

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

*Energiedialog Deutschland–Usbekistan*

# Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden

*Studie zu Baunormen und Bauprodukten*



## Impressum

### Herausgeber

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin

Tel.: +49 (0)30 66 777-0

Fax: +49 (0)30 66 777-699

info@dena.de

[www.dena.de](http://www.dena.de)

Alle Rechte vorbehalten. Jede Verwendung bedarf der Zustimmung der dena.

Dieses Dokument dient ausschließlich zu Informationszwecken. Die dena übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet die dena nicht, sofern ihr nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last fällt.

### Stand

04/2021

### Autoren

Paula Baptista

Margarita Kabakova

Iryna Kovalchuk

Ekaterina Bosch

Sabine Krutzsch

Stefan Schirmer

**Usbekistan**  
**Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden**  
**Studie zu Baunormen und Bauprodukten**

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Normen, Verordnungen und Gesetze</b> .....	<b>6</b>
2.1	Usbekistan .....	6
2.2	Deutschland und Europäische Union .....	15
<b>3</b>	<b>Vergleich von deutschen und usbekischen Gesetzen und Normen</b> .....	<b>24</b>
3.1	Energiebilanzierung von Gebäuden .....	24
3.2	Thermischer Komfort und Energieeffizienz .....	24
3.3	Energiebedarf .....	27
3.4	Integration erneuerbarer Energien .....	30
<b>4</b>	<b>Empfehlungen zu Normen für energieeffizientes Bauen in Usbekistan</b> .....	<b>31</b>
4.1	Allgemeine Vorbemerkung .....	31
4.2	Anforderungen für Neubauten .....	31
4.3	Anforderungen für Bestandsbauten .....	49
4.4	Kontrolle.....	50
4.5	Weitere Empfehlungen .....	51
<b>5</b>	<b>Bauprodukte</b> .....	<b>52</b>
5.1	Einführung.....	52
5.2	Gebäudehülle .....	52
5.3	Technische Gebäudeausrüstung.....	69
<b>6</b>	<b>Anhang: Usbekische Normen und Gesetze zur Bauausführung, erneuerbaren Energien und Energieeffizienz in den Gebäuden</b> .....	<b>75</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>79</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>80</b>

---

# 1 Vorbemerkung

---

Die Beheizung und Kühlung von Gebäuden ist besonders energieintensiv. Allein auf den Wohngebäudesektor entfielen 2017 in Usbekistan 26 % der Primärenergie, 54 % des Endverbrauchs von Erdgas und 28 % des Stromverbrauchs<sup>1</sup>. Dies ist vor allem auf die schlechte Qualität der Mehrfamilienhäuser hinsichtlich der Energieeffizienz zurückzuführen.

Zurzeit steht Usbekistan vor besonderen Herausforderungen:

- Hohe Energieintensität des Landes und Energietarife, die für die Versorger nicht voll kostendeckend sind.
- Starker Modernisierungsbedarf des veralteten Gebäudebestands und der Anlagensysteme.
- Bisherige Konzentration auf einzelne Instandsetzungsmaßnahmen zum Abbau der dringendsten Defizite.
- Hohes ungenutztes Potenzial an erneuerbaren Energien.
- Negative Folgen der Massenprivatisierung und heterogene Eigentümerstrukturen.
- Mangel an zweckentsprechender staatlicher Förderung und einer kostengünstigen langfristigen Kreditfinanzierung.

Um diese Herausforderungen zu meistern, spielt unter anderem die nationale Gesetzgebung und Normierung sowie die Verfügbarkeit von hochwertigen Baustoffen für energieeffiziente Sanierung und Neubau eine große Rolle.

Mit den vorliegenden Empfehlungen möchte die Deutsche Energie-Agentur (dena) mögliche Wege aufzeigen, wie die gesetzlichen Vorschriften für energieeffiziente Gebäude zu optimieren sowie eine flächendeckende umfassende Sanierung von Mehrfamilienhäusern in Usbekistan in der mittelfristigen Perspektive zu realisieren wären. Darauf aufbauend soll in einem weiteren Schritt eine Aussage getroffen werden, welche Art der Rahmenbedingungen und Förderungen geeignet sind, um die Energieeffizienz im Gebäudebereich nachhaltig zu steigern. Hierzu wurde eine Analyse der vorhandenen Normen und Gesetze in Usbekistan und der Vergleich mit den europäischen

Normen durchgeführt sowie daraus Empfehlungen zur Optimierung entwickelt.

Ein weiterer wichtiger Punkt zum Erfolg von langfristigen Effizienzstrategien ist der Aufbau eines Systems der Versorgung mit den für energieeffiziente Sanierungen und Neubauten notwendigen Bauprodukten. Diese sollten in hoher Qualität zur Verfügung stehen, um die Gebäude nach Fertigstellung über mind. 40 bis 50 Jahre nicht mehr grundlegend sanieren zu müssen. Da die Preise importierter Produkte zu hoch ist, sollten möglichst viele hochwertige Produkte im Land produziert werden. Dafür muss eine Analyse erstellt werden, welche Produkte zukünftig im Land gefertigt werden können.

Im Weiteren werden einzelne Empfehlungen der dena zusammengefasst dargestellt.

---

<sup>1</sup> Nach den bestehenden Daten der IEA

## 2 Normen, Verordnungen und Gesetze

### 2.1 Usbekistan

#### 2.1.1 Usbekische Gesetze und Verordnungen zur Energieeffizienz in Gebäuden

1997 wurde in Usbekistan das Gesetz über rationale Energienutzung verabschiedet. Das war das erste Dokument, das zusammenfassend die Haupttrichtlinien der Regierungspolitik in Bezug auf den sinnvollen Umgang mit Energie beinhaltete und die hierzu notwendigen Instrumente nannte. Es handelte sich um ein allgemeines Rahmengesetz, das als Grundstein für die weitere Entwicklung und die Festlegung der Funktionsweise des gesamten Energiesektors, inklusive der Nutzung erneuerbarer Energien (EE) und der Energieeffizienz, galt. Dadurch wurden generelle Rahmenbedingungen für den sparsamen Umgang mit nationalen Energieressourcen sowie die möglichst effiziente Nutzung des bestehenden Produktionspotenzials bei Treibstoffen und Strom geschaffen.

Das Gesetz hat ebenfalls festgelegt, dass Bestimmungen ausgearbeitet werden sollten, um die Förderung aus dem erst 2020 gegründeten Energiesparfonds für Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs sowie die Nutzung sekundärer Energieressourcen oder EE zu ermöglichen.

2002 wurde vom Ministerkabinett eine Resolution zur Implementierung von Energieeffizienzmaßnahmen verabschiedet (Energiesparprogramm bis 2010), die sich als Ziel die Lösung der sehr geringen Endverbrauchereffizienz in allen Sektoren setzte. Das Dokument zeichnete sich jedoch, ähnlich wie die meisten anderen Programme auch, durch einen sehr theoretischen und allgemeinen Charakter aus.

Bereits seit 2011 fand eine mehrjährige Debatte über den Vorschlag zum „Gesetz über die Nutzung erneuerbarer Energien“ statt. In den letzten Jahren wurde in Usbekistan der nachhaltigen Entwicklung aber erhebliche Aufmerksamkeit gewidmet, und 2019 wurde das Gesetz

doch verabschiedet. Die Stärkung der Rolle der EE ist zudem einer der zentralen Punkte des Zehnjahresplans des Energieministeriums: In den nächsten 10 Jahren (bis 2030) sollen Photovoltaikkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 5 GW und Windkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 3 GW gebaut werden – durch wettbewerbsorientierte Auswahl von Investoren mit Unterstützung internationaler Entwicklungsbanken. Bis Ende 2021 sollen in Usbekistan zwei Photovoltaikkraftwerke von je 100 MW in Betrieb genommen werden. Usbekistan verfügt über ein großes Potenzial an erneuerbaren Energien (s. Tabelle 1).

Art erneuerbare Energien	Potenzial, Mio. tonnen SKE pro Jahr	
	Brutto	Technisch
Solar	76.459,5	265,1
Wind	3,33	0,64
Wasserkraft	3,43	0,39
Biomasse	13,8	2,92
Gesamt	76.480	269,05

**Tabelle 1. Potenziale erneuerbarer Energien in Usbekistan.<sup>2</sup>**

Die Dauer der für den Betrieb von Solaranlagen ausreichenden Einstrahlung erreicht je nach Region 250-320 Tage im Jahr.<sup>3</sup> 2018 wurden durch Solaranlagen jedoch nur 0,19 Mio. kWh Strom erzeugt<sup>4</sup>.

Die Erfahrungen mit dem Betrieb von solaren Warmwasserversorgung in Usbekistan zeigt, dass mehr als 60 % des Wärmeverbrauchs von Wohngebäuden und kommunalen Einrichtungen in der warmen Jahreszeit (April-Oktober) durch Solarenergie gedeckt werden können. Die Einsparung des Erdgases aus der Nutzung von 1m<sup>2</sup> der Fläche der Sonnenkollektoren für die Warmwasserbereitung (bei der Erwärmung des Wassers auf die Standardtemperatur von 55 Grad Celsius) von 22-25 m<sup>3</sup> pro Jahr beträgt 90-100 m<sup>3</sup>. Die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Quadratmeter Sonnenkollektor und Jahr beträgt 0,33-0,38 t<sup>5</sup>. Sonnenkollektoren sind aber vor

<sup>2</sup> [https://www.carecprogram.org/uploads/5.-ISEI\\_RE-development-in-UZB-ru.pdf](https://www.carecprogram.org/uploads/5.-ISEI_RE-development-in-UZB-ru.pdf)

<sup>3</sup> <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/usbekistan/usbekistan-steckt-milliarden-in-die-energieversorgung-10854>

<sup>4</sup> Производство электроэнергии по категориям производителей  
[http://web.stat.uz/open\\_data/ru/9.28\\_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3](http://web.stat.uz/open_data/ru/9.28_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3)

[http://ptfcar.org/wp-content/uploads/2018/07/3\\_Avezova-N.\\_%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE-%D0%B2%D0%BB%D1%8F-%D0%98%D0%A2%D0%A0-%D0%B8-%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B8](http://ptfcar.org/wp-content/uploads/2018/07/3_Avezova-N._%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE-%D0%B2%D0%BB%D1%8F-%D0%98%D0%A2%D0%A0-%D0%B8-%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B8)

<sup>5</sup> [http://ptfcar.org/wp-content/uploads/2018/07/3\\_Avezova-N.\\_%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE-%D0%B2%D0%BB%D1%8F-%D0%98%D0%A2%D0%A0-%D0%B8-%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B8](http://ptfcar.org/wp-content/uploads/2018/07/3_Avezova-N._%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE-%D0%B2%D0%BB%D1%8F-%D0%98%D0%A2%D0%A0-%D0%B8-%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B8)

allem für Einfamilienhäuser relevant, die nicht an die zentrale Warmwasserversorgung angeschlossen sind. Das usbekische Unternehmen „Mir Solar“ besitzt beispielsweise die Kapazitäten, 10.000 Sonnenkollektoren pro Jahr herzustellen<sup>6</sup>.

Im Bereich **Energieeffizienz** hat die Regierung momentan zwar im Gegenteil zur EE-Entwicklung keine präzisen quantitativen Ziele entwickelt, jedoch gab es auch hier in letzter Zeit einige wichtigen Entwicklungen, nämlich:

- Präsidialdekret 4422 vom 22.08.2019 „Über beschleunigte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in den Wirtschaftssektoren und im sozialen Bereich, zur Einführung energiesparender Technologien und zur Entwicklung erneuerbarer Energiequellen“ sieht einen Finanzierungsmechanismus vor, der es der Regierung erlaubt, die Kosten von Privatpersonen für den Kauf von Photovoltaik-Paneeelen (im Folgenden PV), Solarwarmwasserbereitern und energieeffizienten Gasbrennern zu kompensieren (bis zu 30 Prozent des Kaufpreises oder ein Zuschuss zur Deckung der Zinsaufwendungen für Darlehen für den Kauf von EE-Anlagen). In den Nichtwohngebäuden wird die Installation von PV-Anlagen und Solarwarmwasserbereiter empfohlen.
- Präsidialdekret 5577 vom 14.11.2018 „Über zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der staatlichen Regulierung im Baubereich“ schreibt vor, dass neue Wohngebäude seit 1.1.2020 mit energieeffizienten und energiesparenden Geräten ausgestattet werden müssen (inkl. Energiesparlampen und Solarwarmwasserbereiter). Vor der Inbetriebnahme brauchen die Neubauten zudem ein Energieauditzertifikat (außer bereits LEED- oder BREEAM-zertifizierte Gebäude). Es ist leider unbekannt, ob solche Zertifizierung seit 2020 bereits durchgeführt wird.
- Präsidialdekret 4779 vom 10.07.2020 „Über zusätzliche Maßnahmen zur Verringerung der Abhängigkeit der Wirtschaft von Brennstoffen durch Erhöhung der Energieeffizienz in der Wirtschaft und optimale Nutzung der

verfügbaren Ressourcen“. Ende 2020 wurde gemäß diesem Präsidialdekret ein Energiesparfonds gegründet, dessen Mittel u.a. für die Finanzierung von Machbarkeitsstudien für Energieeffizienzprojekte benutzt werden können, einschließlich solcher, die auf die Verbesserung des Wärmeschutzes von Mehrfamilienhäusern abzielen, inkl. Einführung von energieeffizienten Technologien und Installation von EE-Anlagen.

### 2.1.2 Usbekische Regulierung des Fernwärmesystems

Die Wärmeversorgung der Mehrfamilienhäuser wird vor allem durch die Verordnung des Ministerkabinetts der Republik Usbekistan 194 vom 15.07.2014 „Über die Genehmigung der Regeln für die Bereitstellung von öffentlichen Versorgungsleistungen“ geregelt. U.a. legt die Verordnung fest, dass die Innentemperaturen der Wohnungen nicht unter 20 °C betragen sollen (für Wohngebäude älter als 1995 – nicht unter 18 °C) und dass die Temperatur des Warmwassers an den Entnahmestellen in dem Bereich 50-75 °C liegen soll. Die Heizperiode wird ebenso in der Verordnung definiert (die durchschnittliche Tagestemperatur soll 5 Tage lang unter/über 8 °C liegen).

Das offene Fernwärmesystem<sup>7</sup> Usbekistans (ohne Wärmetauscher) entstand in den Jahren 1950-1970 und ist ziemlich veraltet. In offenen Systemen (im Vergleich zu geschlossenen Systemen) kommt es zu einer höheren Abnutzung der Rohrleitungen und zu einer intensiven Ablagerung von Kesselstein, was die Heizung verschlechtert und eine niedrigere Lebensdauer der Ausrüstung verursacht. Die Installation solcher Systeme ist günstig, aber ihr Betrieb ist teuer. Das System soll in den nächsten Jahren in ein geschlossenes System umgewandelt werden.<sup>8</sup>

Fernwärme ist in allen großen Städten Usbekistans verfügbar. An die Fernwärme waren im Jahr 2015 43 % der Wohnungen angeschlossen, dabei 45 % der Mehrfamilienhäuser (Einfamilienhäuser haben in der Regel ihre eigenen Heizkessel).<sup>9</sup> Das Fernwärmesystem umfasst Fernwärmeversorgungsunternehmen, die über große und lokale Kesselräume verfügen. Über 72 % der thermischen Energie wird durch Heißwasser- und Dampfkessel erzeugt, wobei Erdgas der Hauptbrennstoff ist. Die Wärmeversorgung von Mehrfamilienhäusern erfolgt hauptsächlich durch Fernwärmekessel mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 68 %-75 %. Der

[D0%B2%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B3%D0%BE-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B0.pdf](#)

<sup>6</sup>

[https://stroyka.uz/arch/publish/doc/text111126\\_solnechnye\\_vod\\_onagrevateli\\_v\\_tashkente\\_pravilno\\_vybrat\\_i\\_gde\\_kupit](https://stroyka.uz/arch/publish/doc/text111126_solnechnye_vod_onagrevateli_v_tashkente_pravilno_vybrat_i_gde_kupit)

<sup>7</sup> In einem offenen System wird die Heizung direkt an die Wärmenetze durch Wasserstrahlpumpen angeschlossen. Das Wasser in den Wärmenetzen ist chemisch gereinigtes Wasser

aus den Kesselhäusern, das auch als Warmwasser bereitgestellt wird.

<sup>8</sup> <https://uza.uz/ru/documents/o-dopolnitelnykh-merakh-po-sovershenstvovaniyu-sistemy-teplo-03-12-2019>

<sup>9</sup>

[https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/CP\\_Uzbekistan\\_withCorr.EN.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/CP_Uzbekistan_withCorr.EN.pdf)

Abnutzungsgrad der Kessel beträgt 70-100 %. Bis zu 65 % der Wärmenetze erfordern eine Großinstandsetzung<sup>10</sup>. Die durchschnittlichen Fernwärmeverluste in den Wärmenetzen belaufen sich auf 35-40 %<sup>11</sup>. Z.B. in Taschkent betragen im Jahr 2019 die Verluste 4,29 Mio. Gcal, oder ca. 44 % der 9,7 Mio. Gcal erzeugter Wärme<sup>12</sup> (in der ganzen Republik wurde im Jahr 2018 29,02 Mio. Gcal Wärme erzeugt)<sup>13</sup>. Für die Sanierung der vorhandenen ca. 1000 Heizkessel<sup>14</sup> sind gemäß Präsidialdekret 2912 „Über das Entwicklungsprogramm für das Wärmeversorgungssystem für den Zeitraum 2018 – 2022“ ca. 36,7 Mio. EUR (444.540 Mio. UZS) notwendig (für die Sanierung der Wärmenetze – ca. 117,8 Mio. EUR)<sup>15</sup>.

Die Wärmetarife für die Bevölkerung wachsen ständig (in dem Zeitraum 2013-2020 um ca. 150 Prozent<sup>16</sup>) trotz staatlicher Regulierung, welche die Einführung alternativer Energie sowie energieeinsparender Technologien erschwert. Trotz dieser kontinuierlichen Zuwächse weisen die Preise – aufgrund der Subventionen einheimischer fossiler Energieträger – ein sehr niedriges Niveau auf. Die Nichtzahlungsquote ist trotz der niedrigen Preisen relativ hoch und betrug im Jahr 2019 in Taschkent etwa 36 %<sup>17</sup>. Die von der Regierung geplante Liberalisierung der Energiepreise ist wegen der Corona-Krise auf unbestimmte Zeit verschoben worden<sup>18</sup>. Seit der Heizperiode 2020-2021 wurde aber gemäß Präsidialdekret 4542 vom 02.12.2019 „Über zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeversorgungssystems und die finanzielle Sanierung von Wärmeversorgungsunternehmen“ in der Hauptstadt ein neues Zahlungsverfahren für Fernwärme eingeführt. Die Tarife sind jetzt pro Tag und Quadratmeter anstatt pro Monat und Quadratmeter festgelegt<sup>19</sup>. Das neue Zahlungssystem berücksichtigt zusätzlich die Kosten für die Modernisierung des Heizungssystems. Die Summe der zusätzlichen Kosten wurde nicht definiert.<sup>20</sup>

Fernwärme wird pro Quadratmeter Wohnungsfläche abgerechnet, weil nur ein sehr geringer Anteil an Wohngebäuden mit Wärmezählern ausgestattet ist. In Taschkent sind nur 2% der Mehrfamilienhäuser (181 Gebäude) mit Wärmezählern, 50 % der Wohnungen mit Warmwasserzählern und 60 % der Wohnungen mit

Kaltwasserzählern ausgestattet. Laut Präsidialdekret 4543 vom 02.12.2019 „Über Maßnahmen zur weiteren Verbesserung des Wärmeversorgungssystems der Stadt Taschkent“ sollen 45 % der Mehrfamilienhäuser Taschkents bis zum Jahr 2022 mit Wärmezählern auf dem Gebäudeniveau ausgestattet werden<sup>21</sup>, was u.a. zu einem besseren Abrechnungssystem führen soll. Solche Veränderungen in Taschkent würden große Auswirkungen auf Landesebene haben, weil Taschkent einen Anteil von etwa 70 % an der gesamten Fernwärmeversorgung des Landes hat<sup>22</sup>. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die Vorgängerprogramme zur Installation von Messgeräten, nämlich das Programm 2006 zur Installation von Warm- und Kaltwasserzählern und das Programm 2013 für die Installation von Messgeräten für Heizenergie in Mehrfamilienhäusern<sup>23</sup>, nicht besonders erfolgreich waren.

**Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung eines Energieeffizienzprogramms ist die Installation von Wärmezählern in allen Mehrfamilienhäusern. Wichtig ist dabei zu beachten, dass vorhandene Wärmetarife die Installation von Zählern unterstützen. D. h. die Wärmekosten nach der Installation von Wärmezählern dürfen nicht höher werden als ohne Wärmezähler. Es ist auch zu analysieren, wer die Kosten der Installation der Wärmezähler übernehmen soll. Eine Verpflichtung von Verbrauchern, auf eigenen Kosten Wärmezähler zu beschaffen, kann nicht zielführend sein. Eine Option dafür ist, die Verpflichtung zur Installation von Wärmezählern auf die Wärmeversorger zu übertragen und die Kosten in den Wärmetarif zu integrieren.**

### 2.1.3 Usbekische Normen zur Bauausführung

Energieeffizienz ist auch ein Schwerpunkt der Strategie für die „grüne“ Wirtschaftswende in den Jahren 2019-2030, welche u.a. ein staatliches Programm für die Energieeffizienzsteigerung in den Gebäuden inkl. Sanierung von Mehrfamilienhäusern vorsieht und die Qualität der Bauausführung bei Neubau und Sanierung verbessern soll.

<sup>10</sup> [http://vestnik.oshtu.kg/images/journal/2019-3/innovacii\\_v\\_ener\\_v\\_raz\\_stroi\\_i\\_arhi\\_disain/1\\_m\\_k\\_koroli1.pdf](http://vestnik.oshtu.kg/images/journal/2019-3/innovacii_v_ener_v_raz_stroi_i_arhi_disain/1_m_k_koroli1.pdf)

<sup>11</sup> <https://www.gazeta.uz/ru/2019/10/04/heat/>

<sup>12</sup> <https://lex.uz/docs/4624846>

<sup>13</sup>

[http://web.stat.uz/open\\_data/ru/9.26\\_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8%202018%D0%B3.pdf](http://web.stat.uz/open_data/ru/9.26_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8%202018%D0%B3.pdf)

<sup>14</sup> <https://lex.uz/docs/3177186>

<sup>15</sup> <https://lex.uz/docs/4624861#4628886>

<sup>16</sup> <https://www.norma.uz/>

<sup>17</sup> <https://lex.uz/docs/4624846>

<sup>18</sup> <https://www.gazeta.uz/ru/2020/04/24/liberalization/>

<sup>19</sup> <https://www.goldenpages.uz/komunal-tarifi>

<sup>20</sup> Über zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeversorgungssystems, finanzielle Erholung der Wärmeversorgungsunternehmen und Stärkung der Zahlungsdisziplin in diesem Bereich, 19.08.2019

<https://regulation.gov.uz/uz/document/6505>

<sup>21</sup> <https://lex.uz/docs/4624846>

<sup>22</sup>

<https://www.gtai.de/resource/blob/24596/7edfe077dc3428d1d74a641be118735b/pro201802055001-data.pdf>

<sup>23</sup>

[https://gazeta.norma.uz/publish/doc/text101085\\_potrebiteli\\_vliyayut\\_na\\_teplosnabienie](https://gazeta.norma.uz/publish/doc/text101085_potrebiteli_vliyayut_na_teplosnabienie)



Hierzu gibt es in Usbekistan eine spezifische Baunorm, die Vorschrift KMK 2.01.18-2000\* „Energieverbrauchsstandards für Heizung, Lüftung und Klimatisierung von Gebäuden“, die allgemeine Energieeffizienzmaßnahmen vorgibt. Hier sind einige Beispiele aus dieser Norm zum Reduzieren des Energieverbrauchs von Gebäuden:

- Reduzierung der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle durch Erhöhung des Wärmewiderstandes;
- Reduzierung der Wärme- und Kälteverluste von Geräten, Rohrleitungen und Kanälen außerhalb beheizter Räume;
- Anwendung von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage mit einstellbarer Leistung durch automatische Regelung von Parametern;
- Einrichtung eines Luftaustausches mit Luft-Konditionierung, um den Energieverbrauch durch Nachheizen kalter Frischluft zu reduzieren;
- Verwendung von sekundären und erneuerbaren Energieträgern.<sup>24</sup>

Zusätzlich zu den in der Vorschrift KMK 2.01.18-2000\* beschriebenen Maßnahmen wurden auch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudes in den Regeln und Normen für den technischen Betrieb des Wohnungsbestandes in der Republik Usbekistan aufgelistet. Darunter findet man z. B. die Anforderung an die Renovierung der Bestandsgebäude bzgl. Dämmung von Gebäuden, Dämmung von Rohren, Geräten, Ausdehnungsgefäßen, Wiederherstellung der zerstörten Wärmedämmung, hydraulischer Abgleich und Spülung von Heizsystemen, Spülung von Heizgeräten im Steigrohr und Einstellung von Heizsystemen.<sup>25</sup>

Die normativen Anforderungen an den Wärmedurchlasswiderstand von Konstruktionen werden in der KMK 2.01.04-97\* „Bauwärmetechnik“ aufgelistet<sup>26</sup>. Diese Vorschrift wurde von 2009 bis 2013 im Rahmen eines UNDP-Projektes überarbeitet und z.B. um die heutzutage geltenden drei Wärmeschutzstufen (siehe Tabelle 2) erweitert.

### 2.1.4 Übersicht usbekischer Normen und Methodik der Energiebilanzierung von Gebäuden

#### KMK 2.01.04-97\* Bauwärmetechnik

KMK 2.01.04-97\* ist das zentrale Regelwerk in Bezug auf die Qualitätsanforderungen der thermischen Gebäudehülle. Es gilt verpflichtend für alle Neubauten

sowie zu rekonstruierende Gebäude, die beheizt oder gekühlt werden.

Zu erfüllen sind:

- die Anforderungen an einzelne Bauteile (R-Wert),
- die Anforderungen an die Luftdichtheit des Gebäudes,
- sowie die Anforderungen an die innere Oberflächentemperatur der Bauteile der thermischen Hülle.

#### R-Wert:

Die Anforderungen variieren in Abhängigkeit von der Gradtagzahl – GTZ und Auslegungstemperatur in den Räumen (siehe Tabelle 4). Die Gradtagzahl rechnet sich nach der Heizgrenztemperatur 10 °C (Durchschnittstemperatur der vergangenen 5 Tagen). Dabei spielt die Qualität der Gebäudehülle von einzelnen Gebäuden keine Rolle.

#### Gradtagzahl (GTZ)

$$D_d = (t_{in} - t_{out})z_{heiz.per.} \quad [^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}/\text{a}]$$

mit:

$t_{in}$  – Innentemperatur laut der Tabelle 4 [°C];

$t_{out}$  – Durchschnittliche Außentemperatur in der Heizperiode [°C];

$z_{heiz.per.}$  – Dauer der Heizperiode [d].

Dabei wird für die Werte  $t_{out}$  und  $z_{heiz.per.}$  auf KMK 2.01.01-94 „Klimatische und physikalisch-geologische Daten für die Planung“ verwiesen. **Die Heizperiode ist in KMK 2.01.04-97\* als die Anzahl der Tage definiert, an denen die durchschnittliche Außentemperatur 10 °C nicht überschreitet. In KMK 2.01.01-94 ist dagegen nur die Anzahl der Tage angegeben, an denen die durchschnittliche Außentemperatur 8 °C nicht überschreitet.** Die 8 °C – Grenze wird auch für die Bestimmung der Heizperiode gemäß der Verordnung des Ministerkabinetts der Republik Usbekistan 194 vom 15.07.2014 „Über die Genehmigung der Regeln für die Bereitstellung von öffentlichen Versorgungsleistungen“ verwendet.

#### Wärmeschutz

Usbekische Normen enthalten Anforderungen an den Wärmeschutz von neuen und zu rekonstruierenden

<sup>24</sup> KMK 2.01.18-2000\* (p.1.7)

<sup>25</sup> Regeln und Normen für den technischen Betrieb des Wohnungsbestandes in der Republik Usbekistan, 26.12.2014

<sup>26</sup> KMK 2.01.04-97\*, 2011 (S. 5-18)

Gebäuden. Für die Sanierung des Gebäudes enthält der Baustandard nur Empfehlungen bzgl. des Wärmeschutzes. Die Anforderungen und Empfehlungen unterscheiden sich nicht zwischen dem Neubau, der Rekonstruktion und der Sanierung. In den meisten europäischen Ländern wird zwischen Neubau und Sanierung unterschieden, d. h. die Energieeffizianz Anforderungen für zu sanierende Gebäude sind in der Regel niedriger.

**Wärmeschutzstufen**

Es gibt drei Wärmeschutzstufen, die in einem Gebäude angewendet werden können. Die Wärmeschutzstufe I formuliert Mindestanforderungen, die allerdings nicht sehr anspruchsvoll ist. Die Wärmeschutzstufe II wird bei Finanzierung durch staatliche Mittel (Neubau, Sanierung, Rekonstruktion) empfohlen. Bei Finanzierung durch Dritte wird Wärmeschutzstufe II oder III empfohlen.

Wert	Usbekistan , Durchschnittswert über die Fläche <sup>27</sup> , R-Wert (m <sup>2</sup> °C/W) (U-Wert (W/[m <sup>2</sup> K]))		
	I. Stufe	II. Stufe	III. Stufe
<b>Außenwände</b>	0,94 (1,06)	1,8 (0,55)	2,6 (0,38 )
<b>Dach, oberste Geschossdecke</b>	1,12 (0,89 )	2,08 (0,48)	2,96 (0,34)
<b>Fenster</b>	0,39 (2,56)	0,39 (2,56)	0,42 (2,38)
<b>Kellerdecke, Decke gegen unbeheizte Bodenplatte</b>	1,6 (0,63)	1,84 (0, 54)	2,56 (0,39)

**Tabelle 2. Wärmeschutzstufen gemäß KMK 2.01.04-97\***

Wenn Wärmeschutzstufe II oder III gewählt wird, ist es zulässig, die Wärmeschutzstufe I für einzelnen Elemente anzuwenden.

In Abhängigkeit von der Wärmeschutzstufe wird der erforderliche Wärmedurchgangskoeffizient gemäß KMK 2.01.04-97\* ermittelt.

In Usbekistan wird mit dem R-Wert (Wärmedurchgangswiderstand), dem Kehrwert des U-Wertes (Wärmedurchgangskoeffizient) gearbeitet. Die Formel ist wie folgt:

Für einschichtige Bauteile:

Im eingebauten Zustand:

$$R_T = \frac{1}{\alpha_E} + R_K + \frac{1}{\alpha_H}$$

δ Schichtdicke [m]

λ spezifische Wärmeleitfähigkeit [W/(m °C)]

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

α Wärmeübergangskoeffizient innen und außen [W/m<sup>2</sup> °C]

Als Maßeinheit für die Temperaturdifferenz wird in Usbekistan °C und nicht K verwendet. Da es um einen Temperaturunterschied geht, ergibt sich rechnerisch kein Unterschied. Physikalisch wäre nach dem metrischen Einheitssystem Kelvin zu verwenden.

Zum Vergleich U-Wert, W/(m<sup>2</sup> K):

$$R_T = U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \dots + R_{si}}$$

Wärmedurchgangswiderstand in [(m<sup>2</sup> K)/W]

R<sub>se</sub> – äußerer Wärmeübergangswiderstand [(m<sup>2</sup> K)/W]

R<sub>si</sub> – innerer Wärmeübergangswiderstand [(m<sup>2</sup> K)/W]

d<sub>i</sub> – Schichtdicke der Schicht Nummer i [m]

λ<sub>i</sub> – spezifische Wärmeleitfähigkeit dieser Schicht [W/(m K)]

**Wärmewiderstandsfähigkeit im Sommer**

Für Regionen mit heißem Klima (ab durchschnittlich 21 °C im Juli) ist die Berechnung der Temperaturschwankungen an der inneren Oberfläche von Hüllkonstruktionen für Neubauten bei Änderung der Außentemperatur erforderlich. Die Amplitude der Temperaturschwankungen der Innenoberflächen opaker Konstruktionen in Wohngebäuden sollte nicht mehr als die zulässige Amplitude betragen. Die detaillierte Berechnung ist in KMK 2.01.04-97\* beschrieben.

**Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle**

Der Luftdurchlasswiderstand der Gebäudehülle muss größer sein als der erforderlichere Luftdurchlasswiderstand, R<sub>norm</sub>. Beide Luftdurchlasswiderstände rechnet man nach den Vorschriften des KMK 2.01.04-97\*. Der erforderliche Luftdurchlasswiderstand wird nach folgender Formel errechnet (G<sup>H</sup> = normierte Luftdurchlässigkeit (G norm [kg/(m<sup>2</sup> h)]), Δp = Druckdifferenz [Pa]):

$$R''^{tp} = \frac{\Delta p}{G''}$$

<sup>27</sup> Wärmeschutzstufe gemäß KMK 2.01.04-97\*; die R-Werte sind für 2000-3000 Heizgradtage angegeben. Die R-Werte für den

Dachboden und für die Kellerdecke sind mit dem Koeffizienten n=0,8 (Tabelle 3 von KMK 2.01.04-97\*) berechnet.

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_H - \gamma_B) + 0,03\gamma_H \cdot v^2$$

Jahreszeit zu vermeiden, sollte die Konstruktion von Gebäuden und Bauwerken Folgendes berücksichtigen:

- Lösungen zur Volumenplanung unter Berücksichtigung der Minimierung der Hüllfläche der äußeren Umfassungskonstruktionen; Platzierung von wärmeren und feuchteren Räumen in der Nähe der Innenwände des Gebäudes;
- Rationelle Anwendung einer wirksamen Wärmedämmung: effiziente Verwendung von wärmeisolierenden Materialien mit einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von höchstens 0,1 W/(m °C);
- Die Größe der Lichtöffnungen (Fenster, Lichtkuppeln, Dachfenster etc.) entsprechend der normativen Mindestanforderung an die Koeffizienten der natürlichen Beleuchtungsstärke
- Die durch Sonnenschutzvorrichtungen gesteuerte Beschattung muss sich an den festgelegten normativen Werten für die natürliche Beleuchtungsstärke orientieren, so dass ein ungehinderter direkter Sonneneinfall während der kalten Jahreszeit für die Wärmeübertragung gewährleistet ist;
- Betriebssichere Abdichtung von Fugen und Verbindungen, zuverlässige Abdichtung von Fugen in Außenwänden und Beschichtungen, um Wärmeverluste zu vermeiden.

Konstruktion	Luftdurchlässigkeit $G_{norm}$ [kg/(m <sup>2</sup> h)] bei 10 Pa
Außenwände, Dächer von Wohnhäusern, öffentlichen, sowie Verwaltungs- und Sozialgebäuden	0,5
Außenwände und Dächer von Produktionsgebäuden	1,0
Wohnungseingangstüren	1,5
Plattenfugen in Wohngebäuden	0,5
Hauseingangstüren	7,0
Holzfenster, Oberlichter in konditionierten Hallen	6,0
Kunststoff- und Aluminiumfenster	5,0

**Tabelle 3. Luftdurchlässigkeit der Gebäudehüllkonstruktionen in Usbekistan (KMK 2.01.04-97\*)**

### Wärmegewinne

Um Wärmeverluste während der kalten Jahreszeit zu reduzieren und Wärmegewinne während der warmen

### SHNK 2.08.01-05 Auslegungswerte Raumklima in Wohngebäuden

Räumlichkeiten	Berechnungstemperatur, °C	Relative Luftfeuchtigkeit, %	Luftwechselzahl, m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )
Wohnzimmer	20-21 (kalte Jahreszeit), +1 °C für Zimmer mit mehr als einer Außenwand, 26-27 (warme Jahreszeit - empfohlen)	Max. 65 % (kalte Jahreszeit)	3
Küche	18	-	60 für Elektroherde 90 für Gasherde
Badezimmer	25	-	25
WC	18	-	25

**Tabelle 4. Auslegungswerte Raumklima in Wohngebäuden**

### Bau-Klimazonen

Die Planung der Wohngebäude soll außerdem die klimatischen Bedingungen im Land beachten. Für den Bausektor werden die folgenden Klimazonen definiert:

- I. Zone I gilt für Wüsten usw. mit extrem heißen Sommern. Die Unterkategorien IA und IB haben eine besonders lange Hitzeperiode; Unterkategorie IG wird durch kalte Winter gekennzeichnet. Die Luft in IA, IB und IG ist stark mit Staub belastet. Für die Planung sollen Sonnenschutz, Windschutz, Staubschutz priorisiert werden.
- II. Zone II hat relativ milde klimatische und landschaftliche Bedingungen (vorgebirgliche Oasen, Täler)
- III. Zone III umfasst Gebirge usw. mit extrem kalten und trockenen Wintern. Für die Planung soll Kälteschutz priorisiert werden.
- Dabei wird auf KMK 2.01.01-94 „Klimatische und physikalisch-geologische Daten für die Planung“ verwiesen, wo die Grenzen der jeweiligen Zonen schematisch auf der Karte 8 bestimmt und die Zonen an sich noch genauer beschrieben werden.

Zone	Unterkategorie	Anzahl Staubtage pro Jahr	Anzahl der Tage mit max. T > 34 °C	Anzahl der Tage mit durchschnittl. T ≤ 8 °C	Schneedecke im Winter
I	IA („IA“)	Mehr als 20	Mehr als 60	Weniger als 160	Weniger als 50 % aller Winter
	IB („IB“)	Weniger als 20	Mehr als 60	Weniger als 160	Weniger als 50 % aller Winter
	IW („IB“)	Mehr als 20/5 <sup>28</sup>	40-60	Weniger als 160	Weniger als 50 % aller Winter
	IG („II“)	Mehr als 20/5	40-60	Mehr als 160	Weniger als 50 % aller Winter
II	-	Weniger als 20	0-60	Weniger als 160	Weniger als 50 % aller Winter
III	-	Weniger als 20	Keine	Mehr als 160	Mehr als 60 Tage pro Jahr

**Tabelle 5. Charakteristiken der Klimazonen für Bauplanung<sup>29</sup>**

Diese sogenannten „baulich-klimatischen Zonen“ gelten jedoch für die Planung nur für eine relativ geringe Anzahl an Bauelementen. So sieht SHNK 2.08.01-05 z.B. bei der Ausrichtung der Wohnungen im Bereich von 200-290° auf den Horizontbereich (Azimut) einen verpflichtenden

äußeren Sonnenschutz vor. Die baulich-klimatischen Zonen beeinflussen auch die Ausstattung der Wohnungen erhöhter Komfortklassen mit Klimaanlage sowie die Raumhöhe (min. 2,8 m in Zone I und II, min. 2,7 m in Zone III).

<sup>28</sup> 5 Staubtage in den Gebieten rund um Aralsee (Priaralie)

<sup>29</sup> KMK 2.01.01-94 (1994), S. 23

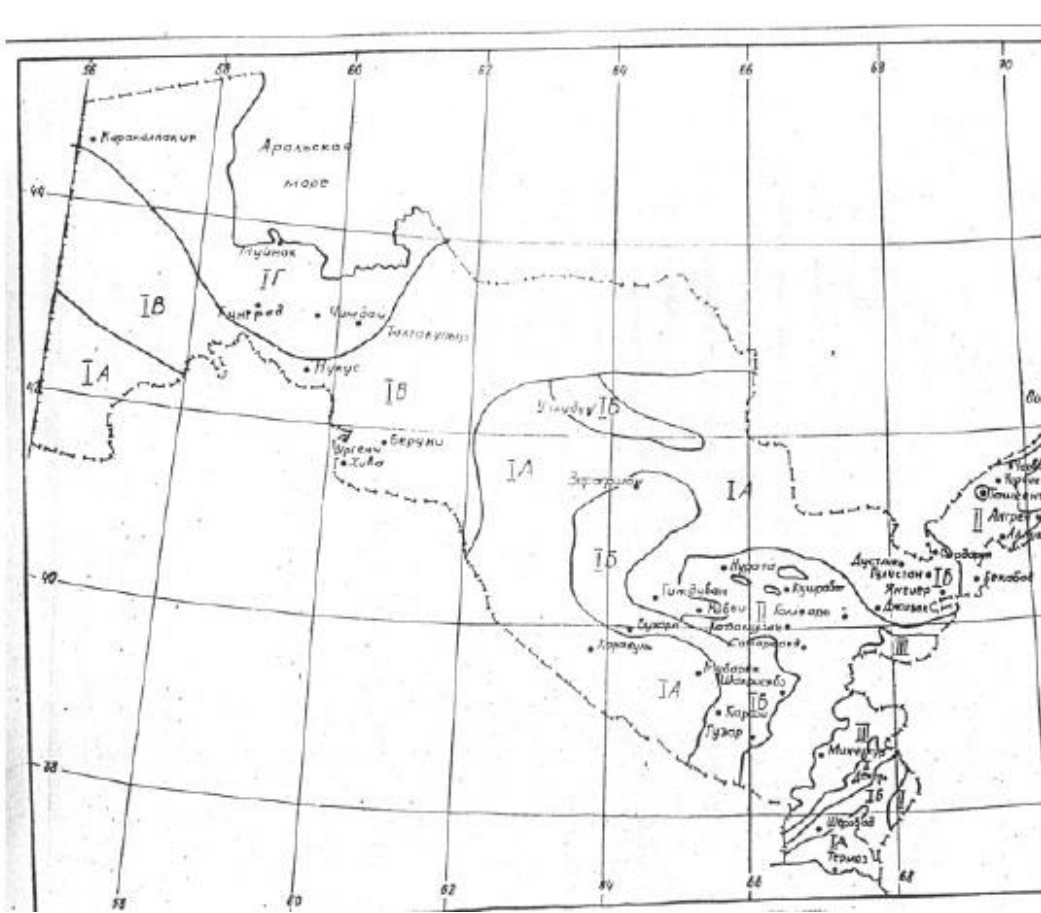


Abbildung 1. Klimazonen für die Bauplanung.<sup>30</sup>

**KMK 2.01.18-2000\***

Um die effiziente Nutzung von Energie zu gewährleisten, legt die Vorschrift die normativen Werte der flächenspezifischen Heiz- und Kühllast für Heizung, Lüftung und Klimatisierung von Gebäuden fest.

Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungsprojekte sollten die folgenden energetischen Anforderungen für das gesamte Gebäude einhalten:

- Normative Heizlast für die Beheizung und Lüftung des Gebäudes für die kalte Periode des Jahres laut Auslegungsaußenluftparametern;
- Normative Kühllast für die Kühlung des Gebäudes bei Auslegungsaußenluftparametern für die warme Periode des Jahres;
- Normative Indikatoren für die Energieeffizienz von Geräten;

○ Anforderungen an den Energiebedarf sind nicht formuliert.

○ CO<sub>2</sub>-Emissionen und Primärenergie werden momentan in Usbekistan nicht verbindlich berücksichtigt.

Gebäudetypen	Normative Heizlast pro m <sup>2</sup> (Heizung und Lüftung, W/m <sup>2</sup> )
Wohngebäude (4 Etagen)	≤ 81
Wohngebäude (5 - 9 Etagen)	≤ 78
Wohngebäude (ab 9 Etagen)	≤ 70

**Tabelle 6. Normative Heizlast pro m<sup>2</sup> für Wohngebäude (für die Gradtagzahlen 2000-3000 gemäß KMK 2.01.18-2000\*)**

$$q_{ov}^{tp} = \frac{1,1 (Q_{sh}^{tr} + Q_{mh} - Q_{mc} + Q_{ah}^{tr})}{A_f}$$

Bei der Berechnung der normativen Heizlast wird Folgendes berücksichtigt:

<sup>30</sup> KMK 2.01.01-94 (1994), S. 25

- $Q_{sh}^{tr}$  Wärmeverluste durch die Gebäudehülle in W
- $Q_{mh}$  Wärmeverluste aufgrund der Beheizung von Materialien, Geräten und Fahrzeugen, die in das Gebäude gelangen in W
- $Q_{mc}$  Wärmeeintrag in das Gebäude von Materialien, Geräten, Ausrüstung und Personen in W
- $Q_{ah}^{tr}$  Lüftungswärmeverluste in W
- $A_f$  gesamte Fläche des Gebäudes (Gesamtgrundfläche eines Gebäudes ist definiert als die Summe der Flächen aller Stockwerke des Gebäudes, gemessen auf Bodenhöhe innerhalb der Innenflächen der Außenwände, d.h. netto, aber inklusive Treppenhaus und Innenwänden)

○ **Der Wert  $q_{o,v}^{tp}$  berücksichtigt nicht den Energieverbrauch für:**

- Hilfsenergie von Lüftern, Pumpen, Filtern, Wärmerückgewinnung und anderen Mechanismen;
- Notlüftungsanlagen und Rauchschutzanlagen;
- Luft- und Wärmehänge;
- Sicherungssysteme und -geräte;
- Automatisierungs- und Steuerungssysteme;
- Luftaufbereitung und Ableitung der Emissionen in die Atmosphäre;
- mobile Lufterhitzer und Luftkühler für den intermittierenden Einsatz.

Anders als bei der Heizlastberechnung nach deutscher Norm, werden hier auch die Wärmeeinträge von Geräten und Personen berücksichtigt. **Eine Bewertung des Energiebedarfs für einen bestimmten Zeitraum (also pro Jahr) erfolgt jedoch nicht.**

Eines der Probleme mit den Normen in Usbekistan ist die Unangemessenheit der verabschiedeten Werte des normativen Wärmeverbrauchs für die Heizung und Lüftung von Gebäuden. Die Werte wurden von den russischen Baunormen übernommen, es wurden also die klimatischen Besonderheiten Usbekistans nicht berücksichtigt und so sind diese Werte zu anspruchsvoll und müssten auf usbekische Verhältnisse angepasst werden.

**Die Vorschrift (KMK 2.01.18-2000\*) gibt allgemeine Energieeffizienzmaßnahmen vor, die implementiert**

**sein sollten, um den Energieverbrauch von Gebäuden zu reduzieren. Zu den aufgelisteten Maßnahmen zählen unter anderem:**

- Reduzierung der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle durch Erhöhung des Wärmewiderstands;
- Reduzierung der Wärme- und Kälteverluste von Geräten, Rohrleitungen und Kanälen außerhalb beheizter Räume;
- Anwendung von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage mit einstellbarer Leistung und mit automatischer Regelung von Parametern;
- Einrichtung eines rationellen Luftaustauschs und Konditionierung, um den Außenluftverbrauch zu reduzieren;
- Verwendung von erneuerbaren Energieträgern.

Zusätzlich zu den in der Vorschrift KMK 2.01.18-2000\* beschriebenen Maßnahmen werden Maßnahmen, die die Energieeffizienz des Gebäudes steigern könnten, auch in den Regeln und Normen für den technischen Betrieb des Wohnungsbestandes in der Republik Usbekistan erfasst. Darunter findet man z. B. Dämmung von Gebäuden, Dämmung von Rohren, Geräten, Ausdehnungsgefäßen, Wiederherstellung der zerstörten Wärmedämmung, hydraulischer Abgleich und Spülung von Heizsystemen sowie Einregulierung der Heizsysteme. Darüber hinaus gibt es Anforderungen zur Ausstattung der Wohnungen mit Zählern für Strom, Gas, Kalt- und Warmwasser.

**Mit den aufgelisteten Maßnahmen kann die Energieeffizienz vom Gebäude zielgerichtet gesteigert werden. Allerdings fehlen in diesen Regeln und Normen konkrete Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für die Planung und Ausführung der Maßnahmen.**

Wie unter 2.1.2 erwähnt, war die Umsetzung der in den Jahren 2006 und 2013 von der Regierung vereinbarten Programme für die Installation von Messgeräten zur Verbrauchserfassung nicht erfolgreich. Daher wird bislang in der Regel noch pro m<sup>2</sup> der beheizten Wohnfläche und nicht nach Verbrauch abgerechnet.

**KMK 2.04.05-97\* (Energiesparende Lösungen für Heizung, Lüftung und Konditionierung)**

Die Norm enthält Anforderungen an die Energieeffizienz von haustechnischen Geräten und Anlagen. So sollen in Lüftungs- und Klimaanlage vorrangig Geräte, Produkte und Materialien eingesetzt werden, die sich durch hohe Energieeffizienzkoeffizienten und geringe Energieverluste im Betrieb auszeichnen. Hierzu zählen insbesondere:



- Geräte mit über den gesamten Arbeitsbereich einstellbarer Leistung
- Ventilatoren und Pumpen mit variabler Drehzahl
- Kältespeicher zur Reduzierung der installierten Leistung der Kältemaschinen;
- Wärmetauscher und Filter mit niedrigen Luftgeschwindigkeiten;
- Plattenwärme- und -kältauscher;
- elektronische Digitalregler zur Steuerung von Anlagen "nach der Witterung", "nach der Tageszeit", "nach dem Bedarf";
- Sensoren für Luftparameter mit hoher Empfindlichkeit und Genauigkeit;
- Geräte und Kanäle mit glatten Wandoberflächen und minimaler Luftleckage;
- wirksame Wärmedämmung von Kanälen und Geräten, ggf. mit Dampfsperre.

**Für eine hocheffiziente, wirtschaftliche, benutzerfreundliche und energiesparende Lüftung und Klimatisierung wird außerdem empfohlen:**

- eine bedarfsabhängige Lüftungssteuerung und Einbau von Ventilatoren mit stufenweiser oder stufenloser Regelung der Luftleistung, Drosselklappen und Klappen zur Veränderung des Luftdurchsatzes,
- automatische Regelung der Parameter mit Hilfe von Sensoren für Feuchtigkeit, CO<sub>2</sub>-Gehalt, Luftqualität, Anwesenheit von Personen; manuelle Regulierung der Parameter mit Platzierung des Bedienfeldes direkt in den bedienten Räumen;
- Rückgewinnung der Wärme (Kälte) aus der Abluft und Nutzung erneuerbarer Energiequellen zur Erwärmung (Kühlung) der Zuluft

Weiterhin sind Dämmungen von Rohren in unbeheizten Räumen vorgesehen. Für Rohrleitungsdämmungen und Armaturen ist in der KMK 2.04.14-96 ein Lambda von höchstens 0,07 W/(m K) festgelegt.

Ist der berechnete Wärmestrom der Heizungsanlage größer als 50 kW, sollten zur gleichmäßigen Beheizung aller Räume Heizkörper mit Regelungsarmaturen (wie voreinstellbare Thermostatventile) eingesetzt werden. Für Einrohrheizungen und Schwerkraftheizungen wird eine zentrale Regelung am Hausanschluss vorgesehen. Es soll eine hocheffiziente Steuerung und Regelung der Leistung der Anlagen geplant werden, einschließlich des Einsatzes einer witterungsabhängigen Steuerung. Als

Heizgrenztemperatur ist ein Tagesmittel der Außentemperatur von 10 °C festgelegt. Wärmepumpen und Klimasplitgeräte dürfen für die Beheizung eingesetzt werden, wenn sie einen Wirkungsgrad von mindestens 2,2 aufweisen.

Die Energieeffizienzindikatoren für Heizkessel, Ventilatoren, lokale Absaugung, Klimaanlage, Kühlgeräte und andere energieverbrauchende Geräte von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage sollen KMK 2.01.18-2000\* entsprechen. Für Gaskessel bedeutet das beispielsweise einen Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Nennleistung zwischen 80,5 % und 84,9 %. Die Energieeffizienz von Klimageräten und Kälteanlagen, die Dampfkomppressionskältemaschinen verwenden, muss mindestens 2,6 im Nenntemperaturbetrieb betragen. Der Wirkungsgrad des Ventilators darf im berechneten Betriebsmodus nicht mehr als 10 % vom Maximum für die gegebene Größe abweichen. Energie verbrauchende Geräte sollten entsprechend der berechneten Leistung ausgewählt werden. Die Reserve sollte für Klimaanlage und Ventilatorleistung nicht mehr als 15 % betragen, in anderen Fällen nicht mehr als 10 %. Kälteverluste in den Geräten und Rohrleitungen von Kälteanlagen dürfen 5 % der Leistung der Kälteanlage nicht überschreiten.

Auch wird eine maximale Nutzung von Abwärme aus Produktionsprozessen, sekundären und erneuerbaren Energiequellen angestrebt. Dabei soll die Durchführbarkeit durch technische und wirtschaftliche Berechnungen begründet werden. Bei gleicher wirtschaftlicher Effizienz der technischen Lösungen (innerhalb von ± 5 % in Bezug auf die reduzierten Kosten) wird empfohlen, die Lösung zu wählen, die eine höhere Kraftstoffeinsparung bietet. Bei der Auslegung von Heizungsanlagen, die Wärme aus erneuerbaren Energiequellen (Solar, Geothermie usw.) nutzen, sollte eine Reserve-Wärmeversorgung aus konventionellen Energiequellen zur vollständigen Deckung der Heizlast vorgesehen werden.

## 2.2 Deutschland und Europäische Union

### 2.2.1 Deutsche und Europäische Normen zur Bauausführung

#### Deutsche DIN-Normen

Die Normen basieren auf gesicherten Ergebnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung und dienen der Allgemeinheit. Sie werden im Prozess der Normung unter Leitung des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) erarbeitet.

DIN-Normen sind Empfehlungen und können, müssen aber nicht benutzt werden. Grundsätzlich handelt es sich um „private Regelwerke mit Empfehlungscharakter“. Als solche können sie hinter dem Stand der Technik zurückbleiben, haben aber die Vermutung für sich, dass sie den Stand der Technik abbilden. Diese Vermutung kann durch Sachverständigenbeweis

widerlegt werden. Falls bei einem Gebäude Schäden auftreten und es ist nicht entsprechend den Regelungen der DIN-Normen geplant oder gebaut worden, kann der Bauherr Schadensersatz verlangen.

### Europäische EN-Normen

Dies sind Regeln, die von einem der drei europäischen Komitees für Standardisierung (Europäisches Komitee für Normung CEN, Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung CENELEC und Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen ETSI) ratifiziert worden sind. Alle EN-Normen sind durch einen öffentlichen Normungsprozess entstanden. Nach der Ratifizierung muss eine europäische Norm von den nationalen Normungsorganisationen unverändert als nationale Norm übernommen werden. Entgegenstehende nationale Normen sind zurückzuziehen, um Doppelnormung zu vermeiden. In Österreich werden die übernommenen EN-Normen als ÖNORM EN, in der Schweiz als SN EN veröffentlicht.

### Internationale Organisation für Normung – ISO

Einige DIN-Normen sind in das europäische EN-Normenwerk übernommen und führen danach die Bezeichnung **DIN EN** xxx. Ebenso sind einige Normen in das internationale Normenwerk ISO übernommen. Diese werden dann unter der Bezeichnung **DIN ISO** XXX oder auch **DIN EN ISO** xxx geführt.

Mittlerweile (Mai 2021) sind 165 Länder in der ISO vertreten. Hiervon sind 122 member bodies (Vollmitglieder), 39 correspondent members (korrespondierende Mitglieder) und 4 subscriber members (haben Beobachtungsstatus).<sup>32</sup> Jedes Mitglied vertritt ein Land, wobei es aus jedem Land auch nur ein Mitglied gibt. Das Deutsche Institut für Normung ist seit 1951 Mitglied der ISO für die Bundesrepublik Deutschland.

Im Folgenden werden Normen und Verordnungen Deutschlands und der EU dargestellt.

### 2.2.2 Deutsche und Europäische Gesetze und Verordnungen zur Energieeffizienz in Gebäuden

In Deutschland gab es erste Wärmeschutzverordnungen für Neubauten nach der Ölkrise in den Jahren nach 1975. Darauf aufbauend wurde 2002 die erste Energieeinsparverordnung (EnEV) entwickelt. In Schritten wurden nach und nach die Anforderungen an die Qualität der Gebäudehülle und der Haustechnik bei Neubauten und Sanierungen verschärft.

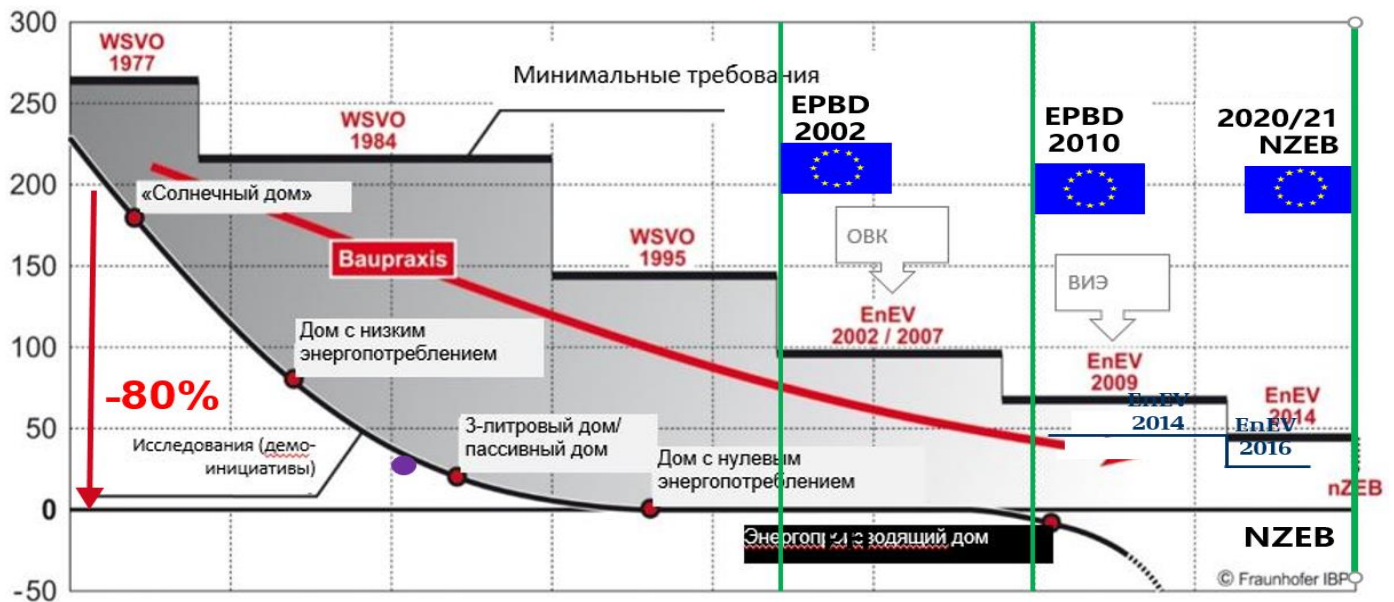
Heute hat sich die deutsche Energie- und Klimaschutzpolitik weiterentwickelt und wird durch verschiedene Gesetze und Verordnungen geregelt. Das zentrale Element ist das Gebäudeenergiegesetz (GEG): es vereint und aktualisiert die EnEV von 2014, das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG). Zusätzlich gibt es weitere Gesetze, die in den folgenden Kapiteln näher beschrieben werden.

Darüber hinaus setzt das GEG die EU-Anforderungen aus der Europäischen Gebäuderichtlinie (EPBD) in nationales Recht um. Es definiert die energetischen Standards für neu zu errichtende und zu sanierende Gebäude und regelt die Einsparung von Energie in Gebäuden. Es gilt für thermisch konditionierte Wohn- und Nichtwohngebäude und legt die anzuwendenden Berechnungsmethoden und Standards fest, außerdem enthält es Anforderungen an die Ausstellung und Verwendung der Energieausweise.

In Abbildung 2 sind die Schritte der Entwicklung der gesetzlichen Anforderungen dargestellt. Die rote Linie zeigt den immer besser werdenden Verlauf der gebauten Praxis bei Neubauten, die schwarze Kurve unten zeigt das energetische Niveau der Best Practice und der Forschungsvorhaben (Niedrigenergiehäuser, Passivhäuser über Nearly Zero bis zu Plusenergiegebäuden, die unter die Null- kWh/(m<sup>2</sup> a) – Linie gehen. Der gesamte Gebäudebestand in Deutschland verbessert sich dementsprechend durch Sanierung mit Einzelmaßnahmen bzw. Komplettsanierungen langsam.

<sup>32</sup> <https://www.iso.org/members.html>





**Abbildung 2. Stufenweise Verschärfung der Gebäudeanforderungen in Deutschland und der EU**

Mit der Energy Performance of Buildings Directive EPBD 2002 und 2010 greift die EU in nationales Recht der Mitgliedsstaaten ein und fordert die Entwicklung nationaler Gesetze zur Erreichung des Zieles: alle Neubauten müssen ab 2020 den Standard Nearly Zero Energy Buildings (NZEB) erreichen. Die aktuelle Version des GEG ist am 1. November 2020 in Kraft getreten. Im Gebäudebereich ist das Ziel, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand sowie etwa 60 % Endenergieeinsparung im Vergleich zu 2010 zu erreichen. Nach dem GEG dürfen sanierte Bestandsbauten 140 % des Energiebedarfs des Referenzgebäudes nicht überschreiten. Bei Teilsanierungen gelten Ausnahmen. Dadurch sind Energieeinsparungen von 80-90 % im einzelnen Gebäude zu erreichen. Empfehlenswert ist aber einen höheren Standard als den nach dem GEG gesetzlich vorgeschriebenen Standard bei Neubau und Sanierung umzusetzen, da in den kommenden Jahren weitere Verschärfungen geplant sind und die Gebäude schon bald nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen. Bereits jetzt gibt es in Fachkreisen in Deutschland die Forderung, das GEG zu überarbeiten und die Anforderungen zu verschärfen. Der Passivhausstandard ist kein gesetzlich vorgeschriebener Energiestandard, hat sich aber seit den ersten vom Passivhausinstitut 1991 gebauten Passivhäusern in Deutschland als sehr anspruchsvoller Standard für energiesparende Bauweise bei höchstem Lebenskomfort durchgesetzt. Der Begriff Passivhaus ist bereits weltweit bekannt und insbesondere in China werden viele Neubauten nach diesem Standard gebaut.

Die Historie der EnEV gibt einen Überblick über die Entwicklung der heute gültigen gesetzlichen Anforderungen und fasst die jeweiligen technischen

Anforderungen zusammen. Wie diese umzusetzen sind, wird durch DIN-Normen beschrieben, die den Stand der Technik wiedergeben. Der Zusammenhang zwischen Gesetzen und DIN-Normen ist in Abbildung 3 dargestellt. Aus der Praxis haben sich allgemein gültige Regeln der Technik entwickelt, die dann in DIN-Normen eingeflossen sind. Am Beispiel der umfangreichen und für Energieeffizienz besonders wichtigen DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ sieht man, wie sich daraus die Wärmeschutzverordnungen 1977-1995 und weiter die ENEC entwickelt haben. Parallel wurde die DIN 4108 weiterentwickelt und an höhere Wärmeschutzanforderungen angepasst.

### **EU-Richtlinie über Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden für alle Mitgliedsstaaten**

Die geänderte Richtlinie über Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden (EPBD - Energy Performance of Buildings Directive) trat am 08.07.2018 in Kraft. Innerhalb der darauffolgenden 20 Monate waren diese Anforderungen in nationales Recht umzusetzen. Hierdurch wurde die bisher geltende EU-Richtlinie EPBD 2010 geändert. D.h. jedes Land der EU musste bis zum 08.03.2020 eine nationale Gesetzgebung über Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden verabschiedet haben.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat eine Karte mit Strategien, Gesetzen und Verordnungen für das Energieversorgungssystem bereitgestellt auf europäischer und deutscher Ebene (Stand 03/2018).<sup>33</sup>

<sup>33</sup> [https://www.febs.de/fileadmin/Gesetze\\_und\\_Normen/BMWi-Gesetzeskarte-32018.pdf](https://www.febs.de/fileadmin/Gesetze_und_Normen/BMWi-Gesetzeskarte-32018.pdf)

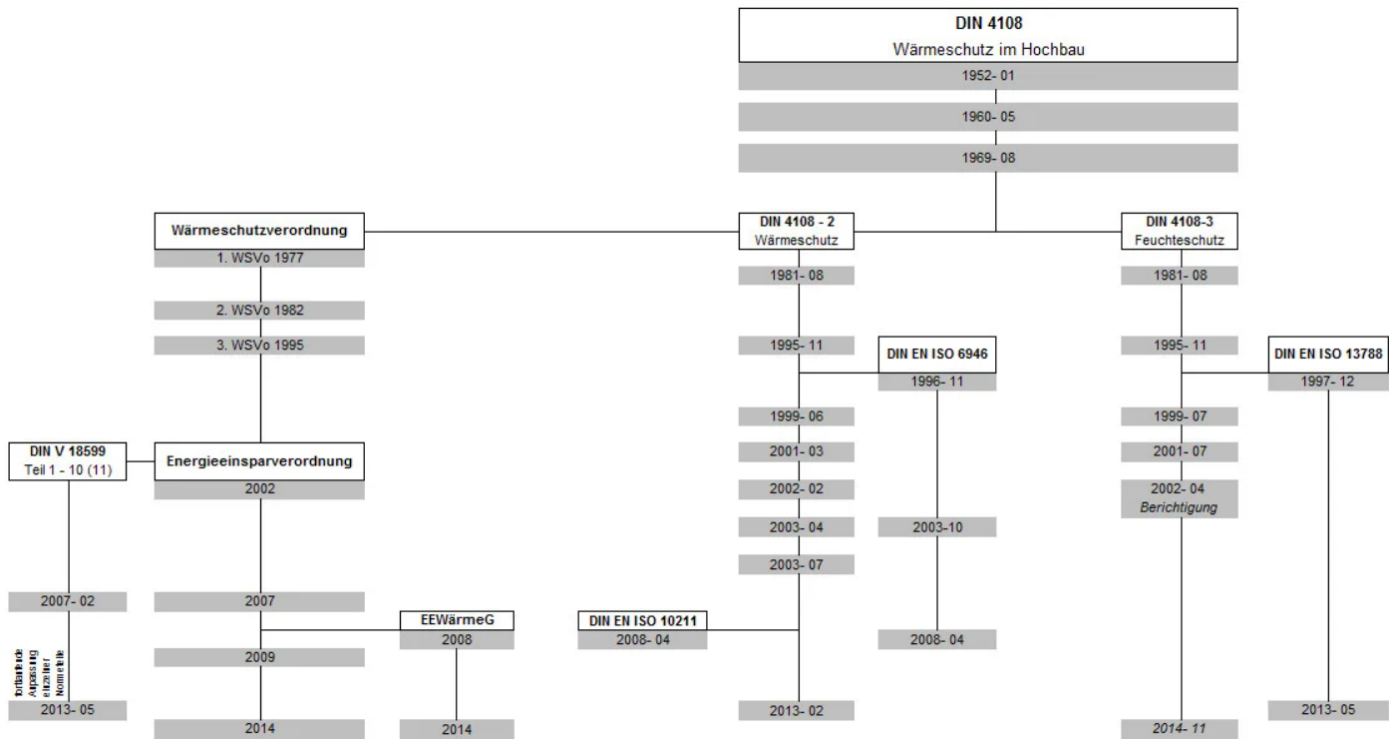


Abbildung 3. Übersicht Normen und Regelwerke zum Wärme- und Feuchteschutz in Deutschland und der EU

**GEG - Gebäudeenergiegesetz (Seit 1.11.2020)**

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) legt die energetischen Standards für Neubauten und für Bestandsbauten bei Sanierungen fest und regelt die Einsparung von Energie in Gebäuden in Deutschland.

**Energieeinsparverordnung (EnEV, 2002-2020)**

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) hat die energetischen Standards für Neubauten und für Bestandsbauten bei Sanierungen festgelegt und die Einsparung von Energie in Gebäuden geregelt. Sie galt für Wohngebäude und für Nichtwohngebäude, die thermisch konditioniert sind. Grundlage bildete das Energieeinsparungsgesetz. Aufbauend darauf waren in der EnEV anzuwendende Berechnungsverfahren und Normen definiert. Zudem waren Vorgaben zur Ausstellung und Verwendung des Energieausweises enthalten. Seit 1.11.2020 ist die EnEV im GEG aufgegangen. Die Vorschriften des GEG gelten für Bauanträge, Bauanzeigen u.ä., die nach dem 1.11.2020 gestellt wurden.

**Energieeinsparungsgesetzes (EnEG, bis 2020)<sup>34</sup>:**

Mit dem Ziel, die Energieeinsparung bei Gebäuden voranzutreiben, wurde das Energieeinsparungsgesetz „Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden“ bekanntgegeben. Das Gesetz ermächtigt die

Bundesregierung den Wärmeschutz durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) zu regeln, um Energieverluste beim Heizen und Kühlen zu vermeiden. Grundlage bildeten dabei europäische Vorgaben der Richtlinie über Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden. Seit 1.11.2020 ist das EnEG im GEG aufgegangen.

**Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG, bis 2020)<sup>35</sup>:**

Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz „Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich“<sup>36</sup> (EEWärmeG) definiert Anforderungen zum Einsatz erneuerbarer Energien bei Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäude sowie bei umfassenden Sanierung von Gebäuden der öffentlichen Hand. Seit 1.11.2020 ist das EEWärmeG im GEG aufgegangen.

**Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG):**

Die aktuelle Fassung des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien trat am 01.01.2021 in Kraft. Das EEG soll im „Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte verringern, fossile Energieressourcen schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien fördern“. Ziel ist es dabei, den

<sup>34</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/eneg/>

<sup>35</sup> <https://www.febs.de/gesetze-normen/eewaermeg>

<sup>36</sup> [https://www.gesetze-im-internet.de/eew\\_rmeg/index.html](https://www.gesetze-im-internet.de/eew_rmeg/index.html)

Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms kontinuierlich zu steigern. Diese Regelung entspricht den Vorgaben der EU-Richtlinie. Eingeschlossen sind dabei neben Freiflächenphotovoltaikanlagen und sonstigen Solaranlagen auch Windenergie- und Biomasseanlagen. Ausgenommen sind Anlagen zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Deponie-, Klär- oder Grubengas und Geothermie.

**Verordnung über Heizkostenabrechnung (Heizkosten V):**

Die Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten regelt die Abrechnung über Heizkosten und Warmwasser im Miet-, Nutzungs- und im Wohnungseigentümergehörnis. Sie soll Nutzer und Betreiber zur Optimierung der Energiekosten und -verbräuche anhalten.

	Inbetriebnahme			
	Ab 01.01.2021	Ab 01.02.2021	Ab 01.03.2021	Ab 01.04.2021
<b>Dachanlagen bis 10 kWp</b>	8,16 Ct/kWh	8,04 Ct/kWh	7,92 Ct/kWh	7,81 Ct/kWh
<b>Dachanlagen über 10 kWp bis 40 kWp</b>	7,93 Ct/kWh	7,81 Ct/kWh	7,70 Ct/kWh	7,59 Ct/kWh
<b>Dachanlagen über 40 kWp bis 100 kWp</b>	6,22 Ct/kWh	6,13 Ct/kWh	6,04 Ct/kWh	5,95 Ct/kWh
<b>Dachanlagen auf NWG, im Außenbereich und Anlagen auf Freiflächen bis 100 kWp</b>	5,61 Ct/kWh	5,53 Ct/kWh	5,44 Ct/kWh	5,36 Ct/kWh

**Tabelle 7. Einspeisevergütung für PV-Anlagen<sup>37</sup>**

**Das Bundes-Immissionsschutzgesetz<sup>38</sup> (BImSchG)**

Dies ist ein "Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge". Es regelt damit das Immissionsschutzrecht in Deutschland, insbesondere den Schutz von Menschen, Tieren, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie von Kultur- und Sachgütern. Für Anlagen sowie Brenn- und Treibstoffherzeugnisse sind Anforderungen zur Berücksichtigung der Umweltauswirkungen formuliert. Die Umsetzung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ist in der Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) sowie in entsprechenden Verwaltungsvorschriften, wie beispielsweise die TA Luft (Technische Anleitung zur

**Einspeisevergütung für PV-Anlagen**

Um die PV-Anlagen im Markt einzuführen und zu verbreiten ist es entscheidend, dass der am Haus erzeugte Stromüberschuss in das öffentliche Netz eingespeist werden kann. Dies wird durch das EEG und die Einspeisevergütung geregelt. Die Einspeisevergütung für PV-Anlagen orientiert sich an der Summe der installierten Leistung aller Photovoltaikanlagen in Deutschland. Im Folgenden sind die Vergütungssätze für Anlagen angegeben, die keine Erlöse aus der Direktvermarktung (verpflichtend ab 100 kWp Nennleistung) erzielen. Für Freiflächenanlagen größer 750 kWp wird die Förderung gemäß EEG über Ausschreibungen ermittelt. Ausnahmeregelung: Photovoltaik-Parks über 10 MW werden nicht mehr gefördert.

Luftreinhaltung) und die TA Lärm (Technische Anleitung zum Lärmschutz) geregelt.

**Die 1. Bundes-Immissionsschutzverordnung<sup>39</sup> (1.BImSchV) (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen)**

Die Verordnung regelt den Betrieb von Feuerungsanlagen, die nicht unter die Genehmigungspflicht des § 4 BImSchG fallen. Das sind weitestgehend Kleinf Feuerungsanlagen im häuslichen Bereich. Die 1. BImSchV begrenzt die durch Feuerungsanlagen verursachten Luftbelastungen und fördert eine effizientere Energieverwendung. Es werden Anforderungen an die Energieeffizienz und die zugelassenen Schadstoffmengen in den Abgasen von Öl-, Gas und Biomasse-Heizanlagen festgelegt. Hierfür dürfen nur nach BImSchG geprüfte Brennkammern und

<sup>37</sup>

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/PV\\_Datenmeldungen/DegressionsVergSaetze\\_05-07\\_21.xlsx?blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/PV_Datenmeldungen/DegressionsVergSaetze_05-07_21.xlsx?blob=publicationFile&v=2)

<sup>38</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/bimSchG/index.html>

<sup>39</sup> [https://www.gesetze-im-internet.de/bimSchV\\_1\\_2010/BINR003800010.html](https://www.gesetze-im-internet.de/bimSchV_1_2010/BINR003800010.html)

Abgasfilteranlagen verwendet werden. Diese Anforderungen werden nach und nach verschärft, was den Einsatz von fossilen Brennstoffen aber auch von Holz zukünftig einschränken wird.

### **Ökodesign-Richtlinie oder Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Richtlinie, ErP-RL**

Die Ökodesign-Richtlinie (Ökodesign-Richtlinie oder Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Richtlinie, ErP-RL) beinhaltet Anforderungen an energieverbrauchsrelevante Produkte sowie an Produkte, die den Energieverbrauch anderer Systeme beeinflussen. Mit dem Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz<sup>40</sup> (EVPG) wird die EU-Richtlinie in deutsches Recht umgesetzt. Neue Produkte bestimmter Produktgruppen dürfen hierbei nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn sie die Mindesteffizienzanforderungen der Ökodesign-Richtlinie erfüllen.

**In Zukunft werden sicher noch mehrere Kriterien und Anforderungen an Bauprodukte in Normen gefasst werden, um den wachsenden Anforderungen an Gebäude in Richtung Klimaneutralität Rechnung zu tragen. Dabei dürften z.B. der Primärenergieinhalt und die Recyclingfähigkeit eine große Rolle spielen.**

#### **2.2.3 Übersicht der Deutschen und Europäischen Normen und Methodik der Energiebilanzierung von Gebäuden**

##### **DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden**

Diese Norm befasst sich mit der Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung von Gebäuden. Berechnungen nach der DIN V 18599 erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsmäßigen Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung, raumluftechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind. Dabei berücksichtigt die Norm auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen aus Gebäude- und Anlagentechnik.

Grundsatz der energetischen Anforderungen des GEG ist das Referenzgebäude-Verfahren. Dabei werden die Anforderungen an die Gebäudehülle und die Energiebedarfswerte nicht durch feste U-Werte bestimmt, sondern es wird das sogenannte Referenzgebäude (Kubatur des geplanten Gebäudes) berechnet, das durch feste U-Werte und eine Standard-Haustechnikanlage genau beschrieben ist. Es muss eine Energiebilanzierung des zu planenden Gebäudes nach diesen Werten gemacht werden, damit man dann die Mindestanforderungen an Heizwärme- / Kühlungsbedarf und den Endenergie- / Primärenergiebedarf sowie die

zulässigen CO<sub>2</sub>-Emissionen ermitteln kann. Auf dieser Grundlage kann der Planer die U-Werte optimieren, um eine wirtschaftliche Lösung zu erzielen bzw. sogar einen höheren Energiestandard, wie z.B. das Passivhaus, mit wirtschaftlichen Mitteln zu erreichen.

Die DIN V 18599 ist sehr umfangreich und umfasst zwölf Normteile mit zusammen über 800 Seiten plus drei Beiblätter, deren Aufbau und Inhalt im Folgenden zusammenfassend dargestellt wird:

- **DIN V 18599 - 1 „Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger“.**

Der erste Teil der Normenreihe gibt einen Überblick über das Vorgehen bei der Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs. Neben der Beschreibung des allgemeinen Bilanzierungsverfahrens wird das Vorgehen bei der Zonierung von Gebäuden erläutert und die Primärenergiefaktoren werden dargestellt.

- **DIN V 18599 - 2 Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen.**

Teil 2 der Norm legt die Rechenverfahren fest, die benötigt werden, um den Heizwärmebedarf und den Kühlbedarf einer Gebäudezone aus dem Zusammenwirken von bautechnischen und anlagentechnischen Eigenschaften des Gebäudes sowie den Anforderungen der Nutzung zu berechnen. Dazu sind alle in der Gebäudezone auftretenden Wärmequellen und Wärmesenken einschließlich der Ergebnisse aus anderen Normteilen einzubeziehen (z. B. der Energieeintrag durch künstliche Beleuchtung), zu bestimmen und zu bilanzieren.

- **DIN V 18599 - 3 Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung.**

Das im Normteil 3 beschriebene Verfahren dient der Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die thermische Luftaufbereitung (Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten) und des Endenergiebedarfs für die Luftförderung (Hilfsenergie). Er ist relevant für die Bewertung raumluftechnischer Anlagen in Nichtwohngebäuden.

- **DIN V 18599 - 4 Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung.**

Im vierten Teil der Norm wird ein Verfahren zur Ermittlung des Endenergiebedarfs für die Beleuchtung in Nichtwohngebäuden beschrieben. Das Verfahren umfasst die Unterteilung des Gebäudes in Beleuchtungsbereiche, die Ermittlung der spezifischen elektrischen Bewertungsleistung des künstlichen Beleuchtungssystems sowie die Berücksichtigung der

<sup>40</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/ebpg/index.html>

Tageslichtnutzung und des Einflusses von Präsenzmeldesystemen.

- **DIN V 18599 - 5 Endenergiebedarf von Heizsystemen.**

Teil 5 ermittelt den Energiebedarf des Heizsystems in den verschiedenen Prozessschritten (Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung). Dabei werden die anlagentechnischen Verluste und die jeweils benötigten Hilfsenergien der einzelnen Prozessschritte berechnet und für die weitere Bilanzierung zur Verfügung gestellt.

- **DIN V 18599 - 6 Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau.**

Dieser Normteil ist nur bei der Bilanzierung von Wohngebäuden nach DIN V 18599 relevant. Er dient der Ermittlung des Energiebedarfs von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen.

- **DIN V 18599 - 7 Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau.**

Die in Teil 7 beschriebenen Verfahren erlauben die Berechnung der Nutzwärmeabgabe für die Heizfunktion der RLT-Anlage sowie der Erzeugernutzkälteabgabe für Raumkühlung und RLT-Kühlung. Mittels eines Kennwertverfahrens werden die Endenergie für die Kälteerzeugung (Strom) und die Erzeugernutzwärmeabgabe für die thermische Kälteerzeugung berechnet. Zusätzlich werden der Endenergiebedarf für Dampfbefeuchtung und der erforderliche Hilfsenergieaufwand berechnet.

- **DIN V 18599 - 8 Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen.**

Teil 8 der Normenreihe beschreibt ein Verfahren zur Berechnung des Energiebedarfs für die Trinkwarmwasserbereitung. Dazu werden die Wärmeverluste sowie der Hilfsenergiebedarf der verschiedenen Prozessbereiche ermittelt.

- **DIN V 18599 - 9 End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.**

Der Teil 9 liefert für Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung (z. B. BHKW) ein Verfahren zur Berechnung des gesamten Endenergieaufwands und des Energieaufwands, der der Wärmeerzeugung zuzurechnen ist. Dabei werden die Verluste der Wärmeerzeugung sowie die Stromproduktion ermittelt und für die weitere Berechnung zur Verfügung gestellt.

- **DIN V 18599 - 10 Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten.**

Teil 10 der DIN V 18599 liefert die für die Bilanzierung erforderlichen Randbedingungen für Gebäude mit Wohn- und Nichtwohnnutzung, Klimadaten für Deutschland sowie Richtwerte für den Trinkwarmwasserbedarf.

- **DIN V 18599 - 11: Gebäudeautomation**
- **DIN V 18599 - 12: Tabellenverfahren Wohnbau**
- **DIN V 18599 - Beiblatt 1.**

Zusätzlich wurde im Januar 2010 das Beiblatt 1 zur DIN V 18599 veröffentlicht, welches für die Energieberatung eine Vorgehensweise zum Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch beschreibt.

- **DIN V 18599 - Beiblatt 2:** Beschreibung der Anwendung von Kennwerten aus der DIN V 18599 bei Nachweisen des Gesetzes zur Förderung EEWG
- **DIN V 18599 - Beiblatt 3:** Überführung der Berechnungsergebnisse einer Energiebilanz nach DIN V 18599 in ein standardisiertes Ausgabeformat

Die modulare Aufteilung in Normteile erlaubt ein bedarfsorientiertes Arbeiten, indem nur die für das jeweilige Gebäude relevanten Teile der Norm herausgegriffen und angewandt werden.

Um klare Grenzen zwischen den Normteilen zu definieren, findet sich in jedem Normteil eine Beschreibung der für die Berechnung erforderlichen Eingangsgrößen sowie der an andere Normteile übergebenen Ergebnisse (Ausgangsgrößen).

### **DIN EN ISO 52016-1 Energetische Bewertung von Gebäuden**

Die Norm DIN EN ISO 52016-1 Energetische Bewertung von Gebäuden - Energiebedarf für Heizung und Kühlung, Innentemperaturen sowie fühlbare und latente Heizlasten Teil 1: Berechnungsverfahren (ISO 52016-1:2017) enthält stunden- bzw. monatsbezogene Berechnungsverfahren zur Bewertung von Energiebedarf für Heizung und Kühlung, Be- und Entfeuchtung, Innentemperaturen sowie Heiz- und Kühllast von Wohn- und Nichtwohngebäuden.

### **DIN EN 12464 - Licht und Beleuchtung**

Diese Norm legt Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen fest, die den Erfordernissen für Sehkomfort und Sehleistung für Menschen mit normalem Sehvermögen gerecht werden.

DIN EN 12464-1 nennt für die meisten Arbeitsstätten in Innenräumen und deren zugehörigen Flächen die Anforderungen an Beleuchtungslösungen mit Blick auf

Quantität und Qualität der Beleuchtung. Zusätzlich werden Planungsempfehlungen gegeben. Die lichttechnischen Anforderungen, die in dieser Europäischen Norm festgelegt sind, erfüllen üblicherweise auch Anforderungen im Hinblick auf Sicherheit.

### **DIN 4108 - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden**

Anforderungen an den Wärmeschutz sind in der DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden und der Energieeinsparverordnung (EnEV) formuliert. Der Geltungsbereich der DIN 4108 erstreckt sich auf die Planung und Ausführung von Aufenthaltsräumen in Hochbauten, die ihrer Bestimmung nach auf normale Innentemperaturen ( $> 19\text{ °C}$ ) beheizt werden. Nebenräume, die zu Aufenthaltsräumen gehören, sind dabei wie Aufenthaltsräume zu behandeln.

Die EnEV und seit 11/2020 das GEG enthält Anforderungen an den energiesparenden Wärmeschutz in Abhängigkeit von dem Temperaturniveau, auf welches die zu errichtenden Gebäude beheizt werden sollen und bezieht sich auch auf die DIN 4108. Außerdem sind Anforderungen bei baulichen Änderungen bestehender Gebäude enthalten. Für Werkstätten, Werkhallen und Lagerhallen, soweit sie nach ihrem üblichen Verwendungszweck großflächig und langanhaltend offengehalten werden müssen, gilt die EnEV nicht. Zu den Gebäuden mit normalen Innentemperaturen gehören u.a. Wohngebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen, Krankenhäuser, Gebäude des Gaststättengewerbes, Waren- und sonstige Geschäftshäuser, Betriebsgebäude mit Innentemperaturen von mind.  $19\text{ °C}$ .

Die DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden besteht aus folgenden Teilen:

- DIN 4108-1 Wärmeschutz im Hochbau; Größen und Einheiten
- DIN 4108-2 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN 4108-3 Klimabedingter Feuchteschutz
- DIN 4108-4 Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- DIN V 4108-6 Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs (für Nichtwohngebäude siehe DIN V 18599)
- DIN 4108-7 Luftdichtheit von Gebäuden
- DIN 4108-10 Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe

- DIN 4108-11 Mindestanforderungen an die Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen mit Klebebändern und Klebemassen zur Herstellung von luftdichten Schichten
- DIN 4108 Beiblatt 1 Wärmeschutz im Hochbau
- DIN 4108 Beiblatt 2 Wärmebrücken

In Zukunft wird ein weiterer Faktor eine wichtige Rolle spielen: innerhalb des Lebenszyklus des Gebäudes von der Herstellung der Baustoffe bis zu dem Recycling oder Reuse nach Ende der Benutzungszeit wird der Primärenergieinhalt (auch Graue Energie oder embodied Energy genannt) der Baustoffe allgemein und die am Anfang geplante einfache Zerlegbarkeit der Baustoffe für das Recycling eine wichtige Rolle spielen. Bei NZEB's spielt die graue Energie im Verhältnis zur gesamten Endenergie für Heizung, Kühlung und Warmwassererzeugung über die Lebensdauer von 50 Jahren eine große Rolle. In Nachhaltigkeitszertifizierungen wie DGNB, LEED, BREEAM oder anderen wird dies mit kalkuliert. Allerdings gibt es noch keine gesetzliche Grundlage dafür in Deutschland oder der EU. Dies wird aber in den nächsten Jahren eingeführt.

### **Wärmedämmstoffe für Gebäude**

Die Wärmedämmstoffe für den Hochbau sind in ca. 120 DIN-Normen einzeln erfasst und die Anforderungen an die Qualität der Dämmstoffe beschrieben. Diese DIN-Normen werden regelmäßig vom DIN-Normungsinstitut überarbeitet und in aktualisierter Version veröffentlicht. Genormt sind hierbei die Maße (Länge, Breite, Dicke), die Rechtwinkligkeit und Ebenheit, die Druckfestigkeit, die Rohdichte, die Maßhaltigkeit bei Änderungen des Normklimas ( $23\text{ °C} / 50\%$  relative Luftfeuchte), die zulässige Verformung bei Temperatur-, Feuchte- und Druckänderung, die Wasseraufnahme, die Zugfestigkeit, die Wasserdampfdurchlässigkeit und zahlreiche weitere Produkteigenschaften. Besonders wichtig ist auch die in den Normen festgelegte Toleranz der Abweichung der beschriebenen Eigenschaften. In weiteren Normen werden einzelne Produktgruppen in ihren geforderten Eigenschaften beschrieben, wie z.B. die Wärmedämmstoffe EPS, XPS, PUR etc. sowie auch die Eigenschaften bei Komposition verschiedener Materialien zu einem Bausystem wie z.B. des weit verbreiteten Wärmedämm-Verbundsystems mit Putz (WDVS).

Durch diese Normierung werden die wesentlichen geforderten Eigenschaften der Bauprodukte mit den akzeptablen Toleranzen und Abweichungen definiert. Dies erleichtert den Planern die richtige Auswahl der Produkte und den Herstellern das gewünschte Produktdesign für unterschiedliche Anwendungsfälle. Falls Probleme oder Schäden beim Bau festgestellt werden, kann somit leicht die Ursache erforscht und geprüft werden, ob der Fehler im Material, der Planung oder der Bauausführung liegt.



## Wärmedämmstoffe für die Gebäudetechnik

Die Wärmedämmstoffe für die Gebäudetechnik sind in ca. 7 DIN-Normen einzeln erfasst und die Anforderungen an die Qualität der Dämmstoffe beschrieben. Diese DIN-Normen werden regelmäßig vom DIN-Normungsinstitut überarbeitet und in aktualisierter Version veröffentlicht. Hier geht es unter anderem auch um die Ausführung von Wärme- und Kälteisierungen von Leitungen, Berechnungsregeln der Wärmedämmungen und Berechnung der Wasserdampfdiffusion bei Dämmung von Kälteleitungen.

### Produkt- und Prüfnormen für Dämmstoffe - Baustoffkennzeichnung

Es ist extrem wichtig, dass alle Bauprodukte, ob Wärmedämmplatten oder Heizgeräte, genau gekennzeichnet sind. Auf der Baustelle muss der Bauleiter jede Lieferung prüfen, ob die Eigenschaften (siehe DIN-Normen) des gelieferten Produktes mit der

Planung und der Energiebilanzierung übereinstimmen. Zudem muss er Materialproben den Lieferungen entnehmen und die Qualität überprüfen. Dazu müssen alle Baustoffpackungen von außen gut sichtbar und lesbare Produktdeklarationen enthalten. Zur einheitlichen Deklaration von Bauprodukten auf europäischer Ebene sind als Regelwerk die harmonisierten europäischen Normen geschaffen worden. Alle wichtigen technischen Daten wie z.B. Maße, Wärmeleitfähigkeit, Gewicht, Rohdichte, Druckfestigkeit etc. müssen auf der Produktdeklaration aufgeführt werden.

### Historie:

Die Europäische Kommission hat im Februar 1995 zur Förderung des freien Warenverkehrs und zum Abbau der zwischenstaatlichen Handelshemmnisse innerhalb der Europäischen Union (EU) die CEN (die europäische Normungsorganisation) beauftragt, Regelwerke zur Harmonisierung der Produkteigenschaften von Dämmstoffen zu entwickeln.

Typkurzbezeichnung für Anwendung:  
DEO für Innendämmung der Decke oder Bodenplatte

Angabe der Wärmeleitfähigkeit und des Brandverhaltens

Bei Dämmstoffen, die ausschließlich mit einem CE-Zeichen gekennzeichnet sind, muss bei gleicher Wärmeleitfähigkeit 20 Prozent mehr Dicke gegenüber Dämmstoffen mit Ü-Zeichen berechnet werden.

XX -Bodendämmplatte		Qualitätstyp: XX 035 DEO
Anwendungstyp nach DIN 4108-10 <b>DEO</b>		EAN Code 
Nenndicke <b>XX mm</b>	Format <b>XX mm x XX mm</b>	Wärmeleitfähigkeit <b>0,035 W/mK</b>
Kanten <b>XX</b>	Platten <b>XX Stück</b>	
Fläche <b>XX m²</b>		Brandverhalten <b>B1 (DIN 4102) Zul.-Nr.</b>
DIN EN 13163 [Produktbezeichnung] Euroklasse E $R_p = XX \text{ m}^2\text{K/W}$ Nenndicke XX mm		[Hersteller] [Anschritt] [Jahr] zwei Ziffern des Jahres [Zertifikat-Nummer]
XX EN 13163-T1-L1-W1-S1-P3-B850-CS(10)100-DS(N)S-DLT(1)5		

Abbildung 4. Beispiel Produktdeklaration (XPS-Dämmplatte) (dena, Schirmer)

Die zehn Produktnormen für Dämmstoffe (EN 13162 bis 13171) wurden im März 2001 von der CEN vorgestellt.

- DIN EN 13162 MW Mineralwolle
- DIN EN 13163 EPS Polystyrol-Hartschaum, expandiert
- DIN EN 13164 XPS Polystyrol-Hartschaum, extrudiert
- DIN EN 13165 PUR Polyurethan-Hartschaum
- DIN EN 13166 PF Phenolharz-Hartschaum
- DIN EN 13167 CG Schaumglas
- DIN EN 13168 WW Produkte aus Holzwolle
- DIN EN 13169 EPB Platten aus Bläherlite
- DIN EN 13170 ICB Expandierter Kork

- DIN EN 13171 WF Holzfaser-Dämmstoffe

Ab März 2002 begann eine zwölfmonatige Koexistenzphase, während der die Hersteller von Wärmedämmstoffen die Kennzeichnung von der alten deutschen Norm (mit dem Ü-Zeichen) auf die neuen EN-Normen mit dem CE-Zeichen umstellen konnten. Seit Dezember 2003 muss jedes in Deutschland angebotene Dämmstoffprodukt – unabhängig vom Herkunftsland – die CE-Kennzeichnung tragen.

## 3 Vergleich von deutschen und usbekischen Gesetzen und Normen

Im Folgenden werden die grundlegenden Normanforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden in Deutschland (Anforderungen nach EnEV und Passivhaus-Standard) sowie in Usbekistan gegenübergestellt, um einen schnellen Vergleich zu ermöglichen. Die Vergleichswerte für den Passivhausstandard gelten für die Klasse Passivhaus Classic für die kühl-gemäßigte Klimazone.

### 3.1 Energiebilanzierung von Gebäuden

In Deutschland erfolgt die Zuordnung zu den Gebäudeenergieeffizienzklassen nach der Höhe des Endenergiebedarfs. **Der deutsche Endenergiebedarf berücksichtigt folgende Faktoren:**

- **Heizungsbedarf**
- **Kühlungsbedarf**
- **Warmwasserbedarf**
- **Hilfsenergiebedarf**
- **bei Nichtwohngebäuden auch sonstigen Strombedarf für Beleuchtung, Geräte etc.**

**Der Endenergiebedarf ist der Ausgangswert für die Berechnung des Primärenergiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen.**

Im Unterschied dazu wird in Usbekistan keine Energiebilanzierung durchgeführt. KMK 2.01.18-2000\* legt lediglich normative Werte der flächenspezifischen Heiz- und Kühllast für Heizung, Lüftung und Klimatisierung von Gebäuden sowie normative Indikatoren für die Energieeffizienz von Geräten fest. Anforderungen an den Energiebedarf sind nicht formuliert. Ebenso sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Primärenergie momentan nicht verbindlich berücksichtigt. Es gibt auch keine gültige Methodik, diese zu berechnen.

In Deutschland gelten CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Primärenergiebedarf als wichtigste Kennwerte, welche kontinuierlich reduziert werden. Es gilt die Formel: Endenergiebedarf mal Primärenergiefaktor = Primärenergiebedarf. Diese Kennwerte sind im GEG festgelegt und wurden in den letzten Jahren immer mehr verschärft (siehe Kapitel 2.2.2). In Usbekistan sollten Primärenergiefaktoren für die wichtigsten

Energieformen wie Strom, Gas, Fernwärme, Kohle, Öl, Biomasse wie Holz u.a. festgelegt werden. Bei der Höhe der Faktoren spielt z.B. bei Fernwärme und Strom die Effizienz des Heizwerkes oder Kraftwerkes eine große Rolle und ob bei der Erzeugung der Wärme erneuerbare Energie genutzt wird. Für jedes einzelne Kraftwerk / Heizwerk muss ein eigener Primärenergiefaktor ermittelt werden.

### 3.2 Thermischer Komfort und Energieeffizienz

Die Luftdichtheit des Gebäudes und die Art der Lüftung spielen eine entscheidende Rolle sowohl für den thermischen Lebenskomfort als auch für die Energieeffizienz eines Gebäudes.

Durch Fugen in den Wänden, besonders beim Einbau der Fenster und Türen und beim Anschluss von Dachkonstruktionen kann sehr viel Luft nach außen entweichen, die im Winter energieaufwändig nachgeheizt werden muss. Der zweite wichtige Faktor ist die Zufuhr notwendiger Frischluft in die Räume: bei einer sehr dichten Gebäudehülle reicht das normale Lüftungsverhalten nicht mehr aus, um die Schimmelbildung an kritischen Stellen zu vermeiden. Daher muss eine maschinelle Lüftung vorgesehen werden, die dann möglichst gleich mit einer Wärmerückgewinnung geplant werden sollte, um die Energieverluste weiter zu minimieren.

#### 3.2.1 Luftdichtheit des Gebäudes

Hier wird ein Wert für die Luftdichtheit des Gebäudes in Abhängigkeit von einem bestimmten Druck ermittelt, der einem festgelegten Winddruck / -sog auf die Fassade entspricht. Die Werte in Usbekistan sind auf eine Druckdifferenz von 10 Pa bezogen, was einer Windstärke auf die Fassade von 3 Beaufort oder ca. 4 m/s entspricht. 50 Pa entspricht einer Windstärke von 5 oder ca. 9 m/s. Dadurch sind die Werte nicht vergleichbar.

Die Einheit ist h<sup>-1</sup>, in Usbekistan wird die Einheit kg/(m<sup>2</sup> h) verwendet. Bei dem Gewicht der Luft kommt es auf die Luftfeuchte an, wieviel Luft pro (m<sup>2</sup> h) ausgetauscht wird. Bei sehr feuchter, schwerer Luft wird bei gleichem Luftwechsel weniger Luft ausgetauscht. Daher ist der Bezug auf das Luftvolumen in Kubikmeter für die Praxis besser geeignet. Bei n<sub>50</sub> = 1 h<sup>-1</sup> wird das gesamte Luftvolumen des Gebäudes durch die restlichen Undichtheiten innerhalb 1 Stunde ausgetauscht.



Wert	Usbekistan KMK 2.01.04-97*	Deutschland EnEV 2016 [n <sub>50</sub> ]	Passivhaus Classic [n <sub>50</sub> ]
Referenzdruckdifferenz zwischen Außen- und Innenluft P = 10 Pa			
Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen	0,6-1,2 h <sup>-1</sup>	≤ 3,0 h <sup>-1</sup>	Lüftungsanlage ist Pflicht
Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen	0,6-1,2 h <sup>-1</sup>	≤ 1,5 h <sup>-1</sup>	≤ 0,6 h <sup>-1</sup>
Gebäude mit Luftvolumen aller konditionierten Zonen > 1.500 m <sup>3</sup> bezogen auf die Hüllfläche			
Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen	keine	≤ 4,5 m h <sup>-1</sup>	Lüftungsanlage ist Pflicht
Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen	keine	≤ 2,5 m h <sup>-1</sup>	≤ 0,6 h <sup>-1</sup>

Tabelle 8. Luftdichtheit des Gebäudes

3.2.2 Luftwechselraten

In Deutschland richten sich die Luftwechselraten nach der DIN V 18599, die für verschiedene Gebäudenutzungen die Frischluftmengen pro Stunde für vorgegebene Nutzungszeiten angibt. Bei Sanierungen verlangt die DIN 1946-6 neue Fenster und ein Lüftungskonzept - und wenn

keine mechanisch unterstützte Lüftung vorgesehen ist, müssen Lüftungsöffnungen eingebaut werden, z.B. Fensterfalzlüftung. Auch die Luftfeuchtigkeit wird in der Berechnung berücksichtigt, ebenso wie u.a. Nachlüftungssysteme (in Verbindung mit thermischer Masse).

3.2.3 Lüftung ohne Konditionierung

Usbekistan	Deutschland EnEV 2016, Referenzgebäude - Nichtwohngebäude	Passivhaus Classic
Keine Vorschriften in Bezug auf Energieeffizienz	Wärmerückgewinnung, Kanäle innerhalb des Gebäudes	Anlage und Kanäle innerhalb der thermischen Hülle
	Abluft: spez. Leistungsaufnahme Ventilator 1,0 kW/(m <sup>3</sup> s)	Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung
	Zu- und Abluftanlage P <sub>SFP</sub> = 1,5 kW/(m <sup>3</sup> s) / 1,0 kW/(m <sup>3</sup> s)	Der Stromverbrauch für Ventilatoren und Steuerung ist auf 0,45 Wh/m <sup>3</sup> befördertes Luftvolumen zu begrenzen.

Tabelle 9. Lüftung ohne Konditionierung

3.2.4 Lüftung mit Konditionierung

Usbekistan	Deutschland EnEV 2016, Referenzgebäude - Nichtwohngebäude	Passivhaus Classic
------------	---	--------------------

Keine Vorschriften in Bezug auf Energieeffizienz	Abluftanlage: spezifische Leistungsaufnahme Ventilator 1,0 kW/(m³ s)	Konditionierung mit Wärme, Kälte, Be- und Entfeuchtung muss in $Q_p \leq 120 \text{ kWh/m}^2$ enthalten sein
	Zu- und Abluftanlage $P_{SFP} = 1,5 \text{ kW/(m}^3 \text{ s)} / 1,0 \text{ kW/(m}^3 \text{ s)}$	
	Wärmerückgewinnung, Kanäle innerhalb des Gebäudes	Anlage und Kanäle innerhalb der thermischen Hülle
	Zulufttemperatur 18 °C	Zulufttemperatur $\geq 16 \text{ °C}$

**Tabelle 10. Lüftung mit Konditionierung**

**3.2.5 Relative Luftfeuchtigkeit**

Wert	Usbekistan SHNK 2.08.01-05 [%]	Deutschland [%]
Wohngebäude	Max. 65% (kalte Jahreszeit)	40 - 50

**Tabelle 11. Relative Luftfeuchtigkeit**

**3.2.6 Innentemperaturen**

Wert	Usbekistan SHNK 2.08.01-05 [°C]	Deutschland [°C]	Passivhaus Classic [°C]
Auslegungs-Innentemperatur		20 (Winter) 26 (Sommer)	20 (Winter) 25 (Sommer)
Wohnzimmer	21-22 (Winter), minimal 20 26-27 (Sommer)	20	
Küche	18	20	
Badezimmer	25	24	
WC	18	20	

**Tabelle 12. Innentemperaturen für die Berechnung des Heizenergiebedarfes**

**3.2.7 Beleuchtung**

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Energieeffizienz von Gebäuden ist die Beleuchtung. In Deutschland beispielsweise macht die künstliche Beleuchtung weniger als 10 % des gesamten Stromverbrauchs in unserer Gesellschaft aus. In Verwaltungsgebäuden kann die Beleuchtung jedoch bis zu 40 % der gesamten Energiekosten ausmachen. Bei allen Energie- und Kostenbetrachtungen - z. B. bei Neubauten oder Sanierungen - haben die Kriterien für eine gute Beleuchtung Vorrang. Es ist jedoch wichtig, keine Kompromisse bei der technischen Qualität der Beleuchtung einzugehen, nur um den Energieverbrauch

zu senken. Deshalb empfiehlt die Norm DIN V 18599 ideale Lux-Werte, während die EnEV 2016 auch Mittel zur Steuerung des Lichteinsatzes z. B. durch Bewegungsmelder in bestimmten Gebäudebereichen empfiehlt.

Usbekistan KMK 2.04.17-98	Deutschland EnEV 2016, Referenzgebäude - Nichtwohngebäude
Energiesparende Leuchtmittel	Energiesparende Lichtquellen;

Bewegungsmelder, Konstantlichtregelung / tageslichtabhängige Regelung.
--

Tageslichtleitsysteme und Oberlichter sind nur einige der vielen Möglichkeiten, die nicht nur den Nutzerkomfort, sondern auch die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes drastisch verbessern.

**Tabelle 13. Beleuchtung**

In Deutschland werden nicht nur energiesparende Lichtquellen und die Nutzung von indirektem Sonnenlicht gefördert, sondern es werden auch gestalterische Aspekte und Nutzerbedürfnisse stark berücksichtigt, die einen direkten Einfluss auf die benötigte Lichtmenge und damit auf den gesamten Energiebedarf haben. Einfache bauliche Maßnahmen wie Oberflächenveredelungen an Lamellen und Jalousien, lichtlenkende Gläser,

**3.2.8 Sonnenschutzvorrichtungen**

Je nach Klima ist außenliegender Sonnenschutz zur Senkung des Kühlungsbedarfs sehr wichtig. Auf der Südseite kann dies auch durch feststehende Sonnenschutzelemente wie Balkone, Dachüberstand erfolgen. Auf der Ost- und Westseite scheint die tiefer stehende Sonne tief in die Räume und der Kühlungsbedarf kann nur durch beweglichen Sonnenschutz minimiert werden.

Wert	Usbekistan	Deutschland EnEV 2016, Referenzgebäude	Passivhaus Classic
<b>Sinn und Zweck</b>	Die Vorschrift SHNK 2.08.01-05 dient der Optimierung des Komforts. Der Energiebedarf für sommerlichen Wärmeschutz wird bei der Gebäudeenergiebilanz nicht berücksichtigt	Der Sonneneintrag durch die Fenster muss in die energetische Bilanzierung eingerechnet werden. Übertemperaturen ohne Klimaanlage oder andere energieverbrauchende Technik soll vorgebeugt werden.	
<b>Grundsatz</b>	Für Gebäude in Orten mit durchschnittlicher Temperatur im Juli über 21 °C ist konstruktiver Sonnenschutz erforderlich.	Als höchstzulässige Sonneneintragskennwerte nach § 3 Absatz 4 sind die in DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.3.3 festgelegten Werte einzuhalten.	Das Anbringen von Sonnenschutzvorrichtungen auf der Südseite ist notwendig, für Ost und West ist es ortsabhängig. Automatische Steuerung (Sonnenschein, Sturmsicherung) ist empfehlenswert.

**Tabelle 14. Sonnenschutzvorrichtungen**

**3.3 Energiebedarf**

Der Endenergiebedarf für Heizung, Kühlung inkl. Entfeuchtung und Warmwasser wird, wie in Kapitel 2.2.3

beschrieben, in Deutschland über das Referenzgebäudeverfahren ermittelt und in kWh/m<sup>2</sup> angegeben.

**3.3.1 Heizungsanlagen**

Usbekistan	Deutschland EnEV 2016, Referenzgebäude - Nichtwohngebäude Raumhöhen ≤ 4 m	Passivhaus Classic
Erzeuger meist außerhalb der thermischen Hülle	Erzeuger außerhalb der thermischen Hülle	Erzeuger innerhalb der thermischen Hülle

Wärmeverteilung: Einrohrnetz, Zweirohrnetz, hydraulisch abgeglichen (bei der Installation)	Wärmeverteilung: Zweirohrnetz, hydraulisch abgeglichen	Keine konventionelle Heizung, sondern i. d. R. über Lüftungsanlage, zusätzliche Heizkörper, Fußbodenheizung, Fan Coils können vorgesehen werden, wenn Primärenergieanforderung eingehalten wird
Wärmeübergabe: freie Heizflächen an der Außenwand, keine Hilfsenergie	Wärmeübergabe: freie Heizflächen an der Außenwand, keine Hilfsenergie	Wärmeübergabe: Zuluftversorgung in den Aufenthaltsräumen
	Regelgröße Raumtemperatur (bei Umluftheizung)	Regelgröße Raumtemperatur

Tabelle 15. Heizungsanlagen

3.3.2 Warmwasserbereitung

Usbekistan	Deutschland EnEV 2016, Referenzgebäude - Nichtwohngebäude	Passivhaus Classic
Zentral, über Hausanschlussstation (ITP). Kein Pufferspeicher	Zentral: Wärmeerzeuger Solaranlage, Restbedarf über Heizung, Wärmespeicher außerhalb der therm. Hülle. Dezentral: Elektr. Durchlauferhitzer, 6 m Leitung pro Gerät	Die Wärmeverluste bei der Brauchwarmwasserbereitung, -speicherung und -verteilung sind durch lückenlose Wärmedämmung auf ein Minimum zu reduzieren.

Tabelle 16. Warmwasserbereitung

3.3.3 U- / R-Werte der Hüllkonstruktionen für Wohngebäude (Neubau)

Die U-Werte in Deutschland berücksichtigen alle Elemente einer Konstruktion, einschließlich Wärmebrücken. Sie können nur durch Berechnungen ermittelt werden. Der R-Wert, oder Wärmewiderstand in Usbekistan ist der Kehrwert des U-Wertes und ein Maß

für das Material an sich, indem die Dicke (in Metern) durch die Wärmeleitfähigkeit (Lambda-Wert, W/(m K)) geteilt wird. Der U- bzw. R-Wert kann verwendet werden, um zu vergleichen, wie sich verschiedene Dicken von Produkten mit unterschiedlichen Lambda-Werten vergleichsweise verhalten. In dieser Studie wird immer zuerst der R-Wert und danach in Klammern der U-Wert genannt.

Wert	Usbekistan , Durchschnittswert über die Fläche <sup>41</sup> , R-Wert [m <sup>2</sup> °C/W] (U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)])			Deutschland EnEV 2016 Durchschnittswert über die Fläche R-Wert [m <sup>2</sup> °C/W] (U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)])	Passivhaus Classic R-Wert [m <sup>2</sup> °C/W] (U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)])
	Stufe I-II variieren in Abhängigkeit von den Heizgradtagen der Klimazone				
	I. Stufe	II. Stufe	III. Stufe		
<b>Außenwände</b>	0,94 (1,06)	1,8 (0,55)	2,6 (0,38 )	3,57 (0,28)	≤ 6,6 (0,15)

<sup>41</sup> Wärmeschutzstufe gemäß KMK 2.01.04-97\*; Um eine Vergleichbarkeit einzuhalten, werden die R-Werte für 2000-3000 Heizgradtage betrachtet. Die R-Werte für den Dachboden und für die Kellerdecke sind mit dem Koeffizienten n=0,8 (Tabelle 3 von KMK 2.01.04-97\*) berechnet.

<b>Dach, oberste Geschossdecke</b>	1,12 (0,89 )	2,08 (0,48)	2,96 (0,34)	5,0 (0,20)	≤ 6,7 (0,15)
<b>Fenster</b>	0,39 (2,56)	0,39 (2,56)	0,42 (2,38)	0,77 (1,3)	≤ 1,25 (0,80) oder ≤ 1,18 (0,85) (im eingebauten Zustand)
<b>Kellerdecke, Decke gegen unbeheizte Bodenplatte</b>	1,6 (0,63)	1,84 (0,54)	2,56 (0,39)	2,86 (0,35)	≤ 6,7 (0,15)

**Tabelle 17. R- / U-Werte der Hüllkonstruktionen für Wohngebäude (Neubau)**

**3.3.4 Transmissionswärmeverlust**

Der Transmissionswärmeverlust ( $H_T$ ) beschreibt, wie viel Wärme ein Haus über Wände, Fenster, Türen und Dach verliert. Je kleiner der Wert ist, umso niedriger fallen in der Regel auch die Heizkosten aus.

Es gibt in Deutschland und in Usbekistan Höchstwerte für zulässige Transmissionswärmeverluste. Dies ist

vereinfacht ausgedrückt der gemittelte U- / R-Wert sämtlicher Bauteile der thermischen Gebäudehülle. Dabei ist zu beachten, dass die Werte nach sehr unterschiedlichen Methoden berechnet werden und in unterschiedlichen Maßeinheiten dargestellt werden und somit nicht ohne großzügige Toleranzen vergleichbar sind.

Zeile	Usbekistan, KMK 2.01.04.97	Deutschland EnEV 2016 Gebäudetyp	Deutschland EnEV 2016 Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts ( $H_T$ )	Passivhaus Classic (Der Jahresheizwärmebedarf darf maximal 15 kWh/m <sup>2</sup> betragen).
1	Transmissionswärmeverluste durch Wärmebrücken werden teilweise in den Gesamtwärmeverlusten berücksichtigt.	Freistehendes Wohngebäude	$H_T = 0,40 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	$H_T = 0,28 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
		mit Gebäudenutzfläche AN ≤ 350 m <sup>2</sup>		
		mit AN > 350 m <sup>2</sup>	$H_T = 0,50 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	$H_T = 0,35 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
2		Einseitig angebautes Wohngebäude	$H_T = 0,45 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	$H_T = 0,31 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
3		Alle anderen Wohngebäude	$H_T = 0,65 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	$H_T = 0,45 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
4		Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß § 9 Absatz 5	$H_T = 0,65 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$	$H_T = 0,45 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

**Tabelle 18. Maximal zulässige Transmissionswärmeverluste**

**3.3.5 Wärmebrücken**

Die Wärmebrücken werden mit einem pauschalen Zuschlagsfaktor berücksichtigt. In Deutschland kann aber

auch eine Einzelberechnung der zwei- und dreidimensionalen Wärmebrücken gemacht werden, um ein genaues und meist niedrigeres Ergebnis als bei dem pauschalen Zuschlag zu erhalten.

Wert	Usbekistan KMK 2.01.04.97*	Deutschland EnEV 2016	Passivhaus Classic
<b>Transmissionswärmeverluste durch Wärmebrücken</b>	Transmissionswärmeverluste durch Wärmebrücken werden teilweise in den Gesamtwärmeverlusten berücksichtigt.	Es ist ein pauschaler Zuschlag für Transmissionswärmeverluste vorgesehen (0,1 W/(m² K)), 0,05 W/(m² K) – Abzug mit Nachweis nach dem Wärmebrückenkatalog oder Berechnung	Die Wärmebrücken müssen einzeln berechnet werden oder die Werte zertifizierter Produkte eingegeben werden. Das Gebäude soll wärmebrückenfrei sein: ≤ 0,01 W/(m K)

Tabelle 19. Wärmebrücken

### 3.4 Integration erneuerbarer Energien

Usbekistan	Deutschland	Passivhaus Classic
Empfehlungsstatus: Wärme aus Erneuerbaren Energien wird vom berechneten Jahresenergiebedarf abgezogen, wenn er „im“ Gebäude erzeugt und selbst genutzt wird (abzgl. Überschuss, der ins öffentliche Netz eingespeist wird)	EnEV 2016: Strom aus Erneuerbaren Energien wird vom berechneten Jahresenergiebedarf abgezogen, wenn er „im“ Gebäude erzeugt und selbst genutzt wird (abzgl. Überschuss, der ins öffentliche Netz eingespeist wird)	Es ist keine Pflicht, allerdings ist ohne die Nutzung erneuerbarer Energien der Standard nicht erreichbar. Dabei sind die Anforderungen gemäß GEG und EEWärmeG einzuhalten.
	EEWärmeG: Die Eigentümer von Gebäuden, die neu errichtet werden, müssen den Wärme- und Kälteenergiebedarf durch die anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien decken oder Ersatzmaßnahmen ergreifen.	
	Die öffentliche Hand muss den Wärme- und Kälteenergiebedarf von bereits errichteten öffentlichen Gebäuden, die sich in ihrem Eigentum befinden und grundlegend renoviert werden, durch die anteilige Nutzung erneuerbarer Energien decken (Solaranlagen müssen mindestens 15 % des Wärmebedarfs decken oder der Wärmebedarf muss zu mindestens 30 % aus Biogas gedeckt werden oder die Energieversorgung muss zu mindestens 50 % aus fester Biomasse erfolgen)	

Tabelle 20. Integration erneuerbarer Energien

# 4 Empfehlungen zu Normen für energieeffizientes Bauen in Usbekistan

## 4.1 Allgemeine Vorberkung

Usbekistan ist auf dem Weg, ein fundiertes System technischer Standards für Energieeffizienz zu entwickeln. Ergänzende Vorschriften, Normen und Methoden, klare und konkrete Strategien und Ziele im Bereich der Ressourcenschonung und Energieeffizienz im Bausektor sollen definiert und weiterentwickelt werden.

Als Ergebnis der Auswertung der usbekischen Normen und des Vergleichs mit den europäischen Dokumenten, haben wir nachstehende Empfehlungen entwickelt. Der Fokus liegt auf strategisch wichtigen Punkten, wo sich die Anforderungen usbekischer Normen von EU-Normen unterscheiden und die Benchmarks oder Berechnungsmethoden wie Energieeffizienzklassen oder Luftdichtheit von Gebäuden die Werte nicht vergleichbar machen.

Alle Empfehlungen basieren auf den aktuellen europäischen Normen. Wie in Kapitel 2 beschrieben, ist in der EU für alle Länder verbindlich, ab 1.1.2021 alle Neubauten als NZEB, Nearly Zero Energy Buildings zu errichten. Ab 2050 muss der gesamte Gebäudebestand der EU im Durchschnitt klimaneutral sein. Daher empfehlen wir, neben neuen gesetzlichen Mindeststandards in Usbekistan zwei weitere Standards für besondere Bautypen oder als Förderstandards zu etablieren, wobei der höchste Standard dem EU-NZEB entsprechen sollte. Die Empfehlungen wurden nicht auf ihre Realisierbarkeit in Usbekistan aus der Sicht der Existenz der internen rechtlichen Voraussetzungen geprüft. Empfehlenswert ist daher die Prüfung und Überarbeitung zugrundeliegender usbekischer Gesetze und Normen. Die Anforderungen sollten klar und eindeutig, aber in einfacher – auch für Laien und Nichtjuristen – verständlicher Sprache formuliert werden.

## 4.2 Anforderungen für Neubauten

Die Anforderungen an Neubauten sollten folgende unterschiedliche Aspekte berücksichtigen und danach differenzierte Anforderungswerte formuliert werden:

- Klimazonen Usbekistans
- Wärmeschutzstufen Usbekistans
- Wohngebäude
- Nichtwohngebäude

### Bilanzierungsstudie Bautypen:

Zum Aufstellen eines Systems der Anforderungen an Heizwärme, Kühlung, Endenergie, Primärenergie nicht erneuerbar und erneuerbar sowie THG-Emissionen empfehlen wir die Durchführung einer Studie mit Bilanzierung exemplarischer Gebäudetypen. Zu untersuchen wären in Usbekistan häufig vorkommende Bautypen: kleine und große Wohngebäude verschiedener Konstruktionsarten, Schulen und Kindergärten, Verwaltungsgebäude, Verkaufs- und Handelsgebäude, Bürogebäude, Industrie- und Fertigungsgebäude und andere häufig in Usbekistan vorkommende Bautypen. Pro Bautyp sollten mindestens 2 unterschiedliche Gebäude bilanziert werden. Eine Differenzierung zwischen den Anforderungen an Wohn- und Nichtwohngebäude kann entsprechend der Bilanzierungsergebnisse überlegt werden.

Als Ergebnis dieser Studie sollten die Anforderungswerte für die Gebäudehülle, die Gebäudetechnik und die Energiewerte folgender Tabellen ermittelt werden und entsprechend der zwei Klimazonen und der drei Wärmeschutzstufen Usbekistans festgelegt werden.

### 4.2.1 Klimazonen Usbekistans

Für ein effektives energieeffizientes Bauen empfehlen wir, die spezifischen klimatischen Eigenschaften der Klimazonen Usbekistans näher zu definieren. Die Bezeichnung für die klimatischen Verhältnisse in Usbekistan nach der Köppen-Geiger-Klimaklassifikation zeigt, dass der größte Teil des Landes ein kaltes, trockenes Steppenklima (BSk) hat, aber auch mindestens 4 weitere unterschiedliche Zonen aufweist.

Klassifikation	Anzahl Städte	Beispiel Städte
BSk - Kaltes trockenes Steppenklima	304	Kokand, Namangan, Andijan, Samarkand, Buchara

<p>BS = Steppenklimate: bei sommerlichem Niederschlagsmaximum gilt <math>r &lt; 2t + 28</math>, bei ganzjähriger Niederschlagsverteilung gilt <math>r &lt; 2t + 14</math>, bei winterlichem Niederschlagsmaximum gilt <math>r &lt; 2t</math>.</p> <p>k = Winterkalt (mittlere Jahrestemperatur unter <math>18^{\circ}\text{C}</math> oder eine mittlere Temperatur von nicht mehr als <math>0^{\circ}\text{C}</math> im kältesten Monat).</p>		
<p><b>Csa - Warmes, gemäßigtes Klima mit trockenen Sommern</b></p> <p>C = Warmgemäßigte Klimate: Durchschnittstemperatur des kältesten Monats zwischen <math>18^{\circ}\text{C}</math> und minus <math>3^{\circ}\text{C}</math>, wärmster Monat über <math>10^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>s = Sommertrocken</p> <p>a = Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats über <math>22^{\circ}\text{C}</math>.</p>	189	Taschkent, Kitab, Eshonguzar, Zangjata, Kachramon
<p><b>BWk - Kaltes semi-feuchtes Wüstenklima</b></p> <p>BW = Wüstenklimate: bei sommerlichem Niederschlagsmaximum gilt <math>r &lt; t + 14</math>, bei ganzjähriger Niederschlagsverteilung gilt <math>r &lt; t + 7</math>, bei winterlichem Niederschlagsmaximum gilt <math>r &lt; t</math>.</p> <p>k = Winterkalt (Die Jahresmitteltemperatur liegt unter <math>18^{\circ}\text{C}</math>, aber der wärmste Monat über <math>18^{\circ}\text{C}</math>.)</p>	89	Nukus, Fergana, Margilon, Urgench, Termez
<p><b>Dsa - Warmes und feuchtes Kontinentalklima mit trockenen Sommern</b></p> <p>D = Schnee-Wald-Klimate / feuchtes Kontinentalklima: Durchschnittstemperatur des kältesten Monats unter minus <math>3^{\circ}\text{C}</math>, wärmster Monat über <math>10^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>s = Sommertrocken</p> <p>a = Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats über <math>22^{\circ}\text{C}</math>.</p>	55	Chirchiq, Angren, Sokh, Gasakent, Krasnogorsk
<p><b>Dsb - Kaltes und feuchtes Kontinentalklima mit trockenen Sommern</b></p> <p>D = Schnee-Wald-Klimate / feuchtes Kontinentalklima: Durchschnittstemperatur des kältesten Monats unter minus <math>3^{\circ}\text{C}</math>, wärmster Monat über <math>10^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>s = Sommertrocken</p> <p>b = Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats unter <math>22^{\circ}\text{C}</math> und mindestens 4 Monate wärmer als <math>10^{\circ}\text{C}</math>.</p>	1	Nanay

**Tabelle 21. Usbekistan nach der Köppen-Geiger Effektiven Klimaklassifikation (Climate Data, 2021) (Siegmond & Frankenberg, 2021)**

### Anforderungen an Mikroklima

Je nach Klimazone kann ein Berechnungstool wie das Carrier-Diagramm oder Mollier-Diagramm verwendet werden, um die optimalen Temperatur- und Feuchtigkeitsniveaus für die Energieeffizienz zu bestimmen. Das Diagramm setzt die Lufttemperatur (zwischen warmen und kühlen Monaten), den

Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die relative Luftfeuchte und den Wärmeinhalt der Luft zueinander in Beziehung, woraus sich der Energieaufwand in  $\text{kJ/kg}$  oder  $\text{kWh/m}^3$  ergibt, der zum Erreichen des Klimakomforts erforderlich ist (in Deutschland werden diese Empfehlungen durch die DIN EN ISO 7730 bekräftigt).



Die folgenden Empfehlungen berücksichtigen eine kalte, trockene Steppen-Klimazone (BSK) und kaltes, halbflechtes Wüstenklima (BWk), da dies die vorherrschenden Klimazonen des Landes sind. Für eine individuellere Lösung empfiehlt es sich jedoch, auch die Eigenschaften der übrigen Klimazonen des Landes zu berücksichtigen. Es hat sich gezeigt, dass selbst in der Zone BWk - Kaltes semi-feuchtes Wüstenklima die Luftfeuchtigkeit im warmen Sommer selten über 65 % steigt und daher für die Energiebilanz keine Rolle spielt.

Wir empfehlen daher eine Überarbeitung der SHNK 2.08.01-05, um diese klimatischen Unterschiede weiter zu definieren und in die Berechnungen einzubeziehen.

#### 4.2.2 Klimaspezifische Anforderungen

Usbekistan ist durch gemäßigttes Klima gekennzeichnet. Durch den Klimawandel wird es immer trockener, was durch die stark voranschreitende Austrocknung des Aralsees beschleunigt wird. Die Winter sind kalt und mit gemäßigtter Luftfeuchte. Die Nachttemperaturen sinken von Dezember bis Februar deutlich unter Null, in den Bergen können Temperaturen von  $-15$  –  $25^{\circ}\text{C}$  auftreten. Die Sommer in den großen Städten sind sehr heiß und

trocken, Temperaturen steigen auf  $30$ – $35^{\circ}\text{C}$  im Juli-August mit Spitzenwerten um  $40^{\circ}\text{C}$  (siehe die roten Kreise in der Landkarte in Abbildung 5 – Vorschlag Klimazone I). Daher ist das Klima mit Deutschland vergleichbar aber im Sommer trockener und heißer. In den kalten, trockenen Steppen im Nordwesten und in den Bergketten des Tianshan im Osten an der Grenze zu Tajikistan und Kyrgyzstan sind die Temperaturen im Winter deutlich niedriger (siehe die violetten Kreise in der Landkarte – Vorschlag Klimazone II). Daher schlagen wir vor, die klimaspezifischen Anforderungen zu überarbeiten. Usbekische Normen enthalten verbindliche Anforderungen an den U-Wert und die Heizlast, die in Abhängigkeit von den Gradtagzahlen bestimmt werden. Die Experten der dena sind der Meinung, dass die Differenzierung der Anforderungen nach dem Klima der richtige Ansatz ist. Eine Aufteilung nach Köppen-Geiger in 5 Klimazonen ist interessant, besonders für die Wüste und Gebirgsregionen, erscheint aber nicht notwendig und wäre zu kompliziert für ein sinnvolles Anforderungssystem für die meisten in den größeren Städten gelegenen Gebäude. Wir empfehlen daher, die energetischen Anforderungen an Gebäude nach zwei Klimazonen zu überarbeiten und eine genaue Aufteilung der Klimazone I und II in einer Landkarte darzustellen.

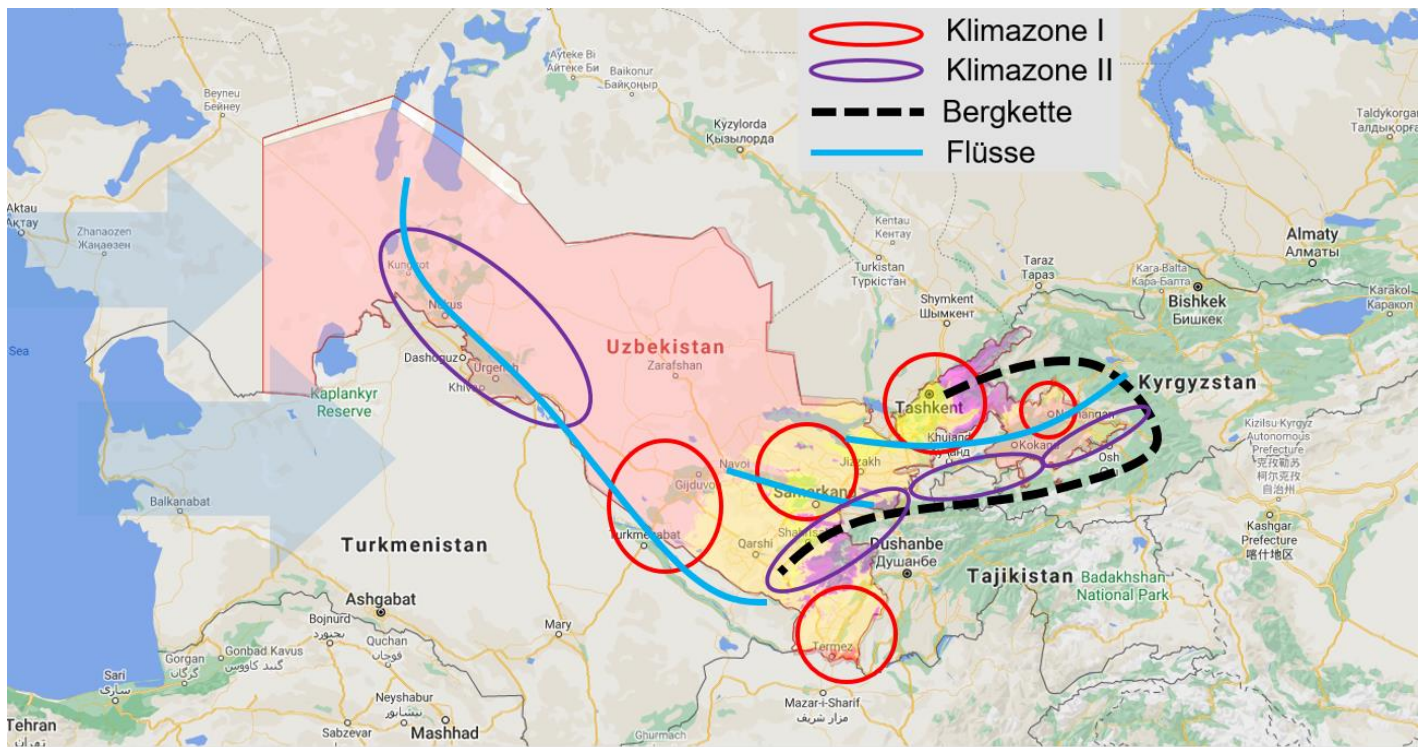
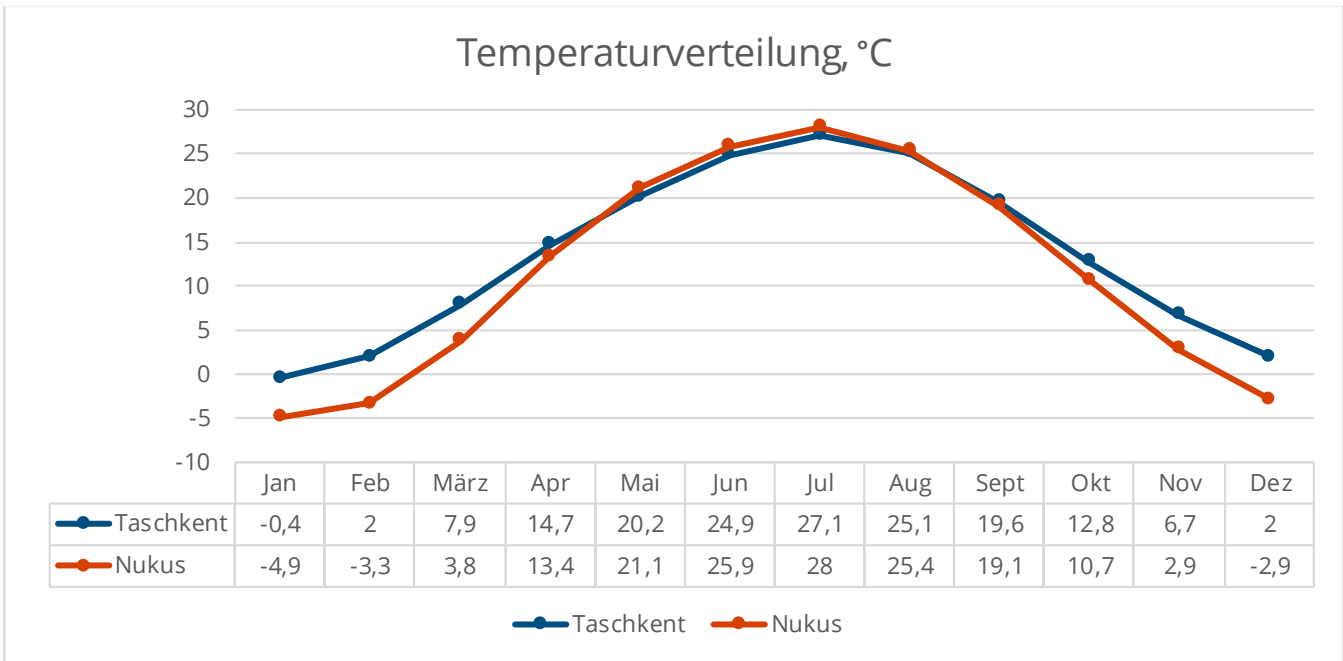


Abbildung 5. klimatische Bedingungen in verschiedenen Regionen Usbekistans



**Abbildung 6. Temperaturverteilung in Taschkent und Nukus**

Bei der Analyse wurden die klimatischen Bedingungen in verschiedenen Regionen Usbekistans berücksichtigt. Im ersten Schritt wurden die Gradtagzahlen analysiert, im zweiten Schritt der Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit und der Durchschnittstemperatur in den usbekischen Regionen durchgeführt.

**Gradtagzahl (GTZ)**

Die Gradtagzahl ist die richtige Eingangsgröße für eine Energiebilanzrechnung, bei der innerhalb der Heizperiode solare und interne Gewinne berücksichtigt werden. Sie wird aus den Differenzen zwischen der Außentemperatur und der Raumtemperatur ermittelt und zu einem Jahreswert aufsummiert. Während der Analyse wurden die Gradtagzahlen für die usbekischen Städte ermittelt. Die Berechnung der Gradtagzahlen wurde laut der Formel von KMK 2.01.04-97\* durchgeführt. Die Angaben für die Berechnung wurden der Klimatologie-Norm KMK 2.01.01-94<sup>42</sup> entnommen. Die Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse der Temperaturverteilung für zwei ausgewählte Städte. Trotz der Tatsache, dass sich die Städte in Usbekistan in unterschiedlichen Klimazonen befinden, liegen die Werte der GTZ im Bereich zwischen 2000 und 3000. Es gibt einige Städte in Usbekistan, deren

Werte außerhalb des Bereichs liegen. Allerdings befinden sich die GTZ des größten Teils der bevölkerungsreichsten Städte in dem angegebenen Intervall (2000-3000). Wir empfehlen daher, sich auf dieses Intervall zu konzentrieren.

Bei der Analyse der Städte im Intervall der GTZ 2000-3000 wurden deren Durchschnittstemperaturen und relative Luftfeuchtigkeit verglichen. Es ist festzustellen, dass es keine besonderen Unterschiede bei den Werten in den Städten mit GTZ 2000 – 2600 gibt. Wenn man jedoch Städte mit Werten von 2000 und 2700-3000 vergleicht, kann man einen leichten Unterschied in der Temperaturkurve erkennen.

Zurzeit verteilen sich die Gradtagszahlen in Usbekistan auf folgende Gruppen: 1. weniger als 2000, 2. 2000-3000, 3. mehr als 3000.<sup>43</sup> Die U-Werte und die Werte zur Heizlast wurden in Abhängigkeit von dieser Differenzierung ermittelt. Wir schlagen vor, das Differenzierungsschema in Abhängigkeit von den Gradtagzahlen beizubehalten, jedoch mit einer Änderung in der Gruppierung der Gradtagzahlen.

Wir schlagen folgende Differenzierung vor:

Stadt	Min. Temperatur, °C <sup>44</sup>	Max. Temperatur, °C <sup>45</sup>	Rel. Luft-Feuchte, % <sup>46</sup>	Klimazone I GTZ ≤ 2600 <sup>47</sup>	Klimazone II GTZ > 2600
-------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	---	----------------------------

<sup>42</sup> KMK 2.01.01-94 (1994)

<sup>43</sup> KMK 2.01.04-97\*

<sup>44</sup> Durchschnittliche Mindesttemperatur des kältesten Monats. KMK 2.01.01-94 (1994)

<sup>45</sup> Durchschnittliche Höchsttemperatur des wärmsten Monats. KMK 2.01.01-94. Климатические и физико-геологические данные для проектирования, 1994

<sup>46</sup> Durchschnittliches Minimum der relativen Luftfeuchtigkeit. KMK 2.01.01-94. Климатические и физико-геологические данные для проектирования, 1994

<sup>47</sup> Die Gradtagzahl rechnet sich nach der Heizgrenztemperatur 8 °C (Durchschnittstemperatur von 5 Tagen in Folge).

<b>Bukhara</b>	-4,2	36,7	24-59	2255,4	
<b>Namangan</b>	-5,9	34,9	32-66	2486	
<b>Samarkand</b>	-3,7	33,7	24-58	2354	
<b>Taschkent</b>	-4,2	35,4	21-55	2361	
<b>Chirchik</b>	-2,3	34,5	24-59	2366	
<b>Urgenz</b>	-7,5	35,4	26-66		2990
<b>Nukus</b>	-9,0	35,5	28-65		3089
<b>Fergana</b>	-6,1	34,3	28-67		3132

**Tabelle 22. Klimazonen und Gradtagzahl ausgewählter Städte Usbekistans**

Mit der Einführung der neuen Intervalle soll die Verfügbarkeit von genaueren Anforderungen für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden sowohl in den größten Städten Usbekistans als auch im ganzen Land erreicht werden.

#### 4.2.3 Wärmeschutzstufen in Usbekistan

In Usbekistan gibt es drei Stufen des Wärmeschutzes in Bezug auf die U-Werte von Hüllkonstruktionen für Wohngebäude (Neubau), die in einem Gebäude angewendet werden können. Wir stellen jedoch fest, dass die minimal zulässigen Werte der Stufen nicht genug Wirkung für effektive Energieeinsparung und Klimaschutz bieten. Wir empfehlen daher, alle Stufen entsprechend der Tabelle 23 zu verbessern. Weiterhin ist zu überlegen, diese Wärmeschutzstufen in Energieeffizienz-Stufen umzubenennen.

##### Wärmeschutzstufe I:

Die Wärmeschutzstufe I stellt die Mindestanforderung für alle Neubauten (Wohn- und Nichtwohngebäude) dar und sollte an die zwei Klimazonen angepasst und deutlich angehoben werden. Nach der in 4.2 beschriebenen Bilanzierungsstudie für Bautypen kann bei entsprechendem Ergebnis eine Differenzierung zwischen den Anforderungen an Wohn- und Nichtwohngebäude überlegt werden.

- Mindeststandard für alle Neubauten

##### Wärmeschutzstufe II:

Die öffentlichen Gebäude der Zentralregierung, der Provinzen und der Kommunen sollten mit gutem Beispiel vorangehen, um für private Eigentümer von Wohn-, Büro- und Industriegebäuden Best-Practice-Gebäude zu

schaffen und eine Verbesserung der Energiestandards anzuregen. Daher empfehlen wir, die Anforderungen für alle öffentlichen Neubauten verpflichtend zu machen. Für private Neubauten kann diese Stufe auch als Standard für finanzielle Förderung dienen.

- Obligatorisch für alle öffentlichen Neubauten
- Komplettsanierungen der öffentlichen Gebäude
- Förderstandard für private Neubauten

##### Wärmeschutzstufe III:

Diese Stufe sollte ein anspruchsvoller Standard sein, der das Ziel für zukünftige Anpassungen und Erweiterung usbekischer Gesetze und Normen darstellt und der heute schon als Standard für finanzielle Förderung und für besonders engagierte Bauherren dienen kann. Der Vorschlag für die Wärmeschutzstufe III ist angelehnt an die Europäische Norm EPBD (siehe Kapitel 2.2.2), die für alle Neubauten in der EU den Nearly Zero Energy Building (NZEB) Standard ab 1. Januar 2021 vorschreibt, sowie an den deutschen Passivhausstandard.

- Zukunftsstandard, NZEB (Nearly Zero Energy Buildings)
- Pflicht für Nutzung erneuerbarer Energie

#### 4.2.4 Anforderungen Gebäudehülle

##### R-Werte:

Der Wärmedurchgang durch alle Bauteile muss begrenzt werden. Die bisherigen Grenzwerte in Usbekistan sollten in einem neuen Gesetz überarbeitet und deutlich angehoben werden. Die nachstehende Tabelle ist ein

Vorschlag einer sinnvollen Begrenzung der R-Anforderungswerte. Diese sind nach den zwei Klimazonen (siehe 4.2.1) und den drei Wärmeschutzstufen (siehe 4.2.3) Usbekistans aufgeteilt. Die Werte werden als R-Wert ( $\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ ), der in Europa übliche U-Wert ( $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ) wird in Klammern zum besseren Vergleich daneben angegeben.

Alle R-Werte sind auf die Verwendung von Dämmmaterial mit der Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda=0,035 \text{ W}/(\text{m K})$  bezogen. Bei der Verwendung von Dämmmaterial mit anderen Wärmeleitfähigkeiten muss der R-Wert entsprechend umgerechnet werden. Die R-, U-Werte und die zugehörigen Dämmstärken wurden anhand von Beispielprojekten mit der deutschen U-Wert-Formel ausgerechnet und an die zwei Klimazonen angepasst sowie in eine sinnvolle Aufteilung der Wärmeschutzstufen

unterschieden. Grundlage hierfür waren u.a. das Sanierungskonzept für das Pilotprojekt in Nukus und deutsche Sanierungs-Pilotprojekte.

#### Mindestwärmeschutz:

Jeder Neubau und jede Komplettisanierung muss so geplant und gebaut werden, dass der Mindestwärmeschutz eingehalten wird. Dies bedeutet eine lückenlose Wärmedämmung aller Teile der Gebäudehülle und betrifft vor allem die Vermeidung von Wärmebrücken (siehe 4.2.18) und die Kalkulation der Oberflächentemperaturen aller Innenbauteile zur Vermeidung von Kondenswasser und Schimmelbildung.

**Luftdichtheit:** siehe 4.2.15

Anforderungen	Klimazone I			Klimazone II		
	R-Wert [ $\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ ] (U-Wert [ $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ]) / ca. Dämmstärke bei $\lambda=0,035 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$			R-Wert [ $\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ ] (U-Wert [ $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ]) / ca. Dämmstärke bei $\lambda=0,035 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		
Gebäudehülle für Neubauten						
Wärmeschutzstufe	Stufe I	Stufe II	Stufe III	Stufe I	Stufe II	Stufe III
Dach, oberste Geschossdecke	4,0 (0,25)	5,25 (0,19)	$\leq 6,35$ ( $\leq 0,16$ )	5,22 (0,19)	5,79 (0,17)	$\leq 6,65$ ( $\leq 0,15$ )
	120 mm	160 mm	200 mm	140 mm	180 mm	210 mm
Außenwände	3,25 (0,30)	4,40 (0,23)	$\leq 5,54$ ( $\leq 0,18$ )	3,82 (0,26)	5,0 (0,20)	$\leq 6,11$ ( $\leq 0,16$ )
	100 mm	140 mm	180 mm	120 mm	160 mm	200 mm
Kellerdecke, Bodenplatte	2,56 (0,39)	3,05 (0,33)	$\leq 4,77$ ( $\leq 0,21$ )	2,77 (0,36)	3,63 (0,28)	$\leq 5,34$ ( $\leq 0,19$ )
	60 mm	80 mm	140 mm	70 mm	100 mm	160 mm
Fenster	0,70 (1,40)	0,83 (1,2)	$\leq 1,25$ ( $\leq 0,80$ )	0,70 (1,40)	1,0 (1,0)	$\leq 1,25$ ( $\leq 0,80$ )
Außentüren	0,53 (1,90)	0,70 (1,40)	$\leq 1,0$ ( $\leq 1,0$ )	0,53 (1,90)	0,70 (1,40)	$\leq 1,0$ ( $\leq 1,0$ )
Wärmebrücken Zuschlag $\Delta U_{tb}$ [ $\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ]	0,10	0,05	0,025	0,10	0,05	0,025

**Tabelle 23. Empfohlene Anforderungen an die Gebäudehülle für Usbekistan**

Zum Vergleich die heute in Usbekistan gültigen Anforderungen:

Gültige Anforderungen	Usbekistan heute nach KMK 2.01.04-97*
-----------------------	---------------------------------------

in Usbekistan	Durchschnittswert über die Fläche <sup>48</sup> , R-Wert [m <sup>2</sup> °C/W] (U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)])		
	I. Stufe	II. Stufe	III. Stufe
<b>Außenwände</b>	0,94 (1,06)	1,8 (0,55)	2,6 (0,38)
<b>Dach, oberste Geschossdecke</b>	1,12 (0,89)	2,08 (0,48)	2,96 (0,34)
<b>Fenster</b>	0,39 (2,56)	0,39 (2,56)	0,42 (2,38)
<b>Kellerdecke, Bodenplatte</b>	1,6 (0,63)	1,84 (0,54)	2,56 (0,39)

**Tabelle 24. Heute in Usbekistan gültige Anforderungen**

#### 4.2.5 Anforderungen Gebäudetechnik

Ziele für die Energieversorgung sind Verringerung bzw. Vermeidung von Treibhausgasemissionen. Hierzu sollte langfristig die Energieversorgung aller Gebäude für Heizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung auf regenerative Energieträger umgestellt werden. Ein weiteres Ziel ist, die Schadstoffemissionen (Feinstaub, CO<sub>2</sub> u.a.) aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes in den Kommunen deutlich zu senken. Daher ist die Verwendung von Kohle und Öl zu reduzieren und mehr erneuerbare Energie einzubinden. Zudem muss die Haustechnik effizienter werden und durch sauberere Verbrennungsprozesse und Filteranlagen dazu beitragen, die Schadstoffemissionen zu senken. In den usbekischen Normen sind bereits eine Reihe energieeffizienter Maßnahmen für die technische Gebäudeausrüstung und den Einsatz von erneuerbaren Energien enthalten. Diese haben oft Empfehlungscharakter. Wir empfehlen, folgende Maßnahmen verpflichtend zu gestalten.

##### Anforderungen an die Wärmeerzeuger

Neu zu installierende Wärmeerzeuger sollten mindestens als Brennwertkessel ausgeführt werden.

Die anteilige Deckung der Wärme durch erneuerbare Energien, beispielsweise durch Nutzung von Solarthermie, Wärmepumpen und Biomasse sollte als Anforderung formuliert werden (siehe auch Abschnitt „Nutzung von erneuerbaren Energien“).

##### Anforderungen an die Wärmeübergabestation

Moderne außen- und zeitgesteuerte Wärmeübergabestationen in indirekter Anschlussweise sollten grundsätzlich für den Neubau verpflichtend sein. Dabei sollten hocheffiziente regelbare Umwälzpumpen zum Einsatz kommen. Offene Systeme der

Trinkwarmwasserversorgung, welche direkt mit Heizwasser versorgt werden, sollten nicht zugelassen werden.

##### Anforderungen an das Wärmeverteilsystem

Es wird empfohlen, neue Heizungsanlagen generell als Zweirohrsystem auszuführen.

Wärmeverteilungen einschließlich der Armaturen sollten in unbeheizten Räumen mit einer lückenlosen Dämmung versehen werden. Für Trinkwarmwasserleitungen (inkl. Zirkulationsleitungen) gilt dies auch in beheizten Räumen. Die Mindestdicke der Wärmedämmung sollte dem Innendurchmesser der Rohrleitung bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes von 0,035 W/(m K) entsprechen. Für andere Wärmeleitfähigkeiten ist die Dicke entsprechend anzupassen. Die Dicke der Rohrdämmung bei Leitungen an der Außenluft sollte bei gleicher Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes doppelt so groß sein. Wichtig ist, dass neben den Rohren auch sämtliche Armaturen und Verbindungsstücke in gleicher Qualität gedämmt werden.

Kälteleitungen und Armaturen sollten gegen Schwitzwasser aber auch gegen Wärmeaufnahme gedämmt werden.

Es wird empfohlen, neu zu installierende Trinkwarmwasser-Zirkulationssysteme verpflichtend mit energieeffizienten Zirkulationspumpen auszustatten. Schwerkraftzirkulation sollte nicht zugelassen werden, da diese in der Regel einen hohen Wiedererwärmungsaufwand erfordert. Außerdem kann bei guter Wärmedämmung der Rohrleitungen die Funktionsfähigkeit der Zirkulation nicht gewährleistet werden, da sich das Wasser nicht mehr ausreichend abkühlen kann.

<sup>48</sup> Wärmeschutzniveaus gemäß KMK 2.01.04-97\*; Der R-Wert variiert in Abhängigkeit der Heizgradtage. Um eine Vergleichbarkeit einzuhalten, werden die R-Werte für 2000-3000 Heizgradtage betrachtet. Die R-Werte für den Dachboden und für die Kellerdecke sind mit dem Koeffizienten n=0,8 (Tabelle 3 von KMK 2.01.04-97\*) berechnet.



## Raumtemperaturregelung und hydraulischer Abgleich

Die Installation einer raumweisen Regelung der Raumtemperatur sollte für alle Wohnungen als Mindestanforderung verpflichtend sein. Ebenso sollte der hydraulische Abgleich für Neuanlagen Pflicht werden.

## Verbrauchserfassung

Neben Wasser- und Stromzählern sollte in allen Wohnungen auch die Installation von Messgeräten für die Wärmeverbrauchserfassung verpflichtend werden. Hier könnten beispielsweise die Wärmeversorger in die Pflicht genommen werden (siehe 2.1.2).

## Lüftungssysteme

Für neu installierte Lüftungsgeräte sollte eine Wärmerückgewinnung mit einem Wirkungsgrad von mindestens  $\eta_{WRG} = 75\%$  verpflichtend sein. Es wird empfohlen, die maximal zulässige spezifische Ventilatorleistung für Neuinstallationen auf  $0,56 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$  zu begrenzen.

Für Wärmeschutzstufe 3 sollte die maximal zulässige spezifische Ventilatorleistung  $0,45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$  betragen.

## Nutzung von erneuerbaren Energien

Zusätzlich sollte als Anforderung eingeführt werden, dass am Gebäude oder in unmittelbarer Nähe des Gebäudes am Grundstück ein Anteil an erneuerbarer Primärenergie erzeugt wird, zum Beispiel:

- Stufe 2: Pflicht 25 % des Endenergiebedarfs für alle öffentlichen Gebäude
- Stufe 3: Pflicht 50 % des Endenergiebedarfs

Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien könnte über finanzielle Fördermöglichkeiten erreicht werden.

### 4.2.6 Anforderungen Energiebedarfswerte

Für die Reduktion des Energiebedarfs aller Gebäude sind die Anforderungen an Gebäudehülle und Gebäudetechnik die Grundlage. Eine zusätzliche Beschränkung des Gesamtenergiebedarfs und der THG-Emissionen der Neubauten ist sinnvoll.

Folgende Werte sollten begrenzt werden:

- Heizwärme-Bedarf [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ]
- Kühl-Bedarf [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ]
- Endenergie gesamt [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ]
- Primärenergie nicht erneuerbar [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ]

- THG- Emissionen [ $\text{g CO}_2\text{-Äquivalent pro kWh}$ ]

Zusätzlich wäre denkbar, eine Begrenzung der Heiz- und Kühllast einzuführen bzw. die bestehenden Anforderungen anzupassen. Dies ist im deutschen GEG nicht gefordert, allerdings Bestandteil der Passivhausanforderungen:

- Heizlast [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]
- Kühllast [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

Diese Anforderungswerte sollten als Auswertung der Bilanzierungsstudie verschiedener Gebäudetypen unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte ermittelt und in einer Tabelle aufgeteilt nach Klimazonen und Wärmeschutzstufen dargestellt werden.

### 4.2.7 Energiebilanzierung

Zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Erreichung der Klimaschutzziele werden der Primärenergieverbrauch und die  $\text{CO}_2$ -Emissionen als wichtigste Kennwerte kontinuierlich reduziert. Wir empfehlen, entsprechende Berechnungsverfahren und die Grenzwerte in Abhängigkeit von der Gebäudetypologie und der Klimazone in Usbekistan verpflichtend einzuführen.

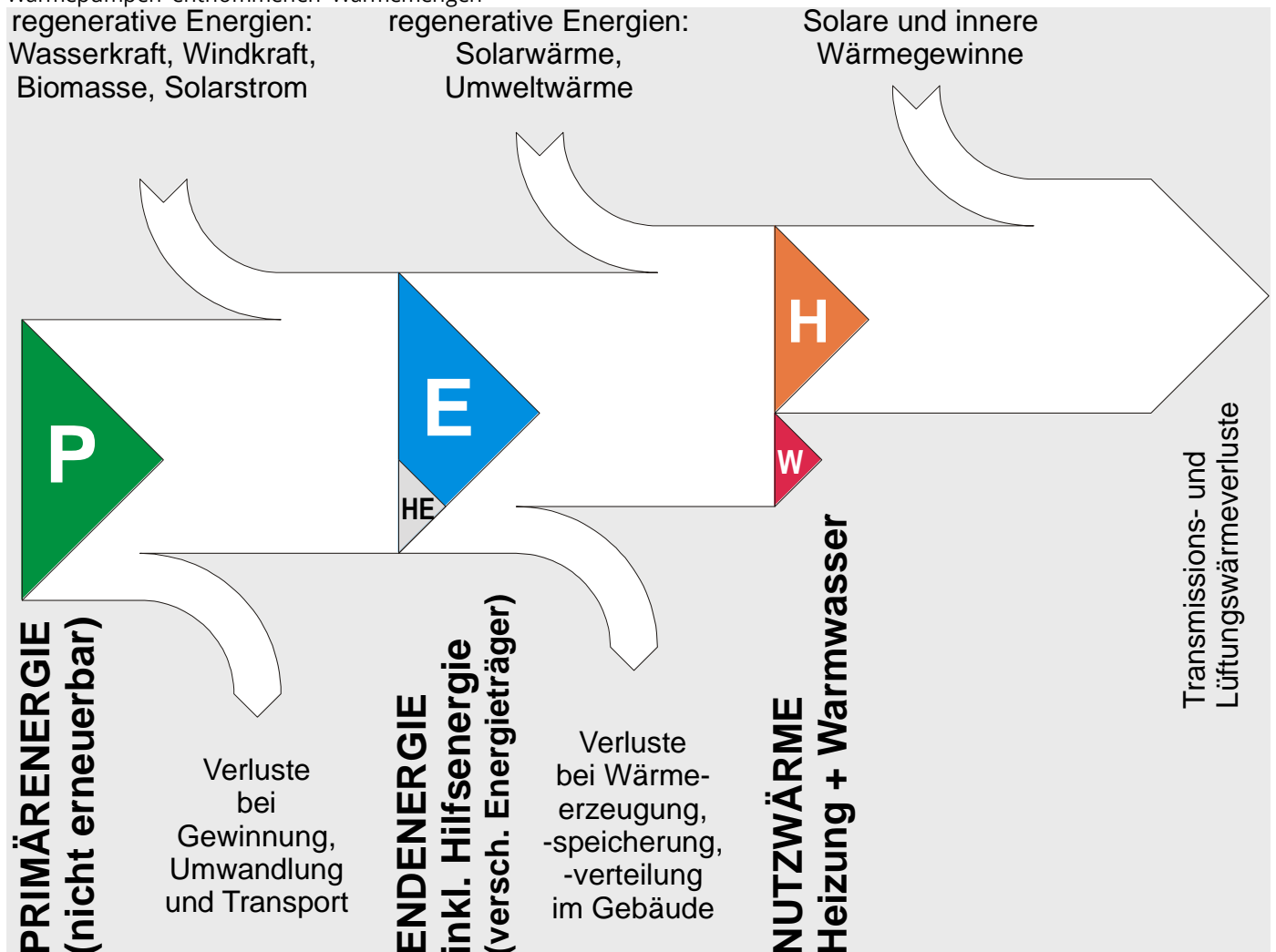
In Deutschland ermöglichen die Berechnungsregeln der DIN V 18599 (siehe Kapitel 2.2.3) eine energetische Bilanzierung der Gesamtenergieeffizienz von Wohn- und Nichtwohngebäuden. Neben der Einbeziehung des Energiebedarfs für Kühlung und Beleuchtung stellt insbesondere die iterative Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen dem Gebäude, seiner Nutzung und den verschiedenen Gewerken der Anlagentechnik eine wesentliche Neuerung dar. Grundsatz der energetischen Anforderungen des GEG ist das Referenzgebäude-Verfahren. Dabei werden die Anforderungen an die Gebäudehülle und die Energiebedarfswerte nicht durch feste U-Werte festgelegt, sondern es wird das sogenannte Referenzgebäude (Kubatur des geplanten Gebäudes) berechnet, das durch feste U-Werte und eine Standard-Haustechnikanlage genau beschrieben ist. Es muss eine Energiebilanzierung des zu planenden Gebäudes nach diesen Werten gemacht werden, damit man dann die Mindestanforderungen an Heizwärme- / Kühlungsbedarf und den Endenergie- / Primärenergiebedarf sowie die zulässigen  $\text{CO}_2$ -Emissionen ermitteln kann. Kleinere Gebäude haben es aufgrund der Kubatur und des A/V-Verhältnisses schwerer, bei gleicher Qualität der Gebäudehülle und den gleichen R-Werten die gleiche Energie Performance zu erreichen. Diese Vorgehensweise führt dazu, dass dieser Nachteil durch das Referenzgebäudeverfahren ausgeglichen wird und die Energieausweise „gerechter“ und vergleichbarer sind. Auch kann auf dieser Grundlage der Planer die U-Werte optimieren, um eine wirtschaftliche Lösung zu erzielen bzw. sogar einen höheren Energiestandard wie z.B. das

NZEB oder das Passivhaus mit wirtschaftlichen Mitteln zu erreichen.

Die Berechnung des Gebäudeenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser erfolgt in mehreren Stufen.

Zunächst wird der Bedarf an Nutzwärme bestimmt. Aus der Differenz zwischen den in der Heizperiode auftretenden Wärmeverlusten und den solaren und inneren Wärmegewinnen ergibt sich der Heizwärmebedarf des Gebäudes (Wärmestrom „H“ in Abbildung 7). Diese Berechnung kann alternativ für alle 12 Monate des Jahres (Monatsbilanz) oder einmal für die Länge der Heizperiode (Heizperiodenbilanz) durchgeführt werden. Im Fall der Warmwasserbereitung entspricht die Nutzwärme dem Wärmehalt des an den Warmwasser-Zapfstellen entnommenen Wassers (Wärmestrom „W“ in Abbildung 7).

Werden zum Nutzwärmebedarf die bei der Bereitstellung der Wärme im Gebäude entstehenden Wärmeverluste addiert und die aus der Umwelt mittels Solaranlagen oder Wärmepumpen entnommenen Wärmemengen



abgezogen, so erhält man den Endenergiebedarf (Energiestrom „E“ in Abbildung 7). Er entspricht der Menge des jeweiligen Energieträgers, die von einem Energieversorger bezogen wird (z. B. Erdgas, Heizöl, Holz, Strom, Fernwärme usw.). Dies ist die für den Verbraucher interessante Größe: Mit dem jeweiligen Energieträger-Preis multipliziert können aus dem Endenergiebedarf direkt die jeweiligen Kosten für Heizung und Warmwasserbereitung bestimmt werden. Zur Bestimmung des Endenergiebedarfs gehört auch die Bilanzierung des Strombedarfs für den Betrieb von Pumpen, Brennern, Regelungen etc., der als Hilfsenergiebedarf bezeichnet wird (Energiestrom „HE“ in Abbildung 7).

Bis zur Bereitstellung der Energieträger muss auch ein energetischer Aufwand (Gewinnung, Umwandlung und Transport) getrieben werden, der im Primärenergiebedarf mit verbucht wird (Energiestrom „P“ in nachstehender Abbildung). Der Primärenergiebedarf gemäß Definition DIN V 4701-10 umfasst dabei allein den nicht-erneuerbaren Anteil der Energieträger.

Abbildung 7. Energiebilanz – Schema für die Berechnung des Bedarfs an Nutzwärme, Endenergie und Primärenergie (Quelle: Energetische Bewertung von Bestandgebäuden. Arbeitshilfe für die Ausstellung von Energiepässen. Dena 2005)

Für Usbekistan empfehlen wir eine einfachere Methode als das Referenzgebäudeverfahren, die durch feste Anforderungen an die Gebäudehülle entsprechend den Klimazonen und den Wärmeschutzstufen in Kapiteln 4.2 beschrieben sind. Dadurch können Planer in Usbekistan mit den festgelegten U-Werten ohne aufwändige Bilanzierung sofort in die Detailplanung gehen und erhalten bei sorgfältiger Beachtung aller Hinweise eine passende Gebäudehülle. Diese muss dann durch effiziente Gebäudetechnik möglichst unter Verwendung erneuerbarer Energie ergänzt werden. Dennoch ist eine Bilanzierung der Energiebedarfswerte notwendig und kann von externen Spezialisten durchgeführt werden. Dadurch wird die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen sowie von Förderstandards erst nachgewiesen. Nach Fertigstellung können die errechneten Bedarfswerte durch Erfassung der realen Energieverbräuche überprüft werden.

Die folgenden Energie-Bilanzierungsschritte sind weitestgehend der Norm entnommen und erfahrungsgemäß sinnvoll bei der Bilanzierung des Energiebedarfs von Gebäuden. In der nachstehenden Tabelle sind sie auf 18 Arbeitsschritte verkürzt dargestellt. Normale Wohngebäude können nach dem einfachen Einzonen-Modell berechnet werden. Bei Nichtwohngebäuden sollten die Zonen verschiedener Nutzung mit unterschiedlichen Anforderungen an Innentemperaturen u.a. gesondert berechnet werden.

Nr.	Energie-Bilanzierungsschritte
1	Feststellen der Randbedingungen der Klimazone, Nutzung und Zonierung des Gebäudes
2	Zusammenstellung der notwendigen Eingangsdaten für die Bilanzierung der Gebäudezonen
3	Ermittlung des Nutz- und Endenergiebedarfs für die Beleuchtung
4	Ermittlung der Wärmequellen/-senken durch mechanische Lüftung sowie Personen, Geräte usw.
5	Erste überschlägige Bilanzierung des Nutzwärme-/kältebedarfs der Zone
6	Vorläufige Aufteilung der bilanzierten Nutzenergie auf die Versorgungssysteme
7	Ermittlung der Wärmequellen durch die Heizung und Trinkwarmwasserbereitung
8	Ermittlung der Wärmequellen/-senken durch die Kühlung in der Zone

9	Bilanzierung des Nutzwärme-/kältebedarfs der Zone
10	Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die Luftaufbereitung
11	Endgültige Aufteilung der bilanzierten Nutzenergie auf die Versorgungssysteme
12	Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung für die Heizung und für die luftführenden Systeme sowie für die Wärmeversorgung einer RLT-Anlage
13	Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung für die Trinkwarmwasserbereitung und Kälteversorgung
14	Aufteilung der notwendigen Nutzwärmeabgabe und Nutzkälteabgabe aller Erzeuger auf die unterschiedlichen Erzeugungssysteme
15	Ermittlung der Verluste bei der Erzeugung von Kälte, Dampf und Wärme
16	Zusammenstellung der ermittelten Hilfsenergien
17	Zusammenstellung der Endenergien und Energieträger
18	Primärenergetische Bewertung

Tabelle 25. Energie-Bilanzierungsschritte

#### 4.2.8 Bilanzierungs-Software

In Usbekistan konnte keine allgemein übliche Bilanzierungs-Software benannt werden. Daraus folgt, dass alle Berechnungen und Ausfertigungen der Dokumente „per Hand“ erfolgen. Bei der Berechnung per Hand und bei der fehlenden Staatsexpertise spielt der menschliche Faktor eine große Rolle, was ein großes Potential an Fehlern, Anpassungen, Mangel und Manipulationen in sich birgt. Daher empfehlen wir eine obligatorische Nutzung einer akkreditierten Software für Berechnungen von

- Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner Bauteile
- Wärmebrücken
- Gebäudeenergiebedarf für Heizung, Kühlung, gesamte Endenergie, Primärenergie, CO<sub>2</sub>-Emissionen.



- Festlegung der Primärenergiefaktoren und regelmäßige Aktualisierung

Daraus lassen sich automatisch aus den Bilanzierungsergebnissen Energieausweise und Hauszertifikate mit Energiedokumentation des Gebäudes generieren.

Wir empfehlen, für Usbekistan eine möglichst einfache und übersichtliche Bilanzierungsmethode mit der dazu gehörigen Software zu entwickeln, um auch nicht erfahrenen Ingenieuren eine fehlerfreie Bilanzierung zu ermöglichen. Da Usbekistan anders als Deutschland verschiedene Klimazonen aufweist, ist es erforderlich, die Klimadaten genau eingeben zu können.

#### 4.2.9 Primärenergiefaktoren

##### Primärenergie eines Gebäudes

Der Primärenergiebedarf ist die Energiemenge, die benötigt wird, um den jährlichen Energiebedarf für Heizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung zu decken (mit Anlagenstrom). Zusätzlich wird die Energie berücksichtigt, die außerhalb des Gebäudesystems in der Energieumwandlungskette von der Gewinnung über die Verteilung bis zur Abgabe an den Verbraucher verloren geht, beschrieben durch den Primärenergiefaktor.

##### Endenergie eines Gebäudes

Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die zur Deckung des Jahresenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung (mit Anlagenstrom) eingesetzt wird und an der Systemgrenze des jeweiligen Gebäudes ermittelt wird. Die zusätzlich benötigte Energie bei der Energiegewinnung und -umwandlung wird hier nicht berücksichtigt. Bei der Endenergie wird der Beitrag der erneuerbaren Energiequellen berücksichtigt.

##### Nutzenergie eines Gebäudes

Der Nutzenergiebedarf ist der Teil der Endenergie, der dem Verbraucher tatsächlich zur Verfügung steht, z.B. die Wärme der Raumluft. Die Nutzenergie berücksichtigt die Energie, die benötigt wird, um den Jahresbedarf für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung im Gebäude zu decken, ohne Berücksichtigung von Verlusten der Gebäudeheizungsanlage oder von Verlusten im Prozess der Energiegewinnung und -umwandlung.

Die Primärenergiefaktoren  $f_P$  werden in jedem Land von einer Expertenkommission festgelegt. Es sind feste Werte, die sich allerdings nach und nach durch die vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien ändern. Als Beispiel war früher der  $f_P$  von Strom in Deutschland 3,0 und ist durch die Einspeisung von erneuerbarem Strom aus Photovoltaik (PV) und Windenergie auf zurzeit 1,8 gesunken. In folgender Tabelle sind die zurzeit in Deutschland nach GEG gültigen  $f_P$  dargestellt:

Energieträger		Deutschland	
		Primärenergiefaktoren $f_P$	
		2014	ab 2016
Fossile Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	
	Erdgas H	1,1	
	Flüssiggas	1,1	
	Steinkohle	1,1	
	Braunkohle	1,2	
Biogene Brennstoffe	Biogas	1,1	
	Bioöl	1,1	
	Holz	0,2	
Nah-/Fernwärme aus KWK	fossiler Brennstoff	0,1 - 0,7	nach Gutachten
	erneuerbarer Brennstoff	0,0 - 0,5	nach Gutachten

Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	
	erneuerbarer Brennstoff	0,1 - 0,7	nach Gutachten
Strom nach Anteil erneuerbarer Energie	allgemeiner Strommix	3,0 - 2,7 - 2,6 - 2,4	1,8
	gebäudenah erzeugt (aus Photovoltaik oder Windkraft)	0,0	0,0
Umweltenergie	Solarenergie	0,0	
	Erdwärme, Geothermie	0,0	
	Umgebungswärme	0,0	
	Umgebungskälte	0,0	

**Tabelle 26. Primärenergiefaktoren**

#### 4.2.10 Treibhausgas-Faktoren

Jeder Energieträger verursacht Treibhausgasemissionen (Englisch Greenhouse Gas) bei der Energieversorgung in Gebäuden. Neben dem größten Teil, den CO<sub>2</sub>-Emissionen sind weitere Emissionen von Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O), Aerosole und Ruß, Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW) u.a. für die Klimaschäden verantwortlich, aber auch Wasserdampf trägt zu einem großen Teil zur Erderwärmung bei. Die mit dem Gebäudebetrieb verbundenen Treibhausgasemissionen berechnen sich als Summe der Energieverbrauchswerte aus dem Energieverbrauchsausweis bezüglich der einzelnen

Energieträger, jeweils multipliziert mit den entsprechenden Emissionsfaktoren in Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro kWh Primärenergiebedarf. Diese Faktoren sind in jedem Land ermittelt und festgelegt. Die Werte für Fernwärme / -kälte müssen durch ein Gutachten ermittelt werden. Hier kommt es stark auf die eingesetzte Technik des Heizwerkes / Heizkraftwerkes, die Filtertechnologie und den eingesetzten Brennstoff an. In nachstehender Tabelle sind die Faktoren aus dem deutschen GEG eingetragen. Diese müssten geprüft und an die Situation in Usbekistan angepasst werden, insbesondere bei Strom und biogenen Brennstoffen ist der regenerative Anteil in Usbekistan zu ermitteln und die Faktoren zu verändern.

Treibhausgasemissionen aus dem deutschen GEG - Kategorie	Energieträger	Emissionsfaktor [g CO <sub>2</sub> -Äquivalent pro kWh]
Fossile Brennstoffe	Heizöl	310
	Erdgas	240
	Flüssiggas	270
	Steinkohle	400
	Braunkohle	430
Biogene Brennstoffe	Biogas	140
	Biogas, gebäudenah erzeugt	75
	Biogenes Flüssiggas	180
	Bioöl	210
	Bioöl, gebäudenah erzeugt	105
	Holz	20

Strom	netzbezogen	560
	gebäudenah erzeugt (aus Photovoltaik oder Windkraft)	0
	Verdrängungsstrommix	860
Wärme, Kälte	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0
	Erdkälte, Umgebungskälte	0
	Abwärme aus Prozessen	40
	Fernwärme / -kälte, Wärme aus KWK, gebäudeintegriert oder gebäudenah	nach Bilanzierung
	Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen (unter pauschaler Berücksichtigung von Hilfsenergie und Stützfeuerung)	20
Nah-/Fernwärme aus KWK mit Deckungsanteil der KWK an der Wärmeerzeugung von mindestens 70 Prozent	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	300
	Gasförmige und flüssige Brennstoffe	180
	Erneuerbarer Brennstoff	40
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	400
	Gasförmige und flüssige Brennstoffe	300
	Erneuerbarer Brennstoff	60

**Tabelle 27. Treibhausgasemissionen aus dem deutschen GEG**

**4.2.11 Einführung von Energieeffizienzklassen**

Alle Gebäude in Deutschland müssen spätestens bei Verkauf oder Vermietung einen Energieausweis mit einer Energieeffizienzklasse haben.

Die Effizienzklasse wird auf Grundlage des Endenergieverbrauchs / des Bedarfs für Heizung, Lüftung,

Warmwasser und Hilfsenergie bestimmt. Die Effizienzklasseneinteilung ist nur für Wohngebäude verpflichtend und gilt für Gebäude aller Flächen, Geschossigkeit, Klimazonen, technischen Ausstattung (z. B. mit Aufzug oder ohne).

Energieeffizienzklasse	Endenergie [kWh/(m <sup>2</sup> · a)]
A+	< 30
A	< 50
B	< 75
C	< 100
D	< 130
E	< 160
F	< 200
G	< 250
H	> 250

**Tabelle 28. Energieeffizienzklassen in Deutschland nach GEG 2020**

Das Vorhandensein bestimmter Technologien ist keine Voraussetzung für die Klasseneinteilung. Da die Effizienz der Technik aber in die Bilanzierung einfließt, kommt man zwangsläufig zum Einsatz effizienter Technologien.

Der im Ergebnis der Bilanzierung errechnete Endenergiebedarf oder der faktisch gemessene und klimabereinigte Endenergieverbrauch dient als Grundlage für die Klasseneinteilung des Gebäudes.

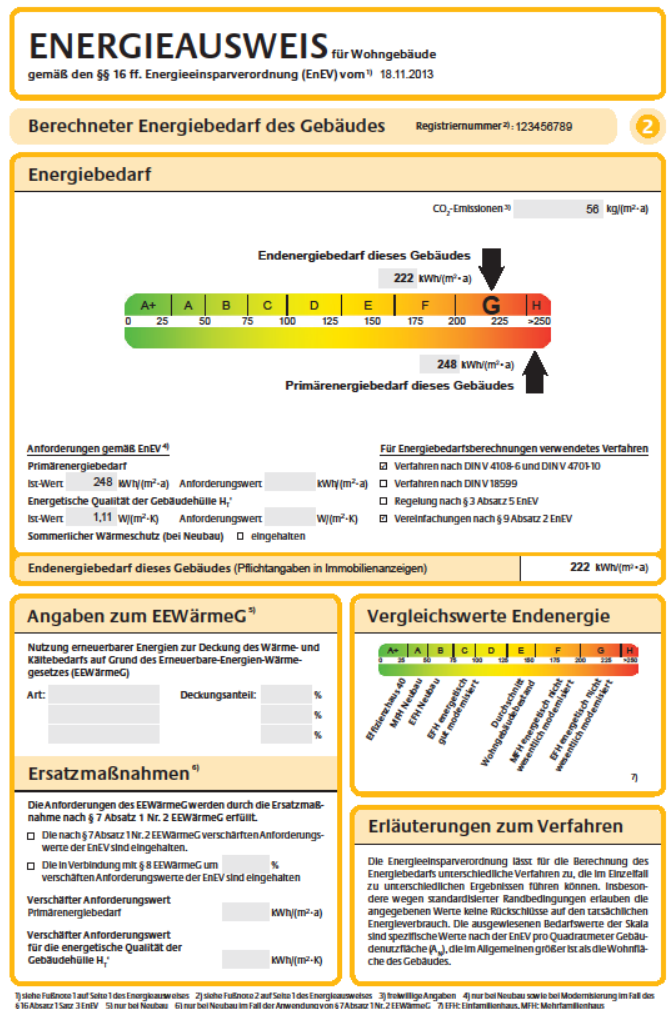
Für Usbekistan empfehlen wir, die Einteilung der Gebäude in Effizienzklassen nach errechnetem Endenergiebedarf und die Darstellung in Form einer farbigen Skala einzuführen. Die Klassifizierung nach gemessenem Energieverbrauch wird nicht empfohlen, da die Erfassung der Energiedaten in vielen Gebäuden in Usbekistan nicht möglich ist. Zudem können leicht Fehler entstehen und das Verbraucherverhalten kann die Ergebnisse verfälschen. Es wird einer schnellen und einfachen Verbraucherinformation dienen. So können die Bedarfswerte unterschiedlicher Gebäude einfach verglichen und daraus Sanierungskonzepte und Empfehlungen abgeleitet werden. Empfehlenswert wäre auch eine Tabelle mit drei Spalten, um die Unterschiede in den zwei Klimazonen Usbekistans entsprechend der Gradtagzahlen umzurechnen.

**4.2.12 Energiebedarfsausweis**

Der Energiebedarfsausweis wird nach Fertigstellung von Neubau oder Sanierung ausgestellt. In der Planungsphase wird ein Nachweis nach der Bilanzierung erstellt. In der Bauausführungsphase werden die

relevanten Materiallieferungen und Arbeiten geprüft und abgenommen und danach die Bilanzierung mit den aktuellen Angaben der verbauten Produkte aktualisiert. Dies bildet die Grundlage für den Energieausweis.

Ein fertiger Energieausweis wird per elektronischem Verfahren bei DIBt registriert und dem Gebäudeeigentümer ausgehändigt. Eine Kopie muss dem lokalen Bauaufsichtsamt zur Verfügung gestellt werden.



**Abbildung 8. Beispiel Energiebedarfsausweis für Wohngebäude**

**4.2.13 Pflichtangaben in einer Immobilienanzeige**

Die Energieeffizienzklasse ist im Energieausweis angegeben. Die Berechnung und Bestimmung der Energieeffizienzklasse wird bei der Ausstellung des Energieausweises durchgeführt. Der Energieausweis soll in den folgenden Fällen ausgestellt werden:

- Beim Bau eines Wohngebäudes;
- Bei Sanierung und Erweiterung des Wohngebäudes;
- Bei der Vermietung des Wohngebäudes oder der Wohnung;

- Bei dem Verkauf des Wohngebäudes oder der Wohnung.

#### 4.2.14 Ausstellungsberechtigung für Energieausweise

Der Energieeffizienz-Experte ist sowohl für die Ausstellung des Energieausweises als auch für die Berechnung der Energieeffizienzklasse zuständig. Unter den oben genannten Umständen sollte der

Gebäudeeigentümer einen Energieeffizienz-Experten mit der Ausstellung des Energieeffizienzpasses beauftragen. Danach wird eine energetische Inspektion des Gebäudes durchgeführt und ein Energieausweis des Gebäudes ausgestellt, in dem die Energieeffizienzklasse angegeben wird. **Mehr Information zu Energieeffizienz-Experten kann man in der Studie „Steigerung der Energieeffizienz im Wohngebäudebestand. Überlegungen zur Einrichtung eines staatlichen Förderprogramms“ erhalten.**



Abbildung 9. Energieausweis

#### 4.2.15 Luftdichtheit des Gebäudes

Um den Heizbedarf zu reduzieren und um zu verhindern, dass warme, feuchte Luft in die Bausubstanz eindringt, muss das Gebäude mit der wärmeübertragende Hüllfläche eine sehr gute Luftdichtheit aufweisen. Eine gute Luftdichtheit kann nur durch die Verwendung einer luftdichten Membran oder Barriere innerhalb der einzelnen Gebäudeelemente erreicht werden. Es ist darauf zu achten, dass diese Membran auch dampfbremsende Wirkung hat, damit kein Wasserdampf in die Konstruktion eindringen kann. Abhängig von der Art der verwendeten Konstruktion kann die luftdichte Barriere entweder durch einen luftdichten Putz bei Mauerwerk, eine Dampfspermembran oder durch die Verwendung von OSB-3-Platten oder anderen Holzplattenprodukten mit geeigneter Dicke und Luftdichtheit gebildet werden.

An den Durchbrechungen muss besonders sorgfältig gearbeitet werden – zum Beispiel bei Fenstern, Türen und Haustechnikleitungen. Hier wird ein geeignetes luft- und dampfdichtes Band zur Verbindung der luftdichten Membran oder Sperrschicht mit dem Fenster verklebt, um die Kontinuität der luftdichten Schicht zu gewährleisten. Die luftdichte Schicht sollte klar definiert und spezifiziert werden und auf allen Ausführungszeichnungen dargestellt werden.

Es wird dringend empfohlen, mindestens zwei Luftdichtheitsprüfungen in den Bauablauf einzuplanen. Der erste Test sollte in Auftrag gegeben werden, wenn ein Teil des Gebäudes luftdicht hergestellt wurde und die Luftbarriere noch freiliegt, damit die Bauarbeiter die ersten Fehler verbessern können. Ein abschließender Test des ganzen Gebäudes sollte bei Fertigstellung von einem registrierten Prüfer durchgeführt werden.

#### Grenzwerte:

Für das Gesamtergebnis der Luftdichtheit werden die Luftvolumenströme der einzelnen Messungen addiert und durch das Gesamtvolumen des Gebäudes dividiert, das Ergebnis ist der n<sub>50</sub>-Wert (bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal) des Gebäudes. Die Grenzwerte sind je nach dem geplanten Energiestandard unterschiedlich. Wenn eine Lüftungsanlage eingebaut ist, gelten höhere Anforderungen. Folgende Grenzwerte werden für Usbekistan empfohlen:

Wert	Empfehlungen für Usbekistan [n <sub>50</sub> ]
------	--

Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen	≤ 3,0 h <sup>-1</sup>
Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen	≤ 1,5 h <sup>-1</sup>
Gebäude Stufe III	≤ 0,6 h <sup>-1</sup>
<b>Gebäude mit Luftvolumen aller konditionierten Zonen &gt; 1.500m<sup>3</sup> bezogen auf die Hüllfläche</b>	
Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen	≤ 4,5 m h <sup>-1</sup>
Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen	≤ 2,5 m h <sup>-1</sup>

**Tabelle 29. Luftvolumenströme**

Ein niedriger n<sub>50</sub>-Wert des Gebäudes trägt zur Minderung der Wärmeverluste durch Infiltration und unkontrollierbare Lüftung und damit zur Erhöhung der Energieeffizienz bei. Die Erfahrung hat gezeigt, dass solche Werte in der Praxis bei sorgfältiger Planung und Baudurchführung einfach erreichbar sind.

**4.2.16 Luftwechselraten**

Luftwechselraten oder "Luftwechsel pro Stunde" beziehen sich auf die Anzahl der Luftwechsel pro Stunde in jedem Raum. Gebäude werden gebaut und wetterfest gemacht, um Energieverluste zu minimieren und die Effizienz zu maximieren. Während längerer Kühl- oder Heizperioden werden sie oft geschlossen, um die klimatisierte Luft im Inneren zu halten. Wenn der Luftaustausch jedoch nicht ausreicht, können eingeschlossene Allergene, Schadstoffe und Reizstoffe die Qualität der Innenraumluft verschlechtern und das Wohlbefinden der Bewohner eines Hauses beeinträchtigen. Bei undichten Altbauten erfolgt der Luftaustausch zusätzlich durch undichte Stellen in der Außenhülle.

Wie viele andere Regeln für den Umgebungskomfort hängt die Luftwechselrate von der Art der Belegung sowie von dem zu erwartenden Schadstoffgehalt der Außen- und der Raumluft ab.

Nachfolgend ist ein Beispiel für die Luftwechselraten pro Stunde nach DIN V 18599-10 dargestellt:

Zone	Bezeichnung	Mindest-Außenluftvolumenström [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h)]
1	Einzelbüro	4
2	Gruppenbüro	4
3	Großraumbüro	6
4	Besprechung/Sitzungszimmer	15
5	Schalterhalle	2
6	Einzelhandel/Kaufhaus	4
7	Einzelhandel/Kaufhaus Lebensmittelabteilung mit Kühlprodukten	4
8	Klassenzimmer	10
9	Hörsaal, Auditorium	30
10	Bettzimmer	4
11	Hotelzimmer	3
12	Kantine	19
13	Restaurant	18
14	Küche	90
15	Küche - Vorbereitung, Lager	15
16	WC und Sanitärräume	15
17	Sonstige Aufenthaltsräume	7
18	Nebenflächen ohne Aufenthaltsräume	0,15
19	Verkehrsfläche	0
20	Lager	0,15

**Tabelle 30. Luftwechselraten pro Stunde nach DIN V 18599-10**

**4.2.17 Solare Wärmegewinne und Sonnenschutz**



Im Winter ist der solare Wärmegewinn durch die Fenster ein wichtiger Beitrag zur Energieeffizienz. Daher sollten bei der Gebäudeplanung die Südfenster in kalten Klimata optimiert werden. Falls klimabedingt im Sommer Kühlungsbedarf besteht, ist ein außenliegender Sonnenschutz zu empfehlen. Dieser kann durch drei Arten realisiert werden: feststehender Sonnenschutz durch auskragende Bauteile wie Balkone oder Dachüberstand, durch Low-E-Glas mit geringem g-Wert oder durch beweglichen Sonnenschutz wie außenliegende Jalousien. Besonders auf der Ost- und Westseite ist ein beweglicher Sonnenschutz wichtig, um die tiefstehende Morgen- und Abendsonne abzuhalten. Zusätzlich ist es empfehlenswert, durch massive Innenwände und Geschoßdecken genügend thermische Masse im Gebäude zu planen. Diese kann die Kühle der Nacht speichern und so den Kühlbedarf senken.

Wir empfehlen, dass der solare Gewinn durch Fenster in die Energiebilanz einbezogen werden muss. Zur Vorbeugung von Übertemperaturen und zur Senkung des Kühlungsbedarfes im Sommer empfehlen wir passive Sonnenschutzmaßnahmen ohne Klimaanlage oder andere energieverbrauchende Technik. Die Platzierung von Sonnenschutzvorrichtungen sollte auf der Südseite nach Bedarf sowie nach Osten und Westen je nach Standort erfolgen. Eine automatische Steuerung (Sonnenschein, Sturmschutz) wird bei Nichtwohngebäuden empfohlen.

#### 4.2.18 Wärmebrücken: Wärmebrückenberechnung und Berechnungsverfahren der Temperaturfelder

Es gibt hauptsächlich 2 Arten von Wärmebrücken: zwei- und dreidimensionale Wärmebrücken (2D / 3D). Die Berechnung von 2D- / 3D-Wärmebrücken ermöglicht die Berücksichtigung der Wärmeverluste über die punktuellen Wärmebrücken in den Baukonstruktionen (3D, Dübel, Pfosten, Balkonträger und andere Durchbrüche durch die wärme gedämmte Gebäudehülle) und auch die geometrischen / linearen Wärmebrücken (2D, Anschlüsse verschiedener Konstruktionen z.B. Wandecken, Attika, Sockel, Balkonanschluss, Fensterlaibungen etc.). Bei einer richtigen Auswahl der Temperaturfelder und deren Menge kann es zu einem ziemlich qualitativen und genauen Ergebnis führen. Die Berechnung der 2D-Wärmebrücken ist einfacher als für 3D-Wärmebrücken. Für 3D-Wärmebrücken gilt: wenige aber dickere Durchdringungen der Dämmschicht sind thermisch günstiger als sehr viele kleine punktuelle Wärmebrücken.

Für eine solche Berechnung ist eine große Praxiserfahrung des Planers erforderlich. Es werden zahlreiche genaue Daten über die Eigenschaften der zu planenden Konstruktionen benötigt. Dies führt zu einem größeren Arbeitsaufwand, der die Kosten für die Planungsarbeiten erhöht. Daher ist die genaue Berechnung der Wärmebrücken eher sinnvoll für die hocheffiziente Wärmeschutzstufe III. Die vorgeschlagenen

Pauschalen bedeuten einen deutlichen Abschlag des Energiebedarfs. Durch genaue Berechnung kann der reale Wärmebrückenabschlag beziffert und dadurch das Erreichen der Anforderungen einfacher ermöglicht werden.

In Deutschland werden die Wärmeverluste durch Wärmebrücken getrennt von den Wärmeverlusten durch die Flächen der thermischen Hülle berechnet, falls das Gebäude Anspruch auf die Verbesserung der Energieeffizienzklasse hat und / oder staatliche Finanzhilfe bekommt. Für alle anderen Fälle wurden Normkoeffizienten eingeführt, die in der Energiebilanzierung zu einem Abschlag auf den errechneten Energiebedarf führen.

Diese Koeffizienten ermöglichen die Honorareinsparung für die Planung, dennoch kommen dabei zuverlässige Ergebnisse für die Berechnung der Wärmeverluste heraus. Daher empfehlen wir, solche Koeffizienten und Kataloge der typischen Baudetails für den öffentlich-rechtlichen Nachweis einzuführen. Dementsprechend sollen die Baudetails der Wärmebrücken zum Bestandteil der Planungsunterlagen werden.

Die Beispiele für die Wärmeverlustkoeffizienten werden in der Tabelle 31 angeführt. Dieser Koeffizient  $\Delta U_{tb}$  (tb = thermal bridge) wird als Wärmedurchgangskoeffizient auf 1 m<sup>2</sup> der thermischen Hülle dargestellt (in W/(m<sup>2</sup> K)). EN 13790 erlaubt die Festlegung nationaler Koeffizienten. Die deutschen Werte sind in der Tabelle 18 definiert, in der Tabelle 31 haben wir Empfehlungen für Koeffizienten in Usbekistan gegeben.

Bautyp	$\Delta U_{tb}$ , W/(m <sup>2</sup> K)
Typengebäude laut den Mindeststandards oder Bestandsgebäude	0,10
Neubau oder Sanierung mit Rücksicht auf Wärmebrücken katalog	0,05
Beim Anbringen der Wärmedämmung von innen	0,15

**Tabelle 31. Wärmedurchgangskoeffizient über Wärmebrücken**

#### 4.2.19 Innentemperaturen und Oberflächentemperaturen Gebäudehülle

Die SHNK 2.08.01-05 legt die Mindestauslegungs-Innentemperaturen in Wohngebäuden fest und besagt, dass bei der Planung von Wohngebäuden die klimatischen Bedingungen des Landes berücksichtigt werden sollen.

**Empfehlung Oberflächentemperatur Gebäudehülle:**

In Bezug auf die Temperaturbehaglichkeit nehmen Menschen Kältestrahlung oder Zugluft von der Wand wahr, wenn deren Oberflächentemperatur 4 Grad Celsius niedriger ist als die Raumtemperatur. Beeinflusst wird dies unter anderem durch die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, vertikale Lufttemperaturdifferenz, asymmetrische Strahlungstemperatur, Raumaktivität, Baumaterialien, Wärmebrücken und weitere. Durch eine zusätzliche Dämmung der Kellerdecke oder der Oberfläche des Erdgeschosses wird der vertikale Temperaturunterschied zwischen Kopf und Füßen verringert, was den Nutzerkomfort verbessert. Gleichzeitig wird die Entstehung von Temperaturunterschieden innerhalb der Gebäudehülle reduziert, die wiederum unkontrollierte Luftbewegungen/Zugluft erzeugen. Das Gleiche gilt für neue Fenster und Türen. Dadurch werden die thermischen Komfortbedingungen in den Innenräumen drastisch verbessert. Generell wird empfohlen, die Temperatur der Innenwand durch Dämmung der Gebäudehülle besser zu regulieren und die durchschnittlichen Temperaturunterschiede zwischen den Räumen zu reduzieren. Die Oberflächentemperatur aller inneren Bauteile wie Fensterrahmen und Glas sowie der Außenwände sollten 13 °C zu keinem Zeitpunkt unterschreiten, um Tauwasserausfall und Schimmelbildung zu vermeiden. Allerdings werden auch Temperaturen besonders bei Fensterglasoberflächen von unter 17 °C als kalt empfunden, und durch Konvektion wird Zugluft erzeugt. Für einen höheren Komfort werden daher 17 °C Mindestoberflächentemperatur empfohlen. Dies ist im deutschen Passivhausstandard vorgeschrieben.

**Empfehlung Innenlufttemperatur:**

Es wird daher empfohlen, die Anforderungen an die innere Raumlufttemperatur innerhalb der thermischen Hülle einschließlich der Wandecken entsprechend der Norm ISO 7790 als verbindlich einzuführen.

Auslegungs-Innentemperatur	Usbekistan heute nach SHNK 2.08.01-05 [°C]	Empfehlungen für Usbekistan nach deutscher ISO 7790 [°C]
<b>Wohnzimmer, Büro</b>	21-22 (Winter), minimal 20  26-27 (Sommer)	20 (Winter)  26 (Sommer)
<b>Küche</b>	18	20
<b>Badezimmer</b>	25	24
<b>WC</b>	18	20

**Tabelle 32. Empfohlene Innentemperaturwerte für Usbekistan**

**4.2.20 Relative Luftfeuchtigkeit**

Ein erhöhter Feuchtigkeitsgehalt in der Luft führt temperaturabhängig zu einem Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit. Eine relative Luftfeuchtigkeit in Innenräumen von über 60 % begünstigt das Wachstum von Schimmel, Milben und anderem Befall. Nach SHNK 2.08.01-05 beträgt die maximale Luftfeuchtigkeit für Wohnräume 65 %. Wir halten dies für zu hoch und empfehlen eine Absenkung auf 40-50 %, da der Einfluss von punktuellen Temperaturwechseln durch eine gekühlte Fläche oder ein drastischer Unterschied zwischen Innen- und Außentemperatur schnell eine höhere Luftfeuchtigkeit fördern kann. Sinnvoll ist auch eine Empfehlung zur Begrenzung des unteren Wertes im Winter auf ≥ 35 %, da die Luft sonst meist zu trocken und ungesund ist. Dies ist durch Einsatz von Lüftungsanlagen mit Feuchterückgewinnung, durch Befeuchtung des Zuluftstroms oder durch Raumluftbefeuchter zu erreichen. Dabei muss auf gute Filter und Reinigungsmöglichkeit geachtet werden, um Bakterienwachstum zu verhindern.

Wert	Usbekistan heute SHNK 2.08.01-05 [%]	Empfehlungen für Usbekistan [%]
<b>Wohngebäude</b>	max. 65 (kalte Jahreszeit)	40-50, max. 35-60

**Tabelle 33. Empfohlene relative Luftfeuchtigkeitswerte für Usbekistan**

**4.2.21 Beleuchtung**

Usbekistan heute	Empfehlungen für Usbekistan
<b>Energiesparende Leuchtmittel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiesparende Lichtquellen, LED-Leuchtmittel;</li> <li>Bewegungsmelder,</li> <li>Konstantlichtregelung / tageslichtabhängige Regelung,</li> <li>Präsenzsteuerung, Bewegungsmelder</li> </ul>

**Tabelle 34. Empfohlene Beleuchtung für Usbekistan**

Grundsätzlich sollten alle alten Glühlampen gegen LED-Leuchtmittel ausgetauscht werden. In großen Räumen von Nichtwohngebäuden sollten die Lichtquellen nahe der Fensterfront getrennt von denen im hinteren



Raubereich gesteuert werden. In Treppenträumen und Fluren wird der nutzungsabhängige Einsatz von Tageslicht- / Präsenzsteuerung empfohlen.

In der EU-Norm DIN EN 12464-1 sind Empfehlungen für die Beleuchtungsstärke in Innenräumen entsprechend verschiedenen Nutzungsarten in Nichtwohngebäuden aufgeführt, von denen wir hier einige Beispiele nennen. Die Liste enthält die Art des Raumes und die empfohlene Beleuchtungsstärke in Lux.

Allgemeine Bereiche	Empfehlungen für Usbekistan nach DIN EN 12464-1 (Lux)
Kantinen, Teeküchen, Aufenthaltsräume	200
Büro, Konferenzräume	500
Schulräume	300
Sporthallen, Gymnastikräume, Schwimmbäder	300
Sanitärräume	500

**Tabelle 35. Beleuchtungsstärke für Allgemeine Bereiche nach DIN EN 12464-1**

Eine komplette Liste sowie Berechnungsmethoden und weitere Überlegungen sind in der Norm DIN EN 12464-1 zu finden.

**4.2.22 Energieeffizientes Bauen in Erdbebengebieten Usbekistans**

Für die Zwecke der erdbebensicheren Konstruktion verwenden alle Bauinstitute die neue seismische Norm KMK 2.01.03-96 "Normen und Vorschriften für das Bauen in Erdbebenzonen". Um energieeffiziente Lösungen bestmöglich von nicht erdbebengefährdeten Gebäuden auf erdbebengefährdete Gebäude zu übertragen, können einige allgemeine Überlegungen angestellt werden, um die Haltbarkeit und Effektivität der gewählten Lösungen zu verbessern.

Die Hauptpunkte, die die besondere Aufmerksamkeit der energieeffizienten Planer erfordern, sind z.B. die Duktilitätsanforderungen an den Oberbau für wärmebrückenfreie Dachaufbauten; die seitliche Verschiebung des Gebäudes für Fassadenelemente und mögliche Unterbrechungen im statischen System, z. B. wegen einer kontrollierten mechanischen Lüftungsanlage; die maximale Druckspannung in der Wärmedämmschicht für tragende wärmegeämmte Elemente; bei Neubauten, die sich noch in der

Planungsphase befinden, sollten auch Überlegungen über den Anteil der hochgedämmten Unterkonstruktion und die Verformbarkeitskoeffizienten der Unterkonstruktion angestellt werden.

Im Allgemeinen ist es wichtig, die örtlichen seismischen Vorschriften zu berücksichtigen und die entsprechenden Vorkehrungen zu treffen, wenn Sanierungen erwogen werden, die die strukturelle Integrität verschiedener Komponenten des Gebäudes beeinflussen. Besondere Aufmerksamkeit sollte den tragenden Elementen gewidmet werden. Auf diese Weise kann die Lebensdauer der angewandten energieeffizienten Maßnahmen und deren Wirksamkeit sichergestellt werden.

**4.3 Anforderungen für Bestandsbauten**

**4.3.1 Allgemeine Anforderungen**

Grundsatz: Außenbauteile eines bestehenden Gebäudes dürfen nicht in einer Weise verändert werden, dass die energetische Qualität des Gebäudes verschlechtert wird, wie z. B. die R-Werte oder die Luftdichtheit.

Vor Planungsbeginn muss ein genaues Aufmaß des bestehenden Gebäudes, eine Ermittlung der Baukonstruktion und eine Baubegehung mit kompletter Fotodokumentation und Aufnahme aller Bauschäden durchgeführt und alles in einem Bericht dokumentiert werden. Wenn dabei die genaue Konstruktionsart nicht zu klären ist, können vorhandene Bauzeichnungen als Grundlage der Planung genommen werden. Im Zweifelsfall sind wichtige Bauteile durch Öffnung wie z.B. Kernbohrung zu prüfen. Insbesondere bei Beton-Sandwichplattenbauten ist die eingeschlossene Dämmstärke zu ermitteln. Die Standfestigkeit ist zu prüfen und wenn notwendig Verstärkungen zu planen.

**4.3.2 Teilrenovierung oder Nachrüstung**

Bei belüftetem Dachboden empfehlen wir bei allen Gebäuden eine Nachrüstpflcht der Dämmung der obersten Geschoßdecke mit dem Anforderungswert  $R=4,0 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  ( $U\text{-Wert}=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ) als obligatorische und vorrangige Maßnahme und Teil der zukünftigen grundlegenden Instandsetzungsmaßnahmen, da dies ganz einfach und wirtschaftlich durchführbar ist.

Falls ein Teilbereich eines Gebäudes wie z.B. eine Fassade oder das Dach repariert wird, empfehlen wir die Anforderungen einer Komplettsanierung einzuhalten.

**Nachrüstungsverpflichtung für Haustechnik:**

Die verpflichtende Nachrüstung einer raumweisen Regelung der Raumtemperatur mit Heizkörperthermostaten wird auch für Bestandsbauten empfohlen. Ebenso sollte der hydraulische Abgleich für umfassende Sanierungen vorgeschrieben werden.

Neben Wasser- und Stromzählern sollte in allen Bestandsgebäuden und Nutzungseinheiten die nachträgliche Installation von Messgeräten für die Wärmeverbrauchserfassung verpflichtend werden. Dies sollte raum- oder wohnungsweise erfolgen, bei Fernwärme oder gebäudezentraler Gasheizung ist ein zusätzlicher Zähler im Keller sinnvoll.

Darüber hinaus sollte eine nachträgliche Dämmung der Rohrleitungen in Bestandsgebäuden gefordert werden. Für die Umsetzung kann eine zeitliche Übergangsfrist festgelegt werden.

### 4.3.3 Komplettsanierung und Anbauten

Wenn von einem Bauteil mehr als 10 % der Fläche renoviert wird, wenn zum Beispiel mehr als 10 % des Außenputzes einer Außenwand erneuert wird, muss die ganze Wand entsprechend nachstehender Anforderungen gedämmt werden.

Empfehlungen für Anforderungen bei Veränderung von mehr als 10 % eines Bauteils:

- Folgende Anforderungen gelten für Gebäude, die jährlich mindestens auf 19 °C geheizt werden.
- Es sollte auch bei Altbausanierung versucht werden, die R-Werte der Neubauanforderungen der Stufe I einzuhalten. Dies ist bei vielen Wohngebäuden relativ einfach möglich.
- Falls dies aus zwingenden Gründen nicht möglich ist, kann der R-Wert der Neubauanforderungen (siehe 2.1.4) um bis zu 29 % unterschritten werden.
- Der Jahres-Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes für Heizung, Kühlung, Warmwasser, Anlagenstrom und Lüftung kann nach Sanierung die Neubauanforderungen um bis zu 40 % überschreiten.
- Es sollte möglichst viel regenerative Energie zur Deckung des Energiebedarfs verwendet werden. Bei Sanierungen kann dies aber nicht zwingend vorgeschrieben werden und sollte in einen Förderstandard integriert werden.

Wir empfehlen, eine Anpassung der Wärmeübergabestation bei einer umfassenden Dämmung der thermischen Hülle verpflichtend zu machen. Der Austausch von Fenstern gegen neue energieeffiziente und die Dämmung der thermischen Gebäudehülle reduzieren den Energiebedarf. Dies erfordert die Anpassung der Wärmeübergabestation an diese Situation und bei Bedarf auch die Installation bzw. den Austausch der Umwälzpumpen. Diese sollten auf den Bedarf ausgelegt und in Abhängigkeit von der Außentemperatur sowie nach Zeit regelbar sein. Offene Systeme der Trinkwarmwasserversorgung, welche direkt

mit Heizwasser versorgt werden, sollten auch im Bestand nicht mehr zugelassen werden.

### 4.3.4 Denkmalschutz

Historisch wertvolle und besonders schützenswerte Gebäude sollten exemplarisch unter Denkmalschutz gestellt werden, um besonders schützenswerte und wertvolle Zeugnisse der Baukultur verschiedener Stilrichtungen und Epochen im Stadtbild zu erhalten.

Am Anfang muss definiert werden, was der Begriff Denkmal bedeutet. Dazu können gehören wichtige Kulturdenkmale, ganze Gebäudeensembles, Bodendenkmale, Garten und Parkanlagen mit Skulpturen sowie einzelne Gebäude sowie Teile von Gebäuden. Diese Objekte müssen besonders gekennzeichnet werden und bei Veränderung muss der Bauantrag besonders geprüft werden. Kriterien dabei können der Erhalt der Außenansicht mit Verboten von Außendämmung, der Erhalt bauzeitlich originaler Bausubstanz und beispielhafte Erhaltung historischer Bauelemente sein.

Hierbei ist es wichtig, dass Genehmigungsbehörden und die Eigentümer beim Umbau und bei der energetischen Sanierung eng zusammenarbeiten. Die Entscheidung, was erhalten und originalgetreu repariert werden muss und welche Bereiche durch neue Elemente und Bauweisen ersetzt und ergänzt werden dürfen, sollte einvernehmlich im Spannungsfeld zwischen Denkmalinteressen, Wirtschaftlichkeit und Energieeinsparung entschieden werden.

## 4.4 Kontrolle

Es sollte ein System aufgebaut werden, um die Einhaltung der Anforderungen kontrollieren zu können. Dabei sind verschiedene Kontrollebenen denkbar:

- Am Anfang ist der Planverfasser (Architekt / Ingenieur) durch seine Ausbildung und Berufsordnung verpflichtet, bei der Planung alle bestehenden Normen und Gesetze einzuhalten. Dies betrifft neben Brandschutz, Gesundheitsschutz, Schallschutz u.a. hauptsächlich auch den Wärmeschutz und die Auflagen zur CO<sub>2</sub>-Minimierung, Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energie.
- Im Rahmen der Baugenehmigung sind die örtlichen Behörden in der Pflicht, die Planung vor Genehmigung zu überprüfen.
- Baustelle: die Baufirma muss die Verwendung der richtigen Baumaterialien entsprechend der Ausführungsplanung und den Anforderungswerten aus der Energiebilanzierung (besonders die Lambda-Werte der Dämmstoffe) verwenden und die Baunormen und die anerkannten Regeln der Bautechnik

insbesondere für Wärme- und Feuchteschutz einhalten.

- Baustelle: als Vertreter des Bauherrn muss ein sachverständiger Architekt oder Ingenieur (in Deutschland oft der planende Architekt) als Bauleiter die Einhaltung der Anforderungen in regelmäßigen Baustellenbegehungen kontrollieren und bei Mängeln die Verbesserung fordern.
  - Baustelle: zusätzlich zum Bauleiter als Bauherrenvertreter ist ein unabhängiger Sachverständiger empfehlenswert, der im Vier-Augen-Prinzip die Einhaltung der Anforderungen kontrolliert. Dieser sollte auch die Abnahme des Gebäudes nach Fertigstellung durchführen und die Mängelbeseitigung kontrollieren.
  - Betrieb: die Energieverbrauchsdaten sollten mind. über zwei Jahre erfasst und ausgewertet werden. Durch diese Daten können Probleme bei der Höhe des Energieverbrauchs sowie des Benutzungskomforts festgestellt werden und die Einstellung der Haustechnikanlage angepasst und optimiert werden.
- Auf Grundlage der Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten ist es erforderlich, folgende Punkte mit Hilfe von Pilotberechnungen zu ermitteln:
    - den ökonomisch optimalen Sollwert; wir empfehlen, die Berechnung anhand der Realpreise und nicht anhand der Subventionen durchzuführen.
    - den höchstzulässigen Energieverbrauch bei Neubau und Sanierung; die existierenden Anforderungen an Neubauten haben zu geringe Energieeffizienzklassen, insbesondere wenn diese Neubauten über einen sehr hohen Verglasungsanteil auf der Fassade verfügen.

## 4.5 Weitere Empfehlungen

Wir gehen davon aus, dass die Normen im Zuge der Implementierung des Technischen Regelwerkes überarbeitet werden. Dabei ist aus unserer Sicht insbesondere Folgendes zu beachten:

- Es sollte eine Roadmap entstehen, welche KMK in welcher Reihenfolge entwickelt werden.
- Die technischen Anforderungen sollten in mehreren Pilotprojekten in der Praxis erprobt werden, um die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit im Land nachweisen zu können.
- Es ist auch notwendig, die Regeln für die Planung von Heizungs-, Lüftungs- und Warmwasserversorgungssystemen unter Beachtung der Verfügbarkeit erneuerbarer Energien einzuführen. Damit werden einige Hindernisse für die Integration der erneuerbaren Energiequellen und für den Bau von Gebäuden mit höheren Energieeffizienzklassen behoben.
- Auch zu empfehlen ist die Mindestanforderungen an die Nutzung von erneuerbaren Energien in Gebäuden im Bereich von 5 bis 10 % einzuführen und dabei das Berechnungsverfahren für Energieverbräuche so zu vervollständigen, dass die Erzeugung und Verteilung der Wärme mitberücksichtigt werden.

# 5 Bauprodukte

## 5.1 Einführung

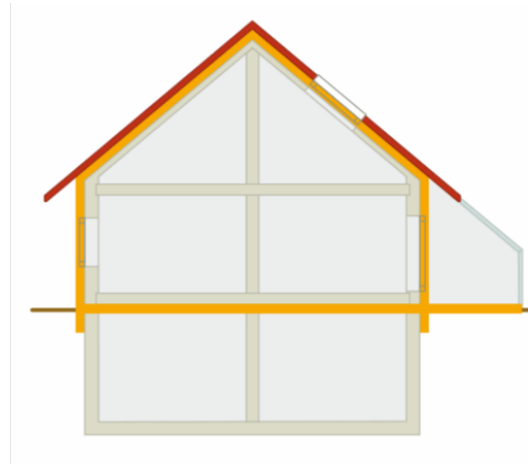
Ziel der Untersuchung ist, die jetzt in Usbekistan vorhandenen und verfügbaren Bauprodukte zu erfassen und zu untersuchen, ob wichtige Bauprodukte für energieeffizientes Sanieren und Neubauten fehlen. Dadurch kann einerseits die einheimische Industrie angeregt werden, ihr Produktportfolio zu erweitern. Andererseits können Importe belebt werden. Wünschenswert ist auch eine Kooperation von ausländischen und usbekischen Herstellern, um durch die Erfahrungen deutscher und europäischer Hersteller die Neuentwicklung bereits erprobter Produkte zu vermeiden. Wichtig ist, die Produktion möglichst vieler Produkte in Usbekistan anzuregen, um weitere Arbeitsplätze zu schaffen und hohe Importkosten zu vermeiden. Bei Importprodukten sollten diese möglichst direkt aus dem Herstellerland bezogen werden, um eine Mehrfachverzollung zu vermeiden. Nachstehend sind die Produkte und die Verfügbarkeit in Usbekistan, soweit das durch Recherche von Deutschland aus möglich war, beschrieben. Die Qualität der Produkte konnte aufgrund fehlender Produktzertifikate und keiner Reisemöglichkeit nicht geprüft werden. Dies muss unbedingt bei der Ausschreibung der Bauleistungen erfolgen, da bei energieeffizienten Gebäuden in Sanierung und Neubau wesentlich höhere Anforderungen bestehen. Zudem beeinflusst die Qualität vor allem die Dauerhaftigkeit und damit die Nachhaltigkeit der Gebäude. Das Ziel soll es sein, dass die nächste komplette Sanierung erst nach 40-50 Jahren notwendig wird.

## 5.2 Gebäudehülle

### 5.2.1 Überblick

Durch die Gebäudehülle geht je nach dem Zustand mehr oder weniger Energie verloren. Das Ziel von energiesparendem Bauen ist es, diese Energieverluste zu minimieren. Das kann nur durch drei Elemente erreicht werden: gute Planung durch qualifizierte Experten, Einsatz hochwertiger Bauprodukte sowie Bauarbeit durch qualifizierte Baufirmen und Arbeiter.

Die thermische Gebäudehülle besteht im Wesentlichen aus diesen Bestandteilen: Fassaden, Dach oder oberste Geschossdecke, beides inklusive der Fenster und Türen sowie Kellerdecke oder Bodenplatte zum Erdreich. Die Gebäudehülle muss ringsum lückenlos gedämmt sein. Die Wärmedämmung wird dabei an der Außenseite der massiven Bauteile angeordnet.



**Abbildung 10. Prinzipskizze thermische Gebäudehülle (dena, Schirmer)**

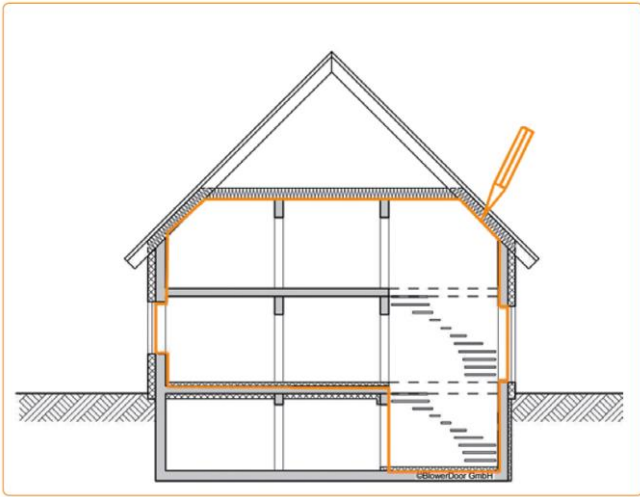
Welche Räume gehören zum beheizten Volumen des Gebäudes?

Die Entscheidung, ob sporadisch beheizte Räume dem beheizten Bereich zuzuschlagen sind, kann man anhand folgender Regeln treffen:

- Alle Räume, die direkt oder indirekt durch einen Raumverbund beheizt sind – wie z. B. Wohnungsflure und Dielen –, gehören auch ohne eigene Heizaggregate zum beheizten Bereich.
- Räume, die mittels einer zentralen Heizungsanlage beheizt werden können, aber ungenutzt und somit unbeheizt sind, gehören zum beheizten Bereich, z. B. innenliegende Treppenhäuser.

Zudem muss die thermische Hülle möglichst luftdicht und dampfbremmend (bis dampfsperrend) ausgebildet werden, um Wärmeverluste durch Konvektion zu vermeiden. Die luftdichte Schicht folgt der Wärmedämmschicht, wird aber an der Innenseite der Oberflächen angeordnet und benötigt besondere Bauprodukte, damit die Luftdichtheit über lange Zeiträume erhalten bleibt.

An der Außenseite der Bauteile muss die wasser- und winddichte Schicht hergestellt werden, um die Wärmedämmung zu schützen.



**Abbildung 11. Prinzipskizze luftdichte Schicht (dena, Schirmer)**

Die bauphysikalischen Werte der Baustoffe, wie Wärmeleitfähigkeit, Rohdichte, Druckbelastung und Wasserresistenz, spielen bei der Auswahl der Produkte eine große Rolle. Die Produkte müssen so kombiniert werden, dass der Wärmedurchgang minimiert und die Wasserdampfdiffusion richtig gelenkt wird, damit durch Kondensation keine Schäden entstehen. Daher ist die Kenntnis der Werte eine Voraussetzung für eine zielgerichtete Bauplanung. Die Schichten des Wand- oder Deckenaufbaus müssen immer so gewählt werden, dass die einzelnen Schichten von innen nach außen hin immer dampfdiffusionsoffener werden damit der in der Innenraumluft gelöste Wasserdampf nach außen weg diffundieren kann, sollte er durch Fugen in die Konstruktion gelangt sein.

**Die Bauprodukte müssen auf jeder Packung auch ausreichend deklariert sein, damit auf der Baustelle die Übereinstimmung mit dem geplanten Produkt kontrolliert werden kann. Der wichtigste Wert – insbesondere bei Dämmstoffen – ist die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in  $W/(m \cdot K)$ . Daneben sind auch die genauen Abmaße, die Rohdichte, das Gewicht und das Brandverhalten mit der entsprechenden Brandschutzklasse auf jeder Packung anzugeben. In Deutschland gab es bis 2002 für die Deklaration das Ü-Zeichen. Seit Dezember 2003 muss jedes in Deutschland angebotene Dämmstoffprodukt – unabhängig vom Herkunftsland – die CE-Kennzeichnung tragen. Die Anforderungen dafür sind in nationalen oder europäischen Normen festzulegen (für ein Beispiel siehe**

Abbildung 4 in 2.2.3).

Dies ist wichtig, um auf der Baustelle die nacheinander eintreffenden Baustofflieferungen prüfen zu können, ob sie mit der geplanten Qualität übereinstimmen.

## 5.2.2 Wandbaustoffe

Bei Sanierung gibt es immer eine vorhandene massive Wand, die vor einer energetischen Sanierung auf Standfestigkeit geprüft und anschließend als Untergrund für die Wärmedämmung mit glattem Putz versehen wird. Daher werden massive Bauweisen aus Beton oder Mauerwerk in dieser Studie nicht näher betrachtet. Im Neubau aber auch in der Sanierung werden massive, tragende Baustoffe benötigt, die eine geringe Wärmeleitfähigkeit besitzen.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Von usbekischen Herstellern gibt es zahlreiche Qualitäten an folgenden Bausteinen, die für Ausmauerungen und im Dach z.B. zum wärmebrückenarmen Aufmauern der Attika Verwendung finden können.

- Porenbetonsteine in unterschiedlichen Formaten von mehreren Herstellern mit  $\lambda$ -Werten von ca. 0,12-0,16  $W/(m \cdot K)$  mit Rohdichten von 150-600  $kg/m^3$ . Zum Vergleich: die besten in Deutschland erhältlichen Porenbetonsteine haben ein  $\lambda$ -Werten von ca. 0,08  $W/(m \cdot K)$ .
- Polystyrol-Beton-Steine in unterschiedlichen Formaten von mehreren Herstellern mit  $\lambda$ -Werten von ca. 0,055-0,145  $W/(m \cdot K)$ .

### 5.2.3 Wärmedämmung

Es gibt verschiedene Dämmmaterialien:

- Anorganische bzw. mineralische Dämmstoffe: z. B. Blähton, Calciumsilikat, Mineralwolle (Glas- / Steinwolle) oder Schaumglas.
- Organische Dämmstoffe aus Erdöl: z. B. Polystyrolschaum (EPS / XPS) oder Polyurethanschaum (PUR).
- Organische Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen: z. B. Hanf, Holzfasern, Schafwolle und Zellulose.
- Besonders gute Dämmstoffe haben eine geringe Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ , Lambda-Wert) bzw. Wärmeleitgruppe (WLG) von 0,035  $W/(m \cdot K)$  oder geringer, siehe nachstehende Liste. Ein Lambda-Wert von 0,030  $W/(m \cdot K)$  entspricht der WLG 030.

Je nach Einsatzgebiet und Art des Bauvorhabens werden entweder nicht brennbare (Kennzeichnung A), schwer entflammbar (B1) oder höchstens normal entflammbar (B2) Dämmstoffe verwendet.

Weitere wichtige Eigenschaften von Dämmstoffen sind der Widerstand gegen Feuchtigkeit, Trittfestigkeit, Gewicht, ökologische Verträglichkeit und der Preis.

#### **Dämmstoffdefinition:**

Ein Stoff wird als Dämmstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda \leq 0,07$   $W/(m \cdot K)$  bezeichnet. Demnach zählt Holz mit einem  $\lambda$  von ca. 0,10-0,19  $W/(m \cdot K)$  nicht zu den

Dämmstoffen und ist eine leichte Wärmebrücke. Allerdings kann Holz zur Befestigung oder als thermische Trennung unter Metallbefestigungen in der Dämmschicht genutzt werden, siehe das Kapitel Wärmebrücken.

Ein zukünftig wichtiges Kriterium ist auch der nicht erneuerbare Primärenergieinhalt der Baustoffe PEI in MJ/m³.

Die konventionellen Dämmstoffe spielen die größte Rolle beim energetischen Bauen und sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Konventionelle Dämmung	$\lambda$ , in W/(m K)	PEI in MJ/m³ (
Glaswolle Fassadendämmung (A1)	0,030-0,045	Ca. 800 - 3000
Steinwolle Fassadendämmung (A1)	0,030-0,050	Ca. 600 - 2000
XPS extrudiertes Polystyrol (B1)	0,025-0,050	Ca. 3000
EPS expandiertes Polystyrol (B1)	0,025-0,050	Ca. 1800-2300
PU Polyurethan (B1)	0,020-0,056	Ca. 2800

Tabelle 36 - Konventionelle Dämmstoffe (dena, Schirmer)

Je geringer die Wärmeleitfähigkeit eines Dämmstoffes, umso dünner kann die Dämmschicht bei gleichem R-Wert des Wandaufbaus sein. In den folgenden Tabellen sind die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in W/(m K) der wichtigsten Dämmstoffe verzeichnet:

Dämmstoffe	$\lambda$ W/(m·K)
Glasschaum-Granulat	0,06 - 0,08
Kompriband aus Schaumstoff	0,05
Schaumglas	0,04
Perlit (Vulkan-Gestein)	0,035 - 0,050
Wolle	0,035
Kork	0,035 - 0,046
XPS extrudiertes Polystyrol	0,032 - 0,040

EPS expandiertes Polystyrol	0,032 - 0,050
Strohballen	0,038 - 0,067
Glas-/Steinwolle	0,032 - 050
PUR Polyurethan Schaum	0,021 - 0,035
Aerogel	0,018 - 0,020
Vakuumdämmplatte (VIP)	0,004 - 0,008
Organische stoffe	
PE Polyethylen	0,33 - 0,57
PUR Polyurethan	0,245
PS Polystyrol	0,17
PVC Polyvinylchlorid	0,17
Dichtungsbahn Bitumen	0,17
Gummi	0,16
Holz (Weichholz - Hartholz)	0,10 - 0,19
Gase:	$\lambda$ W/(m·K)
Luft	0,024 - 0,026
CO <sub>2</sub> Kohlenstoffdioxid	0,0163
Argon	0,0179
Krypton	0,0095
Xenon	0,0055
Vakuum	0,0

Tabelle 37.  $\lambda$ -Werte Dämmstoffe allgemein (dena, Schirmer)

Die Baustoffindustrie ist aber permanent dabei, die Produkteigenschaften zu verbessern und neue Dämmstoffe zu entwickeln, sodass die  $\lambda$ -Werte laufend verbessert werden und die Dämmstärken minimiert werden können.

**Liste der Dämmstoffe:**

Im Folgenden werden die gebräuchlichsten Dämmstoffe aufgelistet und die Verfügbarkeit in Usbekistan geprüft. In jedem Fall sollte bei der Auswahl unbedingt auf gute Qualität der Baustoffe geachtet werden, um die nächsten Sanierungen so lang wie möglich hinaus zu schieben. Bei Wärmedämmverbundsystemen sind Sanierungszyklen



von 30-50 Jahren möglich, vorausgesetzt ist eine gute Qualität im Material und der Verarbeitung auf der Baustelle. Diese Liste entstand aufgrund erster Recherche in Usbekistan, wobei die Daten aufgrund der Einschränkungen durch Covid19 im Jahr 2020 schwer zu bekommen waren. Die Liste soll zukünftig laufend ergänzt werden, da der Baustoffmarkt sich sicher stark weiter entwickeln wird.

- **Mineralwolle (Stein- und Glaswolle, A1) -  $\lambda$  ca. 0,030-0,045 W/(m K)**



**Abbildung 12. Beispiel Mineralwolle, hier Steinwolle (Foto: dena, Schirmer)**

Es handelt sich hierbei um einen Dämmstoff aus künstlich hergestellten mineralischen Fasern. Zur Herstellung werden für Steinwolle Steine wie Basalt, Kalkstein, Feldspat oder Dolomit geschmolzen und zu Fasern verarbeitet, Glaswolle wird aus geschmolzenem Glas mit hohem Altglas-Anteil hergestellt. Man muss darauf achten, in welcher Faserrichtung die Platten eingebaut werden: liegen die Fasern parallel zur Fassadenebene ist die WLG deutlich geringer.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** von usbekischen Herstellern gibt es zahlreiche Qualitäten an Mineralwolle, für die Außenwanddämmung ist hauptsächlich Steinwolle geeignet.

- **Steinwolle (Außenwanddämmung, oberste Geschoßdecke, Innentrennwände und Kellerdeckendämmung):**

- aus Basalt der heimischen Berge
- Plattenstärken von 30-150 mm
- Verschiedene Plattengrößen
- $\lambda$  ca. 0,035-0,060 W/(m K)
- Rohdichte 55-170 kg/l (Achtung, es wird in Kilogramm/Liter gerechnet)
- Usbekische Hersteller: Penodektor Service, Uzmet Kombinat
- Europäische Hersteller: Rockwool

- **Glaswolle (oberste Geschoßdecke, Innentrennwände und Kellerdeckendämmung):**

- Plattenstärken von 50 mm
- Verschiedene Plattengrößen
- $\lambda$  ca. 0,037-0,040 W/(m K)
- Rohdichte 10-15 kg/l (Achtung, es wird in Kilogramm/Liter gerechnet)
- Usbekische Hersteller: Ecover, Puerta Del Este
- Europäische Hersteller: Rockwool, Knauf, Ursa, Isover

- **Mineralschaumdämmplatten (A1) -  $\lambda$  ca. 0,040-0,047 W/(m K)**



**Abbildung 13. Beispiel Mineralschaumdämmplatten**

Mineralschaumdämmplatten wurden auf der technologischen Grundlage von Porenbeton entwickelt. Sie sind mineralisch aus Kalk, Quarzsand und / oder Zement und deshalb nicht brennbar und diffusionsoffen.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland von Knauf o.a. ist möglich.

- **Vermiculit (A1)  $\lambda$  ca. 0,040-0,060 W/(m K)**<https://www.oekologisch-bauen.info/baustoffe/naturdaemmstoffe/zellulose.html>



Vermiculit ist ein Schichtsilikatgestein, das aufgebläht zu Dämmplatten verarbeitet wird. Die Platten haben eine geringe Druckfestigkeit, sind wasserresistent und nicht brennbar A1.

#### Verfügbarkeit in Usbekistan:

- Plattenstärken nicht bekannt
- Verschiedene Plattengrößen
- $\lambda$  ca. 0,035-0,060 W/(m K)
- Rohdichte 100-150 kg/l (Achtung, es wird in Kilogramm/Liter gerechnet)
- Usbekische Hersteller: im Baustoffhandel erhältlich
- **Schaumglas (A1)  $\lambda$  ca. 0,036-0,050 W/(m K)**  
<https://www.oekologisch-bauen.info/baustoffe/naturdaemmstoffe/zellulose.html>

Schaumglas wird aus geschmolzenem und aufgeschäumtem Recyclingglas hergestellt. Die Platten haben eine hohe Druckfestigkeit, sind wasserresistent und nicht brennbar A1.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich.

- **Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) -  $\lambda$  ca. 0,025-0,050 W/(m K)**

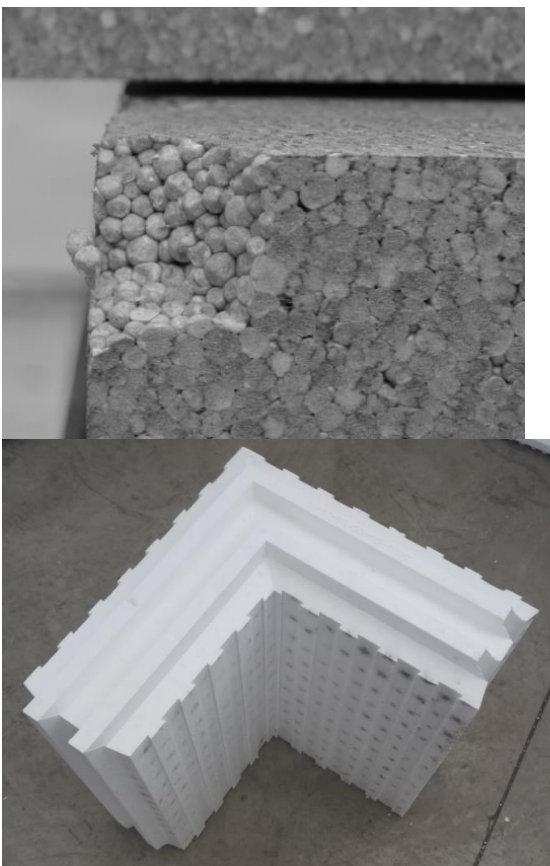


Abbildung 14. Beispiel EPS (Foto: dena, Schirmer)

Es handelt sich um einen geschäumten Kunststoff. Dieser ist unempfindlich gegen Feuchte und sehr leicht. Die Platten sind von Natur aus weiß, werden zunehmend auf dem Markt als graue Platten angeboten. Diese sind mit Graphit modifiziert, wodurch sich die wärmedämmenden Eigenschaften weiter verbessern.

#### Verfügbarkeit in Usbekistan:

- Plattenstärken von 50 mm
- Verschiedene Plattengrößen
- $\lambda$  ca. 0,035-0,042 W/(m K)
- Rohdichte 8-25kg/l (Achtung, es wird in Kilogramm/Liter gerechnet)
- Usbekische Hersteller: Wallroof
- Europäische Hersteller: BASF
- **Extrudierter Polystyrol-Hartschaum (XPS) -  $\lambda$  ca. 0,030-0,050 W/(m K)**



Abbildung 15. Beispiel XPS (Foto: dena, Schirmer)

Anders als beim EPS wird beim XPS aus dem Kunststoffgranulat eine Hartschaumplatte hergestellt. Die Platten sind sehr druckfest und nach der Klasse auch z.B. mit LKW befahrbar. Außerdem sind sie wasserfest und können an der Kelleraußenwand und im Sockelbereich verlegt werden. Es können sogar ganze Häuser darauf gestellt werden, um die Wärmebrücke in den Erdboden zu verbessern. Bei der Verarbeitung besteht aber die Gefahr, dass sich die XPS-Platte durch Sonneneinwirkung krümmt. Daher sollte sie nicht als Dachdämmung

verwendet werden, da sonst die Gefahr der Rissbildung in der oberen Abdichtungsbahn besteht (siehe Foto).

#### Verfügbarkeit in Usbekistan:

- Plattenstärken ab 50 mm
  - Verschiedene Plattengrößen
  - $\lambda$  ca. 0,037-0,040 W/(m K)
  - Rohdichte 12-35kg/l (Achtung, es wird in Kilogramm/Liter gerechnet)
  - Usbekische Hersteller: Wallroof
  - Europäische Hersteller: Ursa, BASF
- **Polyurethan-Hartschaum (PUR / PIR) -  $\lambda$  ca. 0,020-0,056 W/(m K)**

Die PUR-Dämmplatten gehören zur Gruppe der künstlich-organischen Dämmstoffe. Es handelt sich um einen geschlossenzelligen Hartschaum. Für die Verwendung werden Dämmplatten aus großen Blöcken herausgesägt.

#### Verfügbarkeit in Usbekistan:

- Plattenstärken 3-8 mm
  - Verschiedene Plattengrößen
  - $\lambda$  ca. 0,040 W/(m K)
  - Rohdichte 12-35kg/l (Achtung, es wird in Kilogramm/Liter gerechnet)
  - Usbekische Hersteller: IZOBUBBLE OOO
  - Europäische Hersteller: -
- **Phenolharz-Hartschaum -  $\lambda$  ca. 0,022-0,025 W/(m K)**

Die Hartschaumplatten gehören zu den Dämmmaterialien aus organisch-synthetischen Dämmstoffen und werden aus Phenolharz hergestellt. Rohgewicht ca. 35-40 kg/m<sup>3</sup>.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich.

- **VIP – Vakuum Dämmplatten -  $\lambda$  ca. 0,008-0,009 (0,004 im Test) W/(m K)**

Diese Dämmplatten sind aus pyrogener Kieselsäure ummantelt mit Plastik-Alu-Verbundmaterial. Fugen sind Wärmebrücken, daher sollten möglichst große Formate und eine zweilagige Verlegung der VIP (Vacuum Insolation Panel) oder eine Kombination VIP + XPS-Platte bevorzugt werden. Das Schneiden ist nicht möglich, daher gibt es Anschlussprobleme. Die Platten sind luft- und dampfdicht, die Fugen müssen dampfdicht verklebt werden. Bei Beschädigung (Nagel etc.) verschwindet das Vakuum durch einströmende Luft und die Platte hat das  $\lambda$  der pyrogenen Kieselsäure von ca. 0,008-0,009 W/(m K).

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich.

- **Holzfaserdämmung -  $\lambda$  ca. 0,040-0,045 W/(m K)**

Bei der Herstellung wird Altholz zerkleinert und mit Wasser vermischt, getrocknet und mit holzeigenem Lignin als Klebstoff zu Platten gepresst – in der Regel ohne chemische Zusätze. Holzfaser ist ein Naturdämmstoff, schadstofffrei und sehr gut recyclingfähig. Holzfaserdämmung ist auch als Einblasdämmung möglich.



**Abbildung 16. Beispiel Holzfaserdämmplatte (Foto: keine Rechte)**

Holzfaserdämmplatten eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaften zur Wärmedämmung und zur Schallisolierung. Darüber hinaus zeichnen Sie sich durch eine hohe Wärmespeicherefähigkeit aus. Holzfaserdämmplatten gibt es in unterschiedlichen Ausführungen und Stärken.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland und/oder Russland ist möglich. Produkte der Fa. Gutex sind auch im russischen Baustoffhandel erhältlich

- **Zellulosefaserdämmung -  $\lambda$  ca. 0,039 - 0,045 W/(m K)**

Dies ist ein Recyclingdämmstoff – er wird aus zerkleinertem Altpapier hergestellt und mit Brandschutzzusätzen wie z.B. Borsalzen versehen. Er ist erhältlich als Einblasdämmung, Schüttdämmung, feuchte Anstrichdämmung und als Platten. Zellulosefaserdämmung besitzt gute Dämmeigenschaften und wird besonders im Dach von Altbauten und Holzrahmenbau verwendet.

Brandklasse B1-2, sehr gutes Preis- Leistungs-Verhältnis.

Rohgewicht ca. 35-70 kg/m<sup>3</sup>.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich über den Hersteller Isocell. Es wäre sinnvoll, vor allem für Dach- oder Kellerdeckendämmung eine Produktion aus recyceltem Zeitungspapier aufzubauen, da es ein günstiger und nachhaltiger Dämmstoff ist.

• **Weitere Dämmstoffe:**

Darüber hinaus gibt es noch eine Vielzahl an Dämmung in Platten- oder Schüttform aus Perlite, Blähton, Jute, Hanf, Flachs, Stroh, Schafwolle, Kork, Kokosfaser, Schilf oder Napiergras, Seegrasdämmschüttung - „Neptunbälle“, die aber einen kleinen Anteil am Dämmstoffmarkt haben.

**Außendämmsysteme:**

Bei der Außendämmung wird die Dämmschicht auf die Außenfläche der Wand aufgebracht. Sie schützt die Wand vor Witterung und das Haus vor Wärmeverlusten. Eine Außendämmung empfiehlt sich insbesondere bei einem einschaligen Wandaufbau (z. B. massives Mauerwerk oder Holzständerkonstruktion). Der beste Anlass für eine Außendämmung sind ohnehin anstehende Fassadenarbeiten, die Erneuerung des Putzes oder auch der Einbau neuer Fenster.

Es gibt zwei erprobte Konstruktionen:

- Vorhangfassaden (hinterlüftete Fassaden mit Verkleidung, z. B. aus Holz, Naturstein etc.) und
- Wärmedämmverbundsysteme (WDVS).

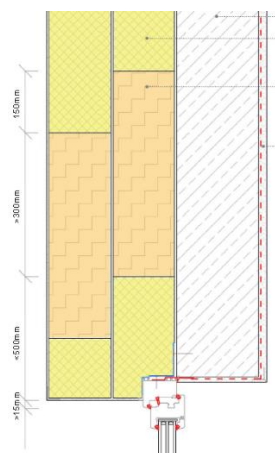
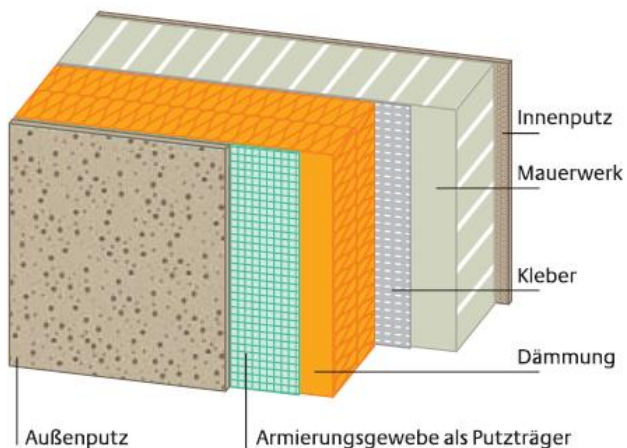
Beim Wärmedämmverbundsystem wird die Oberfläche zur ausreichenden Haftung der Dämmplatten vorbereitet und dann das Dämmmaterial direkt auf die Wand aufgebracht und anschließend verputzt. Als Dämmung eignen sich EPS, XPS im Sockelbereich und für erdberührte Wände, Mineralwolle, PUR/PIR, Mineralschaumplatten und Holzweichfaserplatten.

Wichtig ist, die Wandkonstruktion von innen nach außen und besonders den äußeren Putz und die Fassadenfarbe immer diffusionsoffen zu planen.



**Abbildung 17. Aufbau eines Wärmedämmverbundsystems (Quelle: dena, Foto: dena, Schirmer)**

Bei Verwendung von brennbaren Dämmstoffen (z.B. EPS) sollte entsprechend den örtlichen Vorschriften eine Brandbarriere eingebaut werden. Dies kann in Form eines um das Gebäude laufenden Brandriegels oder mit dreiseitiger Umrahmung der Fenster aus Mineralwoll-dämmstoff erfolgen. Die Mineralwolle saugt im Vergleich zu EPS mehr Feuchtigkeit und muss daher durch eine zusätzliche Mörtellage geschützt werden.





### Abbildung 18. Brandriegel in zweilagigem WDVS. Graphik dena / Foto dena, Schirmer

Wärmedämmverbundsysteme werden geklebt und in aller Regel auch nach Herstellervorschrift verdübelt. Es sollen so wenig wie mögliche Dübel sowie wärmebrückenarme Dübel verwendet werden. Die auf die Dämmebene gespachtelte Armierungsschicht verbindet sich fest mit dem Dämmmaterial und dient dem angelegten Armierungsgewebe als Haftgrund. Das Gewebe nimmt den Oberputz mit einer Stärke von 2-3 mm, die der Kornstärke entspricht, auf. Der Oberputz sollte möglichst mineralisch und diffusionsoffen sein, es kann je nach Dämmsystem auch ein mineralischer Dickputz verwendet werden.

Dabei sollte darauf geachtet werden, dass alle Komponenten (Kleber, Dämmung, Dübel, Putz, etc.) entsprechend der bauaufsichtlichen Zulassung des Wärmedämmverbundsystems verarbeitet werden.

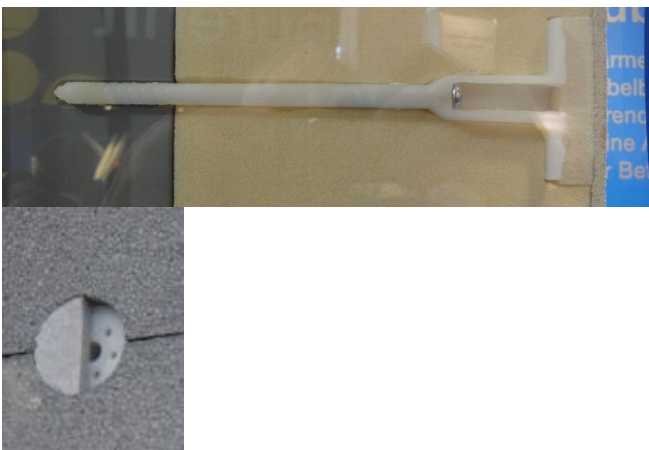


Abbildung 19. Wärmebrückenarme Dübel - Schraube versenkt (Fotos dena, Schirmer)

### Hersteller von WDVS / Vorhangfassaden in Usbekistan:

Leider ist noch kein Hersteller von Vorhangfassaden oder eines kompletten WDVS mit Zulassung in Usbekistan bekannt. Es werden nur einzelne Komponenten dort hergestellt und zu einem WDVS kombiniert. Dabei besteht die Gefahr, dass die Komponenten nicht aufeinander abgestimmt sind und dadurch die Haftung der einzelnen Schichten untereinander sowie auf dem Wanduntergrund nicht langfristig gewährleistet werden kann. Ein WDVS ist hohen Belastungen durch Schlagregen, Wind, Sonnenwärme und Kälte ausgesetzt. Dadurch kann es leicht zu diversen Schäden wie dem

Ablösen des Oberputzes oder sogar ganzer Dämmplatten kommen.

Daher ist eine Normierung des WDVS und die Prüfung der Materialien in Testinstituten zu empfehlen. Import aus Deutschland und/oder Russland ist auch über diese Hersteller möglich: STO, Caparol, Baumit, Henkel, Rockwool und Webertherm.

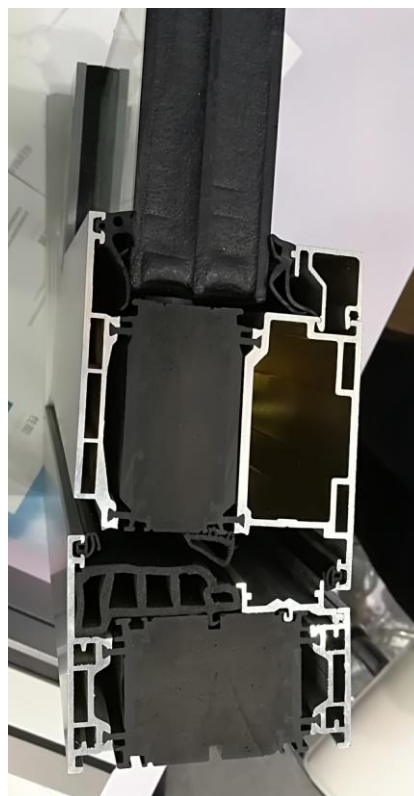
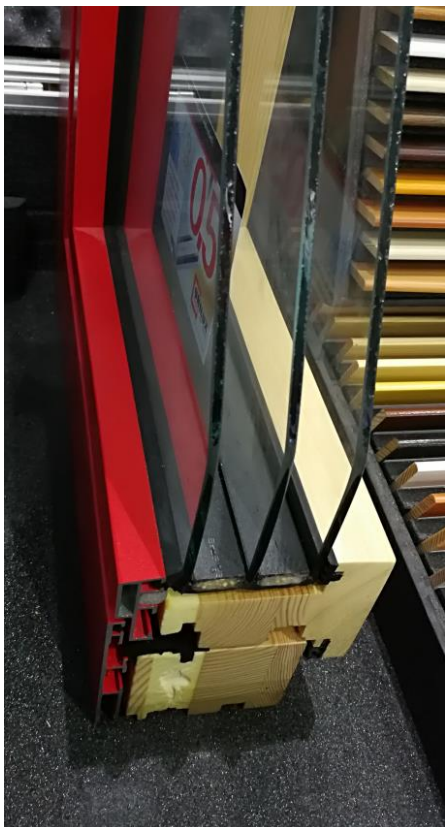
### 5.2.4 Fenster und Türen

Fenster und Türen sind die schwächsten Bauteile der Gebäudehülle mit wesentlich schlechteren R-Werten als die opaken Bauteile. Sie bestehen aus dem Rahmen und der Glasfüllung, die jeweils andere R-Werte haben. Das Glas hat meistens die besseren Werte, daher haben große Fenster einen besseren R-Wert als sehr kleine Fenster. In der Bauindustrie werden aber Standard R-Werte für Normfenster angegeben, in Deutschland hat das Standardfenster die Maße 1,23 / 1,46 m. Der angegebene R-Wert ist der aufgrund der Rahmen- und Glasfläche in Metern ausgerechnete R-Wert inklusive der Glaseinstandswärmebrücke. In der eingebauten Realität muss noch die zusätzliche Einbauwärmebrücke des Rahmens in die Maueröffnung hinzugerechnet werden, wenn man den realen R-Wert beurteilen will. Weitere wichtige Angaben zur Fenster- und Türqualität sind:

- Rahmenbreite
- Rahmenmaterial (Kunststoff mit/ohne Stahlprofil-Verstärkung, Holz, Holz-Aluminium, Aluminium mit / ohne thermische Trennung, Stahl mit / ohne thermische Trennung)
- Rahmen mit / ohne Dämmstoffschicht
- 2 oder 3 Dichtungen des Öffnungsflügels, 4-seitig umlaufend
- 2-, 3-, 4-Scheiben-Glas
- Glaszwischenraumfüllung Luft / Argon / Krypton
- Glasabstand
- Glas-Abstandshalter aus Aluminium (schlecht, da  $\lambda$  ca. 200 W/(m K)), Edelstahl (akzeptabel, da  $\lambda$  ca. 15 W/(m K)), Kunststoff (gut, da  $\lambda$  ca. 1,5-2,0 W/(m K))
- Glasbeschichtung zum Wärmeschutz von innen / außen, z. B. Low-E.

In den meisten Gebäuden sind nicht nur die Außentüren, sondern auch die **Kellertüren** zum unbeheizten Keller sowie die **Dachluken** im Treppenhaus zum unbeheizten Dachraum ein wichtiger und meist vernachlässigter Teil der thermischen Gebäudehülle. Sie müssen daher ähnlich gute R-Werte aufweisen wie die Haustüren.

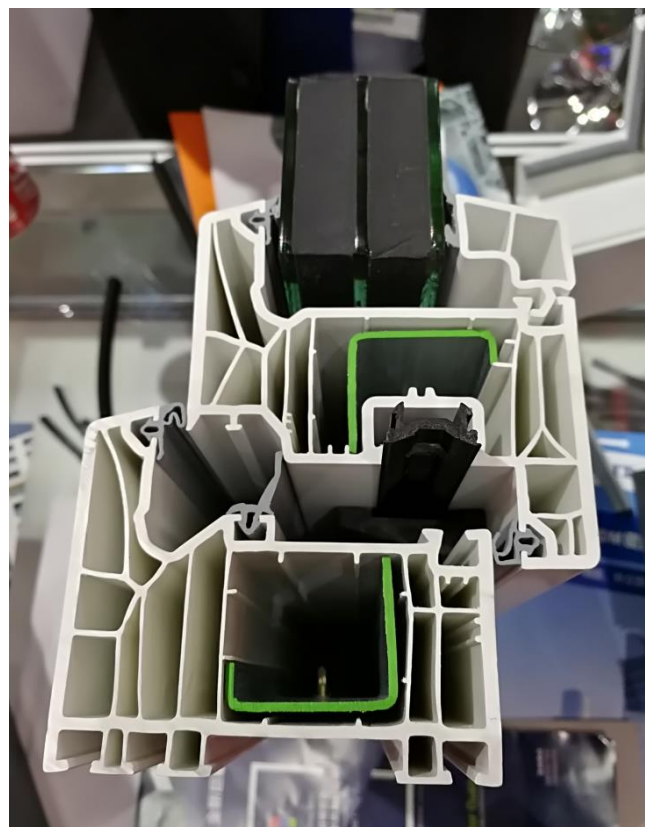
Diese Angaben sollten auch in die Produktinformationen der Hersteller aufgenommen werden.



**Abbildung 21. Beispiele von hocheffizienten thermisch getrennten Stahl-Türprofilen, Fa. Wuddy, Foto dena, Schirmer**

- **Fenster:**

In Usbekistan sind bei Fenstererneuerung fast ausschließlich Kunststoffrahmen üblich. Die Verglasung besteht meist aus 2 Scheiben mit Aluminium-Randverbund. Es wäre ratsam, die Entwicklung in Richtung 3 Scheiben mit Kunststoff-Randverbund voranzutreiben. Wichtig ist auch die Verbesserung der



**Abbildung 20. Beispiele von hocheffizienten Fenstern, Fa. Unilux und Fa. Veka, Foto dena, Schirmer**

Verarbeitung der PVC-Rahmen und die Verbesserung der Luftdichtheit der diagonal verschweißten Rahmenecken sowie der eingebauten Dichtungsprofile. Es sollten mindestens 2, besser 3 vierseitig umlaufende Schlauchdichtungen des Öffnungsflügels zum Einbaurahmen eingebaut sein.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller von Fenstern sind nur wenige bekannt, i.e. Fa. Schüko (siehe auch nachfolgende Tabelle), aber Import aus Russland ist möglich durch z.B. Fa. Veka und Fa. Aluplast.

In Usbekistan verfügbare Fenster									
Hersteller	Produkt-Bezeichnung	Beschreibung	R <sub>w</sub> Fenster in (m <sup>2</sup> K)/W	R <sub>F</sub> Rahmen in (m <sup>2</sup> K)/W	R <sub>G</sub> Glas in (m <sup>2</sup> K)/W	Glas-Scheiben	Glas-Verbund	Glas-Füllung	Glas-Beschichtung
Imzo Akfa, UZB	Engelberg ENG 700	PVC 5-Kammer 70 mm, Stahlprofil	0,80	0,80		2	Alu	Argon	LowE
Imzo Akfa, UZB	Trio 6000	PVC 3-Kammer, Stahlprofil 1,4 mm	0,57	0,80		2	Alu	Luft	keine
Imzo Akfa, UZB	Thermo 78	PVC	0,87	0,80		2		Argon	LowE
Artplast UZB	C5	PVC 5-Kammer 60 mm, Stahlprofil 1,2-1,5 mm	0,81-0,83			3, max. 33 mm	Kunststoff	Argon	LowE
Artplast UZB	C4	PVC 4-Kammer, Stahlprofil 1,2-1,5 mm	0,75-0,79			3			
Artplast UZB	C3	PVC 3-Kammer, Stahlprofil 1,2-1,5 mm	0,65-0,70			2	Alu		

**Tabelle 38. In Usbekistan verfügbare Fenster**

Zusätzlich sollte geprüft werden, ob durch Import aus Deutschland eine bessere Qualität zu erhalten ist.

- Türen:**

Besonders für oft benutzte Hauseingangstüren von Schulen oder anderen öffentlichen Gebäuden sind stabile, thermisch getrennte Stahlrahmen anzuraten, die importiert werden müssen. Daher wäre eine Kooperation mit deutschen Herstellern und Fertigung in Usbekistan zu empfehlen (i.e. Fa. Hörman - die auch aus Russland exportiert).

#### In Usbekistan verfügbare Türen

Hersteller	Produkt-Bezeichnung	Beschreibung	R <sub>D</sub> Tür in (m <sup>2</sup> K)/ W	R <sub>F</sub> Rahme n in (m <sup>2</sup> K)/ W	R <sub>G</sub> Glas in (m <sup>2</sup> K)/ W	Glas- Scheibe n	Glas- Verbun d	Glas- Füllun g	Glas- Beschichtun g
Keine Angabe, UZB	PVCTüren	PVC						Luft	0,32
Imzo Akfa, UZB	PVCTüren							Argon	0,66
Imzo Akfa, UZB	PVCTüren							Luft	0,64
Artplast UZB	IMZO Akfa							Argon	0,71
Alliance Trade, UZB	Tür New York, P-0293179	Stahlprofil mit Schaumpolystyrol als Füllung	0,8						
Torex, UZB	Torex Super Omega 100	Stahlprofil mit Polyurethanschaum als Füllung							

**Tabelle 39. In Usbekistan verfügbare Türen**

Zusätzlich sollte geprüft werden, ob durch Import aus Deutschland eine bessere Qualität zu erhalten ist.

- **Dachluken**

Dachluken in gedämmter und luftdichter Qualität sind nur per Import zu bekommen, allerdings könnte man ein gutes Kunststofffenster mit einer opaken gedämmten Füllung waagrecht als Dachluke einbauen. Ein deutscher Hersteller, der auch aus Russland exportiert, ist zum Beispiel Fa. Velux.

### 5.2.5 Luftdichtung

Die Luftdichtheit der Gebäudehülle ist eine wichtige Voraussetzung für energiesparendes Bauen und Sanieren. Daher sollten spezielle Dichtungsmaterialien eingesetzt werden, die in guter Qualität ausgeführt sowie elastisch und dehnfähig genug sind, um eine Jahrzehnte lange Haltbarkeit zu gewährleisten. Besonders wichtig sind die Fugen zwischen Fenstern, Türen und den massiven Bauteilen, aber auch alle Anschlüsse an die Dachkonstruktion und die oberste Geschossdecke. Die Beanspruchung dieser Dichtungsmittel ist besonders

hoch, daher muss unbedingt die Qualität der eingesetzten Produkte durch Materialzertifikate oder Testberichte und durch z.B. Zerreiß- und Dehnungsprüfung auf der Baustelle geprüft werden.

Wichtig: Fenster werden häufig mit PU-Bauschaum eingedichtet, aber Bauschaum ist zwar wärmedämmend jedoch nicht luftdicht! Es müssen zusätzliche Luftdichtbänder eingebaut werden.





**Abbildung 22. Beispiel Fenstereinbau mit PU-Schaum ohne Luftdichtung, Foto dena, Schirmer**

• **Folienbänder**

Zur Abdichtung der Fugen beim Fenster- und Türeingebau haben sich Folienbänder sehr bewährt. Wenn Türen/Fenster bei größeren Dämmstärken im Bereich der Dämmung außen an die Wand befestigt werden, sind 2 Bänder verschiedener Dampfdichtheit notwendig:

- Außen ein wasserdichtes und luftdichtes Band mit dem Wasserdampfwiderstand von 0,1-1,0 m, damit Wasserdampf aus der Fuge des Fensterrahmens nach außen wegdiffundieren kann.
- Außen ein dampfbremsendes bis dampfdichtes Band und luftdichtes Band mit dem Wasserdampfwiderstand von  $\geq 50$  m
- Für gedämmte Schrägdächer in Holzkonstruktion mit geheiztem Dachraum werden Folien verwendet, die in Rollen von ca. 1,5 m Breite geliefert werden (siehe Abbildung unten). Die Stöße der Folien müssen ca. 10 cm überlappen und mit luftdichtem Klebeband abgeklebt werden. Wasserdampfwiderstand von  $\geq 50$  m



**Abbildung 23. Dichtbänder Siga, Foto Fa. Siga**



**Abbildung 24. Zerreißtest schlechtes Band, Dichtbänder Bosig, Foto dena, Schirmer**



**Abbildung 25. Beispiel Befestigung Dichtband am Fensterrahmen, Dichtbänder Bosig, Foto dena, Schirmer**

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich, z.B. von Hersteller Eisedicht.

• **Vorkomprimiertes Dichtungsband**

Ein vorkomprimiertes Dichtungsband aus Schaumstoff (kurz: Kompriband) für Fugen ist für den Fenstereinbau in der Wandöffnung geeignet. Die Bänder werden in verschiedenen Stärken geliefert und sind auf der Rolle komprimiert, einige Zeit nach dem Einbau dehnen sie sich um das 3- bis 5-Fache aus und dichten dadurch die Fuge dauerhaft gegen Wasser und luftdicht ab. Dabei muss die Bandstärke genau an die Fugenbreite angepasst werden. Wichtig ist aber vorher eine glatte Oberfläche der Wandlaibung, in die das Fenster eingesetzt wird.



**Abbildung 26. Beispiel Kompriband am Fensterrahmen, Dichtbänder Fa. Hanno, Foto dena, Schirmer**

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich.

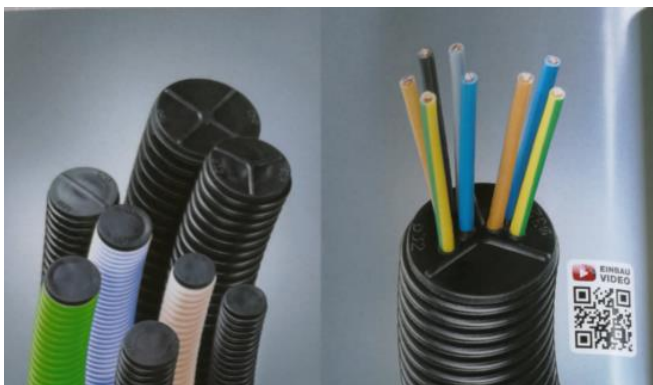
- **Manschetten**

Für Rohr- oder Kabeldurchführungen durch die thermische und luftdichte Gebäudehülle sollten Manschetten verwendet werden, die die Öffnung dauerhaft luftdicht verschließen und elastisch die Bewegungen der Rohre mitmachen ohne zu reißen.



**Abbildung 27. Beispiel luftdichte Rohr- und Kabelmanschetten, Fa. Kaiser, Fa. Eisedicht, Fotodena, Schirmer**

Für Kabel gibt es auch Leerrohre mit verschlossenen Enden, durch die die Kabel luftdicht durchgesteckt werden können.



**Abbildung 28. Beispiel luftdichte Leerrohre, Fa. Bosig**

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich von Herstellern wie Fa. Bosig, Fa. Eisedicht, Fa. Kaiser.

## 5.2.6 Wasserabdichtung

Bei gut gedämmter Gebäudehülle ist eine langfristig funktionierende Wasserabdichtung besonders wichtig für den Erfolg energieeffizienten Bauens. Wenn die Wärmedämmung nass wird, ist der Wärmeverlust größer, es kommt zu Schimmelbildung, Abplatzen des Putzes und weiteren konstruktiven Schäden. Daher ist gute Qualität des Materials und eine sorgfältige Arbeit auf der Baustelle wichtige Voraussetzung. Im Kapitel Luftdichtheit wurden schon die diffusionsoffenen Dichtbänder besprochen, die hier aufgeführten Materialien betreffen die Abdichtung des Sockels und der Kellerwände sowie des Flachdaches.

Beim **Schrägdach** wird die Wasserdichtheit durch feste Materialien wie Dachziegel, Blechtafeln, Glasfaserboards oder ähnliches hergestellt, aber als Unterdach muss eine funktionierende Winddichtung eingebaut werden. Diese Materialien sind in Usbekistan in großer Auswahl zu erhalten. Empfehlenswerte deutsche Hersteller, die auch aus Russland exportieren, sind z.B. Fa. Vedag, Fa. Bauder und Fa. Remmers.

- **Bitumenabdichtung**

Besonders bei Flachdächern oder flach geneigten Dächern aus Holzkonstruktion ist Bitumenabdichtung die Standardlösung. Es gibt eine große Anzahl von Bitumenbahnen für unterschiedliche Anwendungen, die von einem Experten richtig geplant werden sollten. Es gibt Selbstklebebahnen oder Schweißbahnen, bei Gründächern sind wurzelfeste Bahnen erforderlich. Wenn die Oberfläche nicht durch Aufbeton oder Kies vor dem UV-Licht geschützt wird, muss die oberste Lage als beschieferte Bahn gewählt werden. Es gibt auch einlagige Kunststoffbahnen, die vor allem in großflächigen Flachdächern von Industriebauten Verwendung finden, die aber komplizierter in der Verlegung und in Usbekistan noch nicht üblich sind.

Der Standardaufbau eines Flachdaches mit Attika ist in dem nachstehenden Foto gezeigt (Schichten von oben nach unten):

- Ca. 50 mm Aufbeton zum Abdichtungsschutz (im Foto nicht dargestellt)
- Oberste Abdichtungslage muss zweilagig sein und komplett über die Attikadämmung gezogen werden
- Wärmedämmung, hier Mineralwolle am Flachdach, über die Attika mit lückenlosem Anschluss an Fassadendämmung EPS, hier zweilagig ca. 200 mm
- Untere Abdichtungslage als Dampfsperbahn
- Bitumenvoranstrich
- Gefälleestrich (alternativ Gefälledämmung)



**Abbildung 29. Beispiel Flachdachaufbau, Bitumenabdichtungen Fa. Vedag , Foto dena, Schirmer**

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind z.B. Taschpolizolkrovlya Ltd., Uzruberoid LLC. Es sind eine Vielzahl von Bitumenabdichtungen mit verschiedenen eingelagerten Schichten wie Karton-, Glas- oder Polyestergewebesubstrat in verschiedenen Stärken am usbekischen Baumarkt zu finden. Von der Fa. Dels-Taschkent sind diverse Flüssigabdichtungen und Kleber auf Bitumen- oder chemischer Basis verfügbar.

- **Dampfsperre**

Um den Wasserdampf, der langsam durch die Betondecke diffundiert, zu stoppen, muss eine dampfdichte Bahn eingebaut werden, die in der Regel eine dünne Aluminiumschicht besitzt und an der silbernen Farbe eindeutig zu erkennen ist. Dies ist

besonders wichtig, damit der Wasserdampf nicht in die Dämmschicht gelangt und nach und nach die obere Wasserabdichtung zerstört.



**Abbildung 30. Beispiel dampfdichte Bitumenabdichtungen, Fa. Vedag , Foto dena, Schirmer**

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller: Polizol-Sintez

- **Winddichtung**

Unter der Hinterlüftungsschicht von Dachziegeln, Blechdach oder auch flach geneigtem Bitumendach muss eine Winddichtung eingebaut werden, die auch als untere Wasserabdichtung funktionieren muss, falls durch Fugen zwischen den Dachziegeln oder Blechtafeln Wasser oder Schnee gelangt. Die Winddichtungsbahnen müssen ca. 10 cm überlappen. Die Ränder sowie alle Anschlusspunkte am Dachrand, First, Ortgang und Traufe müssen mit den Klebebändern winddicht abgeklebt werden (siehe Kapitel Luftdichtung).





## Unterdach

**SOLITEX UM**  
 Unterdeck-System für erhöhten Schall- und Feuchteschutz unter Metalleindeckungen

**SOLITEX WELDANO**  
 Diffusionsoffenes Unterdach-System für Unterdächer wasserdicht oder regensicher nach ZVDH bzw. SIA / Gebäudehülle CH

**SOLITEX ADHERO**  
 System mit vollflächig selbstklebender Luftdichtungs- und Witterungsschutzbahn

Abbildung 31. Beispiel Winddichtung außen, Fa. Proclima , Foto dena, Schirmer

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich.

### 5.2.7 Wärmebrücken

Wärmebrücken entstehen, wenn Baustoffe mit höherer Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  die Dämmschicht durchstoßen. Beispiele sind hierfür Befestigungen an der Fassade oder Balkonplatten. Die Befestigungen sind häufig aus Metall. Hierbei ist es wichtig, dass das Material aus einem Metall gewählt wird, was ein möglichst niedriges  $\lambda$  hat, z.B. Edelstahl mit einem  $\lambda$  von ca. 15 W/(m K) anstatt Aluminium mit dem  $\lambda$  von ca. 200 W/(m K). In der nachstehenden Tabelle sind die Wärmeleitfähigkeiten  $\lambda$  der häufigsten Baustoffe als Durchschnittswerte aufgelistet:

Naturstein - Sandstein	2.30 (2.10-3.90)
Naturstein - Kalkstein	2.20
Beton mit Stahleinlage StB	2.10
Zement-Estrich	1.40
Vormauerwerk - Klinker	0.96
Putz - Kalkzement Aussen	0.85-1.00
Putz - Gips Innen	0.35
Glas	0.76
Ziegelmauerwerk	0.50 - 1.40
Porenbeton	0.15 - 0.18
Porenbeton Deutschland	0.08 - 0.15
Calziumsilikat	0.05 - 0.07
Mineralschaum Multipor	0.045

Tabelle 40.  $\lambda$ -Werte mineralische Baustoffe

Mineralische Baustoffe	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ , W/(m·K)
Naturstein - Granit, Marmor	2.80

Organische Stoffe:	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ , W/(m·K)
PE Polyethylen	0,33 - 0,57
PUR Polyurethan	0,245
PS Polystyrol	0,17
PVC Polyvinylchlorid	0,17
Dichtungsbahn Bitumen	0,17
Gummi	0,16
Holz (Weichholz - Hartholz)	0,10 - 0,19
Gase:	
Luft	0,024 - 0,026
CO <sub>2</sub> Kohlenstoffdioxid	0,0163
Argon	0,0179
Krypton	0,0095
Xenon	0,0055
Vakuum	0,00

Tabelle 41.  $\lambda$ -Werte organische Baustoffe und Gase

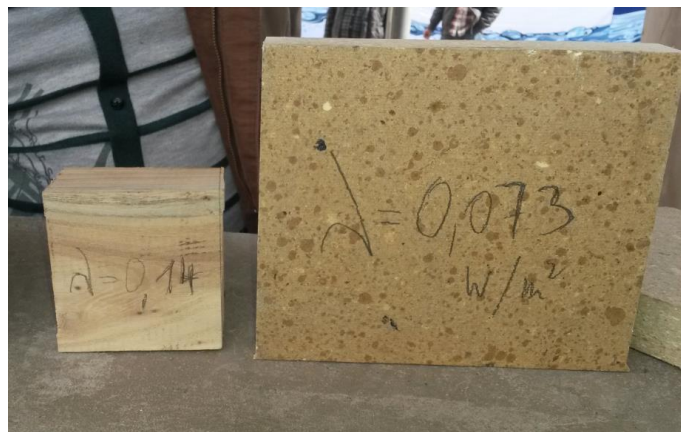
Baustoffe allgemein	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ , W/(m·K)
Metalle:	
Silber	429
Kupfer	240 - 380
Gold , rein	314
Aluminium	160 - 236
Eisen	80,2
Stahl verzinkt	50
Stahl, niedrig legiert 42CrMo4	42
Stahl, hochlegiert X5CrNi18-10	15
Sonstige Stoffe	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ , W/(m·K)
Kohlenstoff-Nanoröhren	6000
Eis -20°C	2,33
Wasser 0.0°C	2,33

Tabelle 42.  $\lambda$ -Werte Baustoffe allgemein

#### Wärmebrücken durch Befestigungen:

Wenn in der Dämmung Metallbefestigungen für Metallvordächer, Lampen, Regenfallrohre etc. angebracht werden sollen, muss unter die Metallplatte und die

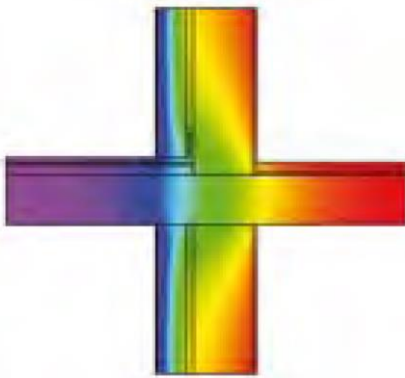
massive Hauswand eine thermische Trennlage eingebaut werden. Diese kann aus mind. 5-10 mm dicken Gummi- oder Kunststoffplatten mit einem  $\lambda$  von ca. 0,16 W/(m K) bestehen. Besser ist die Verwendung eines PUR-Recyclingmaterials mit hoher Druckfestigkeit und einem sehr guten  $\lambda$  von 0,073 W/(m K), das in Deutschland unter dem Markennamen Phonotherm bzw. Purenit vertrieben wird.

Abbildung 32. Vergleich  $\lambda$ -Werte Holz 0,14 W/(m K) und Phonotherm 0,073 W/(m K) (Foto dena, Schirmer)Abbildung 33. Thermische Trennung durch Phonotherm  $\lambda=0,073$  W/(m K) (Foto dena, Schirmer)

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland von Fa. Bosig oder Puren ist möglich. Empfehlenswerte deutsche Hersteller, die auch aus Russland exportieren, sind z.B. Fa. Schöck und Fa. Halfen.

### Wärmebrücken durch Auskragung von Bauteilen wie Balkone, Vordächer etc.:

Bei der **Sanierung** gibt es zwei Möglichkeiten, diese Wärmebrücken zu entschärfen oder ganz zu vermeiden: Entweder werden auskragende Bauteile wie Balkonplatten abgebrochen und nach der Wärmedämmung der Fassade eine thermisch getrennte Balkon- oder Vordachkonstruktion vor die Fassade gestellt. Alternativ müssen die auskragenden Beton- oder Stahlteile ringsum gedämmt und gegen Feuchtigkeit abgedichtet werden. Dabei genügt als Dämmstärke ca. 2/3 der Fassadendämmstärke.

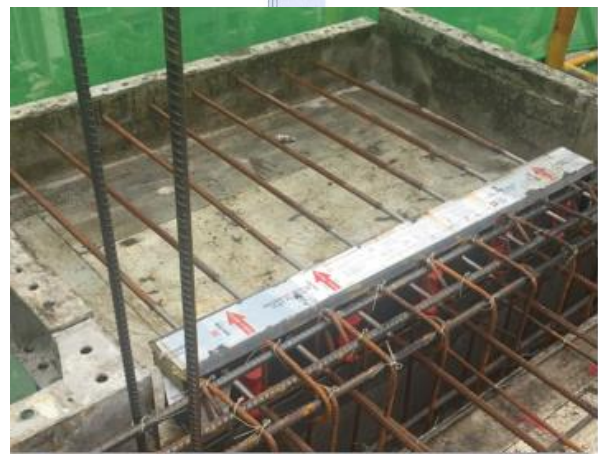
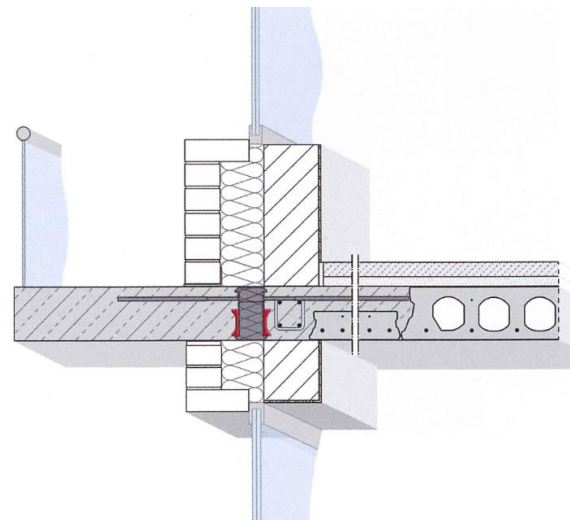


**Abbildung 34. Abbruch Balkonplatte vor energetischer Sanierung und thermographische Darstellung der Wärmebrücke einer Balkonplatte, Quelle: dena**

Bei Neubauten sollten unbedingt thermische Trennelemente eingebaut werden. Diese bestehen aus durch die Dämmung gehenden Edelstahl-Armierungen bzw. Edelstahlschrauben und verbinden eine Stahlbeton-Balkonplatte mit der Hauskonstruktion. Es gibt sie auch als Verbindung auskragender Stahlträger, was sich in manchen Fällen auch in der Sanierung einsetzen lässt.



**Abbildung 35. Thermisches Trennelement Schöck Isokorb, Quelle: Schöck**



**Abbildung 36. Thermisches Trennelement HIT Halfen, Quelle: Halfen**





**Abbildung 37. Thermisches Trennelement HIT von Halfen, Foto: dena, Schirmer**

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Deutschland ist möglich.

## 5.3 Technische Gebäudeausrüstung

### 5.3.1 Überblick

Ein wichtiger Baustein der energieeffizienten Sanierung von Gebäuden ist die Anlagentechnik. Eine intelligente Planung ermöglicht eine energiesparende und umweltverträgliche Energieversorgung von Gebäuden. Hierfür stehen zahlreiche Technologien und Energieträger zur Verfügung. Die Gebäudetechnik in den meisten Bestandsgebäuden in Usbekistan ist ineffizient und veraltet und birgt enormes Energieeinsparpotential. Fernwärmeübergabestationen sollten modernisiert werden, Gasheizkessel ausgetauscht, alte Einrohrheizungen auf Zweirohrsystem umgebaut und das enorme Potential der Nutzung erneuerbarer Energien vorangetrieben werden. Alle Bauteile einer Heizungsanlage können nur dann richtig konzipiert werden, wenn der Wärmebedarf des zu versorgenden Objekts möglichst genau bekannt ist.

Wärmeversorgungssysteme bestehen aus einer Wärmeerzeugungsanlage, ggf. einem Speichersystem, einem Verteilsystem sowie einem Übergabesystem. Hinzu kommen weitere systemunterstützende Komponenten wie Wärmetauscher, Pumpen, Ventile. Unter Berücksichtigung der nach einer Sanierung gut wärmegeprägten Gebäudehülle muss zunächst der Heizwärmebedarf und die Heizlast sowie der Kühlungsbedarf und die Kühllast bilanziert werden. Diese

dienen als Grundlage für die Auswahl und Dimensionierung der Haustechnikanlage.

Nachfolgend soll ein Überblick darüber gegeben werden, welche Technologien für energieeffiziente Gebäude sinnvoll sein können und – soweit es nach Recherchen und Rücksprachen mit lokalen Fachexperten möglich ist – Informationen darüber, inwieweit die Produkte in Usbekistan verfügbar sind.

### 5.3.2 Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger sind Bestandteil des Heizungssystems. Die Wärmeerzeugung kann von einem oder mehreren Wärmeerzeugern übernommen werden. Werden zwei Wärmeerzeuger eingesetzt, so spricht man von einem bivalenten Betrieb. Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt entweder über die Wärmeerzeugungsanlage der Heizung oder über einen separaten Wärmeerzeuger. Hierbei wird das Trinkwarmwasser entweder in einem Speicher oder über einen Wärmetauscher erwärmt.

Die Wirkungsgrade von Heizkesseln haben sich im Laufe der Jahre kontinuierlich verbessert. Mit

**Brennwertkesseln** wird durch Abkühlung des Abgases auch die Kondensationswärme des im Rauchgas enthaltenen Wasserdampfes genutzt. Hocheffiziente Brennwertkessel mit Wirkungsgraden von bis zu 110 % sind heute Stand der Technik. Wichtig ist, dass die Wärmeübertrager und Abgasanlagen aus feuchte- und säurebeständigem Material bestehen.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt. In Usbekistan sind jedoch deutsche Hersteller vertreten, wie Viessmann, Bosch (Junkers, Buderus). Auch Produkte von Wolf sind in Usbekistan erhältlich. Ansonsten sind italienische Importe üblich. Bislang ist der Einsatz von Brennwertkesseln eher selten. Der typische Leistungsbereich beschränkt sich dabei in der Regel auf bis zu 100 kW.

Für größere Brennwertkessel in Mehrfamilienhäusern sind **Neutralisationsanlagen** zur Neutralisation des im Brennwertkessel anfallenden Kondensats erforderlich, um dieses auf ein verträgliches pH-Niveau zu bringen und als Abwasser entsorgen zu können.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Neutralisationsanlagen werden selten eingesetzt. Eine Lieferung auf Bestellung ist jedoch möglich.

Auch **Wärmepumpen** haben sich in den vergangenen Jahren immer mehr durchgesetzt. Luft-Wasser-Wärmepumpen werden häufig im Bestand eingesetzt, Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen vorrangig im Neubau. Abluft-Wärmepumpen mit Luft als Wärmeträger finden bei Luftheizsystemen in Passivhäusern Anwendung. Für Gebäude mit besonders hohem Energiestandard und mit sehr geringem Heizwärmebedarf ist die Heizung durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe möglich, die gleichzeitig den Vorteil der

Kühlmöglichkeit hat. Die Wärmepumpe kann zentral am Dach oder unten vor dem Haus installiert werden und beheizt einen Pufferspeicher für Heizung und Trinkwarmwasser. Die Wärme / Kälte kann über ein normales Heizungssystem oder als Temperierung der Zuluft in der Lüftungsanlage geplant werden.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Die Nachfrage ist bislang gering. Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber

Import ist möglich. Viessmann ist beispielsweise auch in Usbekistan vertreten.

**Biomassekessel** ermöglichen das Heizen mit nachwachsenden Rohstoffen und bieten damit eine umweltfreundliche Alternative zum Öl- oder Gaskessel. Eine verbreitete Variante ist der Pelletkessel. Pellets bestehen aus getrockneten und gepressten Sägespänen und Holzresten.

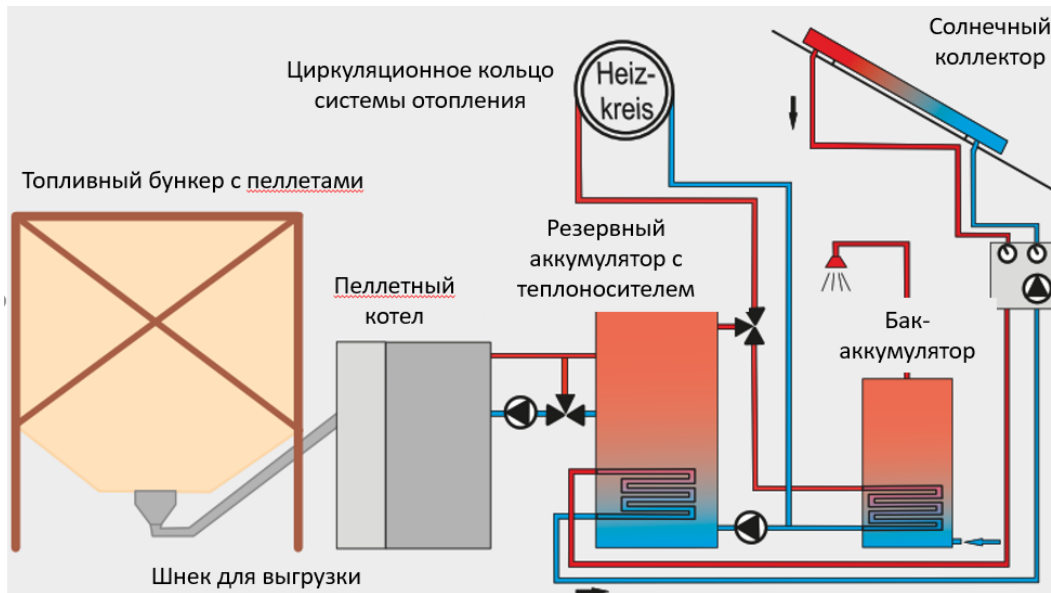


Abbildung 38. Schema einer kombinierten Solarthermie- und Pelletanlage

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Biomassekessel werden bislang hauptsächlich in privaten Wohnhäusern (Einfamilienhäusern) eingesetzt. Es gibt zwar lokale Produkte. Diese sind jedoch noch nicht etabliert, aber Import aus Deutschland (z.B. von Viessmann) ist möglich. Am häufigsten werden Produkte der österreichischen Firma Herz eingesetzt. Die Kessel werden mit Sägespänen oder Pellets betrieben.

### 5.3.3 Warmwasserspeicher

Speicher dienen der Entkopplung des Verbrauchs von der Erzeugung. Insbesondere bei der Nutzung erneuerbarer Energien sind sie unverzichtbar. Darüber hinaus reduzieren sie die Takthäufigkeit konventioneller Wärmeerzeuger. Es können verschiedene Speicherarten unterschieden werden. Es gibt Pufferspeicher, welche lediglich das Heizwasser bevorraten. Darüber hinaus kann erwärmtes Trinkwasser separat gespeichert werden. In sogenannten Kombispeichern werden beide Systeme vereint. Während im Tank-in-Tank-System ein weiterer kleiner Trinkwarmwasserspeicher in den Pufferspeicher integriert ist, gibt es auch die Möglichkeit, das Trinkwasser über sogenannte Frischwasserstationen im Durchlaufprinzip über einen im Speicher integrierten Wärmetauscher zu erwärmen, womit der Legionellenproblematik vorgebeugt wird. Ein bivalenter Speicher besitzt zwei Wärmeübertrager und kann damit an zwei unterschiedliche Wärmeerzeuger angeschlossen werden. Diese Systeme eignen sich besonders für die

Integration regenerativer Energiequellen, welche in der Regel ein Nachheizsystem benötigen. Dies kann auch durch einen direktelektrischen Heizstab realisiert werden, der zusätzlich in dem Speicher integriert wird (trivalent).

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Es gibt sehr wenige usbekische Hersteller. Die Qualität der Produkte ist sehr gering. Daher werden Warmwasserspeicher in der Regel importiert. Es handelt sich dabei normalerweise um kleinere Speichergrößen, die in Wohnungen eingesetzt werden. Frischwasserstationen sind nicht üblich. In Usbekistan sind auch deutsche Hersteller vertreten, wie Viessmann, Bosch (Junkers, Buderus).

### 5.3.4 Fernwärmeübergabestationen

Besonders große Einsparmöglichkeiten liegen bei den alten Wärmeübergabestationen. Im 20. Jahrhundert gebaute Gebäude besitzen meistens Wärmeübergabestationen ohne Regelungseinrichtungen, weder bei der Wärmeübergabe noch in den Räumen. In solchen Systemen ist die Wärmeversorgung an den Wärmebedarf von Gebäuden und einzelnen Räumen nicht angepasst. Wohnungen sind dadurch entweder überhitzt oder zu kalt. Die Bezahlung für die Wärme erfolgt unabhängig von der Behaglichkeit in den Wohnungen und vom tatsächlichen Verbrauch. Große Mengen der Wärme gehen schon im Keller über schlecht gedämmte Rohrleitungen verloren. Moderne Wärmeübergabestationen besitzen Steuerungs- und

Regelungseinrichtungen, die die Vorlauftemperatur des Heizmediums an den tatsächlichen Bedarf des Gebäudes abhängig vom Wetter anpassen. Beim indirekten Anschluss kommen Wärmeübertrager zum Einsatz. In diesem ist der Kreislauf des Gebäudes vom Fernwärmenetz hydraulisch getrennt. Trinkwarmwasser wird entweder in der Übergabestation über einen Wärmetauscher oder dezentral in jeder Wohnung bereit. Auch können erneuerbare Energien in solche Systeme integriert werden. Vorgefertigte Fernwärmeübergabestationen enthalten bereits alle wesentlichen Komponenten wie Wärmeübertrager, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen sowie Sicherheits- und Messeinrichtungen.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt, aber Import aus Europa (z.B. Danfoss oder Giacomini) ist möglich. Wärmeübertrager, Umwälzpumpen, Thermostate und Ventile sind im Lieferumfang enthalten. Heizwärmeverteiler werden dagegen in Usbekistan gefertigt.

### 5.3.5 Umwälzpumpen, Trinkwarmwasserzirkulationspumpen

Eine Umwälzpumpe fördert das Wärmeträgermedium über das gesamte Netz bis zum Wärmeabgabesystem. Dabei ist die Umwälzpumpe so zu konzipieren, dass alle hydraulischen Widerstände im System überwunden werden können. Gleichzeitig ist an einen energieeffizienten Betrieb der Pumpe zu denken. Überdimensionierte Pumpen verbrauchen zu viel Strom. Der Auswahl einer richtigen Regelungsstrategie und die Aufmerksamkeit auf die Energieeffizienzeigenschaften der Pumpe haben einen großen Einfluss auf die Effizienz des ganzen Systems. Pumpenhersteller erzielen derzeit vor allem im Bereich der variablen Umwälzpumpen hohe Entwicklungsfortschritte. Eine variable Pumpe kann daher, obwohl der Betriebspunkt konstant bleibt, einen deutlich geringeren Energiebedarf aufweisen als eine Pumpe mit Drehzahlsteller. Bei Anlagen mit konstantem Betriebspunkt sollte daher grundsätzlich geprüft werden, ob ggf. der Mehraufwand für eine variable Pumpe nicht doch gerechtfertigt ist.

Die Erneuerung von Umwälzpumpen im Bestand stellt in aller Regel ein sehr wirtschaftliches Energieeinsparpotential dar. Die Ausführung als Hocheffizienzpumpe sollte angestrebt werden. Das gleiche gilt für Zirkulationspumpen, welche für die Trinkwarmwasserversorgung eingesetzt werden.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt. Produkte von Wilo und Grundfos sind in Usbekistan erhältlich. Darüber hinaus werden Produkte aus Slowenien, Italien aber auch aus China importiert.

### 5.3.6 Hydraulischer Abgleich

Ein Strangreguliertventil dient zur Begrenzung des maximalen Massenstroms in einem ausgewählten

Anlagenabschnitt (z. B. Steigstrang). Strangreguliertventile sind wichtiger Bestandteil eines hydraulischen Abgleichs und im Rahmen der hydraulischen Einregulierung entsprechend zu dimensionieren und richtig einzustellen.

Ein Differenzdruckregler ist eine hochwertige automatische Regeleinrichtung zum hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage und begrenzt den max. Druck in dem jeweiligen Anlagenabschnitt. Es wird sozusagen „überschüssiger“ Druck vernichtet. Diese Regeleigenschaft stellt sicher, dass die nachgeschalteten Thermostatventile eine deutlich bessere Regelgenauigkeit aufweisen und Fließgeräusche an den Thermostatventilen reduziert bzw. vermieden werden.

Voreinstellbare Thermostatventile sowie Rücklaufverschraubungen sind ebenfalls wichtige Komponenten zur hydraulischen Einregulierung einer Heizungsanlage. Thermostatventile und Raumthermostate dienen zur Regulierung der Raumtemperatur. Die Bauteile verfügen über einen sogenannten Sollwertsteller zur Einstellung der gewünschten Raumtemperatur sowie über einen Thermostat, der in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz zwischen Raumtemperatur und Solltemperatur den Massenstrom zum Wärmeabgabesystem regelt. Bei elektrischen Raumthermostaten kann die Solltemperatur in der Regel als Temperaturwert in °C eingestellt werden.

Der Einbau von Thermostatventilen und Strangreguliertventilen reduziert den Wärmeverbrauch auch in Einrohrheizungen um 10–15 % und ermöglicht eine raumweise Regelung von Innentemperaturen. Dabei müssen die Thermostatventile für Einrohrsysteme geeignet sein (ohne Voreinstellung), Nebenschlüsse (Bypässe) an jedem Heizkörper vorgesehen werden. Außerdem dürfen keine Rücklaufverschraubungen an den Heizkörpern installiert werden. In den einzelnen Steigsträngen sollten automatische Strangreguliertventile mit thermostatischen Stellantrieben eingebaut werden, welche für Einrohrsysteme geeignet sind. Diese Art der Modernisierung ist nur in Zwangsumlaufsystemen bzw. in Kombination mit modernen Wärmeübergabestationen möglich.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt. Produkte von Danfoss, Oventrop können importiert werden. Bislang werden solche Produkte nur selten und lediglich im Neubau eingesetzt. Im Allgemeinen fehlt das Wissen zum hydraulischen Abgleich.

### 5.3.7 Rohrdämmung

Große Einsparpotenziale können durch einen sehr guten Wärmeschutz der Wärmeverteilung erreicht werden. Die Dämmung der Rohrleitungen kann bei richtiger Ausführung zur Reduktion der Wärmeverteilungsverluste von bis zu 70 % führen. Es handelt sich hierbei um eher geringinvestive Maßnahmen mit vergleichsweise hohem Energieeinsparpotential. Die Wärmedämmung der

Armaturen muss in gleicher Qualität und Dämmstärke erfolgen wie die Wärmedämmung der Rohrleitungen. Empfohlen wird eine Mindestdämmstärke für Heizungs- und Warmwasserleitungen von 100 % (basierend auf deutschen Anforderungen). Das bedeutet, dass die Dicke der Dämmung (bei einer Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$ ) mindestens dem Innendurchmesser der Rohrleitung entsprechen soll. An Außenluftgrenzende Warmwasserleitungen erhalten idealerweise eine 200%ige Dämmung. Auch Kaltwasserleitungen sollten gegen Tauwasserbildung und Wärmeeintrag gedämmt werden. Als Materialien kommen Mineralwolle, Kunststoffschäum und Kautschuk in Frage. Mineralwolle ist vergleichsweise teuer, bietet aber den besten Brandschutz. Sie ist allerdings feuchtigkeitsempfindlich und muss mit einer zusätzlichen diffusionsdichten Ummantelung (bspw. Alukaschierung) versehen werden, um eine Durchfeuchtung und damit einhergehende Verringerung der Dämmwirkung sowie eventuelles Rosten der Rohre zu vermeiden. Am günstigsten sind Kunststoffrohrdämmungen aus Polyethylen und Polyurethan. Sie sind jedoch weniger beständig gegen hohe Temperaturen und auch weniger flexibel als Kautschuk.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekischer Hersteller für Mineralwolle-Produkte ist z.B. Fardim Industrial. Daneben können Produkte europäischer Hersteller wie Rockwool oder Isover importiert werden. Rohrdämmungen aus Kautschuk oder Kunststoffschäum sind als Importprodukte (z.B. von Kaimann) erhältlich. Allerdings sind lediglich Dämmdicken von maximal 50 mm erhältlich. Oft wird entweder gar nicht oder nur mit geringen Dämmstärken gedämmt. Für eine bessere Dämmung wird auf alternative Lösungen, wie die Dämmung in mehreren Schichten, zurückgegriffen.

### 5.3.8 Heizkörper

Wärmeabgabesysteme, wie Heizkörper, übertragen die erzeugte Wärme durch Strahlung und Konvektion an den zu beheizenden Raum. Sie weisen ein gutes Regelverhalten auf und gehören zu den marktgängigsten Wärmeabgabesystemen. Sie sind als Radiatoren (Platten-, Gliederheizkörper) oder Konvektoren erhältlich. Während Konvektoren kompakt und platzsparend im Fußboden eingebauten werden können, da die Wärmeübertragung an den Raum fast ausschließlich durch Luftumwälzung geschieht, benötigen Radiatoren mehr Platz und greifen stärker in die Raumgestaltung ein. Radiatoren können jedoch auch bei geringeren Temperaturen betrieben werden und sind darüber hinaus besser zu reinigen.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Es gibt sowohl usbekische als auch importierte Produkte, meist aus Europa (Italien und Spanien). Auch türkische und chinesische Produkte sind verbreitet. Heizkörper deutscher Hersteller sind dagegen nicht vertreten. Dabei handelt es sich um Stahlradiatoren und Aluminiumheizkörper. Sehr häufig werden auch Gussradiatoren aus der Ukraine nachgefragt.

### 5.3.9 Lüftungssystem

Energieeffiziente Gebäuden mit höherem Energiestandard und luftdichter Gebäudehülle sollten idealerweise mit einer mechanischen Lüftungsanlage ausgestattet werden, da durch reines Fensterlüften oftmals der notwendige Luftaustausch nicht mehr gewährleistet werden kann. In der Vergangenheit ist es immer wieder zu bauphysikalisch bedingten Feuchte- und Schimmelschäden nach Sanierungen gekommen.

Die Lüftung kann durch eine Abluftanlage mit regelbaren Nachströmöffnungen in den Fenstern oder der Außenwand oder über eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung erfolgen. Letztere bietet neben einer bis zu 90%igen Einsparung der Energie für das Nachheizen der Lüftungswärmeverluste auch die Filtermöglichkeit der Außenluft für hohen Benutzungskomfort. Sie kann als zentrale Anlage im Haus oder dezentral in jeder Wohnung oder Etage geplant werden. Die Wärmerückgewinnung kommt besonders dann in Frage, wenn das Gebäude umfassend energetisch saniert wird.

Eine Lüftungsanlage sollte folgenden Komponenten haben:

- Zentrale Abluftanlage zur Abführung feuchtebelasteter Luft aus Bädern, Küchen und innenliegenden Abstellräumen, inkl. Verkabelung und Regelung
- Wärmerückgewinnung mit einem Wirkungsgrad von mind. 75 % (90 % sind inzwischen Standard), möglichst auch mit Feuchterückgewinnung zur Verbesserung der trockenen Luft im Winter
- Stromsparend, volumenbezogene Ventilatorleistung möglichst kleiner als  $0,45 \text{ W/(m}^3/\text{h)}$ ,
- vorgesehene Luftwechselrate 0,5 pro Stunde für die o.g. Räume (kompletter Luftaustausch alle zwei Stunden),
- Abluftleitungen zum zentralen Abluftgerät, gut gedämmte Frisch- / Fortluftleitung nach außen, Tellerventilen in den Räumen, Frostschutz im Lüftungsgerät (Fernwärme, Elektrisch, saubere Umluft) zum Schutz der Wärmerückgewinnung
- Brandschutzklappen beim Durchdringen von Brandwänden / Geschoßdecken
- Schalldämpfer zwischen Wohn- / Büroräumen



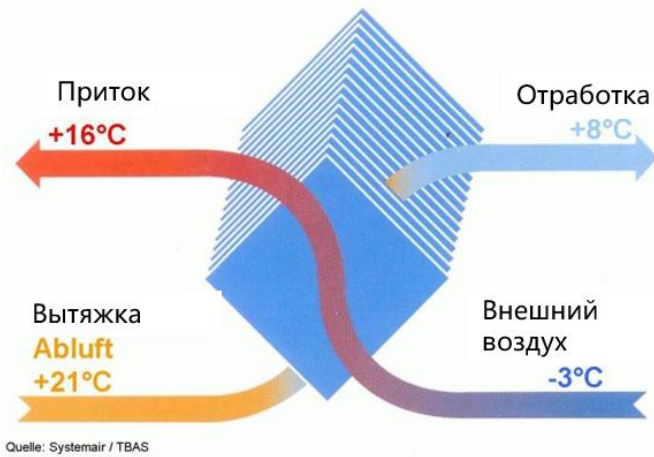


Abbildung 39. Schema wohnungswise Lüftungsanlage Fa. Systemair / TBAS



Abbildung 40. Beispiel wohnungswise Lüftungsanlage, Fa. Zehnder, Foto dena, Schirmer

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Usbekische Hersteller sind nicht bekannt. Sehr verbreitet sind ukrainische Produkte der Firma Vents (Teil der deutschen Blauberg-Gruppe), sowie Bahcivan (Türkei) und Lüftungen aus chinesischer Produktion (Midea). Auch Produkte von Systemair sind in Usbekistan erhältlich. Maschinelle Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind bislang nicht sehr verbreitet. In der Regel werden Plattenwärmetauscher verwendet. Die Systeme werden auftragsbezogen gefertigt.

### 5.3.10 Solarthermie

Erneuerbare Energie von der Sonne kann in Wärme und in Strom umgewandelt werden. Die Solarthermie fängt die solare Wärme auf und erhitzt über einen Wärmetauscher Wasser in einem Speicher. Dies kann als Trinkwarmwasser und auch zur Heizungsunterstützung verwendet werden. Es gibt hauptsächlich zwei Kollektorarten: Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren mit wesentlich höherem Wirkungsgrad. Diese werden besonders für Anlagen mit Heizungsunterstützung verwendet.

## СОВЕТЫ ПО УСТАНОВКЕ

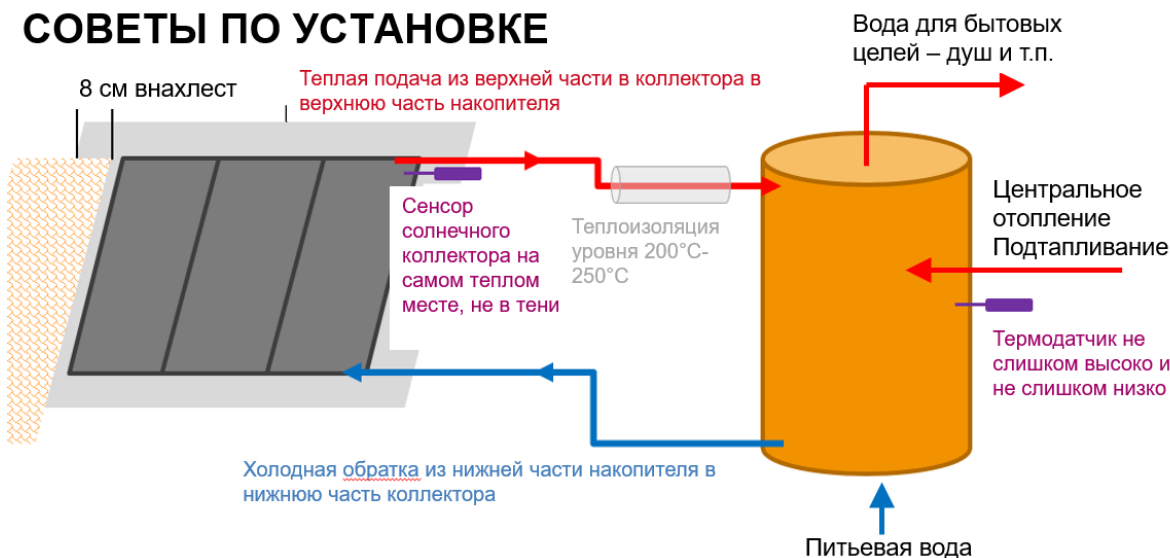


Abbildung 41. Schema einer Solarthermieanlage

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** Es gibt Kollektoren sowohl aus lokaler Produktion als auch aus Gemeinschaftsproduktion mit China. Deutsche Produkte sind nicht üblich.

### 5.3.11 Photovoltaik

Photovoltaik wird eingesetzt, um Sonnenenergie in Strom umzuwandeln. Dieser kann zum Betrieb von Wärmepumpen, für Haushaltsstrom oder auch zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Auch in der Bestandssanierung gibt es genügend Möglichkeiten, die Solarkollektoren und die Photovoltaik-Module als selbstverständliches Bauteil des Gebäudes zu integrieren.

In Zusammenarbeit mit Modulherstellern und der Industrie wurden Systemkomponenten entwickelt, die die Flächen zur Energiegewinnung an die Stelle der ohnehin notwendigen Bauteile oder deren Oberflächen setzen, sei es als Bekleidungsmaterial in der Fassade, folienintegriert in der Dachabdichtung oder als Verschattungselement in der Fensterebene. Eine Aufstellung oder Verlegung auf dem Dach ist in den meisten Fällen unproblematisch, da die Photovoltaik-Elemente mit ca. 15 kg/m<sup>2</sup> nicht allzu viel Zusatzlast bedeuten. Eine Photovoltaik-Anlage muss in die Blitzschutzanlage integriert werden. Es ist also zu prüfen, ob eine Blitzschutzanlage vorhanden ist und ob sie dem heutigen Stand der Technik entspricht. Oft muss diese im Altbau überhaupt erst eingerichtet werden.

Die Photovoltaikanlage besteht aus Unterkonstruktion, Verkabelung und Wechselrichter. Zur Speicherung des erzeugten Stroms werden Batteriespeicher verwendet.

**Verfügbarkeit in Usbekistan:** In der Regel werden die Produkte importiert (z.B. von Schneider). Es gibt lokale Produzenten, wie All Solar. Auch Wechselrichter werden vor Ort produziert, aber die Qualität ist fragwürdig.



## 6 Anhang: Usbekische Normen und Gesetze zur Bauausführung, erneuerbaren Energien und Energieeffizienz in den Gebäuden

Год	Законы/Указы /Постановления	Ссылки
1997	Закон РУ «О рациональном использовании энергии», 1997	<a href="https://www.lex.uz/acts/2054">https://www.lex.uz/acts/2054</a>
2020	Постановление Президента РУ от 10.07.2020 «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции путем повышения энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов»	<a href="https://lex.uz/ru/docs/4890075">https://lex.uz/ru/docs/4890075</a>
2019	Постановление Президента РУ – 4477 от 04.10. 2019 «Об утверждении стратегии по переходу республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019 — 2030 годов»	<a href="https://lex.uz/ru/docs/4539506">https://lex.uz/ru/docs/4539506</a>
2019	Постановление Президента РУ от 22 августа 2019 года № ПП-4422 «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии»	<a href="https://lex.uz/ru/docs/4486127">https://lex.uz/ru/docs/4486127</a>
2019	Указ Президента от 19.08.2019 «О дополнительных мерах по совершенствованию системы теплоснабжения, финансовому оздоровлению предприятий теплоснабжения и усилению платежной дисциплины в данной»	<a href="https://regulation.gov.uz/uz/document/6505">https://regulation.gov.uz/uz/document/6505</a>
2018	Указ президента Республики Узбекистан от 14.10. 2018 года № УП-5577 «О дополнительных мерах по совершенствованию государственного регулирования в сфере строительства»	<a href="https://lex.uz/docs/4060068">https://lex.uz/docs/4060068</a>
2017	Постановление Президента РУ -3379 от 8.11.2017 «О мерах по обеспечению рационального использования энергоресурсов»	<a href="https://lex.uz/docs/3405582">https://lex.uz/docs/3405582</a>
2017	Постановление Президента РУ от 26.05.2017-3012 О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отрасли экономики и социальной сфере на 2017-2021 гг	<a href="https://lex.uz/docs/3221897">https://lex.uz/docs/3221897</a>
2017	Указ Президента-4947 от 07.02.2017 «О стратегии действий по дальнейшему развитию республики Узбекистан»	<a href="https://lex.uz/docs/3107042">https://lex.uz/docs/3107042</a>
2015	Постановление Президента РУ 05.05.2015 г. N ПП-2343 «О программе мер по сокращению энергоемкости, внедрению энергосберегающих технологий в отраслях экономики и социальной сфере на 2015-2019 годы»	<a href="https://nrm.uz/contentf?doc=405246_postanovlenie_prezidenta_respubliki_uzbekistan_ot_05_05_2015_g_n_pp-2343_o_programme_mer_po_sokrashcheniyu_energoemkosti_vnedreniyu_en">https://nrm.uz/contentf?doc=405246_postanovlenie_prezidenta_respubliki_uzbekistan_ot_05_05_2015_g_n_pp-2343_o_programme_mer_po_sokrashcheniyu_energoemkosti_vnedreniyu_en</a>

		ergosberegayushchih_tehnologiy_v_otr aslyah_ekonomiki_i_socialnoy_sfere_na _2015-2019_gody
<b>Энергетические услуги</b>		
<b>2018</b>	Постановление кабинета Министров РУ от 18.07.2018 « Об утверждении оказания энергосервисных услуг»	<a href="https://lex.uz/ru/docs/3828815">https://lex.uz/ru/docs/3828815</a>
<b>2006</b>	Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «Об утверждении правил проведения энергетических обследований и экспертиз потребителей топливно-энергетических ресурсов»	<a href="https://www.lex.uz/acts/1039336">https://www.lex.uz/acts/1039336</a>
	Проект Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан Об утверждении положения о порядке проведения энергетического аудита, выдачи энергетического паспорта и определения класса энергоэффективности зданий и сооружений	<a href="http://old.my.gov.uz/ru/getPublicService/332?action=view&amp;item_id=2397">http://old.my.gov.uz/ru/getPublicService/332?action=view&amp;item_id=2397</a>
	Проект Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан Об утверждении Правил проведения энергетических обследований и экспертиз потребителей топливно-энергетических ресурсов ID-10365	<a href="https://regulation.gov.uz/ru/document/10365">https://regulation.gov.uz/ru/document/10365</a>
<b>Многоквартирные здания и коммунальные услуги</b>		
<b>2019</b>	Закон Об управлении многоквартирными домами	<a href="https://lex.uz/ru/docs/4586287">https://lex.uz/ru/docs/4586287</a>
	Жилищный Кодекс Республики Узбекистан	<a href="https://lex.uz/docs/106134">https://lex.uz/docs/106134</a>
	Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 1 августа 2017 г., № 570  Об утверждении положения о сборе и использовании средств на капитальный и текущий ремонт многоквартирных жилых домов	<a href="https://lex.uz/docs/3294933">https://lex.uz/docs/3294933</a>
<b>2014</b>	Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 15 июля 2014 года № 194  Об утверждении правил оказания коммунальных услуг	<a href="https://lex.uz/docs/2430763">https://lex.uz/docs/2430763</a>
<b>2013</b>	Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан  О мерах по финансовому оздоровлению теплоснабжающих и водоснабжающих организаций республики	<a href="https://lex.uz/docs/2264545">https://lex.uz/docs/2264545</a>
<b>2011</b>	Постановление Министерства финансов РУ от 19.02.2011  «Об утверждении Положения о порядке формирования тарифов и введения предельного уровня рентабельности на коммунальные услуги»	<a href="https://www.lex.uz/acts/1750892">https://www.lex.uz/acts/1750892</a>
<b>2017</b>	ПОЛОЖЕНИЕ о порядке финансирования строительства и реконструкции, а также реализации квартир в	<a href="https://nrm.uz/contentf?doc=490962_polojenie_o_poryadke_finansirovaniya_st">https://nrm.uz/contentf?doc=490962_polojenie_o_poryadke_finansirovaniya_st</a>

	<p>многоквартирном доме молодым семьям, жителям ветхих жилых домов и другим категориям граждан, нуждающимся в улучшении жилищных условий</p>	<p><a href="#">roitelstva i rekonstrukcii a takje realizacii kvartir v mnogokvartirnom dome molodym semyam jiteljam vethih jilyh domov i drugim kategoriyam grajdan n nujdayushchimsya v uluchshenii jilis hchnyh usloviy (prilojenie k postanovleniyu km ruz ot 16 01 2017 g n 14)&amp;products=1 vse zakonodatelstvo uzbe kistana</a></p>
<p>Строительные нормы</p>		
	<p>ШНК 1.04.02-05. Капитальный ремонт жилых домов. Нормы проектирования.</p>	
	<p>ШНК 1.04.03-05. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых домов, объектов коммунального и социально-культурного назначения.</p>	
	<p>КМК 2.01.01-94. Климатические и физико-геологические данные для проектирования.</p>	
	<p>КМК 2.01.05-98. Естественное и искусственное освещение.  + Изменение №1 (2016).</p>	
	<p>КМК 2.01.16-97. Правила оценки физического износа жилых зданий</p>	
	<p>КМК 2.01.18-  2000*. Нормативы расхода энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование зданий и сооружений.  + Изменение №1 (2011)  + Пособие по проектированию зданий с учётом новых нормативов расхода энергии (2012)</p>	
	<p>КМК 2.03.10-95*. Крыши и кровли  + Изменение №1 (2011)  + Пособие по проектированию крыш и кровель энергоэффективных зданий (2012).</p>	
	<p>КМК 2.04.05-97*. Отопление вентиляция и кондиционирование  Изменение №2 (20011)  + Изменение №2 к  Приложению № 2 (2017)  + Пособие По проектированию новых энергосберегающих решений по отоплению, вентиляции</p>	

	и кондиционированию (2012).	
	КМК 2.04.14-96. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.	
	КМК 2.04.16-96. Установка солнечного горячего водоснабжения	
	ШНК 2.08.01-05. Жилые здания. + Изменение № 1 (2009) + Изменение № 2 (2011) + Изменение № 2 Приложению № 1 (2017)	
	Рекомендации по конструктивному обследованию и прогнозу технического состояния существующих зданий и сооружений.	

**Tabelle 43. Usbekische Normen zur Bauausführung**

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Klimazonen für die Bauplanung. ....	13
Abbildung 2. Stufenweise Verschärfung der Gebäudeanforderungen in Deutschland und der EU .....	17
Abbildung 3. Übersicht Normen und Regelwerke zum Wärme- und Feuchteschutz in Deutschland und der EU .....	18
Abbildung 4. Beispiel Produktdeklaration (XPS-Dämmplatte) (dena, Schirmer).....	23
Abbildung 5. klimatische Bedingungen in verschiedenen Regionen Usbekistans .....	33
Abbildung 6. Temperaturverteilung in Taschkent und Nukus .....	34
Abbildung 7. Energiebilanz – Schema für die Berechnung des Bedarfs an Nutzwärme, Endenergie und Primärenergie (Quelle: Energetische Bewertung von Bestandgebäuden. Arbeitshilfe für die Ausstellung von Energiepässen. Dena 2005) .....	39
Abbildung 8. Beispiel Energiebedarfsausweis für Wohngebäude .....	44
Abbildung 9. Energieausweis .....	45
Abbildung 10. Prinzipskizze thermische Gebäudehülle (dena, Schirmer) .....	52
Abbildung 11. Prinzipskizze luftdichte Schicht (dena, Schirmer) .....	53
Abbildung 12. Beispiel Mineralwolle, hier Steinwolle (Foto: dena, Schirmer) .....	55
Abbildung 13. Beispiel Mineralschaumdämmplatten .....	55
Abbildung 14. Beispiel EPS (Foto: dena, Schirmer).....	56
Abbildung 15. Beispiel XPS (Foto: dena, Schirmer) .....	56
Abbildung 16. Beispiel Holzfaserdämmplatte (Foto: keine Rechte) .....	57
Abbildung 17. Aufbau eines Wärmedämmverbundsystems (Quelle: dena, Foto: dena, Schirmer) .....	58
Abbildung 18. Brandriegel in zweilagigem WDVS. Graphik dena / Foto dena, Schirmer.....	59
Abbildung 19. Wärmebrückenarme Dübel – Schraube versenkt (Fotos dena, Schirmer) .....	59
Abbildung 20. Beispiele von hocheffizienten Fenstern, Fa. Unilux und Fa. Veka, Foto dena, Schirmer .....	60
Abbildung 21. Beispiele von hocheffizienten thermisch getrennten Stahl-Türprofilen, Fa. Wuddy, Foto dena, Schirmer .....	60
Abbildung 22. Beispiel Fenstereinbau mit PU-Schaum ohne Luftdichtung, Foto dena, Schirmer .....	63
Abbildung 23. Dichtbänder Siga, Foto Fa. Siga.....	63
Abbildung 24. Zerreißtest schlechtes Band, Dichtbänder Bosig, Foto dena, Schirmer .....	63
Abbildung 25. Beispiel Befestigung Dichtband am Fensterrahmen, Dichtbänder Bosig, Foto dena, Schirmer .....	63
Abbildung 26. Beispiel Komprimband am Fensterrahmen, Dichtbänder Fa. Hanno, Foto dena, Schirmer .....	63
Abbildung 27. Beispiel luftdichte Rohr- und Kabelmanschetten, Fa. Kaiser, Fa. Eisedicht, Foto dena, Schirmer .....	64
Abbildung 28. Beispiel luftdichte Leerrohre, Fa. Bosig .....	64
Abbildung 29. Beispiel Flachdachaufbau, Bitumenabdichtungen Fa. Vedag , Foto dena, Schirmer .....	65
Abbildung 30. Beispiel dampfdichte Bitumenabdichtungen, Fa. Vedag , Foto dena, Schirmer .....	65
Abbildung 31. Beispiel Winddichtung außen, Fa. Proclima , Foto dena, Schirmer .....	66
Abbildung 32. Vergleich $\lambda$ -Werte Holz 0,14 W/(m K) und Phonotherm 0,073 W/(m K) (Foto dena, Schirmer) .....	67
Abbildung 33. Thermische Trennung durch Phonotherm $\lambda= 0,073$ W/(m K) (Foto dena, Schirmer) .....	67
Abbildung 34. Abbruch Balkonplatte vor energetischer Sanierung und thermographische Darstellung der Wärmebrücke einer Balkonplatte, Quelle: dena .....	68
Abbildung 35. Thermisches Trennelement Schöck Isokorb, Quelle: Schöck .....	68
Abbildung 36. Thermisches Trennelement HIT Halfen, Quelle: Halfen .....	68
Abbildung 37. Thermisches Trennelement HIT von Halfen, Foto: dena, Schirmer .....	69
Abbildung 38. Schema einer kombinierten Solarthermie- und Pelletanlage .....	70
Abbildung 39. Schema wohnungsweise Lüftungsanlage Fa. Systemair / TBAS .....	73
Abbildung 40. Beispiel wohnungsweise Lüftungsanlage, Fa. Zehnder , Foto dena, Schirmer .....	73
Abbildung 41. Schema einer Solarthermieanlage .....	73

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Potenziale erneuerbarer Energien in Usbekistan. ....	6
Tabelle 2. Wärmeschutzstufen gemäß KMK 2.01.04-97* .....	10
Tabelle 3. Luftdurchlässigkeit der Gebäudehüllkonstruktionen in Usbekistan (KMK 2.01.04-97*).....	11
Tabelle 4. Auslegungswerte Raumklima in Wohngebäuden .....	11
Tabelle 5. Charakteristiken der Klimazonen für Bauplanung .....	12
Tabelle 6. Normative Heizlast pro m <sup>2</sup> für Wohngebäude (für die Gradtagzahlen 2000-3000 gemäß KMK 2.01.18-2000*) .....	13
Tabelle 7. Einspeisevergütung für PV-Anlagen.....	19
Tabelle 8. Luftdichtheit des Gebäudes.....	25
Tabelle 9. Lüftung ohne Konditionierung.....	25
Tabelle 10. Lüftung mit Konditionierung .....	26
Tabelle 11. Relative Luftfeuchtigkeit.....	26
Tabelle 12. Innentemperaturen für die Berechnung des Heizenergiebedarfes .....	26
Tabelle 13. Beleuchtung.....	27
Tabelle 14. Sonnenschutzvorrichtungen .....	27
Tabelle 15. Heizungsanlagen .....	28
Tabelle 16. Warmwasserbereitung.....	28
Tabelle 17. R- / U-Werte der Hüllkonstruktionen für Wohngebäude (Neubau) .....	29
Tabelle 18. Maximal zulässige Transmissionswärmeverluste .....	29
Tabelle 19. Wärmebrücken .....	30
Tabelle 20. Integration erneuerbarer Energien .....	30
Tabelle 21. Usbekistan nach der Köppen-Geiger Effektiven Klimaklassifikation (Climate Data, 2021) (Siegmond & Frankenberg, 2021).....	32
Tabelle 22. Klimazonen und Gradtagzahl ausgewählter Städte Usbekistans .....	35
Tabelle 23. Empfohlene Anforderungen an die Gebäudehülle für Usbekistan .....	36
Tabelle 24. Heute in Usbekistan gültige Anforderungen .....	37
Tabelle 25. Energie-Bilanzierungsschritte.....	40
Tabelle 26. Primärenergiefaktoren .....	42
Tabelle 27. Treibhausgasemissionen aus dem deutschen GEG .....	43
Tabelle 28. Energieeffizienzklassen in Deutschland nach GEG 2020 .....	44
Tabelle 29. Luftvolumenströme .....	46
Tabelle 30. Luftwechselraten pro Stunde nach DIN V 18599-10.....	46
Tabelle 31. Wärmedurchgangskoeffizient über Wärmebrücken .....	47
Tabelle 32. Empfohlene Innentemperaturwerte für Usbekistan .....	48
Tabelle 33. Empfohlene relative Luftfeuchtwerte für Usbekistan .....	48
Tabelle 34. Empfohlene Beleuchtung für Usbekistan .....	48
Tabelle 35. Beleuchtungsstärke für Allgemeine Bereiche nach DIN EN 12464-1 .....	49
Tabelle 36 - Konventionelle Dämmstoffe (dena, Schirmer) .....	54
Tabelle 37. λ-Werte Dämmstoffe allgemein (dena, Schirmer) .....	54
Tabelle 38. In Usbekistan verfügbare Fenster.....	61
Tabelle 39. In Usbekistan verfügbare Türen .....	62
Tabelle 40. λ-Werte mineralische Baustoffe.....	66
Tabelle 41. λ-Werte organische Baustoffe und Gase .....	67
Tabelle 42. λ-Werte Baustoffe allgemein .....	67
Tabelle 43. Usbekische Normen zur Bauausführung.....	78



