflächen kühlen aus).
- Schlafzimmer mehrmals täglich kurz lüften, Textilien u. Möbel nehmen Wasser auf (es fällt ca. 400 g pro Person und Nacht an).

Zu Vermeidung von Schimmel trägt auch bei

- Keine Schränke und große Bilder an die ungedämmten Außenwände stellen.

Zur Raumtemperatur: Behaglich fühlt sich der Mensch bei angenehmer Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Am angenehmsten werden bei Temperaturen 20-22°C Luftfeuchtigkeiten zwischen 40 und 70 % empfunden. Wegen der Temperaturstrahlung hängt das Temperaturempfinden nicht nur an der Temperatur der Raumluft, sondern auch an der Temperatur der Umgrenzungsflächen. Somit kann das Temperaturempfinden mit Sanierungsmaßnahmen erheblich verbessert werden.

Weiterhin lässt sich Energieeinsparen schon mit sehr kleinen Absenkungen der Raumtemperatur. Beispielsweise führt eine Absenkung der Raumtemperatur von 22°C auf 20°C zu einer 27%-igen Minderung des Jahres-Heizwärmebedarfs. Wird gleichzeitig dazu der Wärmeschutz der Außenteile verbessert, müssen damit keine Behaglichkeitseinbußen verbunden sein.

Weiter Energieersparnisse werden erzielt mit der Reduzierung der Betriebszeiten der Heizanlagen für die Zeiten, in denen die Räume nicht genutzt werden z. B. über Nacht oder bei Berufstätigen über den Vormittag. Auch die Verwendung von energiesparenden Haushaltsgeräten und anderen elektrischen Geräten führen zur Energieersparnissen. Diese Geräte stellen neben den Hausbewohnern eine weitere interne Wärmequelle da. Bei einem konsequenten Einsatz von energiesparenden Geräten werden auch die internen Wärmequellen vermindert, wodurch der Heizenergieverbrauch geringfügig ansteigt. Der Strombedarf kann aber deutlich reduziert werden, so dass insgesamt eine erhebliche Einsparung erzielt werden kann.

Um bei der Warmwasserbereitung Energie einzusparen, sollte die Temperatur des Warmwassers nicht höher eingestellt werden als erforderlich. Bei längerer Abwesenheit sollten Warmwasserspeicher so rechtzeitig ausgeschaltet werden, dass das warme Wasser noch entnommen werden kann. Bei zentralen Anlagen mit Zirkulationspumpe bewirkt eine Verkürzung der Laufzeit der Zirkulationspumpe große Einsparungen.

Diese und viele weiteren Energieeinsparansätze sind mit „bloßen“ Verhaltensänderungen umzusetzen. Wichtig dabei ist es die Verhaltensmuster zu überdenken und konsequent durch neue zu ersetzen. Dieses Vorgehen ist teilweise aber schon mal schwieriger durchzusetzen, als bauliche Maßnahmen.



## 7. Sanierung und Nachsorge

Nachdem die Vorarbeiten für die Sanierung mit der zuvor beschriebenen Sorgfalt durchgeführt worden sind, ist es unerlässlich auch die Sanierungsarbeiten mit der sich zu gebietenden Sorgfalt zu verfolgen und das Ergebnis am Ende zu überprüfen.

Insbesondere die Anschlüsse der Bauelemente untereinander (Wand / Dach / Fenster) sind auf Luftdichtigkeit zu prüfen. Hierfür wird eine Luftdichtigkeitsmessung durchgeführt.

Weiterhin ist zu prüfen, ob mögliche Wärmebrücken am Gebäude ausgeschlossen wurden. Das klassische Instrument zur Überprüfung ist die Thermographie.