

# **Klimaneutrale Landesgebäude**

## Richtlinie für Neubau und energetische Gebäudesanierung

Landesbetrieb  
Liegenschafts- und Baubetreuung  
Rheinland-Pfalz

## Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	3
Einleitung.....	4
<b>1 Grundsätzliche Anforderungen.....</b>	<b>5</b>
1.1 Grundsatzentscheidung klimaneutrale Gebäude im Betrieb .....	5
1.2 Allgemeine Grundlagen für die Planung und Umsetzung .....	5
1.2.1 Bewertung der Klimaneutralität.....	6
1.2.2 Energiekonzept.....	6
1.2.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über den Lebenszyklus.....	7
1.2.4 Endenergiebedarf .....	7
1.2.5 Thermische Behaglichkeit, sommerlicher Wärmeschutz und Raumkühlung.....	8
1.2.6 Wärmebrücken .....	10
1.2.7 Luftdichte Gebäudehülle.....	10
1.2.8 Systematische Inbetriebnahme und Technisches Monitoring .....	11
1.2.9 Dokumentation der energetischen Qualität .....	12
<b>2 Anforderungen an Neubauten .....</b>	<b>14</b>
2.1 Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien .....	14
2.2 Optimierung des Gebäudeentwurfs .....	14
2.3 Energetische Qualität der Gebäudehülle .....	15
2.4 Fensterflächenanteile, natürliche Belichtung, Einbau Öffnungselemente .....	15
2.5 Gebäudetechnische Anlagen .....	16
2.5.1 Wärme- und Warmwasserversorgung.....	16
2.5.2 Lüftungstechnik .....	20
2.5.3 Raumkühlung und -klimatisierung .....	22
2.5.4 Rohrleitungsnetze für Wärme-/Kälteverteilung und Nahwärme-/Nahkältenetze .	24
2.5.5 Gebäudeautomation, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik .....	25
2.5.6 Elektrische Versorgung und Beleuchtung .....	27
2.5.7 Photovoltaik .....	28
2.5.8 Bedienungs-, Instandhaltungs- und Wartungsfreundlichkeit.....	28
<b>3 Anforderungen bei Gebäudesanierung.....</b>	<b>30</b>
3.1 Energieeffizienz und Nutzung von erneuerbaren Energien .....	30
3.2 Allgemeine Hinweise .....	30
3.3 Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle .....	32
3.4 Gebäudetechnische Anlagen .....	33

<b>Anlage 1</b>	<b>Inhalt Energiekonzept bei LBB-/Landesbaumaßnahmen .....</b>	<b>35</b>
<b>Anlage 2</b>	<b>Luftwechselrate (n50), Luftdurchlässigkeit (q50) bei Neubau und bei umfanglicher Sanierung der Gebäudehülle .....</b>	<b>36</b>
<b>Anlage 3</b>	<b>Dokumentation der energetischen Qualität.....</b>	<b>37</b>
<b>Anlage 4</b>	<b>Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei Neubau .....</b>	<b>39</b>
<b>Anlage 5</b>	<b>Fenstereinbau-Prinzipien .....</b>	<b>40</b>
<b>Anlage 6</b>	<b>Auswahlhilfe Wärmeerzeuger und Systemtemperaturen .....</b>	<b>42</b>
<b>Anlage 7</b>	<b>Dämmstoffdicke Kühl- und Kaltwasserleitungen .....</b>	<b>43</b>
<b>Anlage 8</b>	<b>Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei Sanierung im Bestand .....</b>	<b>44</b>

## **Impressum**

Herausgeber:  
Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung  
(Redaktion: Dipl.-Ing. Lutz Everding)  
Rheinstraße 4E  
55116 Mainz  
Telefon: 06131 20496-0  
Telefax: 06131 20496-148  
E-Mail: [postfach.zentrale@lbbnet.de](mailto:postfach.zentrale@lbbnet.de)  
Website: [www.lbb.rlp.de](http://www.lbb.rlp.de)

Stand: Version 1.1, November 2022

## Einleitung

### **Landesregierung verstärkt Klimaschutzmaßnahmen in Landesliegenschaften**

Beim Klimaschutz spielen Gebäude eine besonders wichtige Rolle, denn sie haben einen wesentlichen Anteil am Gesamt-Energiebedarf und an den Treibhausgasemissionen. Um das Ziel der klimaneutralen Landesverwaltung 2030 (§ 9 Landesklimaschutzgesetz) zu erreichen, hat der Ministerrat am 05.05.2020 beschlossen, die Maßnahmen für den Klimaschutz bei Liegenschaften des Landes Rheinland-Pfalz, welche schon heute eine Vorbildfunktion wahrnehmen, weiter zu verstärken. Zukünftig soll die energetische Qualität für Neubau und energetische Gebäudesanierung optimiert und an dem Ziel „Klimaneutrales Gebäude“ ausgerichtet werden.

Der Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung als öffentlich-rechtliche Institution nimmt aus Überzeugung seine Vorreiterrolle wahr und unterstützt damit das Land Rheinland-Pfalz in seiner Klimaschutzstrategie gemäß dem Landesklimaschutzgesetz.

### **LBB-eigene Richtlinie zum Klimaschutz bei Landesliegenschaften**

Grundlage unseres Handelns bildet die LBB-eigene Richtlinie, die Teil der LBB-Klimaschutzstrategie ist. Die Richtlinie wird mit der Weiterentwicklung der Energieeinspargesetzgebung jeweils fortgeschrieben und wurde zuletzt an das seit dem 01.11.2020 geltende Gebäudeenergiegesetz (GEG) und an die Vorgaben des o.g. Ministerratsbeschlusses (TOP 3: Klimaschutzmaßnahmen in Landesliegenschaften) vom 05.05.2020 angepasst.

### **Weitere Anpassung an die Anforderungen unserer Zeit**

Die aktuelle geopolitische Lage und die daraus folgende angespannte Lage am Energiemarkt veranlasst den Landesbetrieb LBB die eigene Richtlinie zügig weiter zu entwickeln. Neben der Umsetzung von jetzt schon hohen energetischen Baustandards wird der LBB bei seinen Bautätigkeiten zukünftig auf die Verwendung des fossilen Energieträgers Erdgas verzichten. Es stehen ausreichend alternative, regenerative Energieträger zur Verfügung, so dass durch einen zukünftigen Verzicht auf Erdgas weiter eine sichere und komfortablere Wärmeerzeugung möglich ist.

### **Ökologisch geboten, ökonomisch sinnvoll**

In Anbetracht der steigenden Energiekosten, der weiterwachsenden CO<sub>2</sub>-Kosten und der Verknappung von Energieträgern ist energieeffizientes klimaneutrales Bauen weiterhin nicht nur ökologisch wichtig, sondern auch ökonomisch von wachsender Bedeutung. Hierdurch steigert der Landesbetrieb LBB langfristig den Wert seiner Immobilien und entlastet die Haushalte der Nutzer von energieeffizienten Gebäuden bei den Energiekosten. Alle Bauprojekte für das Land – darunter die aktuellen Neubauten, z.B. für das Landesuntersuchungsamt in Koblenz, den Landesbetrieb Mobilität in Cochem sowie die Hochschulbauten und Worms – sind konkrete Beispiele der gelebten Planungspraxis im Landesbetrieb LBB, die Energie- und Umweltfragen von Anfang an mit einbezieht.



Holger Basten  
Geschäftsführer Landesbetrieb LBB  
Mainz, November 2022

*H. Basten*

# 1 Grundsätzliche Anforderungen

## 1.1 Grundsatzentscheidung klimaneutrale Gebäude im Betrieb

Für jede Neubau- und Sanierungsmaßnahme soll künftig Klimaneutralität projektspezifisch untersucht und im Rahmen der baulichen, technischen, organisatorischen und rechtlichen Machbarkeit umgesetzt werden. Die Wirtschaftlichkeit soll über den Lebenszyklus bewertet werden.

Klimaneutral ist ein Gebäude dann, wenn zur Deckung des betrieblich (einschließlich nutzungsspezifisch<sup>1</sup>) bedingten Energiebedarfs in einer Jahresbilanz kein Treibhausgas (THG)<sup>2</sup> entsteht. Bei der Planung ist das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebetriebes zu verfolgen.

Um die Nachhaltigkeit beim staatlichen Hochbau Rheinland-Pfalz im Bestreben klimaneutraler Gebäude ebenfalls verstärkt vorbildlich wahrzunehmen, sind für Landesbaumaßnahmen in der Planung und Ausführung die Grundsätze des Nachhaltigen Bauens zu berücksichtigen und umzusetzen. Entsprechend soll eine Zertifizierung von Neubaumaßnahmen des Landes gemäß dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundes (BNB) unter anwendungsspezifischen Aspekten vorhandener BNB-Systemvarianten mit dem Ziel des Gütesiegels „Gold“ erfolgen. Für Baumaßnahmen, die nicht dem Anwendungsbereich mindestens eines eingeführten BNB-Moduls unterliegen, gilt eine sinngemäße Anwendung des BNB gemäß dem Leitfaden Nachhaltiges Bauen des für Bauangelegenheiten zuständigen Bundesministeriums.

## 1.2 Allgemeine Grundlagen für die Planung und Umsetzung

Die Anforderungen an die Gestaltung von Neubauten und Sanierungen in Landesliegenschaften umfassen das gesamte Spektrum an Maßnahmen für energiesparendes, ressourcenschonendes sowie umwelt- und klimagerechtes Bauen und Nutzen von Gebäuden. Wesentliche Zielgröße der Planung ist ein minimaler nicht erneuerbarer Anteil des Primärenergiebedarfs zur Gewährleistung der bestimmungsgemäßen Nutzung der Landesgebäude. Zur Erreichung dieses Ziels sind sowohl bauliche als auch technische Optimierungspotenziale auszuschöpfen. Durch bauliche Maßnahmen ist sicherzustellen, dass das zu errichtende Gebäude einen minimalen Endenergiebedarf hat. Mittels entsprechender technischer Maßnahmen ist dieser minimierte Energiebedarf optimal und effizient zu decken.

Eine klimaneutrale Deckung des Energiebedarfs eines neugebauten oder grundlegend energetisch sanierten Gebäudes kann in der Regel durch eine Kombination von folgenden Maßnahmen erreicht werden:

- optimierter und kompakter Gebäudeentwurf

---

<sup>1</sup> Ausgenommen besonders energieintensive Prozesse z. B. in Forschungseinrichtungen, in großen Rechenzentren oder Wirtschaftsgebäuden

<sup>2</sup> THG gemessen in Kohlendioxidäquivalenten (CO<sub>2eq</sub>.)

- baukonstruktiver und bauphysikalischer Standard der Gebäudehülle auf Passivhaus-Niveau
- kontrollierte Gebäudelüftung mit einer hocheffizienten Wärmerückgewinnung
- Deckung des Wärme- und gegebenenfalls Kälteenergiebedarfs überwiegend mit erneuerbaren Energien
- Ausschluss fossiler Brennstoffe im Regelfall
- KWK-Anlagen als Teil von großen Energiezentralen
- Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien
- Batteriestromspeicher zur Verbesserung der Stromnutzung aus den Eigenstromerzeugungsanlagen

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass gem. der Innovationsklausel im GEG<sup>3</sup> die Treibhausgasemissionen gegebenenfalls auch durch andere Maßnahmen gleichwertig begrenzt werden können.

Gemäß der „Leitlinie für die Elektromobilität in der Landesverwaltung Rheinland-Pfalz“ ist zur Deckung der für die E-Mobilität benötigten elektrischen Energie vorzugsweise Eigenstrom einzusetzen, der möglichst durch PV-Anlagen zu erzeugen und bereitzustellen ist, weil damit eine CO<sub>2</sub>-neutrale Treibstoffversorgung am günstigsten gewährleistet werden kann. Geeignete Flächen für PV-Anlagen zur Deckung der bei Bedarf des Nutzers benötigten elektrischen Energie der Elektroladestationen sind zu prüfen (z.B. Dächer von Carports). Energiespeichersysteme sollen dabei mitberücksichtigt werden<sup>4</sup>.

### 1.2.1 Bewertung der Klimaneutralität

Die Klimaneutralität des Gebäudebetriebes ist im Planungsprozess zusätzlich zur gesetzlich vorgegebenen Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs von Gebäuden<sup>5</sup> mit dem Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) zu optimieren und zu bewerten. Um das Ziel null CO<sub>2</sub>-Emissionen in einer Gebäude-Jahresbilanz zu erreichen, wird ein erweiterter Bilanzkreis verwendet, bei dem die gesamte in einem Jahr im Gebäude verbrauchte und die gesamte am Gebäude erzeugte Energie berücksichtigt werden. Ergänzend hierzu soll auch die Berechnung des Treibhauspotenzials (Global Warming Potential, GWP) als CO<sub>2</sub>-Äquivalent gemäß den Bilanzierungsregeln für die Erstellung von Ökobilanzen nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) erfolgen.

### 1.2.2 Energiekonzept

Die Klärung, wie die Klimaneutralität projektspezifisch umgesetzt werden kann, soll auf der Grundlage eines Energiekonzeptes untersucht werden. Nähere Informationen zur Erstellung der Energiekonzepte sind der **Anlage 1** zu entnehmen. Federführend

---

<sup>3</sup> GEG § 103 Absatz 1 Nummer 1 Buchstabe b und Nummer 2 Buchstabe b

<sup>4</sup> Schreiben des Ministeriums der Finanzen, Erlass zur Einführung der Leitlinie für die E-Mobilität in der Landesverwaltung RP vom 19.09.2019, Az.: 6122-0002#2020/0005-0401 4523, sowie ergänzende Schreiben an LBB und Ressorts vom 28.09.2020, Az.: 6122-0002#2020/0005-0401 4523

<sup>5</sup> DIN V 18599: 2018-09

ist dabei ein auf Energieeffizienz spezialisierter Fachplaner. Die anderen Planungsbelegten erstellen hierzu ihre entsprechenden Fachbeiträge (z. B. TGA-Planer ein Wärmeversorgung-Konzept). Ziel ist eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung<sup>6</sup>, welche die zukünftigen Betriebskosten minimiert und so weit wie möglich einen klimaneutralen Gebäudebetrieb mit einem hohen Anteil von erneuerbaren Energien bei der Strom-, Wärme- und gegebenenfalls Kältebedarfsdeckung ermöglicht.

Dabei sollen über die rein technischen Lösungen hinaus bei allen Gewerken Aspekte der Anpassungsfähigkeit, des Nutzerkomforts, der Behaglichkeit, der Bedienungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit sowie der Einflussnahmemöglichkeiten des Nutzers betrachtet und abgewogen werden.

### 1.2.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über den Lebenszyklus

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der planerischen und baukonstruktiven Gebäudehülle- und Gesamtgebäudevorentwürfe, die im Rahmen eines Energiekonzeptes betrachtet werden, ist gemäß der RLBAU der Einsatz der Lebenszykluskosten-Berechnungen<sup>7</sup> unter Beteiligung des Arbeitsgebietes Lebenszykluskosten erforderlich. Ergänzend hierzu sind die Wirtschaftlichkeitsberechnungen<sup>8</sup> der anlagentechnischen Varianten für Heizen, Be- und Entlüften, Kühlen, Be- und Entfeuchten sowie Beleuchtung durchzuführen. Darüber hinaus sind die Konzepte für die Eigenstromerzeugung und -speicherung zu bewerten.

Bei den Lebenszykluskosten- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind die CO<sub>2</sub>-Kosten auch mit Blick auf die ab 2021 geltende CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Rahmen des nationalen Emissionshandels zu berücksichtigen. In die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Kosten ist sowohl das Treibhauspotenzial der grauen Energie von Bauteilen einzubeziehen, die im vereinfachten Verfahren gemäß den Bilanzierungsregeln für die Erstellung von Ökobilanzen nach BNB berücksichtigt werden, als auch das Treibhauspotenzial des Gebäude-Endenergiebedarfs. Aus Gründen der Planungssicherheit wurden die zu berücksichtigenden CO<sub>2</sub>-Kosten durch das Ministerium der Finanzen auf 180 Euro/t CO<sub>2</sub> festgelegt<sup>9</sup>.

### 1.2.4 Endenergiebedarf

Der Bedarf an Endenergie für Raumheizung, Warmwasserbereitung, Beleuchtung, Belüftung, Klimatisierung und Hilfsenergien ist im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen<sup>7</sup> der Versorgungsvarianten zu minimieren. Diese Berechnungen und die Ermittlung des Jahresendenergiebedarfs sind im Rahmen der Erstellung von Energiekonzepten für LBB-Gebäude/Liegenschaften durchzuführen.

---

<sup>6</sup> s. Kapitel 1.2.3

<sup>7</sup> Leitfadens Lebenszykluskostenberechnungen gem. RLBAU

<sup>8</sup> Hinweise zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (WU) im Rahmen der Erstellung von Energiekonzepten für LBB-Gebäude/Liegenschaften.

<sup>9</sup> Im Koalitionsvertrag für die 25. Landesregierung von Rheinland-Pfalz "Koalition des Aufbruchs und der Zukunftschancen" wurde beschlossen, dass bei der Kalkulation von Bauprojekten im Hochbau des Landes ein CO<sub>2</sub>-Schattenpreis in Höhe von 180 Euro pro Tonne zugrunde gelegt wird, um eine Entscheidungshilfe für die Investitionen zu geben.

Der Bedarf an Wärmeenergie soll sich orientieren:

- bei Neubauten an den Erfahrungen aus der Planung von vergleichbaren Nichtwohngebäuden in Passivhausbauweise
- bei energetischen Sanierungen im Bestand an Erfahrungen aus der Sanierung von vergleichbaren Nichtwohngebäuden, deren Gebäudehülle den Anforderungen<sup>10</sup> des KfW-Standards Effizienzgebäude 55 entspricht.

Das Competence Center Energiemanagement (CC EM) erfasst aus LBB-Projekten Energiebedarfskennzahlen. Diese Kennzahlen sollen als Orientierungswerte zum Vergleich mit den Planungswerten in aktuellen Projekten herangezogen werden. Hierzu ist eine Abstimmung mit dem CC EM erforderlich.

### 1.2.5 Thermische Behaglichkeit, sommerlicher Wärmeschutz und Raumkühlung

Neben den Anforderungen an die Energieeffizienz und dem Ziel eines möglichst klimaneutralen Gebäudebetriebs ist im Rahmen der Planung und Umsetzung der Baumaßnahmen ein besonderes Augenmerk auf die Thermische Behaglichkeit zu richten. Sie ist eine subjektive Wahrnehmung des Menschen und zugleich ein für die integrale Gebäudeplanung maßgebliches Qualitätskriterium. Wesentliche Einflussfaktoren auf die Thermische Behaglichkeit sind die Raumluft- und Wandoberflächentemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit sowie die Luftbewegungen im Raum. Die AMEV-Richtlinie RLT-Anlagenbau 2018 (Hinweise zur Planung und Ausführung von raumluftechnischen Anlagen für öffentliche Gebäude) verweist im Kapitel 1.5 (gesundheitstechnische Anforderungen) auf die diesbezügliche Normung und ist entsprechend anzuwenden.

Ein sehr wichtiger Aspekt für das Raumklima in Gebäuden ist die Einhaltung der thermischen Behaglichkeitskriterien<sup>11</sup> im Sommer. Grundsätzlich ist der sommerliche Wärmeschutz konstruktiv sicherzustellen. Die Mittel des passiven sommerlichen Wärmeschutzes sind bevorzugt auszuschöpfen. Hierzu zählen neben dem außenliegenden, hinterlüfteten Sonnenschutz die unverdeckten Speichermassen im Gebäude und die Reduzierung von internen Wärmequellen.

Zur Vermeidung von sommerlicher Überhitzung ist ein außenliegender, hinterlüfteter, zentral steuerbarer Sonnenschutz ( $F_c < 0,15$ ) an Ost,- West- und Südfassaden vorzusehen.

---

<sup>10</sup> Anlage zu den Merkblättern Energieeffizient Bauen und Sanieren Nichtwohngebäude; Technische Mindestanforderungen, Stand: 01.01.2020; Bestellnummer: 600 000 3418

<sup>11</sup> Kategorie II DIN EN 15251: 2012-12 Anhang A2; ergänzt durch die Richtlinie zu baulichen und planerischen Vorgaben für Baumaßnahmen des Bundes zur Gewährleistung der thermischen Behaglichkeit im Sommer (Absatz 3) vom 05.12.2008; Hinweis zur Beachtung: DIN EN 15251 wurde im November 2018 gemäß Beschluss des CEN durch EN 16798-1 (engl. Sprachfassung) ersetzt. Der für Deutschland relevante nationale Anhang liegt zum Zeitpunkt der Einführung dieser Energierichtlinie noch nicht vor.



Alternative Maßnahmen wie Dachüberstände an Südfassaden oder der Einsatz von Sonnenschutzgläsern mit innenliegenden Verschattungselementen müssen zumindest exemplarisch mittels dynamischer Gebäudesimulation nachgewiesen werden. Dabei ist zu beachten, dass mit dem Einsatz von Sonnenschutzgläsern sich nicht nur der Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$ , sondern auch der Anteil des sichtbaren Tageslichtes (Lichttransmissionsgrad) verringert, sodass mit einem höheren Kunstlichtbedarf zur Deckung der erforderlichen Beleuchtungsstärke zu rechnen ist. Außerdem ändert sich die Farbwiedergabequalität.

Verschattungsanlagen müssen in Abhängigkeit von der örtlich zu erwartenden Windlast ausreichend stabil ausgeführt werden. Als Grundlage für die Bemessung der Windstabilität von Verschattungsanlagen gilt die DIN EN 13659: 2015-07. Mit geeigneten Windwächtern ist die Windbelastung für die Verschattungsanlagen fassadenweise zu erfassen und erst ab Überschreitung eines für die Verschattungsanlagen spezifischen Windgrenzwertes ein Hochfahren der Anlagen durch eine zentrale Steuerung zu veranlassen.

Hinsichtlich der unverdeckten Speichermasse sind mindestens 50 % der Raumdecke von Bekleidungen freizuhalten. Erhöhte Luftwechsel in der Nacht (manuelle oder automatisierte Fensterlüftung über vertikale Lüftungsklappen mit Einbruch- und Wetterschutz, ggf. maschinell bei vorhandener Raumluftechnik) und die Nutzung von Bauteilaktivierung in Verbindung mit Geothermie sind ebenfalls denkbare Lösungsansätze zur Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes. Die Möglichkeiten adiabater Kühlung (als indirekte Verdunstungskühlung) in Lüftungsanlagen sind zu prüfen. Bei hohen Wärmelasten (z.B. Labor, Hörsaal, Polizeiwache ...) kann eine Kühlung über maschinelle Anlagen erforderlich werden. Eine maschinelle Kühlung der Gebäude mittels herkömmlicher Kompressionskälteanlagen ist zu vermeiden und nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig. Die dadurch entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen in diesen Fällen durch andere bauliche Maßnahmen in der Gebäudejahresbilanz ausgeglichen werden. Wenn eine maschinelle Kühlung erforderlich wird, sind die Vorgaben aus dem Kapitel 2.5.3 Raumkühlung und -klimatisierung zu beachten.

Die internen Wärmelasten sind so genau wie möglich im Vorfeld zu ermitteln und zu minimieren.

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes ist im Rahmen der Gebäudeplanung mit Hilfe einer thermisch dynamischen Simulationsberechnung nachzuweisen. Grundlage der Beurteilung sind sowohl die Berechnungsergebnisse unter normierten Randbedingungen der DIN 4108-2: 2013-02 T2 als auch die Ergebnisse, die sich unter Berücksichtigung der tatsächlichen internen Lasten einstellen. Eine weitere Beurteilungsgrundlage stellt die Auswertung der Berechnungsergebnisse von zulässigen Innentemperaturen nach Kategorie II DIN EN 15251: 2012-12 Anhang A2 dar. Im Vergleich verschiedener Varianten ist auch die Überschreitungshäufigkeit der je nach normiertem Regelwerk anzusetzenden Bezugstemperatur zur Beurteilung hilfreich.

## 1.2.6 Wärmebrücken

Wärmebrücken sind weitestgehend bei Neubauten und bei Maßnahmen im Bestand, wenn die Gebäudehülle saniert wird, zu vermeiden. Sie müssen jedoch mindestens den Beispielen gemäß DIN 4108 Beiblatt 2: 2019-06 entsprechen. Der Zuschlagsfaktor auf die wärmeabgebende Hülle beträgt in diesem Fall 0,05 W/m<sup>2</sup>K. Sollte die Gleichwertigkeit zur DIN nicht nachgewiesen werden können, müssen diese Wärmebrückenverluste explizit bei dem energetischen Nachweis nach GEG eingerechnet werden.

Die  $\psi$ -Werte (Wärmebrückenverlustkoeffizienten) dieser Wärmebrücken sind mittels geeigneter Software zu berechnen.

Bei der Planung einer vorgehängten, hinterlüfteten Fassade (VHF) ist zu berücksichtigen, dass die Unterkonstruktion zur Aufnahme der eigentlichen Fassadenbekleidung „wärmebrückenfrei“ auszuführen ist. Dazu sind Konsolen zu wählen, die durch ihre Bauart in der Lage sind, den Wärmestrom durch die Dämmebene hindurch so stark zu reduzieren, dass die Summe der punktuellen Wärmebrücken kleiner wird als 0,010 W/(m<sup>2</sup>·K).

## 1.2.7 Luftdichte Gebäudehülle

Bei Neubauten und bei einer umfänglichen Sanierung der Gebäudehülle hat der Entwurfsverfasser/Planer ein Luftdichtheitskonzept zu erarbeiten. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die nach der Landesbauordnung erforderlichen Rauchabzugsöffnungen Abschlüsse haben müssen, die im Brandfall selbsttätig öffnen und von mindestens einer geeigneten Stelle aus bedient werden können. Hierfür sind geeignete, automatische Aufzugsschacht-Entrauchungssysteme einzusetzen, die auch für eine natürliche kontrollierte Belüftung der Aufzugsschächte geeignet sind.

Zum Nachweis der Ausführungsqualität ist bei Neubauten und bei einer umfänglichen Sanierung<sup>12</sup> der Gebäudehülle eine zweistufige Luftdichtheitsprüfung nach DIN EN ISO 9972: 2018-12 Anhang NA (z.B. Blower-Door-Test) durchzuführen. Der erste Luftdichtheitstest ist nach Fertigstellung der luftdichten Ebene vor Beginn der weiteren Maßnahmen, die eine Nachbesserung erschweren würden, durchzuführen. Der zweite Test ist nach der Fertigstellung der gesamten Baumaßnahme durchzuführen.

Der nach DIN EN ISO 9972: 2018-12 bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen von 50 Pa gemessene Volumenstrom in m<sup>3</sup>/h

- bezogen auf das beheizte oder gekühlte Luftvolumen (Luftwechselrate  $n_{50}$ )
- bzw. bei Nichtwohngebäuden, deren Luftvolumen aller konditionierter Zonen 1500 m<sup>3</sup> übersteigt, bezogen auf die Hüllfläche des Gebäudes (Luftdurchlässigkeit  $q_{50}$ )

darf die in der **Anlage 2** aufgeführten Werte nicht überschreiten.

---

<sup>12</sup> Umfängliche Sanierung der Gebäudehülle bedeutet, dass mehrere Bauteile (Außenwände, Fenster, Dach ...) zusammenhängend saniert werden.

Die VOB-Abnahme der an der Gebäudehülle beteiligten Gewerke darf erst nach erfolgreicher Luftdichtheitsmessung in Abstimmung mit dem Ersteller des Energieausweises erfolgen. In das Leistungsverzeichnis der Gewerke ist das Qualitätsmerkmal der Luftdichtheit als Leistungsoll aufzunehmen und auf die Abnahme per Luftdichtheitstest hinzuweisen.

### 1.2.8 Systematische Inbetriebnahme und Technisches Monitoring

Für neu zu errichtende Gebäude oder im Rahmen der energetischen Gebäudesanierung oder auch bei der Erneuerung der betriebstechnischen Anlagen im Bestand ist ein Konzept zur Erfassung der Energieströme aufzustellen. Dieses Zähler- und Energiemonitoring-Konzept ist mit dem Competence Center Energiemanagement (CC EM) des Landesbetriebs LBB abzustimmen.

Zur Sicherung des funktionierenden und effizienten Betriebes muss bei Gebäuden größer als ca. 1.000 m<sup>2</sup> Netto-Raumfläche (NRF) gem. DIN 277-1: 2016-1, in denen mindestens drei Anlagen der Versorgungs- und Elektrotechnik mit Steuerungs- und Regelungsfunktionen neu geplant oder saniert werden, zum Abschluss der Baumaßnahme eine Einregulierung sowie nach den ersten 10-14 Betriebsmonaten eine Überprüfung und Nachjustierung der betriebstechnischen Anlagen erfolgen. Diese Leistungen<sup>13</sup> sind mit den ausführenden Unternehmen vertraglich zu vereinbaren und durch dafür qualifizierte Ingenieure oder Unternehmen durchzuführen und zu dokumentieren.

Bei Gebäuden mit höherer technischer Ausstattung oder bei Verwaltungsgebäuden größer als ca. 5.000 m<sup>2</sup> NRF, in denen mindestens drei betriebstechnische Anlagen der Versorgungs- und Elektrotechnik mit komplexen Steuerungs- und Regelungsfunktionen neu geplant oder saniert werden, ist ein Inbetriebnahmemanagement<sup>14</sup> durchzuführen. Diese Leistung beginnt bereits in der Planungsphase. Sie soll von externen Dritten bzw. Dienstleistern übernommen werden, die von den planenden Ingenieuren und bauausführenden Unternehmen unabhängig sind und sich auf diese Leistung spezialisiert haben. Die VOB-Verträge mit den ausführenden Unternehmen der einzelnen Gewerke der technischen Gebäudeausrüstung sind entsprechend dem Konzept des Inbetriebnahmemanagements anzupassen.

Die Inbetriebnahme-Leistungen werden durch technisches Monitoring<sup>15</sup> unterstützt. Technisches Monitoring beginnt in der Regel in der Planungsphase und wird bis ein-

---

<sup>13</sup> besondere Leistung:

FbT-Vertrag zur LPH 9 Objektbetreuung;

VOB Teil C DIN 18379 Raumlufttechnische Anlagen, z. B. Nr. 4.2.14 Dichtheitsprüfungen, Nr. 4.2.19 Funktionsmessungen;

VOB Teil C DIN 18380 Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen, z. B. Nr. 4.2.20 Funktionsmessung, Nr. 4.2.22 Dokumentation des hydraulischen Abgleichs mit Hilfe von Messgeräten;

VOB Teil C DIN 18386 Gebäudeautomation, z. B. Nr. 4.2.10 Betreiben der Anlage oder Anlageteilen vor der Abnahme;

<sup>14</sup> VDI 6039 Inbetriebnahmemanagement für Gebäude

<sup>15</sup> VDI 6041 Technisches Monitoring von Gebäuden, AMEV Technisches Monitoring 2020

schließlich der ersten Gebäude-Nutzungsphase von ca. 2 Jahren im Rahmen der Einregulierung als Bestandteil des Inbetriebnahmemanagements gesehen. Daher sind Inbetriebnahmemanagement und das technische Monitoring bei Baumaßnahmen in der Regel als Gesamtleistung an einen darauf spezialisierten Dienstleister zu vergeben. Die baulichen Leistungen für technisches Monitoring sind zeitgleich mit den betriebstechnischen Anlagen fertigzustellen.

Technisches Monitoring umfasst Anlagenmonitoring, Energiemonitoring sowie Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring. Die dafür notwendigen Messeinrichtungen sollen, auf der Grundlage des planerischen Konzeptes des mit der Inbetriebnahme beauftragten Dienstleisters, in der Regel durch das Gewerk Gebäudeautomation realisiert werden.

Bei Planung und Aufbau des Energiemonitorings sind die Hinweise<sup>16</sup> des Landesbetriebes LBB zu beachten. So sind z.B. fernauslesbare Zähler als M-Bus-Zähler mit Netzstromversorgung zu installieren. Dabei ist sowohl die Energieerzeuger- als auch die Verbraucherseite mit Hilfe von Zähl- und Messeinrichtungen zu erfassen.

Der Stromverbrauch ist differenziert nach Gebäude und größeren produktionstechnischen Anlagen<sup>17</sup>, den Außenanlagen und der Elektromobilität getrennt zu erfassen. Eine messtechnische Abgrenzung von selbst verbrauchtem Strom zu den an Dritte weitergeleiteten Strommengen aus einer Eigenstromerzeugung ist im Fall reduzierter EEG-Umlagesätze zu realisieren.

Nach der Einregulierung soll das technische Monitoring als Langzeitmonitoring im Regelbetrieb fortgesetzt werden. Da die Verantwortung für die Betriebsführung in der Regel beim Gebäudenutzer liegt, soll er die Analyse der Energieverbrauchsdaten und die Betreuung des Energiecontrollings-Systems vor Ort übernehmen. Die Erkenntnisse aus dem Energiecontrolling sollen für die Betriebsoptimierung genutzt werden. Das CC EM kann den Nutzer dabei unterstützen. Der Landesbetrieb LBB nutzt diese Erkenntnisse auch für die Planung der erforderlichen Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand. In Liegenschaften, in denen der Nutzer die Verantwortung für die Betriebsführung an Dritte, z. B. professionelle Betreiber, abgegeben hat, sind diese Dritten für das technische Langzeitmonitoring zuständig.

### 1.2.9 Dokumentation der energetischen Qualität

Nach Abschluss der Baumaßnahme und Inbetriebnahme der technischen Anlagen ist die energetische Qualität des Bauwerks und der gebäudetechnischen Anlagen zu dokumentieren. Die Unterlagen zur Dokumentation der energetischen Qualität werden vom Energieberater gesammelt und zusammengestellt. Der Vertrag des Energieberaters ist um entsprechende Leistungen zu ergänzen. Die vertraglichen Pflichten der anderen Planungs- und Baubeteiligten hinsichtlich der Zusammenstellung, Prüfung und Übergabe der gewerkespezifischen Unterlagen und Nachweise werden dadurch

---

<sup>16</sup> Hinweise zum Aufbau der automatisierten Erfassung von Energie- und Medienverbrauchsdaten in LBB-Liegenschaften (LBB-Energiecontrolling)

<sup>17</sup> Z.B. Küchen, Rechenzentren, DV-Serverräume

nicht berührt. In Projekten mit Inbetriebnahmemanagement erfolgt die Zusammenstellung der Dokumentation der energetischen Qualität in Abstimmung mit dem Verantwortlichen für die Umsetzung des Inbetriebnahmemanagements, der für die Zusammenführung der gewerkeweisen Dokumentation zur einer Gesamtdokumentation zuständig ist.

Der Umfang der Dokumentation der energetischen Qualität ist in der frühen Projektphase festzulegen und entsprechend dem Planungsverlauf fortzuschreiben.

Diese Dokumentation enthält immer Unterlagen aus der Planungs- und Fertigstellungsphase. Bei Gebäuden mit systematischer Inbetriebnahme über einen längeren Zeitraum ist die Dokumentation um Unterlagen aus der Inbetriebnahme zu ergänzen. Die Inhalte der Dokumentation sind in der **Anlage 3** benannt.

## 2 Anforderungen an Neubauten

An die Planung und Umsetzung klimaneutraler Neubauten im Betrieb gemäß Kapitel 1.1 stellen sich folgende Anforderungen:

### 2.1 Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien

- Der Jahres-Primärenergiebedarf QP darf maximal 40 % des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes betragen. Dies entspricht dem Standard eines KfW-Effizienzgebäudes 40 (EG 40).
- Bezüglich der Nutzung der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs soll ein Umfang von 100 % angestrebt werden, mindestens jedoch ist ein Anteil von 75 % zu erreichen. Der Mindestumfang von 75 % kann durch die Summe der einzelnen Maßnahmen gemäß GEG 2020, ausgenommen Maßnahmen zur Energieeinsparung, erreicht werden.
- Die Möglichkeit des bilanziellen Energieüberschusses durch Eigenenergieerzeugung (Energiegewinnhaus) soll geprüft werden.

### 2.2 Optimierung des Gebäudeentwurfs

#### **Architektonisch-baukonstruktive (passive) Maßnahmen**

Die Höhe des späteren Energieverbrauchs eines Gebäudes an fossilen und regenerativen Energieträgern wird durch den architektonischen Entwurf, die gewählten Baukonstruktionen, Bauteile und Baustoffe, den Standort sowie die geografische Ausrichtung maßgeblich beeinflusst.

Allgemein wird empfohlen, die Planung eines Passivgebäude-Konzepts zur Reduktion des Primärenergiebedarfs umzusetzen. Die Gebäudetechnik ist auf das unbedingt notwendige Maß an technischen Komponenten zu beschränken, soweit dies zum Ziel des klimaneutralen Gebäudes beiträgt. Darüber hinaus trägt ein sparsamer Umgang mit Flächenanforderungen zur Reduktion des Energiebedarfs bei.

#### **Kompakte Bauweise, A/V-Verhältnis, thermisch speicherfähige Bauteilmassen**

Allgemein wird empfohlen, einfache und kompakte Baukörper zu entwerfen, die ein günstiges A/V-Verhältnis (Verhältnis der wärmeabgebenden Hüllfläche zu dem umschlossenen Volumen) besitzen. Dieses beeinflusst nicht nur die Wärmeverluste, auch die Investitionskosten können damit gesenkt werden. Die Wärmespeicherkapazitäten der baukonstruktiven Speichermasse sollten zum Ausgleich von Temperaturschwankungen genutzt werden. Sollten dieser Empfehlung architektonische oder gestalterische Gründe entgegenstehen, sind die Nachteile durch andere Maßnahmen zu kompensieren.

#### **Abgrenzung des beheizten Gebäudevolumens und luftdichte Gebäudehülle**

Beim Entwurf ist darauf zu achten, dass die Grenzfläche zwischen beheiztem Volumen und Außenluft eine einfache Geometrie bildet und eindeutig definiert werden

kann. Es ist eine wärmebrückenarme Konstruktion der Gebäudehülle anzustreben. Durchdringungen sind zu vermeiden, auch aus Gründen der Luftdichtigkeit. Unbeheizte oder niedertemperierte Zonen sind zu bündeln und gegenüber den beheizten Zonen abzugrenzen.

### **Ausrichtung des Gebäudes, Zonierung, Nutzung solarer Erträge**

Der Entwurf soll so angelegt werden, dass die Ausrichtung des Gebäudes Solargewinne über Fensterflächen ermöglicht und die Fremd- und Eigen-Verschattung z. B. durch Nachbargebäude minimiert. Zum Schutz vor Überhitzung soll gleichzeitig eine solare Aufheizung dieser Räume im Sommer durch geeignete passive Wärmeschutzmaßnahmen und eine Optimierung des Gebäudeentwurfs weitestgehend verhindert werden. In Abhängigkeit von der Gesamtsituation ist die Verschattung durch gebäudenahe Vegetation in Erwägung zu ziehen.

Dachflächen sind, unter Beachtung einer evtl. vorgesehenen Dachflächenbegrünung, vorzugsweise so zu planen, dass möglichst optimale Bedingungen für den Einsatz von Photovoltaik- oder Solarthermie-Elementen erreicht werden. Räume gleicher Nutzungsart, insbesondere mit gleicher Nutzungstemperatur, sind innerhalb des Gebäudes möglichst zusammenzulegen und Heizkreise nach diesen Nutzungszonen, wo es sinnvoll ist, zu trennen. Untergeordnete Räume und Räume mit hohen internen Wärmelasten (z. B. Serverräume) sollen im Norden in den unteren Geschossen angeordnet werden.

Im Bereich der Hauptzugänge sind Windfänge einzuplanen (Türabstände >2,50m).

## **2.3 Energetische Qualität der Gebäudehülle**

Die Bauteile der Gebäudehülle müssen in der Qualität von Passivhauskomponenten ausgeführt werden. Grundsätzlich dürfen bei Neubauten die in der **Anlage 4** aufgeführten U-Werte nicht überschritten werden (Höchst-U-Werte).

## **2.4 Fensterflächenanteile, natürliche Belichtung, Einbau Öffnungselemente**

Der Fensterflächenanteil (Rohbaumaß Fenster) einer Fassadenfläche darf im Regelfall höchstens 50 % je Himmelsrichtung betragen. In der Regel liegt der optimale durchsichtige Fensterflächenanteil zwischen 30 und 40 % der Innenansichtsfläche eines Raumes, um eine ausreichende natürliche Belichtung und Belüftung sowie den sommerlichen Wärmeschutz bei einer energieeffizienten Außenhülle zu gewährleisten.

In Bezug auf sommerlichen Wärmeschutz sind die Empfehlungen und Mindestanforderungen aus der DIN 5034-1: 2011-07 bei der Dimensionierung der Sichtverbindungen nach außen nicht wesentlich (ca. 10 %) zu überschreiten. Maßgebend sind die Berechnungsergebnisse des sommerlichen Wärmeschutznachweises.

Fenster sind so zu positionieren, dass die Sturzhöhe so klein wie möglich wird, um die Räume auch bis in die Tiefe bestmöglich über Tageslicht belichten zu können.

Dazu gehört auch die Verschattungsanlage (bei Lamellenraffstoren) im herabgelassenen Zustand so einzurichten, dass der obere Teil in der Lage ist, Tageslicht unter die Decke zu reflektieren. Die Innenflächen der Räume sind mit möglichst hellen Oberflächen zu gestalten.

Die Verglasung ist als Dreifach-Verglasung auszuführen. Der  $U_w$ -Wert des Fensters darf den Wert gem. **Anlage 4** nicht überschreiten. Es wird auf die Möglichkeit der Kosteneinsparung beim Einsatz von Festverglasungen hingewiesen. Grundsätzlich soll dabei jedoch auch auf die Reinigungsmöglichkeit<sup>18</sup> von innen geachtet werden, ebenso auf das Bedürfnis des Nutzers Fenster manuell öffnen zu können sowie auf Vorgaben gemäß Brandschutz. Die Breite der Festverglasung soll 50 cm bei einseitiger seitlicher Zugangsmöglichkeit und 100 cm bei beidseitiger seitlicher Zugangsmöglichkeit nicht überschreiten.

Pfosten-Riegel-Konstruktionen sind nur in Ausnahmefällen in besonders repräsentativen Bereichen einzusetzen. Es sind die in der **Anlage 4** aufgeführten U-Werte einzuhalten. Der überwiegende Anteil der Verglasung soll als Festverglasung ausgeführt werden.

Die Öffnungselemente (z.B. Fenster) sollen in der Dämmebene eingebaut werden. Die Einbauart des Fensters soll so gewählt werden, dass je nach Fassadenkonstruktionsart Fenster getauscht werden können, ohne Fassadenelemente demontieren zu müssen. Das Einbauprinzip ist in der **Anlage 5** dargestellt.

## 2.5 Gebäudetechnische Anlagen

Zusätzlich zum Ziel eines klimaneutralen Gebäudebetriebes sind bei den Gebäudetechnik-Konzepten die Behaglichkeits- und Gesundheitsmaßstäbe sowie Aspekte der Bedienungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit der betriebstechnischen Anlagen zu berücksichtigen.

Eine neutrale CO<sub>2</sub>-Jahresbilanz für den Gebäude-Primärenergiebedarf zu erreichen, ist ein weiteres Planungsziel. Ein wichtiger Baustein hierzu ist die Installation von Photovoltaikanlagen auf Dächern und anderen geeigneten Flächen (z.B. Fassaden).

### 2.5.1 Wärme- und Warmwasserversorgung

Für die Wärmeerzeugung zur Beheizung des neuen Gebäudes und zur Erzeugung von Warmwasser unter überwiegender Verwendung von regenerativen Energien stehen beim Landesbetriebs LBB folgende Techniken zur Verfügung:

- Fernwärmenetze
- Wärmepumpen
- Pellets-, Scheitholz- und Holzhackschnitzelanlagen
- Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK)
- Heizkessel

---

<sup>18</sup> s. Schriften der Bau-Berufsgenossenschaft zur Glas- und Fassadenplanung



Die Verwendung von fossilen Brennstoffen ist zu vermeiden. Insofern dürfen mit Erdgas befeuerte Gaskessel nur noch zur Deckung der Spitzenlast eingesetzt werden, wenn eine Versorgung mit Biogas, Wasserstoff oder mit anderen regenerativen Energieträgern nicht möglich ist. Heizöl-Kessel dürfen nicht mehr eingebaut werden.

Aufgrund des Entwurfszieles, neue Gebäude in Passivhausqualität oder überwiegend mit passivhaustypischen Bauteilen zu erstellen, ist von einer Wärmeleistung von 20 bis max. 30 W/m<sup>2</sup> auszugehen.

Vorrangig ist das neue Gebäude an vorhandene Nah- oder Fernwärmenetze anzuschließen, soweit die energetische Qualität der Wärme den Mindestanforderungen<sup>19</sup> des Landesbetriebs LBB entspricht.

Wenn dies wirtschaftlich oder ökologisch nicht sinnvoll ist, ist für das neue Gebäude eine eigene Wärmeerzeugungsanlage vorzusehen. Vorrangig sind dann Wärmepumpen, Pellet- oder Holzhackschnitzelkessel auszuführen. Blockheizkraftwerke zur Versorgung eines einzelnen Gebäudes sollen nur noch eingebaut werden, wenn die regionale Versorgung mit Biogas oder Wasserstoffgas sofort oder mittelfristig (< 5 Jahre) sichergestellt ist.

Dabei ist in Gebäuden bis zu ca. 5.000 m<sup>2</sup> NRF beheizter Gebäudefläche eine elektrische, monoenergetische oder monovalente Wärmepumpenanlage zur Beheizung vorzuziehen. In größeren Gebäuden bis ca. 15.000 m<sup>2</sup> NRF beheizter Gebäudefläche sind neben einer Wärmepumpenanlage bei einer entsprechenden Wirtschaftlichkeit eine Kraftwärmekopplungsanlage und ein weiterer Wärmeerzeuger für die Spitzenlast vorzusehen. Alternativ zu Wärmepumpen können auch Heizungsanlagen mit Brennstoff Holz, z. B. in Gebäuden der Forstverwaltung, sinnvoll sein.

Große Gebäude ab ca. 15.000 m<sup>2</sup> NRF oder Energiezentralen zur Versorgung einer Liegenschaft können mit weiteren Wärmeerzeugern versehen werden. Zur Deckung der Grund- und Mittellast sollen dann vorzugsweise Wärmepumpen, Biomassenkessel oder Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK) eingesetzt werden.

Nähere Informationen zur Auswahl der Wärmeerzeuger sind der **Anlage 6** zu entnehmen.

Die Varianten der Wärmeversorgung sind mithilfe einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung im Rahmen der Erstellung des Energiekonzeptes für das geplante Gebäude zu bewerten.

### **Fern-/ Nahwärme**

Zur Sicherstellung der energetischen Mindestqualität der Wärme zur Versorgung von Gebäuden mit Fernwärme darf der ausgewiesene Primärenergiefaktor nicht größer als 0,45 sein. In Abstimmung mit dem Competence Center Energiemanagement kann von dieser Festlegung bei bestehenden Fernwärmenetzen abgewichen werden, wenn

---

<sup>19</sup> s. Kapitel 2.5.1, Abschnitt Fern- /Nahwärme

der Primärenergiefaktor der Fernwärme nicht größer als 0,6 ist und der Fernwärmelieferant vertraglich eine Sanierung seiner Fernwärmeanlagen innerhalb von 5 Jahren zusichert, so dass der Primärenergiefaktor von 0,45 dann nicht überschritten wird.

Wenn ein Anschluss eines Neubaus an eine vorhandene Energie- oder Heizzentrale in einer LBB-Liegenschaft wirtschaftlich sinnvoll ist, muss geprüft werden, ob der vorhandene Primärenergiefaktor der Wärme den Wert von 0,45 nicht überschreitet. Bei höheren Primärenergiefaktoren ( $>0,45$ ) ist die vorhandene Heizzentrale so weit zu modernisieren, dass der Wert von 0,45 nicht überschritten wird. Dabei soll der Anteil der regenerativen Energieträger mindestens 75% betragen. Diese Modernisierung ist Teil der Neubaumaßnahme und ist im Bauablauf und in den Baukosten mit zu berücksichtigen.

Wenn weder ein Fernwärmeanschluss noch ein Anschluss an eine vorhandene Heizzentrale wirtschaftlich und ökologisch nachzuweisen ist, ist für das Gebäude eine eigene Wärmeerzeugungsanlage mit regenerativen Energieträgern vorzusehen.

### **Wärmepumpen**

Im Rahmen des Energiekonzeptes sind der notwendige Umfang und die Art der erneuerbaren Energien (Solarthermie und Geothermie, letztere insbesondere in Verbindung mit Erdsonden) festzulegen. Dazu ist der Standort des neuen Gebäudes im Besonderen auf die Möglichkeiten der Erschließung von Wärmequellen zu prüfen. Hierbei ist auch im Rahmen der Vorplanung die bergbau- und wasserrechtliche Gesetzes- und Verordnungslage hinsichtlich des Gebäudestandortes zu erkunden. Vorrangig sind Wärmepumpenanlagen mit oberflächennaher Geothermie und Erdwärme als Wärmequelle zu verwenden. Für die Erschließung sind Flächenkollektoren, Erdwärmesonden als separates Bauteil wie auch Erdwärmesonden als Bauteil einer Gebäudegründung möglich. Eine weitere Möglichkeit ist die direkte Erschließung des Grundwassers mit Hilfe von Förder- und Schluckbrunnen.

Luftwärmepumpen, welche die Umweltwärme als Wärmequelle nutzen, erreichen aufgrund der niedrigen durchschnittlichen Lufttemperaturen in der Heizperiode nicht die hohen Jahresarbeitszahlen (JAZ) wie Erdwärmepumpen. Aus diesem Grund ist die Verwendung von Luftwärmepumpen auf Gebäude bis ca. 5000 m<sup>2</sup> NRF beschränkt. Es wird an dieser Stelle auf mögliche Anlagenkonzeptionen in **Anlage 6** verwiesen.

Bei der Dimensionierung und Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen sollen die Bedingungen und Betriebspunkte gem. der VDI 4650<sup>20</sup> berücksichtigt werden.

VRF<sup>21</sup>-Multisplit-Systeme mit Heiz- und Kühlfunktion sind für die Beheizung von Neubauten nicht zu empfehlen. Für Gebäude bis zu ca. 1.000 m<sup>2</sup> NRF mit einer hohen Kühllast kann die Verwendung von VRF-Multisplit-Geräten auch zur Beheizung vertretbar und wirtschaftlich sein.

---

<sup>20</sup> VDI 4650 Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen Blatt 1 vom März 2019-3, einschl. Berichtigung vom Juni 2020

<sup>21</sup> VRF – Variable Refrigerant Flow

### **Kraft-Wärme-Kopplung**

In Neubauten ab ca. 100 kW Gebäudeheizlast/ca. 5.000 m<sup>2</sup> NRF beheizter Gebäudefläche oder bei der Erstellung von Energiezentralen in Liegenschaften können zur Abdeckung der Grund- und Mittellast Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagen (KWK-Anlagen) eingesetzt werden. Im Landesbetrieb LBB werden gasmotorische Blockheizkraftwerke (BHKW) eingesetzt, welche die technischen Voraussetzungen zum Betrieb mit Biogas, Wasserstoff oder anderer Biomasse erfüllen. Die Versorgung mit diesen Energieträgern am Standort muss sichergestellt sein.

Zur Klärung der Wirtschaftlichkeit und der technischen Einbindung in das vorgesehene Wärmeversorgungssystem ist sowohl ein wärmegeführter wie auch ein stromgeführter Betrieb des BHKWs zu betrachten.

### **Warmwasserbereitung**

Die Anzahl von Warmwasserzapfstellen ist bei der Planung auf das Notwendigste zu beschränken. Die entsprechende AMEV-Empfehlung<sup>22</sup> ist zu beachten.

Im Zuge der Planung ist eine Bedarfsermittlung zur Dimensionierung der Warmwasseranlage durchzuführen. Im Rahmen der Bedarfsermittlung sollte, unter Berücksichtigung der Trinkwasserhygiene<sup>23</sup>, auch festgelegt werden, ob an allen Warmwasserentnahmepunkten Trinkwasserqualität notwendig ist oder ob Betriebswasserqualität<sup>24</sup> ausreicht (z.B. Warmwassernutzung im Labor).

Im Rahmen der Aufstellung des Energiekonzeptes ist zwischen einer dezentralen oder zentralen Warmwasserversorgung der einzelnen Wasserentnahmestellen zu entscheiden. Eine zentrale Warmwasserversorgung soll auf Gebäude mit einem größeren konstanten Warmwasserbedarf beschränkt werden. In den meisten Fällen ist eine dezentrale Warmwasserversorgung z. B. mit Elektro-Durchlauferhitzern die wirtschaftlichste Lösung.

### **Systemtemperaturen Heizung**

Die Auswahl der Systemtemperaturen hat sich eng an der gewählten Wärmeerzeugertechnik und den geplanten Wärmeübergabesystemen (z.B. Heizkörper, Flächenheizung, Luftheizregister ...) zu orientieren.

Zur Verringerung der Verluste bei Wärmeverteilung und Wärmeübergabe sind grundsätzlich geringe Vor- und Rücklauftemperaturen gem. der **Anlage 6**, eine große Spreizung, ausreichende Ventilautorität der Regelventile und ein hydraulischer Abgleich<sup>25</sup> vorzusehen.

### **Wärmeübergabe**

---

<sup>22</sup> AMEV Sanitäranlagen 2021

<sup>23</sup> Trinkwasserhygiene – TrinkwV 20.12.2019, VDI/DVGW 6023 Hygiene in Trinkwasser-Installationen

<sup>24</sup> Betriebswasser (auch Brauch- und Nutzwasser), nicht zum menschlichen Genuss vorgesehen

<sup>25</sup> s. Kapitel 2.5.4, Abschnitt Hydraulischer Abgleich von Rohrnetzen

Es sind Flächenheizungen als Boden- oder Wandheizung oder Heizplatten mit hohem Strahlungsanteil der Wärme zu bevorzugen. Eine Bauteilaktivierung oder Teilaktivierung kann als Grundheizung dienen. Sie kann gleichzeitig im Sommerbetrieb für die Gebäudekühlung genutzt werden.

Deckenheizungen als Strahlungsheizung in Büro- und anderen Aufenthaltsräumen sind nur bedingt zu empfehlen.

Heizkörper, Heizflächen und aktivierte Bauteile können auch in Richtung der Innenwände angeordnet werden. Hierdurch kann sich ein Wärmeverteilnetz mit geringerer Anschlusslänge ergeben.

Konvektoren, Gebläsekonvektoren und Radiatoren mit höherem Konvektionsanteil bei der Wärmeübergabe sollen in neuen beheizten und dauerhaft genutzten Gebäuden nicht verwendet werden.

## 2.5.2 Lüftungstechnik

Ein Lüftungskonzept, als ein Teil des projektbezogenen Energiekonzeptes, ist zu erstellen. Das Lüftungskonzept stellt das Planungsergebnis unter Berücksichtigung und Abwägung von maschineller und natürlicher freier Lüftung (z. B. über Fenster, Schächte) dar.

Ungeachtet der projektspezifischen Untersuchung und Klärung, ob zur Erfüllung der raumlufthygienischen Anforderung der Einsatz von Raumluftechnischen Anlagen erforderlich ist, wird in neuen Gebäuden der Einbau von Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung empfohlen. Der Vorteil ist die Beschränkung der Lüftungswärmeverluste im Hinblick auf das Ziel des klimaneutralen Gebäudebetriebes. Aus hygienischer Sicht ist es sinnvoll, dauerhaft genutzte Aufenthaltsräume für mehr als 2 Personen (Gruppenbüros, Besprechungs-/Unterrichtsräume ...) mit mechanischen Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung zu belüften. Gegenüber der reinen Fensterlüftung können mechanische Lüftungsanlagen effektiv die erforderliche Luftqualität in Aufenthaltsräumen dauerhaft garantieren und durch Nachtlüftung einen sinnvollen Beitrag zum sommerlichen Wärmeschutz leisten. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einer Nachrüstung von Kühlung in Lüftungsgeräten, um Gebäude an künftige Klimaänderungen anpassen zu können.

Der Energieaufwand der mechanischen Lüftung ist zu minimieren, insbesondere die Lüftungswärmeverluste und der Aufwand für die Luftförderung.

Hinsichtlich der Energieeffizienz ist bei der Lüftungsanlage auf Folgendes zu achten:

- Anordnung der Räume mit Lüftungsbedarf im Gebäude (Clusterbildung)
- Lage und Anzahl der Lüftungszentralen im Gebäude
- Länge des Luftkanalnetzes (kurze Netze)
- Hauptdimensionen des Luftkanalnetzes (große Kanäle)
- Art der Luftführung im Raum (Quell-, Verdrängungslüftung ...)
- Luftdichtigkeit der Luftkanäle

An der Außenfassade liegende Räume sollen, auch bei Einsatz von RLT-Anlagen, weiterhin die Möglichkeit der Fensterlüftung erhalten. In allen Räumen mit mechanischer Lüftung sind die Betriebsparameter anzuzeigen und die Bedienung, soweit raumweise Betriebsparameter verändert werden können, zu ermöglichen (Bedien- und Anzeigepanel).

In den Räumen mit Lüftungsanlage kann die Sicherstellung des sommerlichen Wärmeschutzes durch eine mechanische Nachtlüftung zusätzlich unterstützt werden.

Durch entsprechende Grundrissplanung im Vorentwurfsstadium ist sicherzustellen, dass Brandschutzklappen so weit als möglich vermieden werden können.

Auf Grund pandemiebedingter Luftqualitätsanforderungen (Lufthygiene, Reduzierung der Virenlast im Zusammenhang mit Covid-19) sollen raumlufttechnische Anlagen für die Arbeits- bzw. Personenaufenthaltsräume so errichtet werden, dass bei Bedarf eine Zuluftbefeuchtung (z. B. Dampfbefeuchtung) nachgerüstet werden kann.

### **Luftmengen/ Volumenströme**

Die Luftmengen von Lüftungsanlagen sind nur nach dem hygienisch erforderlichen Mindestluftwechsel für Personen auszulegen. Sind die Personen die bestimmende Ursache für die Verunreinigung der Raumluft, ist gemäß den Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.6 der Kohlenstoffdioxidgehalt ein anerkannter Indikator für die Bewertung der Innenraumluftqualität und soll 1000 ppm nicht übersteigen. Dies entspricht in etwa der Kategorie II der DIN EN 15251<sup>26</sup> und den Anforderungen an schadstoffarme Gebäude. Luftmengen/Volumenströme der Lüftungsanlage sollen nicht nach dem Heiz- oder Kühlbedarf der Räume berechnet werden. Die Auslegungskriterien der entsprechenden AMEV-Hinweise<sup>27</sup> sind zu beachten.

### **Lüftungsanlagen**

Lüftungsanlagen sind grundsätzlich mit energiesparenden, direktangetriebenen Ventilatoren<sup>28</sup> und hocheffizienter Wärmerückgewinnung zu errichten.

Die Lüftungsanlagen sind so zu planen und auszuführen, dass im Regelbetrieb die gesamte elektrische Leistungsaufnahme aller Lüftungsanlagen des Gebäudes die SFP<sup>29</sup>-Kategorie 3<sup>30</sup> nicht überschreitet. Dies entspricht einer spezifischen elektrischen Leistungsaufnahme von 1.250 (W\*s)/m<sup>3</sup>.

---

<sup>26</sup> DIN EN 15251: 2012-12, EN 15251: 2007 (D) Anhang B. (Normung befindet sich im Umbruch und wird zukünftig ersetzt durch DIN EN 16798-1); Hinweis zur Beachtung: DIN EN 15251 wurde im November 2018 gemäß Beschluss des CEN durch EN 16798-1 (engl. Sprachfassung) ersetzt. Der für Deutschland relevante nationale Anhang liegt zum Zeitpunkt der Einführung dieser Energierichtlinie noch nicht vor.

<sup>27</sup> AMEV RLT-Anlagenbau 2018

<sup>28</sup> EC-Motoren (electronically commutated Motor); mindestens nach Standardanforderung der EU-Ökodesign-Richtlinie

<sup>29</sup> SFP – spezifische Ventilatorleistung; Wert zur Bestimmung des Wirkungsgrades zum Lufttransport in einem System

<sup>30</sup> DIN EN 16798-3: 2017-11 Tab. 14

Zu- und Abluftanlagen sind grundsätzlich in Gebäuden des Landesbetriebs mit einer energetisch hocheffizienten Wärmerückgewinnung (WRG) auszustatten. Auch bei räumlicher Trennung von Zu- und Abluftzentralen sind Wärmerückgewinnungssysteme einzubauen<sup>31</sup>.

Zur Steuerung und Regelung sind alle Lüftungsanlagen mit mindestens einer zeitabhängigen (IDA - C3<sup>32</sup>) Steuerung zu versehen. Lüftungsanlagen zur Belüftung von Einzel-/ Doppelbüros sollen zusätzlich mit einer belegungsabhängigen Bedarfsanforderung (IDA - C4), z. B. Präsenztaster, versehen werden. Über den Betriebszustand der Anlage soll dabei eine Betriebsanzeige Auskunft geben.

In maschinell belüfteten Bereichen mit einer hohen Personenbelegung (Seminarräume, Konferenzräume, Hörsäle ...) soll der Volumenstrom zusätzlich über Luftqualitätssensoren (IDA - C6) geregelt werden. In diesen Bereichen muss der Betriebszustand der Anlage örtlich angezeigt werden. Über eine Bedarfsanforderung im Raum soll der Volumenstrom abgeschaltet oder in eine höhere Luftwechselstufe geschaltet werden können.

Vor der Abnahme ist eine Vollständigkeits- und Funktionsprüfung<sup>33</sup> der Lüftungsanlagen durchzuführen.

### **Luftkanäle**

Für eine effiziente Belüftung ist es notwendig, die Luftverluste über das Luftkanalnetz klein zu halten. Das Luftleitungssystem muss deshalb mindestens die Dichtheitsklasse ATC 3 erreichen. Vor Inbetriebnahme ist die Luftverteilungsanlage stichprobenartig, abschnittsweise einer Dichtheitsprüfung<sup>34</sup> zu unterziehen, um die luftdichte Qualität der Ausführung zu überprüfen. Die Dichtheitsprüfung soll Bestandteil der Funktionsprüfung der Gesamtanlage sein.

Im Luftkanalnetz sind für Wartungs- und Inspektionsarbeiten ausreichend zugängliche Revisionsöffnungen vorzusehen und zu kennzeichnen. Für die Funktionsmessungen zur Abnahme sind ausreichend Messöffnungen zur Druck- und Volumenstrombestimmung vorzusehen.

## **2.5.3 Raumkühlung und -klimatisierung**

Zum Abführen der Wärmelasten sind vorzugsweise statische Kühlflächen mit Wasser bzw. Sole als Transportmedium zu verwenden. In großen Räumen mit einer hohen Personenbelegung (z.B. Hörsäle, Seminarräume, Konferenzräume ...) sind zur Raumkühlung in der Regel Kühldecken oder aktivierte Bauteile zu bevorzugen. Die Lüftungsanlage soll in diesen Fällen nur auf den notwendigen Außenluftbedarf zur Sicherstellung des hygienischen Luftwechsels ausgelegt werden. Hierdurch ist die Abführung von Kühllast durch den hygienisch erforderlichen Außenluftvolumenstrom

---

<sup>31</sup> Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020 § 64 erhebt diese Forderung nicht mehr.

<sup>32</sup> DIN EN 16798-3: 2017, Tab. 12

<sup>33</sup> VOB Teil C DIN 18379 Raumlufttechnische Anlagen Nr. 3.5

<sup>34</sup> Dichtheitsprüfung - DIN EN 12599: 2013

und die aus Behaglichkeitsgründen auf nicht weniger als 18 ° C zu kühlende Zulufttemperatur begrenzt. Nur in Ausnahmefällen sind Wärmelasten mit höheren Luftmengen abzuführen, als es der notwendige hygienische Luftwechsel für den Raum erfordert.

Eine Umluftkühlung<sup>35</sup> ist für Büroflächen und andere Aufenthaltsräume<sup>36</sup> nicht zu verwenden. In Ausnahmefällen kann sie für kleine Technikräume (z.B. mit DV-Lasten) verwendet werden.

Die notwendigen Kühllasten sind immer mit einer Kühllastberechnung zu bestimmen. Dabei ist eine Abstimmung mit den Gebäudenutzern mit dem Ziel geringerer Anschlussleistungen der DV-Technik besonders wichtig. Wenn größere Aufenthaltsräume (> 100 m<sup>2</sup>) maschinell gekühlt werden sollen, ist der Kühlbedarf immer mit einer thermischen Simulationsberechnung<sup>37</sup> zu spezifizieren. Mit der Simulationsberechnung kann gleichzeitig der sommerliche Wärmeschutz nachgewiesen werden.

Die Errichtung von Serverräumen und Rechenzentren in neuen Gebäuden ist in enger Abstimmung mit dem Nutzer zu planen. Die Betriebstemperaturen in den Räumen sind möglichst hoch anzusetzen und eine Kühlung des gesamten Raumes durch einfache Umluftkühlgeräte ist zu vermeiden. Serverräume sind keine dauerhaften Arbeitsplätze. Die Temperaturobergrenze wird deshalb von den technischen Geräten vorgegeben. Wärme soll direkt am Entstehungsort abgeführt werden (z.B. Rack-Kühlung direkt im Serverschrank).

Zur Deckung des Kältebedarfs sind immer verschiedene Varianten von Anlagenkonzepten mit möglichst hohem regenerativen Anteil zu entwickeln und zu prüfen (Nachtauskühlung, Adiabate Kühlung, Wärmepumpen zusammen mit Erdwärmesonden, Sorptionsanlage in Verbindung mit der Anwendung erneuerbarer Energien, Kompressionskälte mit bilanziellem Ausgleich durch PV-Strom ...).

Ein Schwerpunkt zur Minimierung des Energieaufwandes ist die möglichst hohe Ausnutzung der freien Kühlung. Insbesondere in Bereichen mit einem ganzjährigen Kältebedarf, wie z. B. Rechenzentren und große Serverräume, ist in der Regel eine direkte oder indirekte freie Kühlung sinnvoll.

Bei Kompressionskälte-Anlagen müssen zukunftsichere oder natürliche Kältemittel verwendet werden.<sup>38</sup>

---

<sup>35</sup> Umluftkühlung – In Räumen umgewälzte Luft mit geringem Außenluftanteil steht im Verdacht, die Ausbreitung von Infektionskrankheiten zu begünstigen.

<sup>36</sup> Aufenthaltsräume: Besprechungsräume, Seminarräume, Hörsäle, Veranstaltungsräume ...

<sup>37</sup> VDI 2078 Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation), VDI 6007 Berechnung des instationären thermischen Verhaltens von Räumen und Gebäuden

<sup>38</sup> Siehe Verfügung des FM vom 13.04.2022 (Az: 5160-0002#2022/0001-0401 4523)

Die Varianten sind mithilfe einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung<sup>39</sup> unter Beachtung der CO<sub>2</sub>-Kosten zu bewerten. Die Art der Kälteversorgung ist ein Teil des Energiekonzeptes für das geplante Gebäude.

### **Systemtemperaturen Kaltwasser**

Die Energieverluste von Kälteverteilssystemen auf Wasser-/Solebasis sind zu minimieren. Hierzu sind möglichst hohe Kaltwassertemperaturen anzustreben. Bei mehreren verschiedenen Verbrauchern (z. B. Luftkühler mit Entfeuchtung, Kühldecken ...) sind Kaltwassernetze entsprechender Temperaturen aufzubauen. Die grundsätzliche Erzeugung niedriger Vorlauftemperaturen und das nachträgliche Mischen auf die jeweilige Verbrauchertemperatur sind zu vermeiden. Die Leistungsregelungen als Temperatur- oder Mengenregelung sollen grundsätzlich kurz vor dem Verbraucher erfolgen.

Eine Vorlauftemperatur von 6 °C (Betriebstemperaturen auf der Verbraucherseite 6°C Vorlauf und 12 °C Rücklauf) ist nur für den Sonderfall einer notwendigen Entfeuchtung der Zuluft zulässig.

Bei einem ganzjährigen Kältebedarf ist die Kälteerzeugung so zu planen, dass der Einsatz der freien Kühlung möglich wird, wenn die Außentemperatur unter die Temperatur des Kaltwassers bzw. der Sole fällt.

Die Auslegungskriterien der entsprechenden AMEV-Hinweise<sup>40</sup> sind zu beachten.

## **2.5.4 Rohrleitungsnetze für Wärme-/Kälteverteilung und Nahwärme-/Nahkältenetze**

### **Hydraulischer Abgleich von Rohrnetzen**

Mit der Einregulierung und Inbetriebnahme von Heizungs-, Kälte- und Lüftungsanlagen ist zwingend ein hydraulischer Abgleich der Verteilnetze durchzuführen und zu protokollieren. Hierzu sind die Durchflüsse und Druckverluste der Rohrnetze zu berechnen. Die Rohrnetze sind zur Inbetriebnahme einzuregulieren. In kleinen Netzen ist eine statische Einregulierung mit den berechneten Werten ausreichend. Große ausgedehnte Netze sind immer mit einem dynamischen/ iterativen Verfahren einzuregulieren. Es sind entsprechende Strangreguliertventile mit Messstutzen zur Differenzdruckmessung einzubauen. Vorzugsweise sind automatischen Reguliertventile vorzusehen. Hierzu ist ein hydraulischer Abgleich durchzuführen.

### **Wärmeverteilung**

Das Rohrnetz zur Wärmeverteilung im Gebäude und dessen Dämmung sind gemäß den entsprechenden Empfehlungen der AMEV<sup>41</sup> und des GEG auszuführen. Hierbei ist insbesondere zu beachten, dass Blechverkleidungen um Rohrleitungen sowie Armaturen und Flanschverbindungen nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen. Nur in Verkehrsbereichen ist die Dämmung mit einem Mantel zu schützen. Strangarmaturen sind zugänglich zu montieren.

---

<sup>39</sup> Hinweise zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (WU) im Rahmen der Erstellung von Energiekonzepten für LBB-Gebäude/Liegenschaften

<sup>40</sup> AMEV Kälte 2017 Abschnitt 5.1

<sup>41</sup> AMEV Wärmeversorgungsanlagen 2021



### **Kälteverteilung**

Kaltwasser- und Kühlwassernetze arbeiten mit einer geringeren Spreizung als Netze zur Wärmeverteilung. Hier sind entsprechend höhere Volumenströme zu transportieren. Die Hydraulik ist empfindlicher als bei Warmwassernetzen und bedarf einer besonders gründlichen Einregulierung. Kaltwassernetze mit mehr als 2 Verbrauchern an einem Netz sind immer dynamisch abzugleichen. Stell- und Regelungsorgane im Netz sollen eine hohe Ventilautorität (von 0,5 bis 0,6) besitzen.

Alle Kaltwasserleitungen, Armaturen und Pumpen sind mit einer hochwertigen, diffusionsdichten, für den Einbauort geeigneten Dämmung zu versehen. Die Mindestdämmstärke findet sich in der **Anlage 7** zur Richtlinie. Nur in Verkehrsbereichen ist die Dämmung mit einer Verkleidung zu schützen.

### **Nahwärme- und Nahkältenetze**

Bei Netzen zur Verteilung von Wärme und Kälte zur Versorgung mehrerer Gebäude einer Liegenschaft aus einer Energiezentrale ist entweder ein direktes oder ein indirektes Übergabesystem an das Gebäude im jeweiligen Netz vorzusehen. Unterschiedliche/gemischte Übergabearten sind zu vermeiden.

Um die transportierten Wassermengen zu minimieren sind möglichst große Spreizungen zu planen. Die Rücklauftemperaturen in Nahwärmenetzen müssen der Wärmeerzeugertechnik entsprechen (z.B. Rücklauftemperaturbegrenzung bei BHKW-Anlagen). Die Dämmdicke ist entsprechend des Temperaturniveaus wirtschaftlich zu optimieren.

Im Rahmen der Erd- oder Kanalverlegung von Nahwärme- und Nahkältenetzen sind bei entsprechendem Bedarf Netzwirkkabel für MSR-Technik, Gebäudeautomation und andere IT-Anwendungen in der gleichen Leitungstrasse zu verlegen.

## **2.5.5 Gebäudeautomation, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik**

### **Gebäudeautomation**

Im Rahmen der Entwurfsplanung ist zusammen mit dem Nutzer ein Bedienkonzept für die technischen Anlagen des Gebäudes aufzustellen. Die Anlagen der Gebäudeautomation, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sollen mindestens die Energieeffizienzklasse B gemäß DIN EN 15232-1: 2017-12 erreichen.

Zur Vereinfachung der Bedienung und zur Sicherung eines effizienten Betriebes soll in Gebäuden, die größer als ca. 1.000m<sup>2</sup> NRF sind und in denen mindestens 3 Anlagen der Versorgungs- und Elektrotechnik mit Steuerungs-, und Regelungsfunktionen geplant sind, die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik als eigenes Gewerk<sup>42</sup> geplant und ausgeführt werden.

---

<sup>42</sup> VOB Teil C DIN 18386 Gebäudeautomation

Davon ausgenommen sind gerätespezifische Anlagen- und Gerätesteuern (z. B. Heizbrenner, Kältemaschinensteuerung usw.) und sicherheitstechnische Anlagen (z. B. Brandmeldeanlagen, Notbeleuchtungsanlagen ...).

Bei Gebäuden mit höherer technischer Ausstattung (komplexe und umfangreiche betriebstechnische Anlagen), welche größer als ca. 5.000 m<sup>2</sup> NRF sind, ist im Hinblick auf gute Bedienbarkeit und zuverlässigen, wirtschaftlichen Gebäudebetrieb eine Management- und Bedieneinrichtung (Leitebene) erforderlich. Mithilfe der zur Verfügung stehenden Bedien- und Dokumentationsfunktionen der Leitebene kann die Inbetriebnahme und der Regelbetrieb des Gebäudes im Rahmen des Bedienkonzeptes sicher durchgeführt werden.

### **Raumautomation**

Große Gebäude mit stark voneinander abweichenden Nutzungsanforderungen an Heizen, Kühlen und Beleuchten in den Räumen können mit Raumautomationsanlagen ausgerüstet werden. Bei der Aufstellung des Bedienkonzeptes für das Gebäude ist zu prüfen, ob der Einbau von Raumautomationsanlagen durch eine Effizienz- oder notwendige Komfortsteigerung begründet werden kann. Eine Raumautomation kann dabei auch für einzelne Bereiche oder Räume eingesetzt werden.

Wenn eine Raumautomation vorgesehen ist, sind alle im Raum vorhandenen Schalt-, Steuer- und Regelfunktionen auf das Raumautomationssystem aufzuschalten. Bei einer vorhandenen Gebäudeautomationsleitebene sind die Raumautomationsanlagen auf diese Leitebene aufzuschalten.

### **Messtechnik**

Mit der Entwurfsplanung ist abhängig von der Gebäudegröße ein Zählerkonzept aufzustellen und mit dem Competence Center Energiemanagement abzustimmen.

Bei Neubauten sind mindestens die Grundversorgungszähler<sup>43</sup> der Energie- und Medienversorger immer als Smartmeter mit einer Schnittstelle für Dritte (vorzugsweise M-Bus) ausführen zu lassen. Die Zähler werden auf das LBB-eigene Energiecontrolling-System aufgeschaltet.

In großen Gebäuden mit hohem Energiebedarf und in Gebäuden mit umfangreichen technischen Anlagen ist es für einen dauerhaft wirtschaftlichen, sicheren und gesetzeskonformen Betrieb sinnvoll, neben den Grundversorgungszählern auch Unterzähler und weitere Messeinrichtungen für Gebäudebereiche oder wichtige betriebstechnische Anlagen zu installieren.

Weitere Hinweise siehe Kapitel 1.2.8.

---

<sup>43</sup> Strom, Gas, Fernwärme, Wasser

## 2.5.6 Elektrische Versorgung und Beleuchtung

### **Elektrische Versorgung**

Auch die Umwandlungsverluste einer Transformatorenanlage (Trafo) tragen zur CO<sub>2</sub>-Bilanz einer Liegenschaft bei. Bei Stromversorgung einer Liegenschaft aus der Mittelspannungsebene mit einer eigenen Transformatorenanlage ist die Anlage verlustarm zu dimensionieren. Hierzu ist die gesamte Betriebsweise der Trafoanlage mit den jeweiligen Zeitanteilen des liegenschaftsspezifischen Lastganges bei der Ermittlung der Verluste<sup>44</sup> zu berücksichtigen, d.h. sowohl die Schwachlast- und Leerlaufverluste wie auch die Verluste bei einem hohen Belastungsgrad sind in ihrer Gesamtheit zu bilanzieren und zu minimieren.

Bei Transformatorenanlagen mit mehreren Trafos im Parallelbetrieb ist zu prüfen, ob eine mittelspannungsseitige Abschaltung einzelner Trafos, zur Reduzierung der Leerlaufverluste im Schwachlastbetrieb, wirtschaftlich umsetzbar ist. Die Auslegungskriterien der entsprechenden AMEV-Hinweise<sup>45</sup> sind zu beachten.

Der Strombedarf der haustechnischen Anlagenkomponenten ist zu minimieren; hierbei sind in erster Linie Pumpen und Ventilatoren nach besonderen Energieeffizienzkriterien auszuwählen (mindestens die Energieeffizienz-Klasse A).

In neuen Gebäuden sollen nur noch effiziente Bürogeräte betrieben und bei der Dimensionierung der Stromlast berücksichtigt werden. Hierzu ist eine Abstimmung mit dem Nutzer herbeizuführen.

### **Beleuchtung**

Bei der Beleuchtungsplanung ist bei einem Standardbüro immer ein arbeitsbereichsbezogenes Beleuchtungskonzept zu wählen. Hierbei werden zwischen dem Arbeitsbereich und dem Umgebungsbereich verschiedene Lichtzonen geschaffen. Die Arbeitsplätze sind vorzugsweise so zu platzieren, dass ein hoher Tageslichtanteil möglich ist. Die Leuchten sind möglichst als Direktbeleuchtung auszuführen. Bei Ausführung als gemischte Direkt-/ Indirektbeleuchtung soll der indirekte Anteil 25 % nicht überschreiten.

Für die Beleuchtung von neuen Gebäuden sind grundsätzlich LED-Leuchten zu verwenden. Die Lichtausbeute der eingesetzten LED-Leuchten darf 100 lm/W nicht unterschreiten.

Der Einsatz von Präsenzmeldern und tageslichtabhängigen Steuerungen wird grundsätzlich bei gegebener Wirtschaftlichkeit befürwortet. Die Einsatzbereiche sind jedoch individuell für jedes Bauvorhaben zu prüfen.

Die Auslegungskriterien der entsprechenden AMEV-Hinweise<sup>46</sup> sind zu beachten.

---

<sup>44</sup> Bei Transformatoren treten immer Magnetisierungsverluste (Eisenverluste) und ohmsche Widerstandsverluste (Kupferverluste) mit verschiedenen Anteilen je nach Belastung auf.

<sup>45</sup> AMEV EltAnlagen 2020

<sup>46</sup> AMEV Beleuchtung 2019 sowie 1. und 2. Ergänzung zur Beleuchtung 2019 sowie Wirtschaftlichkeitsberechnung Beleuchtungsaustausch.

## 2.5.7 Photovoltaik

Zur Unterstützung des Planungszieles einer CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudebilanz ist ein neues Gebäude in der Regel mit einer Photovoltaikanlage auszurüsten. Neben der klassischen Nutzung von Dächern ist auch verstärkt die Möglichkeit, Photovoltaikmodule in die Fassade zu integrieren, zu prüfen. Auch die Flächennutzung von Nebengebäuden oder überdachten Stellplätzen ist in die Überlegung einzubeziehen.

Die Anlagengröße der Photovoltaikanlage ist am Eigenstrombedarf des neuen Gebäudes auszurichten. Dabei sind auch andere Eigenstromerzeugungsanlagen, z. B. Kraftwärmekopplungsanlagen, zu berücksichtigen. Hinsichtlich des Zählerbedarfs für die Eigenstromerzeugungsanlagen wird auf Kap. 1.2.8 verwiesen.

Die Anlage kann planerisch um zusätzliche Flächen erweitert werden, wenn der Strom zur Selbstnutzung direkt innerhalb der Liegenschaft gespeichert oder anderweitig gebraucht wird (z. B. E-Mobilität, siehe Kapitel 1.2). Auf die korrekte differenzierte Anrechnung beim GEG-Nachweis ist zu achten.

Weitere Photovoltaikflächen können sich aus dem Gebäude-Energiekonzept ergeben. Zum Erreichen einer neutralen CO<sub>2</sub>-Jahresbilanz wird hier der selbst erzeugte Strom zusammen mit der Jahresheizwärme bilanziert. Der nicht im Gebäude verbrauchte und ins Netz eingespeiste PV-Stromüberschuss kann durch eine Erweiterung des Jahresbilanzkreises die Gebäude-CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Wärmeerzeugung ausgleichen und damit den Nachweis der Klimaneutralität erleichtern.

Die Auslegung der Photovoltaikanlage und die Auswahl der Komponenten ist mit der Leitstelle Regenerative Energien abzustimmen.

## 2.5.8 Bedienungs-, Instandhaltungs- und Wartungsfreundlichkeit

Das Erreichen und Aufrechterhalten einer angemessenen Qualität der Technischen Gebäudeausrüstung ist eine wesentliche Grundlage für die Sicherstellung eines planmäßigen Gebäudebetriebs.

Die Zugänglichkeit sowie Bedien- und Instandhaltungsfreundlichkeit beeinflusst die Nutzbarkeit des Gebäudes und unterstützt eine unmittelbare Einflussnahme auf Aufwand und Nutzen des Betriebs haustechnischer Anlagen.

Ziel ist es, die TGA so zu planen und umzusetzen, dass anfallende Arbeiten zur Bedienung und Instandhaltung unter guten Bedingungen mit geringem Aufwand und geringer Nutzerbeeinträchtigung durchgeführt werden können und die Einstellung und Überwachung der Anlagen leicht möglich ist.

Insbesondere ist zu beachten, inwieweit die Art, die bauliche An- und Einordnung sowie die Zugänglichkeit der Anlagen und ihrer Komponenten einerseits eine Inbetriebnahme, Einregulierung, Einstellung, Überwachung und Entstörung (Bedienung) und andererseits die Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung (Instandhaltung) ermöglicht oder erleichtert.

### 3 Anforderungen bei Gebäudesanierung

Der Weg zum Ziel der klimaneutralen Landesverwaltung 2030 im Gebäudesektor führt über die Sanierung des Gebäudebestandes. Um das Ziel klimaneutraler Gebäude im Betrieb zu erreichen, ist im Gebäudebestand neben Energiesparmaßnahmen und einem verstärkten Ausbau der Photovoltaik eine schrittweise Dekarbonisierung in Landesliegenschaften erforderlich. Das gilt insbesondere für die Wärmeversorgung, deren Beheizungsstruktur bisher überwiegend durch Gas- oder in wenigen Fällen noch durch Heizkessel dominiert wird. Dabei, und unter Hinweis auf die Festlegung gemäß Kapitel 1.1, gilt es die folgenden Anforderungen zu beachten und umzusetzen.

#### 3.1 Energieeffizienz und Nutzung von erneuerbaren Energien

Bei energetischen Sanierungsmaßnahmen im Bestand, bei denen in einem zeitlichen Zusammenhang von nicht mehr als 4 Jahren die Heizungsanlage modernisiert und mehr als 20 % der Gebäudehülle renoviert werden,

- soll anschließend der Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes  $Q_p$  maximal 55 Prozent des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes betragen
- ist zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs die Nutzung von erneuerbaren Energien in einem Umfang von mindestens 75 Prozent anzustreben.

#### 3.2 Allgemeine Hinweise

Das systematische Erfassen und Beobachten des Energieverbrauchs der Bestandsgebäude hat für eine wirtschaftliche Betriebsführung besondere Bedeutung. Jährliche Energiebetriebskosten über 100.000 € rechtfertigen in der Regel den wirtschaftlichen Einsatz eines automatisierten Energiecontrollingsystems (fernauslesbare Energiezähler, Energiecontrollingsoftware, Anwenderschulung), um die Einsparpotenziale sichtbar zu machen und mögliche fehlerhafte Betriebszustände rechtzeitig zu erkennen und zu beseitigen.

Eine Erhöhung des Primärenergiebedarfs der Gebäude durch eine Änderung der Gebäudebauteile oder der betriebstechnischen Gebäudeanlagen ist nicht erlaubt. Die Erhöhung des Primärenergiebedarfs durch einen notwendigen Einbau von zusätzlichen betriebstechnischen Gebäudeanlagen soll durch Maßnahmen zur Einsparung des Primärenergiebedarfs in dem betroffenen Gebäude kompensiert werden.

Die Sanierung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik in Bestandsgebäuden muss grundsätzlich auf der Grundlage eines Gesamtanierungskonzeptes geplant werden, das alle Aspekte der Gebäudeenergieeffizienz, der Nutzung erneuerbarer Energien und einer deutlichen Reduzierung der durch die Gebäudenutzung bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt. Wenn die bauliche Umsetzung der einzelnen, aufeinander abgestimmten Energieeffizienzmaßnahmen nicht im Rahmen einer umfassenden Sanierungs-Baumaßnahme realisiert werden kann, sollen die einzelnen Maßnahmen in einem Zeitraum von bis zu 4 Jahren nacheinander stattfin-

den. Die Planung der Ausgaben für den Bauunterhalt muss daher immer vorausschauend erfolgen, so dass neben den bereits bekannten Gebäudemängeln die zusätzlichen Energieeffizienzmaßnahmen berücksichtigt werden. Bei der Sanierungsplanung sind die Ergebnisse der regelmäßigen Wartungs- und Inspektionsprotokolle zu berücksichtigen.

Wenn aufgrund von erkennbaren Mängeln ein Bauteil der Gebäudehülle saniert oder erneuert werden soll, ist grundsätzlich zu prüfen, ob auch die übrigen Bauteile entsprechend den einzelnen Vorgaben dieser Richtlinie energetisch ertüchtigt werden können.

Im Rahmen der Sanierung der Gebäudehülle ist gleichzeitig eine vorgezogene Erneuerung der Heizungsanlage abzuwägen, so dass die Leistung der Heizungsanlage an den neuen Bedarf angepasst werden kann. Heizungsanlagen müssen dann erneuert werden, wenn die vorhandenen Gas- oder Heizölkessel ihre rechnerische Nutzungsdauer gemäß VDI 2067 erreicht haben, oder wenn aufgrund des technischen Zustandes der Heizungskessel erkennbar ist, dass die Kessel in den nächsten 1-3 Jahren voraussichtlich erneuert werden müssen.

Heizungsanlagen, die älter als 25 Jahre sind, oder die mit fossilen Energieträgern betrieben werden, sollen grundsätzlich mit dem Ziel der Erhöhung des regenerativen Anteils der Wärmeversorgung auf 100 %, jedoch mindestens 65 % nach dem Entwurf GEG 2024, kurzfristig erneuert werden.<sup>47</sup>

Bei einer geplanten Erneuerung der Heizungsanlagen muss geprüft werden, ob eine vorgezogene Sanierung der Gebäudehülle zweckmäßig ist, so dass der Wärmeenergie- und Heizleistungsbedarf sowie die Systemtemperaturen in der Heizungsanlage deutlich gesenkt werden können.

Gebäudesanierungskonzepte zur Erhöhung der Energieeffizienz und Nutzung der erneuerbaren Energien sind grundsätzlich mit dem Competence Center Energiemanagement (CC EM) abzustimmen. Ebenso ist eine Abstimmung beifolgender Einzelmaßnahmen erforderlich:

- grundlegende Renovierung im Sinne des GEG
- Anschluss an Fernwärme
- Einbau von KWK und KWKK
- Einbau von Wärmepumpen
- Einbau von Holzpellet- oder Holzhackschnittelanlagen
- Ersatz von Heizöl- und Gaskesseln
- Nutzung der Erneuerbaren Energien für die Wärme-/Kältebereitstellung
- Erneuerung der maschinellen Kühlung ab 100 kW Gesamtkälteleistung im Gebäude
- Nachträglicher Einbau der maschinellen Kühlung im Bestand ab 50 kW Kälteleistung

---

<sup>47</sup> s. Kapitel 3.1

- Erneuerung von Wärmeerzeugern ab 400 kW Gesamtwärmeleistung der Heizungsanlage

Der letzte Punkt betrifft besonders Heizungsanlagen mit mehreren Wärmeerzeugern und Liegenschaften mit Nahwärme.

Im Rahmen der Erstellung von energetischen Gebäudesanierungskonzepten ist mit dem CC EM zu klären, ob das betreffende Gebäude bzw. die Gesamtliegenschaft für ein Energiespar-Contracting geeignet ist.

### 3.3 Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle

Wenn technisch und wirtschaftlich möglich, sollen die Bauteile der Gebäudehülle bei energetischen Sanierungen analog der Bauteile bei Neubauten ausgeführt werden. Mindestens sind die Vorgaben gemäß der **Anlage 8** zu realisieren. Nur wenn dies nachgewiesenermaßen baulich nicht realisierbar ist, darf auf das bestmögliche Niveau abgewichen werden.

Bei denkmalgeschützten Gebäuden und besonders erhaltungswürdigen Fassaden sind im Rahmen einer energetischen Ertüchtigung der Gebäudehülle die denkmalpflegerischen Anforderungen zu beachten. Neben der Berücksichtigung der erhaltenswerten Bausubstanz ist auch die bauphysikalische Verträglichkeit der geplanten Einzelmaßnahmen zu klären. Bei umfangreichen Sanierungsmaßnahmen soll ein „Energieberater für Baudenkmal“<sup>48</sup> eingebunden werden. Zur Verbesserung des Wärmeschutzes von erhaltenswerten Fassaden soll vermehrt auch Innendämmung eingesetzt werden. Weitere Anhaltspunkte bei denkmalgeschützter Bausubstanz, sowohl für eine Komplettsanierung als auch für die Umsetzung von Einzelmaßnahmen, können den Vorgaben für KfW-Effizienzhaus Denkmal<sup>49</sup> entnommen werden.

Oberste Geschossdecken mit einer nicht intakten oder nicht vorhandenen Wärmedämmung über beheizten Räumen sind unabhängig von einer anstehenden Gebäudesanierung zu dämmen<sup>50</sup>. Wenn technisch machbar, soll der Wärmedurchgangskoeffizient dem Wert gemäß **Anlage 8** entsprechen.

Insbesondere bei der Verbesserung des Wärmeschutzes an Bestandsbauteilen ist es wichtig, mögliche Einflüsse aus eventuell heute nicht mehr gebräuchlichen Konstruktionsarten zu beachten. Auch können besonders bei der Anwendung von Innendämmungen Wechselwirkungen zwischen gedämmten und nicht dämmbaren Bereichen entstehen. Deshalb sind bei nicht eindeutigen Konstruktionen feuchteschutztechnische Betrachtungen im Zusammenhang mit Wärmebrückenberechnungen anzustellen.

---

<sup>48</sup> Sachverständige Energieberater für Baudenkmal und erhaltenswerte Bausubstanz für die KfW-Programme zur energetischen Sanierung. Die Anforderungen an die Zusatzqualifikation „Energieberater für Baudenkmal“ wurden in Kooperation mit dem Bundesministerium für Wirtschaft (BMWI), der KfW, der Vereinigung der Landesdenkmalämter (VDL) sowie der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (WTA) entwickelt.

<sup>49</sup> Anlage zu den Merkblättern Energieeffizient Bauen und Sanieren Nichtwohngebäude; Technische Mindestanforderungen, Stand: 01.01.2020; Bestellnummer: 600 000 3418

<sup>50</sup> GEG § 47 Absatz 1 und 2



## 3.4 Gebäudetechnische Anlagen

Wenn technisch und wirtschaftlich möglich, sind bei der Sanierung, Erneuerung, Erweiterung oder beim Einbau von zusätzlichen betriebstechnischen Anlagen in bestehenden Gebäuden die Anforderung aus dem Kapitel 2.5. zu beachten. Ziel ist auch hierbei die Minimierung des Energiebedarfs von Gebäuden bei gleichzeitiger Sicherstellung der thermischen Behaglichkeit und der Vermeidung von Bauschäden.

Ergänzend dazu wird Folgendes festgelegt:

### **Wärmeversorgung**

Vorrangig sind, wie bei Neubauten, grundsätzlich die erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung zu verwenden.

Zur Abdeckung des Spitzenlastbedarfs in Bestandgebäuden ist bei der Erneuerung von Wärmeversorgungsanlagen auch auf regenerative Energieträger zurück zu greifen. Dabei sind die regelungstechnischen Optimierungen und Speichermöglichkeiten zur zeitlichen Verschiebung von Lastspitzen zu berücksichtigen.

Kessel mit fossilen Brennstoffen sind nur nach eingehender Prüfung zur Sicherstellung der Wärmeversorgung in Gebäuden/ Liegenschaften mit erhöhten Sicherheitsanforderungen an den Betrieb zulässig.

Bei entsprechenden baulichen Voraussetzungen sind die Systemtemperaturen in Verbindung mit einem hydraulischen Abgleich und gegebenenfalls mit einem Austausch von einzelnen Heizkörpern in kritischen Räumen so weit abzusenken, dass die Gebäudebeheizung durch eine Wärmepumpe, gegebenenfalls in Kombination mit einem mit regenerativen Brennstoffen betriebenen Spitzenlast-Kessel, erfolgen kann.

Ein hydraulischer Abgleich des Heizungsverteilnetzes ist bei Erneuerung der Heizungsanlage in jedem Fall durchzuführen. Dies gilt aus Optimierungsgründen auch dann, wenn keine Änderungs- oder Sanierungsmaßnahmen stattfinden.

Bei Sanierung wesentlicher Heizungskomponenten und bei Änderungen an der Gebäudehülle ist die Heizlast des Gesamtgebäudes neu zu bestimmen. Die Heizungsanlage ist dem tatsächlichen Wärmebedarf anzupassen.

Beim Austausch von Pumpen ist die Pumpenleistung an den tatsächlichen Wärmebedarf des Gebäudes anzupassen; ein Austausch 1:1 ist zu vermeiden.

### **Kraft-Wärme-Kopplung (Blockheizkraftwerke BHKW)**

In Gebäuden mit einer thermischen Grundlast ab ca. 100 kW und einem hohen Strombedarf ist zu prüfen, ob die Einbindung eines BHKWs technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist.

### **Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung**

Im Rahmen einer Gebäude-Generalsanierung ist grundsätzlich zu prüfen, ob zur Beschränkung von Lüftungswärmeverlusten im Hinblick auf das Ziel des klimaneutralen Gebäudebetriebes der Einbau von Lüftungsanlagen mit effizienter Wärmerückgewinnung baulich möglich ist. Ungeachtet dessen ist projektspezifisch zu untersuchen und zu

klären, ob zur Erfüllung der raumlufthygienischen Anforderung der Einsatz von raumluftechnischen Anlagen grundsätzlich erforderlich ist.

Bei Änderungen/ Sanierungen bestehender Lüftungsanlagen sind die Verbesserungsvorschläge als Ergebnis der energetischen Inspektion von Klimaanlage<sup>51</sup> bei der Instandsetzung von Lüftungsanlagen umzusetzen.

### **Regelung/ Gebäudeautomation**

Die Sollwerte, Nutzungszeiten und Regelgrößen der Heizungs- und Lüftungsregelung sind nach Sanierungen wesentlicher Anlagenkomponenten zu überprüfen, ggf. zu optimieren und in einem Protokoll festzuhalten. Wenn die technische Lebensdauer der Regelungs-/ Gebäudeautomationskomponenten erreicht bzw. annähernd erreicht wird, ist das Sanierungskonzept um diese Komponenten zu erweitern.

Bei Gebäuden mit höherer technischer Ausstattung (komplexe und umfangreiche betriebstechnische Anlagen), welche größer als ca. 5.000 m<sup>2</sup> NRF sind und bisher keine Leitebene haben, ist in Abstimmung mit dem Nutzer zu prüfen, ob die Möglichkeit besteht, zusätzlich eine Management- und Bedieneinrichtung für die Gebäudeleittechnik (GLT) zu errichten.

Besonders bei Anbauten oder Neubauten in bestehenden Liegenschaften soll geprüft werden, ob eine Management- und Bedieneinrichtung für alle Bereiche der Liegenschaft wirtschaftlich errichtet werden kann. Eine Abstimmung mit dem Nutzer und die Erstellung eines Bedienkonzeptes für die Anlagen der Liegenschaft ist hierbei Voraussetzung.

### **Raumkühlung**

Ein nachträglicher Einbau einer aktiven Kühlung mittels herkömmlicher Kompressionskälteanlagen ist zu vermeiden. Nur in begründeten Ausnahmefällen ist dies zulässig, z. B. auf Grund von Nutzungsänderungen oder unzumutbaren Arbeitsbedingungen, wenn passive Maßnahmen baulich nicht möglich oder unwirtschaftlich sind. Der zusätzliche Strombedarf ist dann durch Ausgleichsmaßnahmen, z. B. PV-Anlagen, CO<sub>2</sub>-neutral zu kompensieren. Zukunftssichere oder natürliche Kältemittel sind zu verwenden. Die Auslegungskriterien der entsprechenden AMEV-Hinweise<sup>52</sup> sind zu beachten.

### **Minimierung des Strombedarfs der Haustechnik und der Beleuchtung**

Ein Austausch von bestehender funktionstüchtiger T5/EVG-Beleuchtung gegen LED-Technik ist in der Regel nicht wirtschaftlich. Ein Einbau von LED-Leuchtmitteln in bestehende Fassungen von Leuchtstofflampen (Retrofit), ausgenommen Kompaktleuchtstofflampen mit Lampensockel E14 und E27, wird nicht empfohlen.

---

<sup>51</sup> GEG Teil 4, Abschnitt 3

<sup>52</sup> AMEV Kälte 2017

## Anlage 1 Inhalt Energiekonzept bei LBB-/Landesbaumaßnahmen

Das Energiekonzept behandelt zusammenfassend die geplante Lösung zu folgenden Aspekten:

<b>Grundsätze</b>	<b>Energiebedarf minimieren</b>	<b>Energiebedarf optimieren</b>
<p><b>Heizung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeverluste vermeiden</li> <li>• effizient Wärme erzeugen</li> <li>• regenerative Wärmeversorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A/V-Verhältnis</li> <li>• solare Warmegewinne</li> <li>• baulicher Wärmeschutz/U-Werte</li> <li>• Wärmebrücken</li> <li>• Luftdichtigkeit</li> <li>• Wärmerückgewinnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeenergieträger</li> <li>• Nutzung regenerativer Energien</li> <li>• Fernwärme</li> <li>• Wärmeerzeugungsanlage</li> <li>• Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>• Wärmeübergabe</li> <li>• Systemtemperaturen Heizungsanlage</li> <li>• Warmwasserbereitung</li> </ul>
<p><b>Kühlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überhitzung vermeiden</li> <li>• Kompressionskälteanlagen vermeiden</li> <li>• effizient Kälte erzeugen</li> <li>• natürliche Kältemittel</li> <li>• regenerative Kälteversorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fensterflächenanteile begrenzen</li> <li>• außenliegender Sonnenschutz</li> <li>• unverdeckte Speichermassen</li> <li>• Minimierung innerer Wärmelasten</li> <li>• mechanisch gekühlte Flächen begrenzen</li> <li>• Lage der gekühlten Räume</li> <li>• möglichst hohe Betriebstemperaturen in Serverräumen</li> <li>• Temperaturen in Aufenthaltsräumen gleitend mit der Außentemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachtlüftung</li> <li>• freie Kühlung</li> <li>• adiabate Kühlung</li> <li>• Nutzung regenerativer Energien</li> <li>• Fernkälte</li> <li>• Kälteerzeugungsanlage</li> <li>• Bauteilaktivierung</li> <li>• Kälteübergabe und effizientes Abführen der Wärmelasten</li> <li>• Systemtemperaturen Kühlmedium</li> </ul>
<p><b>Lüftung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürlich lüften</li> <li>• Möglichkeit der Querlüftung</li> <li>• hocheffizient mechanisch lüften</li> <li>• Luftgeschwindigkeiten</li> <li>• Luftfeuchte</li> <li>• Raumluftqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfang der mechanischen Lüftung</li> <li>• Fensterlüftung außerhalb der Heizperiode</li> <li>• erforderlicher Mindestluftwechsel</li> <li>• Wärmerückgewinnung</li> <li>• Feuchterückgewinnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage und Anzahl der Lüftungsgeräte</li> <li>• direktangetriebene/effiziente Ventilatoren</li> <li>• Dimensionierung/Länge der Kanäle</li> <li>• Luftdichtigkeit der Luftkanäle</li> <li>• zeit-/bedarfsabhängige Regelung</li> <li>• CO<sub>2</sub>-abhängige Raumluftregelung</li> <li>• Luftführung im Raum</li> <li>• Art und Effizienz der Wärme- und Feuchterückgewinnung</li> </ul>
<p><b>Strombedarf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromverluste vermeiden</li> <li>• effiziente Stromnutzung</li> <li>• dezentrale Stromerzeugung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trafos richtig dimensionieren</li> <li>• effiziente Beleuchtung</li> <li>• effiziente Büro-/Nutzergeräte</li> <li>• effiziente Antriebe und Pumpen</li> <li>• hydraulischer Abgleich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>• Photovoltaikanlagen</li> </ul>
<p><b>Beleuchtung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Beleuchtung</li> <li>• Beleuchtung optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ausreichende Fensterflächen</li> <li>• arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung</li> <li>• Direktbeleuchtung</li> <li>• helle Oberflächen in Räumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtungstechnik/Leuchtmittel</li> <li>• Beleuchtungssteuerung</li> </ul>

## Anlage 2 Luftwechselrate ( $n_{50}$ ), Luftdurchlässigkeit ( $q_{50}$ ) bei Neubau und bei umfangreicher Sanierung der Gebäudehülle

Beschreibung	$n_{50}$ $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^3)$	$q_{50}$ $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
Gebäude ohne Lüftungsanlage	$\leq 1,5$	$\leq 2,3$
Gebäude mit Lüftungsanlage (Zuluft- und Abluftanlage, mind. 10 % Fläche belüftet)	$\leq 1,0$	$\leq 1,7$
Gebäude mit Lüftungsanlage und hocheffizienter Wärmerückgewinnung (Passivhaus/Energiegewinnhaus)	$\leq 0,6$	$\leq 1,0$

## Anlage 3 Dokumentation der energetischen Qualität

### **Dokumente der Planungsphase**

- Ergebnisse einer Abstimmung zur projektspezifischen energetischen Gebäudestandard und den Zielen vor Planungsbeginn
- Gebäude - Pläne (Grundrisse, Schnitte, Ansichten, energetisch relevante Regeldetails)
- Variantenuntersuchung Wärme- und Kälteversorgungskonzept
- Lüftungskonzept (Planungsergebnis unter Berücksichtigung und Abwägung von maschineller und natürlicher freier Lüftung), zeichnerische oder tabellarische Darstellung der Luftwechselraten zur Sicherstellung des hygienischen Luftwechsels
- Heizlastberechnung<sup>53</sup>, Auflistung der angesetzten Raumtemperaturen
- Gebäudeautomationskonzept mit Funktions-, Fließschemata oder Beschreibungen
- Wärmebrückenberechnungen, Nachweis der Gleichwertigkeit der Konstruktion zu den Musterlösungen nach DIN 4108 Beiblatt 2: 2019-06
- Nachweis sommerlicher Wärmeschutz (als thermische Simulationsrechnung<sup>54</sup>)
- Zählerkonzept zum Erfassen von Energie- und Medienverbräuchen (tabellarisch und als schematische Darstellung mit Haupt- und Unterzählungen)
- Luftdichtigkeitskonzept, zeichnerische Darstellung des Verlaufs der luftdichten Ebene im Gebäude, bei Bedarf Detaillösungen zum Anschluss der luftdichten Ebene an jeweilige Bauteile
- Nachweis der Einhaltung der Anforderungen gemäß GEG 2020 (§ 18 Gesamtenergiebedarf und § 19 Baulicher Wärmeschutz) und ein Energieausweis im Entwurf für die Genehmigungsplanung

### **Dokumente der Bau- und Inbetriebnahmephase**

- Ergebnisse der Prüfung der Dichtheit des Gebäudes<sup>55</sup>
- Pläne zur Dokumentation der Haustechnik (Strangschemata von Heizungs-, Warmwasser-, Lüftungs-, Klima, Elektrotechnikanlagen ...)
- energetisch relevante technische Datenblätter, Erklärungen oder Nachweise zu den eingebauten Baustoffen, -teilen und -produkten
- Auflistung der technischen Daten der wichtigsten Anlagenkomponenten (Nennwärmeleistung, Baujahr, Pumpen- bzw. Ventilatorleistung ...)
- Protokolle der hydraulischen Einregulierung von Kalt-, Sole- und Heizungsrohrnetzen sowie ggf. von Warmwasser und Kreislaufverbundsystemen (KVS) zur Wärmerückgewinnung

---

<sup>53</sup> DIN 12831-1: 2017-09

<sup>54</sup> VDI 2078, VDI 2067-10

<sup>55</sup> DIN EN ISO 9972: 2018-12, Anhang NA

- Dichtheitsprüfung der luftführenden Anlagenteile
- Protokoll zur Abnahmeprüfung und der zusätzlichen Funktionsmessungen<sup>56</sup> der Raumluftechnischen Anlagen
- Protokoll der Funktionsprüfung Gebäudeautomation, Funktionslisten, Funktionsbeschreibung<sup>57</sup>
- Dokumentation der Einstellungen und Parameter der Beleuchtungssteuerung und -regelung
- Dokumentation der Einstellungen und Parameter der Steuerung des Sonnenschutzes
- Energielabel nach Öko-Designrichtlinie<sup>58</sup> zur Effizienz der Heizungs- und Lüftungsanlagen
- Zählerstruktur zum Erfassen von Energie- und Medienverbräuchen (tabellarisch und als schematische Darstellung mit Haupt- und Unterzählungen)
- Unternehmererklärungen über Änderungen von Außenbauteilen und Geschosdecken (GEG §96 Abs.1 Nr. 1-2)
- Unternehmererklärungen bezüglich des Einbaus und der Ausstattung des Gebäudes mit technischen Anlagen (GEG §96 Abs.1 Nr. 3-8)
- Veröffentlichter Wert des Primärenergiefaktors des Fernwärmeversorgungs-Unternehmers (GEG §22 Abs.2)
- Auf den endgültigen Stand der Ausführung fortgeschriebener Energieausweis, gegebenenfalls ein Bauteilnachweis bei Änderung der Bauteile im Bestand oder bei zu errichtenden Gebäuden entsprechend § 104 des GEG, mit einer ausführlichen Dokumentation der Berechnungsansätze (Flächen, Zonen, Nutzungen, Nachweis der U-Werte, insbesondere auch der Fenster/ Vorhangfassade, technische Anlagen)
- Erfüllungserklärung des Eigentümers (GEG § 92)
- Nachweise der Einhaltung der über die gesetzlichen Anforderungen erweiterten energetischen Vorgaben nach dieser LBB-Richtlinie, z. B. bezüglich der Nutzung der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs
- Ergebnis der Bewertung der Klimaneutralität des Gebäudebetriebes mit Passivhaus-Projektierungspaket auf dem endgültigen Stand der Ausführung

---

<sup>56</sup> DIN EN 12599: 2013-01

<sup>57</sup> VOB DIN 18386, Nr. 3.4.2, Nr. 3.5

<sup>58</sup> ERP 2009/125/EG, zugehörige Durchführungsverordnungen (Lots)

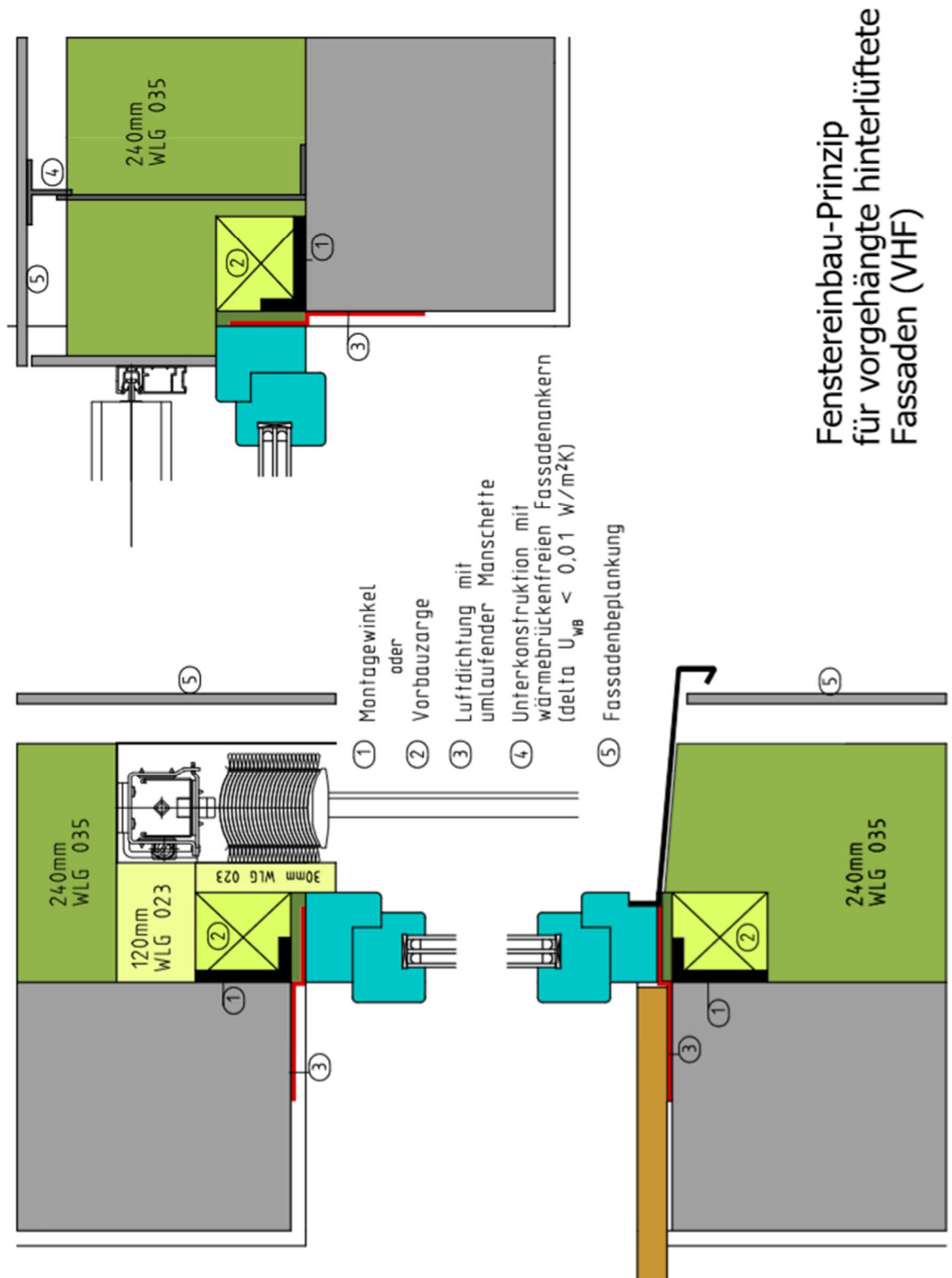
## Anlage 4 Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei **Neubau**

Bauteil	Höchst-U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K)	Ergänzende technische Hinweise
Außenwand, Steildach, Geschossdecken nach unten gegen Außenluft	≤0,14	<u>Beispielkonstruktion<sup>1)</sup></u> 25cm Stahlbetonwand (λ <sub>R</sub> =2,3 W/(m·K)) + 24 cm WLG 035
Flachdach oberste Geschossdecke	≤0,14	<u>Beispielkonstruktion<sup>1)</sup></u> 25cm Stahlbetondach (λ <sub>R</sub> =2,3 W/(m·K)) + 24cm WLG 035
Kellerdecke gegen unbeheizt, Bodenplatte	≤0,20	<sup>1)</sup> im Fußboden 8 cm WLG035 unter der BP/Decke (25 cm Stall- beton; λ <sub>R</sub> =2,3 W/(m·K)) 10 cm WLG 040
Wände gegen Erdreich	≤0,19	<u>Beispielkonstruktion<sup>1)</sup></u> 25cm Stahlbetonwand (λ <sub>R</sub> =2,3 W/(m·K)) + 18 cm WLG 035
<u>Fenster</u> Rahmen U <sub>f</sub> Verglasung U <sub>g</sub> Randverbund Ψ [W/(m·K)] Energiedurchlassgrad g Lichttransmissionsgrad Klasse der Luftdurchlässigkeit	≤0,9 ≤0,6 ≤0,030 ≤0,55 ≥ 70% 4	für ein 1-flügl. Fenster * der Größe 1,23 x 1,48 m ergibt sich für U <sub>w</sub> ≤0,80 W/(m <sup>2</sup> ·K)  (*Rahmenansichtsbreite 120mm)
Dachflächenfenster U <sub>w</sub>	≤1,00	
Außentüren U <sub>D</sub>	≤1,20	
<u>Vorhang-Fassaden</u> (Pfosten-Riegel-Fassaden) Rahmen U <sub>f</sub> Verglasung U <sub>g</sub> Randverbund Ψ [W/(m·K)] Gefach U <sub>p</sub>	≤0,90 ≤0,60 ≤0,035 ≤0,24	nur in repräsentativen Bereichen (z.B. Eingangsbereichen) zulässig  U <sub>cw</sub> (Gesamt) ≤0,80 W/(m <sup>2</sup> ·K)

### Tabelle U – Werte, Neubau

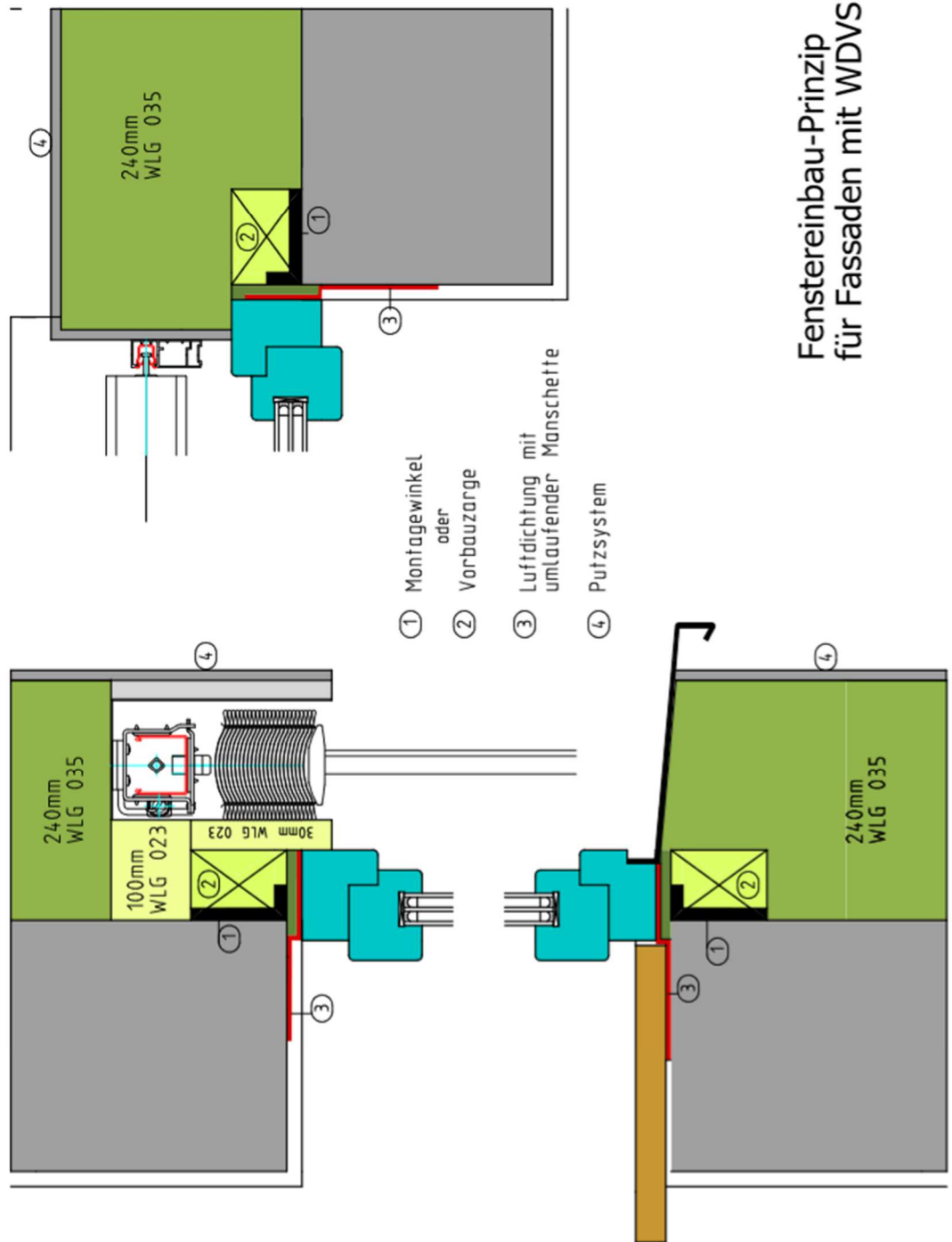
- 1) Die Angaben zu den Dämmstärken beziehen sich auf den ungestörten Regelquerschnitt ohne Berücksichtigung von Wärmebrückenanteilen.  
Die angegebenen Werte dienen nur der Orientierung und ersetzen nicht eine konkrete bauteilbezogene Berechnung gemäß DIN EN ISO 6946. Das betrifft insbesondere Konstruktionsarten, die nicht mit der hier angenommenen Stahlbetonkonstruktion übereinstimmen.  
Im Zusammenhang mit der U-Wert-Berechnung der Bauteile muss auch der feuchte-technische Nachweis gemäß DIN 4108-3 (Glaserverfahren) geführt werden.

## Anlage 5 Fenstereinbau-Prinzipien



Quelle: Landesbetrieb LBB, Competence Center Energiemanagement





## Fenstereinbau-Prinzip für Fassaden mit WDV

Quelle: Landesbetrieb LBB, Competence Center Energiemanagement

## Anlage 6 Auswahlhilfe Wärmeerzeuger und Systemtemperaturen

Beispiele für Wärmekonzepte					
Gebäudeheizlast	Gebäudeart	Wärmeerzeuger Grundlast/Mittellast	Wärmeerzeuger Spitzenlast	Anlagenbeschreibung	max. Systemtemperatur
≤ 50 kW	Neubau	Wärmepumpe	----	Flächenheizung	35/28°C
≤ 50 kW	Bestand	Wärmepumpe	----	Flächenheizung und Heizkörper	55/45°C
≤ 50 kW	Neubau/Bestand	Wärmepumpe	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≤ 50 kW	Neubau/Bestand	Pelletkessel	----	zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≤ 50 kW	Bestand	Brennstoffzelle	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	Heizkörper und zentrale WW-Bereitung	70/55°C
≤ 100 kW	Neubau	Wärmepumpe	----	Flächenheizung	35/28°C
≤ 100 kW	Bestand	Wärmepumpe	----	Flächenheizung und Heizkörper	55/45°C
≤ 100 kW	Neubau/Bestand	Wärmepumpe	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≤ 100 kW	Neubau/Bestand	Pelletkessel	----	zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≤ 100 kW	Bestand	Pelletkessel	Biogas-Brennwertkessel	CO <sub>2</sub> Reduktion durch zusätzl. Grundlast	70/55°C
≤ 100 kW	Bestand	Brennstoffzelle	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	Heizkörper und zentrale WW-Bereitung	70/55°C
≤ 400 kW	Neubau	Wärmepumpe	----	Flächenheizung	35/28°C
≤ 400 kW	Bestand	Wärmepumpe	----	Flächenheizung und Heizkörper	55/45°C
≤ 400 kW	Neubau/Bestand	Wärmepumpe	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≤ 400 kW	Neubau/Bestand	Pelletkessel	----	zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≤ 400 kW	Neubau/Bestand	Pelletkessel	Biogas-Brennwertkessel	CO <sub>2</sub> Reduktion durch zusätzl. Grundlast	80/60°C
≤ 400 kW	Neubau/Bestand	KWK	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	Neubau: Ersatzmaßnahme --> 50% Deckung BHKW	80/60°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	Wärmepumpenkaskade		i. d. R. Sole/Wasser Großwärmepumpen	60/40°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	Pellet- Mehrkesselanlage		zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	Pelletkessel	Biogas-Brennwertkessel	CO <sub>2</sub> Reduktion durch zusätzl. Grundlast	80/60°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	Wärmepumpe	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	zusätzlich WWB und Luftheizregister	70/55°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	KWK	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	Neubau: Ersatzmaßnahme --> 50% Deckung BHKW	80/60°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	KWKK	Biogas-Brennwertkessel/ Pelletkessel	Kombination BHKW und Absorptionskälteanlage	80/60°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	Biomasse	Biogas-Brennwertkessel	CO <sub>2</sub> Reduktion durch zusätzl. Grundlast	80/60°C
≥ 400 kW	Neubau/Bestand	Biomasse / KWK	Biogas-Brennwertkessel	CO <sub>2</sub> Reduktion durch zusätzl. Grundlast	80/60°C

Bei Anlagen ≥ 1 MW können zusätzliche Mittellastanlagen erforderlich werden bzw. wirtschaftlich sinnvoll sein.

Quelle: Landesbetrieb LBB, Competence Center Energiemanagement

## Anlage 7 Dämmstoffdicke Kühl- und Kaltwasserleitungen

Leitungsführung	Freie Trassenführung	Durchbrüche und Engstellen
Innen	> 12 mm	> 9 mm
Außen	> 20 mm	> 12 mm

Dicke der Dämmschicht bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K)

## Anlage 8 Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei Sanierung im **Bestand**

Bauteil	Höchst-U-Wert W/(m <sup>2</sup> ·K)	Ergänzende technische Hinweise
Dachflächen, oberste Geschossdecken	≤0,14	<u>Beispielkonstruktion<sup>1)</sup></u> 25cm Stahlbetondach (λ <sub>R</sub> =2,3 W/(m·K)) + 24 cm WLG 035
Außenwand, Geschossdecken gegen Außenluft	≤0,20	<u>Beispielkonstruktion<sup>1)</sup></u> 25cm Stahlbetonwand (λ <sub>R</sub> =2,3 W/(m·K)) +18 cm WLG 035
Außenbauteile mit Innendämmung	≤0,35	2)
Kellerdecken, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen, Wandflächen gegen Erdreich <sup>3)</sup>	≤0,25	<u>Beispielkonstruktion g. Erdreich<sup>1)</sup></u> 25cm Stahlbetonwand (λ <sub>R</sub> =2,3 W/(m·K)) +14 cm WLG 035
Außentüren	≤1,2	
<u>Fenster</u> Rahmen U <sub>f</sub> Verglasung U <sub>g</sub> Randverbund Ψ [W/(m·K)] Energiedurchlassgrad g Lichttransmissionsgrad Klasse der Luftdurchlässigkeit	≤0,9 ≤0,6 ≤0,030 ≤0,55 ≥70 % 4	für ein 1-flügl. Fenster der Größe 1,23 x 1,48 m ergibt sich für U <sub>w</sub> ≤0,80 W/(m <sup>2</sup> ·K) (*Rahmenbreite 120mm)
<u>Vorhang-Fassaden</u> (Pfosten-Riegel-Fassaden) Rahmen U <sub>f</sub> Verglasung U <sub>g</sub> Randverbund Ψ [W/(m·K)] Gefach U <sub>p</sub>	≤0,90 ≤0,60 ≤0,035 ≤0,24	nur in repräsentativen Bereichen (z.B. Eingangsbereichen) zulässig U <sub>cw</sub> (Gesamt) ≤0,80 W/(m <sup>2</sup> ·K)

**Tabelle U – Werte, Sanierung im Bestand**

1) Die Angaben zu den Dämmstärken beziehen sich auf den ungestörten Regelquerschnitt ohne Berücksichtigung von Wärmebrückenanteilen.

Die angegebenen Werte dienen nur der Orientierung und ersetzen nicht eine konkrete bauteilbezogene Berechnung gemäß DIN EN ISO 6946. Das betrifft insbesondere Konstruktionsarten, die nicht mit der hier angenommenen Stahlbetonkonstruktion übereinstimmen.

Im Zusammenhang mit der U-Wert-Berechnung der Bauteile muss auch der feuchtetechnische Nachweis gemäß DIN 4108-3 (Glaserverfahren) geführt werden.

2) Ausführung der innenliegenden Dämmschicht mit kapillaraktiven Dämmstoffen. Um eine Auffeuchtung des Bauteils zu vermeiden, ist ein geeignetes Nachweisverfahren<sup>59</sup> anzuwenden (z.B. Simulation über WUFI, Delphin, mindestens aber Berechnung über COND)

3) Hier ist eine Verbesserung des Wärmeschutzes besonders abhängig von der baulichen Situation. Für die Bauteile gegen Erdreich gilt eine Verbesserung des Wärmeschutzes nur dann als sinnvoll, wenn im Rahmen von notwendigen Trockenlegungsarbeiten die Bauteile erreichbar werden.

<sup>59</sup> DIN 4108-3: 2018-10, Anhang D.8