
Leitlinien Energieeffizientes Bauen 2011



Impressum

© copyright 01/2011

Stadt Leverkusen

Alle in dieser Broschüre veröffentlichten Texte, Tabellen und Abbildungen dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers nachgedruckt, vervielfältigt oder in elektronischen Medien publiziert werden. Zuwiderhandlungen werden vom Herausgeber rechtlich verfolgt.

Herausgeber:

Stadt Leverkusen

Fachbereich Gebäudewirtschaft

<http://www.leverkusen.de>

Inhalt

Zielsetzung und Gültigkeitsbereich	5
1. Umsetzung der Leitlinien.....	5
2. Baustoffe	6
3. Hochbau	8
A) Allgemeine Standards	8
B) Maßnahmen zur Minimierung von Transmissionswärmeverlusten	9
C) Maßnahmen zur Optimierung von solaren Wärmege- winnen	14
D) Maßnahmen zum Schutz vor Überhitzung	14
E) Maßnahmen zur Minimierung von Lüftungsverlusten.....	15
F) Maßnahmen zur Begrenzung des Stromverbrauchs	15
4. Heizungstechnik	16
A) Allgemeine Standards	16
B) Wärmeerzeugung	17
C) Wärmeverteilung	18
5. Lüftung und Klima	20
A) Allgemeine Standards	20
B) Lüftungstechnik	20
C) Klimatechnik	23
6. Sanitärtechnik	23
A) Warmwasserbereitung	23
B) Wasserverteilung.....	24
7. Elektrotechnik, Elektrogeräte	26
A) Allgemeine Standards	26
B) Beleuchtungsanlagen	27
8. Maschinelle Anlagen	28
9. Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik.....	29
A) Allgemeine Standards	29
B) Feldebene	29
C) Automatisierungsebene	30
D) Managementebene.....	30
10. Verbrauchsmessung	32



Zielsetzung und Gültigkeitsbereich

Ziel dieser Leitlinie ist es, ein umweltverträgliches und Ressourcen sparendes Errichten und Betreiben von Gebäuden zu sichern und dabei zur Entlastung des kommunalen Haushalts beizutragen.

Als Teil des „Klimaschutzprogramm Leverkusen“ wird auf kommunaler Ebene der globale Klimaschutz unterstützt, mit dem Willen unsere Lebensgrundlagen und unseren Wohlstand dauerhaft zu bewahren.

Zu berücksichtigende Nachhaltigkeitskriterien sind insbesondere die Wirtschaftlichkeit einer Baumaßnahme, Einflüsse auf die Gesundheit und die Behaglichkeit des Nutzers, die Reduzierung des Materialeinsatzes, die Minimierung des Primärenergiebedarfs, sowie die Dauerhaftigkeit und Rückbaufähigkeit der Bauteile und Konstruktionen.

Dabei wird auch eine angemessene Gestaltung gefordert, die die Identifikation der Nutzer mit ihrem Gebäude und damit den pfleglichen Umgang und den dauerhaften Fortbestand begünstigt.

Diese Leitlinien gelten für alle Neubau- und Sanierungsvorhaben des Fachbereichs Gebäudewirtschaft für die Stadt Leverkusen, sowie für alle Gebäude, die die Gebäudewirtschaft im Rahmen von PPP-Modellen für die Stadt Leverkusen begleitet.

Die Leitlinien implizieren jedoch keine Nachrüstverpflichtung für bestehende Gebäude, soweit dies nicht durch gesetzliche Vorgaben (z.B. in der Energieeinsparverordnung) festgelegt ist.

1. Umsetzung der Leitlinien

Die folgenden Leitlinien werden Grundlage aller Architekten- und Ingenieurbeauftragungen. Die Einhaltung der Leitlinien ist an drei Meilensteinen, nach Abschluss der Vorplanung, nach der Erstellung der Leistungsverzeichnisse und nach der Abnahme, mit der zugehörigen Checkliste von der Projektleitung zu überprüfen.

Von den Leitlinien kann abgewichen werden, wenn nachvollziehbar begründet wird, dass diese der Einhaltung weitergehender Normen und Richtlinien entgegenstehen, dass die Einhaltung technisch nicht sinnvoll realisierbar ist, dass Abweichungen einen wirtschaftlichen Vorteil im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung sichern oder dass gestalterisch hochwertige oder denkmalgeschützte Gebäude durch die Einhaltung entstellt würden. Bei gleichartigen Baumaßnahmen kann ein Wirtschaftlichkeitsvergleich gegebenenfalls einmal als Grundsatzuntersuchung durchgeführt werden.

Die Checklisten sind von den jeweiligen Abteilungsleitern des projektleitenden Bereichs zu unterschreiben.

Die Leitlinien ergänzen die gültigen Gesetze, Richtlinien und Normen. Sie spiegeln den aktuellen Stand der Technik wieder und müssen bei Bedarf fortgeschrieben werden.



Die Leitlinien ersetzen keine fachgerechte, projektbezogene Planung. Wirtschaftliches energieeffizientes Bauen wird insbesondere durch eine sorgfältige, abgestimmte Planung erreicht. Das Erarbeiten eines integrierten Planungsansatzes zwischen Architektur und Haustechnik ist gerade dann unerlässlich, wenn bei maximiertem Wärmeschutz und minimiertem Wärmebedarf sowie maximierter Luftdichtheit angepasste Systeme der Wärmebereitstellung, Belüftung und des Überhitzungsschutzes notwendig werden.

Daher wird von der Projektleitung möglichst schon zu Beginn der Vorplanung das vollständige Planungsteam bestehend aus dem Bauherrn, den Nutzern, dem Betriebspersonal, dem Architekten und allen Fachplanern zusammengestellt.

Voraussetzung ist ein sorgfältig abgestimmtes und genehmigtes Raumprogramm einschließlich der zugehörigen Nutzungsbedingungen (z.B. Nutzungszeiten, Personenzahl, Raumluftkonditionen).

Die Planungsziele (Kennwerte, Gebäude- und Technikkonzeption, Projektkosten) sollen vor Beginn der Vorplanung in einer Zielvereinbarung niedergelegt werden, die im weiteren Planungsverlauf fortgeschrieben wird.

Die Projektleitung muss sicherstellen, dass die Planer für das Gebäude und die technischen Anlagen eine ausführliche und allgemeinverständliche Gewerke übergreifende Nutzungs- und Betriebsanleitung anfertigen, um sicherzustellen, dass die in der Planung vorgegebenen wirtschaftlichen und energetischen Ziele auch im Gebäudebetrieb erreicht werden. Dies ist als besondere Leistung zu vereinbaren. Weiterhin muss eine ausführliche Einweisung der Nutzer erfolgen.

Mit Fertigstellung und Übergabe des Gebäudes oder der Baumaßnahme sind alle für die spätere Bauunterhaltung wichtigen bautechnischen Unterlagen zu übergeben. Die Unterlagen müssen den Stand der tatsächlichen bautechnischen Umsetzung wiedergeben. Bestandsdokumente der ausführenden Firmen sind durch die Planer / Fachplaner zu prüfen, die Richtigkeit ist durch Unterschrift zu bestätigen. Alle Unterlagen sind in Papier und Standarddateiformaten zusammenzustellen (ndw/dxf/dwg, doc, xls, pdf, jpg).

2. Baustoffe

- a) Es sind nur Baustoffe zu verwenden, die hinsichtlich Gewinnung, Transport, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung eine hohe Gesundheits- und Umweltverträglichkeit aufweisen. Insbesondere dürfen nur schadstoffarme, lösemittelarme, nicht sensibilisierend wirkende und olfaktorisch unauffällige Produkte und Materialien verwendet werden. Gebäude müssen mindestens der Kategorie „schadstoffarm“ nach Anhang C der DIN EN 15251 entsprechen.
- b) Künstliche Mineralfasern sind gegen die Innenraumluft vollständig abzudichten und haben die Freizeichnungskriterien bezogen auf die Biolöslichkeit einzuhalten (RAL GZ 388).



- c) Wenn eine Außendämmung nicht möglich ist (z.B. Denkmalschutz, hohe Gestaltqualität), soll die Möglichkeit einer Innendämmung geprüft werden. Für die Innendämmung sollen möglichst mineralische Baustoffe zum Einsatz kommen. Standard sind 120 mm kalkgebundene Mineralschaumplatten WLG 045 (gute Dämmwirkung, mittlere Kapillarität, mittleres Preisniveau) oder Calciumsilikatplatten (mittlere Dämmwirkung, hohe Kapillarität, schimmelvermeidend, hohes Preisniveau). Anschlussdetails sind von einem Bauphysiker zu planen und zu berechnen.
- d) Es sind Baustoffe vorzusehen, die mit einem geringst möglichen Einsatz und Gehalt von Formaldehyd hergestellt sind.
- e) Holzprodukte und Holzwerkstoffplatten müssen die Anforderungen des Blauen Engels (RAL UZ 38 bzw. RAL UZ 76) einhalten.
- f) Beim vorbeugenden Holzschutz sind alle konstruktiven Maßnahmen auszuschöpfen. Der Einsatz chemischer Holzschutzmittel ist auf das notwendige Maß zu beschränken. Im Innenbereich sind chemische Holzschutzmittel zu vermeiden.
- g) Holzfenster sind zur Minimierung des Bauunterhaltungsaufwandes in der Regel als Holzfenster mit Aluverkleidung auf der Außenseite oder mit einer rahmenlosen Glasverbundscheibe auszuführen (Ausnahmen sind bei Altbauten mit hoher Gestaltqualität zulässig).
- h) Die Dämmung des Blendrahmens zum Baukörper ist durch Verstopfen mit geeigneten mineralischen Dämmstoffen auszuführen. Das Einschäumen mit Montageschaum ist nicht zulässig.
- i) Bauteile aus tropischen, subtropischen oder borealen Hölzern müssen FSC-zertifiziert sein (Forest Stewardship Council, www.fsc-deutschland.de).
- j) Es sind möglichst lösungsmittelfreie Oberflächenbehandlungs-, Anstrich- und Klebstoffe zu verwenden (z.B. Pulverlackverfahren, Einbrennverfahren). Müssen lösungsmittelarme Stoffe verwandt werden, sollen diese ein Umweltzeichen für „schadstoffarm“ (z.B. RAL UZ 102, RAL UZ 12a, RAL UZ 113, www.blauer-engel.de) besitzen.
- k) Bitumenanstriche und Kleber mit dem Giscode BBP 40 (aromatenarm, gesundheitsschädlich, lösemittelhaltig) bis 70 (aromatenreich, gesundheitsschädlich, lösemittelreich) sind nicht zulässig (www.gisbau.de).
- l) Epoxidharzprodukte mit dem Giscode RE 4 (sensibilisierend, giftige Einzelkomponenten, lösemittelarm) bis 9 (sensibilisierend, krebserzeugend, lösemittelhaltig) sind nicht zulässig.
- m) Polyurethanharzprodukte mit dem Giscode PU 30 (lösemittelhaltig, gesundheitsschädlich) bis 80 (hochentzündlich) sind nicht zulässig.
- n) Spätestens vor der Anwendung hat der Auftragnehmer sämtliche zur Verwendung vorgeschlagenen Materialien, Produkte, Neben- und Hilfsprodukte sowie Bauelemente hinsichtlich ihrer Eigenschaften mit Herstellerangabe, exakter Produktbezeichnung, technischen Datenblättern und evtl. technischen Prüfbescheiden zu deklarieren. Bei wichtigen Produkten sollten diese Nachweise vor der Auftragsvergabe vorliegen.



- o) Es sind möglichst recyclinggerechte und leicht demontierbare Konstruktionen zu verwenden. Dies gilt besonders für Griffgehäuse, Fußbodenleisten, Rohre, Kanäle und Leitungen. Die Demontage- und Entsorgungskosten sind beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen.
- p) Hinsichtlich der Fassade sind, insbesondere im Bereich des Erdgeschosses, robuste Materialien zu verwenden und so der Bauunterhaltungsaufwand zu minimieren.

3. Hochbau

A) Allgemeine Standards

- a) Bei jeder Neubaumaßnahme ist zunächst zu überprüfen, ob sich der Bedarf im Bestand umsetzen lässt. Die Entscheidung für einen Neubau kann nur getroffen werden, wenn eine Umsetzung im Bestand nicht oder nicht wirtschaftlich erfolgen kann.
- b) Bei der Gestaltung von Neubauten und Freiflächen sind stadtklimatische Gesichtspunkte zu beachten (z.B. Freihalten von Kaltluftschneisen, Oberflächenentsiegelung).
- c) Bei größeren Sanierungen sowie Brandschutzsanierungen muss geprüft werden, ob anstehende energiesparende Maßnahmen mit umgesetzt werden können.
- d) Im Rahmen der Bauunterhaltung sind vorrangig bauphysikalische Schwachstellen der Gebäude zu beachten, z.B. Fenster, Türen, Außenwände, Decken, Heizkörpernischen und Windfänge.
- e) Neue städtische Gebäude haben unter dem Gebot der Wirtschaftlichkeit den Passivhausstandard anzustreben und sind entsprechend zu konzeptionieren. Es ist nach den Checklisten „Zertifizierung als qualitätsgeprüftes Passivhaus – Kriterien für Passivhäuser mit Nicht-Wohnnutzung (NiWo)“ (vgl. www.passiv.de) zu planen.

Hauptanforderungen an das Passivhaus mit Nicht-Wohnnutzung sind:

- _Energiekennwert Heizwärme $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ oder
Heizwärmelast $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$
- _Energiekennwert Nutzkälte $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- _Energiekennwert gesamte Primärenergie $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- _Luftwechselrate $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

Energiebezugsfläche ist die Netto-Nutzfläche innerhalb der thermischen Gebäudehülle berechnet nach DIN 277: Haupt- und Nebennutzflächen werden voll, Verkehrs- und Funktionsflächen zu 60 %, Flächen von Treppen, Aufzügen und Schächten werden nicht angerechnet.

Das Zusammenfassen thermisch getrennter Gebäude ist nicht zulässig. Für die Zertifizierung von Altbausanierungen oder Erweiterungsbauten muss die betrachtete Zone mindestens eine Außenwand, eine Dachfläche und eine Bodenplatte bzw. Kellerdecke



beinhalten.

Ist dieser Standard wirtschaftlich nicht erreichbar, ist dies schriftlich zu begründen.

- f) Unter dem Gebot der Wirtschaftlichkeit sind bei Sanierungen von städtischen Gebäuden Passivhauskomponenten einzusetzen.

Zur Orientierung dienen die Checklisten „Zertifizierung als Qualitätsgeprüfte Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten – EnerPHit, Anforderungen an sanierte Gebäude mit Wohnnutzung“ (vgl. www.passiv.de).

Hauptanforderungen an die Modernisierung mit Passivhauskomponenten sind:

_ Heizwärmebedarf $\leq 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ oder

Einhaltung der Anforderungen nach „EnerPHit“ an die Einzelbauteile (vgl. auch Hochbau Teil B).

_ sommerliche Behaglichkeit – Übertemperaturhäufigkeit ($> 25 \text{ °C}$): $\leq 10 \%$

_ Energiekennwert gesamte Primärenergie

$Q_P \leq 120 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a} + ((Q_H - 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})) * 1,2)$

_ Luftwechselrate

Grenzwert: $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$

Zielwert: $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

Ist dieser Standard wirtschaftlich nicht erreichbar, ist dies schriftlich zu begründen.

- g) In jedem Fall sind die Anforderungen der zum Zeitpunkt des Bauantrags gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) einzuhalten.

Wenn wirtschaftlich, ist ein verbesserter Standard anzustreben.

Der Transmissionswärmeverlust des Referenzgebäudes nach EnEV soll im allgemeinen nicht unterschritten werden.

- h) Der Nachweis des Passivhausstandards ist nach dem PHPP zu führen. Wird im Passivhausstandard geplant, ist der öffentliche rechtliche Nachweis auf Basis des PHPP zu erstellen. Dazu ist der Bauaufsicht eine schriftliche Erklärung des Nachweisberechtigten vorzulegen, dass die EnEV eingehalten wird.

- i) Es ist eine Bauleitererklärung einzureichen, die die Ausführung gemäß Bauteilnachweis, Wärmebedarfsausweis oder PHPP - Projektierung bestätigt. Abweichende Ausführungen sind zu benennen, für abweichende Produkte sind die entsprechenden Nachweise zu erbringen. Vom Gebäude sind Fotos, am besten digital, vorzulegen, die den Baufortschritt dokumentieren.

B) Maßnahmen zur Minimierung von Transmissionswärmeverlusten

- a) Das Verhältnis von Wärme übertragender Umhüllungsfläche zum Bauwerksvolumen (A/V) soll möglichst klein sein (Kompaktheit). Dabei sind besonders Verkehrsflächen, Neben- und Lufträume zu minimieren.



b) Für Passivhäuser ist der Einbau von Dreifachverglasung mit hochwärmegeprägten Rahmen Standard.

Bei Nachweisen nach PHPP und EnerPHit werden zusätzliche Anforderungen an den eingebauten Zustand gestellt. Diese Anforderungen an $U_{w, \text{eingebaut}}$ gelten als erfüllt, wenn der im PHPP-Blatt „Fenster“ ausgegebene Mittelwert über alle Fenster den unten genannten Grenzwert einhält. Ist $U_{w, \text{eingebaut}}$ für einzelne Fenster in Aufenthaltsräumen größer, so ist für diese ein Nachweis der Komfortbedingungen nach DIN EN ISO 7730 vorzulegen oder es müssen im Fensterbereich auftretende Untertemperaturen durch Heizflächen ausgeglichen werden.

Anhaltswerte für Dreischeibenverglasung:

_ für das gesamte Fensterelement: $U_w < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$; Passivhausstandard: $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

_ bei Passivhäusern: $U_{w, \text{eingebaut}} \leq 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

_ für die Verglasung: $U_g < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$; Passivhausstandard: $\leq 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

_ Gesamtenergiedurchlassgrad $g > 55\%$ (toleriert werden Werte bis 50%); bei Passivhäusern: $g * 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)} \geq U_g$

_ Lichttransmissionsgrad $\tau > 70\%$

_ Kommen Sonnenschutzverglasungen zum Einsatz, muss die Selektivitätskennzahl $S \geq 1,8$ sein ($S = \tau/g$).

c) Anhaltswerte für Zweischeibenverglasung:

_ für das gesamte Fensterelement: $U_w < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

_ für die Verglasung: $U_g < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

_ Gesamtenergiedurchlassgrad $g > 60\%$ (toleriert werden Werte bis 55%)

_ Lichttransmissionsgrad $\tau > 75\%$

d) Fenster sollen möglichst einen wärmetechnisch verbesserten Randverbund (warme Kante) aufweisen: Die Abstandshalter bestehen hier nicht aus Aluminium, sondern EDELSTAHL oder glasfaserverstärktem Kunststoff. Dadurch kann sehr wirtschaftlich eine Verbesserung des U-Werts von $0,05 - 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht werden.

e) Glasteilende Sprossen sind zu vermeiden.

f) Der Passivhausstandard kann i.d.R. nicht erreicht werden, wenn der U-Wert der opaken Außenbauteile $0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ überschreitet. Darüber hinaus gelten bei der Altbaumodernisierung nach EnerPHit gegebenenfalls weitere Anforderungen an einzelne Bauteile. Die geforderten Grenzwerte müssen dabei mindestens als Durchschnittswert eingehalten werden. Auf Teilflächen ist eine Überschreitung zulässig, wenn dies an anderer Stelle durch bessere Werte wieder vollständig ausgeglichen wird.

Bauteilkriterien nach EnerPHit:

_ Außenwand und Geschossdecke nach unten an Außenluft:

Außendämmung: $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$



Innendämmung: $U < 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Abweichung von „Passivhaus geeigneten Komponenten“)

Die Außenwanddämmung muss auf mindestens 75 % der Fläche außenliegend ausgeführt werden. Eine innenliegende Dämmung auf bis zu 25 % der Fläche ist nur gestattet, wenn eine Außendämmung baupraktisch nicht möglich, nicht erlaubt oder eindeutig unwirtschaftlich ist.

_Außenwand an Erdreich:

$$f \cdot U \leq 0,150 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

mit f: „Reduktionsfaktor Grund“ aus PHPP Blatt „Erdreich“

_Dach oder Oberste Geschossdecke:

$$U \leq 0,120 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

(Abweichung von den Kriterien für „Passivhaus geeignete Komponenten“)

_Dachterrasse:

$$U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

_Decke zum unbeheizten Keller / Bodenplatte auf Erdreich:

$$f \cdot U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

mit f: „Reduktionsfaktor Grund“ aus PHPP Blatt „Erdreich“

Da die Dämmung auf der Bodenplatte eine Innendämmung ist, muss geprüft werden, ob im Bodenaufbau problematische Feuchteanreicherungen auftreten können.

Ausnahmen:

Führt die Einhaltung des o.g. Wärmedurchgangskoeffizienten bei der Verwendung von konventionellen Dämmstoffen ($\lambda \geq 0,032 \text{ W/(mK)}$) zu lichten Raumhöhen im Keller von $< 2,00 \text{ m}$ bzw. zu einer Unterschreitung von in der geltenden Bauordnung vorgeschriebenen Raumhöhen im Erdgeschoss, so darf der o.g. Wärmedurchgangskoeffizient auf den betroffenen Teilflächen um das unbedingt notwendige Maß überschritten werden. Auch aus anderen baupraktischen Gründen (z.B. Türstürzen) darf die Dämmstärke auf das noch mögliche Maß verringert werden. Bei Wärmedurchgangskoeffizienten $\geq 0,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ muss die maximal mögliche Dämmdicke mit Dämmstoffen der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,025 \text{ W/(mK)}$ ausgeführt werden, sofern für die jeweilige Anwendung geeignete Dämmstoffe auf dem Markt verfügbar sind. In diesem Fall ist außerdem die zusätzliche Anbringung einer um die Bodenplatte umlaufenden Dämmschürze zu prüfen und gegebenenfalls auszuführen. Aus Komfortgründen müssen die Innenoberflächentemperaturen des Erdgeschoss-Fußbodens unter Auslegungsbedingungen (PHPP: Blatt „Erdreich“, „Auslegungstemperatur Erdreich für Heizlastblatt“; Raumtemperatur $20 \text{ }^\circ\text{C}$) mindestens $17 \text{ }^\circ\text{C}$ betragen.

_Kellerabgang:

Ein durchgängiger Luftraum zwischen dem beheiztem Bereich und dem unbeheizten Keller ist nicht zulässig. Es muss entweder eine im Regelfall verschlossene, luftdichte und wärmegeämmte Tür vorhanden sein, oder der Zugang zum Keller muss von außerhalb der thermischen Gebäudehülle erfolgen. Für die Umfassungsbauteile des Kellerabgangs gelten die gleichen Anforderungen wie für die Kellerdecke. Die Tür zwischen beheiztem Bereich und unbeheiztem Keller muss $U_D \leq 1,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ aufweisen.



Ausnahme:

Eine Reduktion der Dämmdicke der Umfassungsbauteile des Kellerabgangs ist zulässig, wenn sonst die Benutzbarkeit des Kellerabgangs oder der angrenzenden Räume übermäßig eingeschränkt wird.

Außentüren:

$$U_{D, \text{eingebaut}} \leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

- g) Beim Passivhausstandard resultieren aus der Forderung nach einem U-Wert der opaken Außenbauteile $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ z.B. folgende Bauteilaufbauten:

Bauteil	Baueilaufbau	Anforderungen Passivhausstandard		
		Bauteil U-Wert [W/m²K]	erforderliche Mindestdämmstärke (WLG 035) [cm]	Bauteildicke [cm]
Außenwände	Wärmedämmverbundsystem (λ_{BW} in W/(mK) der 17,5er Innenschale: 0,99)	$\leq 0,15$	≥ 22	≥ 45
	zweischalige Wände (λ_{BW} in W/(mK) der 17,5er Innenschale: 0,16 und der 11,5er Außenschale: 0,87)	$\leq 0,15$	≥ 19	≥ 52
	zweischalige Wände (λ_{BW} in W/(mK) der 24er Innenschale: 0,15 und der 11,5er Außenschale: 0,87)	$\leq 0,15$	≥ 17	≥ 57
Geneigte Dächer	Holzanteil am U-Wert für die Dachfläche: 0,1	$\leq 0,15$	≥ 28	-
	Holzanteil am U-Wert für die Dachfläche: 0,2	$\leq 0,15$	≥ 34	-
Kellerdecke	(mit 3 cm oberseitiger Trittschalldämmung WLG 045)	$\leq 0,15$	$\geq 3/20$	≥ 50

- h) In jedem Fall sind die Anforderungen der gültigen EnEV einzuhalten. Beim Referenzgebäudeverfahren sollten die Bauteilaufbauten des Referenzgebäudes, wenn wirtschaftlich, nicht unterschritten werden. Für das Referenzgebäude der EnEV 2009 ergeben sich ungefähr folgende Bauteilaufbauten:



Bauteil	Baueilaufbau	Referenzausführung für Raum-Solltemperaturen von $\geq 19^\circ \text{C}$		
		Bauteil U-Wert [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]	erforderliche Mindestdämmstärke (WLGL 035) [cm]	Bauteildicke [cm]
Außenwände	Wärmedämmverbundsystem (λ_{BW} in $\text{W}/(\text{mK})$ der 17,5er Innenschale: 0,99)	0,28	≥ 11	≥ 34
	zweischalige Wände (λ_{BW} in $\text{W}/(\text{mK})$ der 17,5er Innenschale: 0,16 und der 11,5er Außenschale: 0,87)	0,28	≥ 8	≥ 41
	zweischalige Wände (λ_{BW} in $\text{W}/(\text{mK})$ der 24er Innenschale: 0,15 und der 11,5er Außenschale: 0,87)	0,28	≥ 6	≥ 45
Geneigte Dächer	Holzanteil am U-Wert für die Dachfläche: 0,1	0,20	≥ 21	-
	Holzanteil am U-Wert für die Dachfläche: 0,2	0,20	≥ 25	-
Kellerdecke	(mit 3 cm oberseitiger Trittschalldämmung WLG 045)	0,35	$\geq 3/6$	≥ 36

- i) Passivhäuser sind grundsätzlich wärmebrückenfrei zu konstruieren.
- j) Bei Sanierungen nach EnerPHit müssen alle linearen Wärmebrücken von Regelkonstruktionen in der thermischen Gebäudehülle $\psi \leq +0,01 \text{ W}/(\text{mK})$ aufweisen, alle punktförmigen Wärmebrücken von Regelkonstruktionen in der thermischen Gebäudehülle $\chi \leq +0,04 \text{ W}/\text{K}$.
- k) Bei einer Ausführung nach EnEV ist die Konstruktion so auszuführen, dass der Aufschlag für die Wärmebrücken auf die U-Werte nach EnEV max. $0,05 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ beträgt: Einzelnachweis oder Planung nach DIN 4108 Beiblatt 2.
- l) Heizkörper hinter verglasten Flächen sind zu vermeiden. Gegebenfalls sind insbesondere bei Verbundsicherheitsglas Mindestabstände vorzusehen, da sonst Spontanbrüche nicht auszuschließen sind (Bimetalleffekt). In der Regel sind Strahlungsschirme einzubauen.



- m) Um die Temperierung optimieren zu können, sind Räume mit gleichen Nutzungszeiten möglichst zu Zonen zusammenzufassen.
- n) Ferner sind Räume mit gleichen Nutzungstemperaturen möglichst zu Zonen zusammenzufassen.

C) Maßnahmen zur Optimierung von solaren Wärmegewinnen

- a) Fensterflächen sind unter Berücksichtigung der Belange des Sichtkontaktes, der Belichtung, der Belüftung, der Absturzsicherung, des Sonnenschutzes und der Glasreinigung zu optimieren.
Bevorzugt sind Fenster nach Süden zu orientieren. Der Fensterflächenanteil der Fassade insgesamt soll im Allgemeinen zwischen 30% - 70% liegen.
- b) Soweit möglich ist Verschattungsfreiheit zu gewährleisten.

D) Maßnahmen zum Schutz vor Überhitzung

- a) Der sommerliche Wärmeschutz ist gemäß EnEV, z.B. nach DIN 4108-2, nachzuweisen.
- b) Der Passivhausstandard ist i.d.R. nicht zu erreichen, wenn transluzente Flächen in West- oder Ostorientierung ($\pm 50^\circ$) sowie transluzente Flächen mit Neigungen unter 75° gegen die Horizontale eine Fläche $> 15\%$ der dahinterliegenden Nutzfläche aufweisen. Südorientierte Fensterflächen dürfen 25% der dahinterliegenden Nutzfläche nicht überschreiten. Gegebenfalls muss ein temporärer Sonnenschutz mit einem Minderungsfaktor von mind. 75% geplant werden.
- c) Grundsätzlich ist für einen wirksamen hinterlüfteten außenliegenden Sonnenschutz der Nutzflächen zu sorgen (Durchlassfaktor $b < 0,2$ nach VDI 2078), sofern diese nach Süden, Westen oder Osten ausgerichtet sind (Nachweis nach EnEV). Der Sonnenschutz muss so einstellbar sein, dass auch bei voller Schutzfunktion auf Kunstlicht verzichtet werden kann. Dies gewährleisten i.d.R. nur zweiteilig kippbare, gut reflektierende außen liegende Lamellenjalousien / Raffstoren.
- d) Alternativ kann auch eine Sonnenschutzverglasung mit innen liegenden Blendschutzsystemen vorgesehen werden.
- e) Notwendige Sonnenschutzanlagen müssen getrennt je Fassadenorientierung motorisch über eine Wetterstation (Temperatursensor, Strahlungssensor + Windwächter) gesteuert werden (ggfs. zeitversetzt zur E_{\max} -Begrenzung). Der Sonnenschutz muss für den Nutzer zeitlich begrenzt manuell übersteuerbar sein (Schlüsselschalter für Blendschutz oder Verdunkelung). Die Funktion muss auch außerhalb der Nutzungszeit gewährleistet sein. Auf eine Reinigungsmöglichkeit ist zu achten.
- f) Gegebenenfalls sind zur Vermeidung sommerlicher Überhitzungserscheinungen in Klassen- und Gruppenräumen ausreichend große automatisch betriebene Nachlüftungsklappen (ohne Querlüftung ca. 1 m^2 ; bei $0,1 \text{ m}^2$ Überströmöffnungen für Querlüftung ca. $0,5 \text{ m}^2$) mit geeignetem Einbruch- und Insektenschutz vorzusehen (Öffnung bei Innentemperatur $> 22^\circ\text{C}$ und Außentemperatur $< \text{Innentemperatur} - 2 \text{ K}$).



- g) Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind ausreichende Speichermassen ($> 100 \text{ Wh} / \text{m}^2\text{K}$) an die entsprechenden Räume anzukoppeln (z.B. durch Verzicht auf abgehängte Decken, Einbau massiver Innenwände, Zementestrich, Latentwärmespeicher). Dabei ist die Akustik zu berücksichtigen. Die Sollnachhallzeiten der DIN 18041 Nr. 4.3.2 sind einzuhalten. Notwendige Akustikelemente können hinterlüftet werden.
- h) Zur Vermeidung von sommerlicher Überhitzung ist die Planung von Gründächern zu prüfen.

E) Maßnahmen zur Minimierung von Lüftungsverlusten

- a) Ein Dichtheitskonzept ist zu erarbeiten und schriftlich bzw. anhand von Skizzen zu dokumentieren.
- b) Bei Neubauten und Komplettanierungen ist die Dichtigkeit der Gebäudehülle durch einen Differenzdrucktest zu überprüfen. Abweichend von DIN EN 13829 ist je eine Messreihe für Überdruck und für Unterdruck erforderlich. Der Drucktest ist nur für die beheizte Gebäudehülle durchzuführen. Die Prüfung wird zu einem Zeitpunkt empfohlen, an dem die luftdichte Ebene noch zugänglich ist.
Nach EnEV ist eine Luftwechselrate von $n_{50} = 3/\text{h}$ bei natürlicher Lüftung und $n_{50} = 1,5/\text{h}$ bei mechanischer Lüftung einzuhalten. Generell soll $n_{50} = 1/\text{h}$ angestrebt werden. Für Passivhäuser muss $n_{50} \leq 0,6/\text{h}$ erreicht werden. Evtl. Leckagen sind möglichst mit Thermografieaufnahmen zu orten.
- c) Bei Neu- und Erweiterungsbauten sind vor den Hauptzugängen ausreichend große unbeheizte Windfänge vorzusehen. Die Türen sind mit automatischen Türschließern (ohne Feststeller) auszustatten.

F) Maßnahmen zur Begrenzung des Stromverbrauchs

- a) Räume mit hohen internen Lasten (z.B. EDV-Schulungsräume, Serverräume, Küchen) sind möglichst an der Nordfassade oder in natürlich belüfteten Kellerräumen anzuordnen.
Lässt sich der Einsatz von Kühltechnik nicht vermeiden, ist das gekühlte Volumen auf ein Minimum zu begrenzen.
- b) Sofern es ihre Zweckbestimmung erfordert, sind Räume, soweit wie möglich, natürlich zu belichten und zu belüften. Dies gilt auch für Passivhäuser außerhalb der Heizperiode.
- c) Für die natürliche Lüftung in Unterrichtsräumen sind Fensteröffnungsflügel von min. $0,1 \text{ m}^2$ je Sitzplatz bei Querlüftung und min. $0,3 \text{ m}^2$ je Sitzplatz ohne Querlüftung vorzusehen. Dies gilt auch beim Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage (Passivhaus).
- d) Arbeitsplätze sind tageslichtorientiert zu planen. Der Tageslichtquotient (Verhältnis von Beleuchtungsstärke innen zu außen, Berechnung nach DIN 18599-4) soll an allen Stellen, wo 300 lx oder mehr gefordert wird, mindestens 5 % und in Fluren und Treppenhäusern mindestens 3 % betragen. Dies wird i.d.R. erreicht, wenn die Fensterfläche 15



% der Bodenfläche übersteigt, die Raumtiefe max. 7 m beträgt, Stürze minimiert und, unter Beachtung des Brandschutzes, Oberlichter über Flurtüren eingesetzt werden, sowie in Abhängigkeit von der Raumtiefe eine ausreichende Raumhöhe geplant wird.

- e) Folgende Mindestreflexionsgrade der Innenflächen sind einzuhalten, sofern die Nutzungsanforderungen dem nicht entgegenstehen: Decke > 0,8, Wände > 0,5, Fußboden > 0,3 (Berechnung nach DIN 5036 Teil 4, AMEV - Beleuchtung 2006).
- f) Planungskonzepte, die die Gebäudetechnik und deren Steuerung minimieren, sind zu bevorzugen (Low-Tech zur Verringerung des Betriebs- und Wartungsaufwandes).
- g) Bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen von Dächern ist immer die Möglichkeit zum Bau von Solarstromanlagen einzubeziehen, sofern nicht technische, wirtschaftliche oder gestalterische Gründe entgegenstehen. Alle für die Nutzung von Solarenergie geeigneten Dachflächen (Himmelsrichtung!) sind statisch und konstruktiv so auszulegen, dass eine Solar- oder Photovoltaikanlage nachgerüstet werden kann: Schrägdach - zusätzlich 50 kg/m²; bei einem Flachdach mit Möglichkeit der Verankerung mit dem Dach - zusätzlich 50 kg/m²; bei einem Flachdach ohne Möglichkeit der Verankerung mit dem Dach - zusätzlich 100 kg/m². Planmäßige Kieslasten, die zur Beschwerung der Modulhalter verwendet werden können, dürfen angerechnet werden. Gewichtsbeschwerte Modulhalter sind grundsätzlich untereinander sturmsicher zu verbinden. Bei einer dachhautintegrierten Photovoltaikanlage ist diese statische Reserve nicht erforderlich. Notwendige Schächte / Leerrohre für die Führung von Leitungen sind vorzuhalten und zu kennzeichnen.

4. Heizungstechnik

A) Allgemeine Standards

- a) Die betriebsfertigen Anlagen werden nach dem neuesten Stand der Technik sowie der jeweils zum Zeitpunkt der Erteilung der Baugenehmigung gültigen Normen und gesetzlichen Vorschriften ausgeführt. Insbesondere sind dabei das EEWärmeG, die technischen Vorschriften für Bauleistungen nach DIN 18380 und 18382, die VOB Teil C, die Vorschriften der regionalen Energieversorger, sowie die städtischen Vorgaben für Raumtemperaturen einzuhalten.
- b) Bei der Konzipierung der Heizungsanlage ist unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit der Primärenergieeinsatz zu minimieren. Werden Passivhäuser geplant, ist der Energiekennwert für die gesamte Primärenergie auf 120 kWh/(m²a) begrenzt. Neben der Primärenergie für Heizwärme ist hier deswegen auch ein Konzept zur effektiven Stromnutzung (Effizienz der Pumpen, etc.) zu erarbeiten (vgl. auch Kapitel 3, 5, 6 und 7).
- c) Bei allen wartungsbedürftigen technischen Anlagen (insbesondere bei Blockheizkraftwerken) sind Wartungsverträge über die rechnerische Anlagenlebensdauer (min. 10 Jahre) mit auszuschreiben bzw. abzufragen, damit entschieden werden kann, welches



Angebot auch bei Betrachtung der Betriebsphase am wirtschaftlichsten ist. Dabei ist eine Preisgleitklausel für Lohn und Material vorzugeben.

- d) Eine Heizungsanlage ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für den hydraulischen Abgleich bzw. die hydraulische Optimierung vorliegt. Diese Leistung ist eine Nebenleistung der VOB, aber dennoch explizit in das Leistungsverzeichnis aufzunehmen.
- e) Bei der Einregulierung der Anlagen sind während der Nutzungszeit die Heizsolltemperaturen der AMEV - Richtlinie Heizbetrieb 2001 einzustellen; z.B. Büro- und Unterrichtsräume 20°C, Erschließungsflure und Treppenhäuser 12°C, WC's 15°C, Turnhallen 18°C, Umkleide- und Duschräume 22°C (vgl. auch „Innerdienstliche Vorschriften: Dienstanweisung für den Betrieb von Heizungs-, Lüftungs- und zentralen Warmwasserbereitungsanlagen“).
- f) Die Heizung ist so einzustellen, dass, entsprechend der AMEV-Heizbetrieb 2001, die Beheizung eingestellt wird, wenn um 10:00 Uhr morgens die Außentemperatur 15°C erreicht oder überschritten hat.
- g) Blockheizkraftwerke, Solaranlagen und Wärmepumpen sind grundsätzlich mit einem Wärmemengenzähler bzw. Passstück auszustatten.
- h) Die Zuleitungen für einzelne Nutzungsgruppen (z.B. Unterrichtsgebäude, Sporthalle, Hausmeisterwohnung) sind i.d.R. mit Wärmemengenzählern bzw. Passstücken auszustatten.
- i) Im Zufluss zur Warmwasserbereitung wird ein Kaltwasserzähler vorgesehen, um den Warmwasserbedarf überwachen zu können.
- i) Vor Inbetriebnahme sind die Angaben zu Anschlusswerten zu aktualisieren und dem EVU als neue Vertragsgrundlage zu übermitteln.

B) Wärmeerzeugung

- a) Für die Wärmeversorgung kommunaler Liegenschaften haben Systeme Priorität, die Abwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung oder erneuerbare Energien (z.B. Solaranlagen, Erdsonden) einsetzen. Dazu können auch Nah- oder Fernwärmesysteme zählen. Bei Neubauten ist das EEWärmeG einzuhalten. Die beauftragten Planer sollen über Referenzen in der Planung mit regenerativen Energiequellen verfügen. Neben den prinzipiellen Konzepten der Energietechnik sind Wirtschaftlichkeitsvorbetrachtungen unter Berücksichtigung möglicher finanzieller Fördermittel aufzustellen. Ist der Einsatz regenerativer Energieträger nicht möglich oder nicht wirtschaftlich, wird der Einsatz von Erdgas bevorzugt.
- b) Bei Objekten mit großem Warmwasserbedarf (z.B. Sportanlagen) soll der Einsatz von Solarkollektoren zur Erwärmung des Trinkwassers geprüft werden. Dadurch kann im Sommer die Kesselanlage abgeschaltet werden (Einsparung von Bereitschaftsverlusten, Pumpenstrom und Wärmeverlusten für die Fernleitung).



- c) Bei zentraler Trinkwasserbereitung ist zu prüfen, ob eine eigenständige Beheizung wirtschaftlich ist.
- d) Wird Erdgas zur Beheizung genutzt, sollte grundsätzlich die Grundlast von einem Brennwertkessel (oder Brennwerttherme) gedeckt werden. Die Spitzenlast kann auch von einem Niedertemperaturkessel gedeckt werden.
- e) Bei Elektrowärmepumpen muss die Jahresarbeitszahl der gesamten Anlage mindestens den Vorgaben der Förderbestimmungen der KfW entsprechen.
- f) Elektrodirektheizungen sind auch bei temporären Bauten (Containerauslagerungen) wegen des hohen Leistungsbedarfs häufig unwirtschaftlich (Aufheizung in Hochtarif-Zeit). Daher ist auch hier im Regelfall ein Anschluss an vorhandene Heizzentralen oder mobile Heizstationen, oder wenn das nicht wirtschaftlich ist, eine Nachtspeicherheizung vorzusehen.
- g) Damit die Abwärme genutzt werden kann, sollte der Wärmeerzeuger innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen.
- h) Die Auslegung von Heizkesseln erfolgt bei Neubauten nach detaillierter normgerechter Wärmebedarfsberechnung und bei Ersatz von Heizkesseln nach vereinfachter Wärmebedarfsberechnung (z.B. nach der Hüllflächenmethode oder anderer geeigneter Verfahren). Eventuell anstehende Sanierungen der Gebäudehülle sind dabei entsprechend zu berücksichtigen.
- i) Beim Einbau von neuen Wärmeerzeugern im Bestand ist die gemessene oder über Regression ermittelte Bezugsleistung bei Auslegungstemperatur (-12°C) abzüglich der Verluste der alten Wärmeerzeuger zugrunde zu legen. Bei Neubauten sind die Randbedingungen nach Beiblatt 1 vom Juli 2008 der DIN EN 12831 zu verwenden. Die Brennerleistung ist auf den ermittelten Wert einzustellen.

C) Wärmeverteilung

- a) Bei Fernwärmeversorgung erfolgt die Gebäudeheizung über eine Sekundärheizanlage als geschlossene Pumpen-Warmwasserheizungsanlage.
- b) Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen sind mindestens nach Anlage 5 Tabelle 1 der Energiesparverordnung zu dämmen.
- c) Es ist eine Strangregelung möglichst für jedes Gebäude einzeln vorzusehen. Die Aufteilung erfolgt im Regelfall in 2 Heizkreise (N-O, S-W).
- d) Je nach Nutzungsanforderungen ist die Planung weiterer Heizkreise zu prüfen (z.B. Verwaltung, Lehrerzimmer, Turnhallen mit Dusch- und Umkleideräumen, Aulen).
- e) Für Räume, die eine zeitlich differenzierte Nutzung haben (z.B. Klassenräume in Schulen) sind grundsätzlich Einzelraumregelungen zu prüfen (Ausnahme: Passivhaus).
- f) Wenn keine Einzelraumregelung zum Einsatz kommt, sind Thermostatventile mit voreingestelltem ablesbarem k_v -Wert einzubauen. Die Ventilköpfe sind wie folgt voreinzustellen: Max. = Solltemperatur, Min. = Frostsicherung = 5°C. Die Max.- und Min.-



Begrenzung darf nur für das Betriebspersonal einstellbar sein. Die Absperrung bzw. der Abgleich der Heizkörper muss über das Thermostatventil oder die Rücklaufverschraubung möglich sein.

- g) Neue Heizkörper sind bevorzugt mit 60°C/40°C, ggfs. mit 70°C/55°C auszulegen. Wichtig ist insbesondere eine niedrige Rücklauftemperatur für die Ausnutzung des Brennwertes.
- h) Heizkörper vor Glasflächen sind bei Neubauten zu vermeiden und bei Sanierungsmaßnahmen mit einem wirksamen Strahlungsschirm zu versehen. Bei Passivhausbauten müssen die Heizkörper nicht unter dem Fenster sondern können (wenn überhaupt nötig) auf der Rauminnenseite platziert werden.
- i) In Passivhausschulgebäuden und -kindertagesstätten besteht nur bei Räumen mit Anforderung über 17 Grad ein nennenswerter Heizbedarf. Dieser soll in der Regel über je einen Heizkörper pro Raum gedeckt werden (in der Regel nur notwendig, wenn keine Nutzer im Raum sind und bei längerer Kälteperiode).
- j) Generell sind alle einzeln regelbaren Heizkörper mit absperrbarer Rücklaufverschraubung und Ventileinsatz mit ablesbarer Voreinstellung im Vorlauf auszustatten.
- k) Die Regelung ist mit einer nutzerfreundlichen Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung auszustatten. Außerhalb der Nutzungszeiten sind oberhalb einer Außentemperatur von 5°C auch die Kessel- und Heizkreispumpen abzuschalten.
- l) Die außen- und raumtemperaturabhängige Vorlauftemperaturregelung ist mit einem Optimierungsprogramm auszustatten, um eine möglichst energiesparende Anpassung der Regelkurve, des Aufheizzeitpunktes und des Absenkezeitpunktes sicherzustellen.
- m) Das Hauptaufschaltkriterium der DDC Anlagen ist die Leistung der/des Wärmeerzeugers. Bei Leistungen bis 100 kW ist die Wirtschaftlichkeit einer Aufschaltung durch das Energiemanagement zu prüfen. Bei der Berechnung der Leistung ist die Gesamtwärmeleistung des jeweiligen Projektes maßgebend (alle Wärmeerzeuger einer Wirtschaftseinheit). Ein weiteres Aufschaltkriterium ist die Anzahl der Regelkreise. Eine Aufschaltung erfolgt erst ab zwei Regelkreisen. Auch bei Erneuerungen, Teilerneuerungen oder Erweiterungen der Wärmeerzeuger, Verbraucher und/oder der DDC Anlagen ist eine Prüfung durch das Energiemanagement erforderlich. Die Prüfung hat vor der Fertigung der Leistungsverzeichnisse zu erfolgen (vgl. auch Kapitel Gebäudeleittechnik).
- n) Es sind grundsätzlich Pumpen der Energieeffizienzklasse A ($EEL < 0,4$) einzusetzen. Alle Pumpen werden bei wechselndem Bedarf mit einer Zeitschaltung und Drehzahlregelung versehen (Frostschutz beachten!). Die örtlich angemessene Einstellung ist bei der Abnahme / Übergabe zu prüfen. Sofern eine Leittechnik vorhanden ist, ist die Störmeldung der Pumpensteuerung aufzuschalten.



5. Lüftung und Klima

A) Allgemeine Standards

- a) Unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit ist der Primärenergieeinsatz zu minimieren. Auch unter Berücksichtigung des Wartungsaufwands sind „Low-Tech“-Lösungen i.d.R. zu bevorzugen.

Werden Passivhäuser geplant, ist der Energiekennwert für die gesamte Primärenergie auf 120 kWh/(m²a) begrenzt. Ein Konzept zur Realisierung einer effizienten Stromnutzung ist zu erarbeiten (vgl. auch Kapitel 3, 4, 6 und 7).

B) Lüftungstechnik

- a) Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist (EnEV, § 6 Abs. 2). Insbesondere in Unterrichts- und Fachräumen sind die Schadstoffkonzentrationen unter den gesetzlichen Grenzwerten zu halten. Es sind entsprechende Lüftungskonzepte zu entwickeln.

- b) Werden keine Passiv- oder Niedrigenergiehäuser geplant, sind Lüftungsanlagen grundsätzlich zu vermeiden.

Eine ausreichende Belüftung der Räume ist über das Öffnen der Fenster zu ermöglichen. Aus energetischen, wirtschaftlichen oder hygienischen Gründen kann in Ausnahmefällen von einer natürlichen Belüftung abgewichen werden.

- c) Durch integrierte Planung sind Ausführungen mit hohem Wartungsaufwand, wie z.B. Brandschutzklappen, weitgehend zu vermeiden. Das Brandschutzkonzept muss daher z.B. schon in der Vorentwurfsplanung mit ausgearbeitet werden (Kanalführung, Überströmung).

- d) Bei der Planung von Passivhäusern oder der Modernisierung von Altbauten mit Passivhauskomponenten nach EnerPHit sind alle Räume innerhalb des beheizten Gebäudevolumens an eine Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung anzuschließen oder einer Überströmzone zuzuordnen.

Soweit auch für andere Energiestandards Zu- und Abluftanlagen geplant werden, sind auch diese i.d.R. mit einer Wärmerückgewinnungsanlage mit Lüftung $\eta_{\text{WRG,eff}} \geq 75\%$ (empfohlen: $\geq 80\%$) auszustatten.

Die Elektroeffizienz der RLT muss für Passivhäuser und Modernisierungen nach EnerPHit: $\leq 0,45 \text{ Wh/m}^3$ sein.

Bei der Modernisierung nach EnerPHit muss $\eta_{\text{WRG,eff}}$, über die Kriterien für „Passivhaus geeignete Komponenten“ hinausgehend, für die gesamte Lüftungsanlage eingehalten werden, d.h. enthalten sind auch die Wärmeverluste der warmen Lüftungskanäle im kalten Bereich bzw. der kalten Kanäle im warmen Bereich.

- e) In Passivhäusern muss eine gleichmäßige Durchströmung aller Räume gewährleistet sein (Lüftungseffizienz).



- f) Die Luftmenge und der Außenluftanteil ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken: I.d.R. IDA 4 nach DIN EN 13779, d.h. 5,5 l/Ph oder 18 m³/Ph. Beispielhaft ergibt sich für einen typischen Klassenraum mit 60 m² und einer Belegung von 25 Personen eine notwendige Luftwechselrate von ca. 2,9 h⁻¹. Die Auslegung sollte auf die übliche / durchschnittliche Personenzahl erfolgen. Zeitlich beschränkte Spitzenbelegungen / Zusatzemissionen sind durch Fensterlüftung abzufangen. Für hohe Wärmelasten ist ein Bypass für die WRG vorzusehen.
- g) Konzepte, die Hybridlüftung vorsehen (der Teil der freien Lüftung ist nicht durch DIN EN 13779 abgedeckt) werden begrüßt. Dabei sind 15 m³/Ph mechanisch bereit zu stellen. Darüber hinaus erfolgt die Lüftung natürlich, über Stoßlüftung. Für die Planung von Anlagen mit freier, maschinell unterstützter Lüftung wird auf die Erfahrungen und Projektberichte aus dem Annex 35 Hybvent der Internationalen Energieagentur IEA (<http://hybvent.civil.auc.dk>) verwiesen.
- h) Zur Lüftung von Lagern, Fluren, Duschen, WC's, etc., bei denen die CO₂-Konzentration der Luft eine untergeordnete Rolle spielt, sollte, soweit hygienisch und hinsichtlich der Anforderungen des Brandschutzes möglich, überströmende Abluft aus anderen Räumen wie Klassenräumen, Umkleiden etc. verwendet werden.
- i) Werden in Schulen und Kindertagesstätten Abluftanlagen geplant, werden nur die Flächen der Aufenthaltsräume und nicht die zugehörigen Verkehrs-, Sanitär- und Büroflächen für die Bemessung herangezogen. Außenluftdurchlässe dürfen nur in Ausnahmefällen mit Ventilatorunterstützung ausgeführt werden.
- j) Wenn Zuluft vorerwärmt wird, ist der Einsatz von passiver Luftvorerwärmung (z.B. Erdwärmetauscher) bzw. der Einsatz von regenerativen Energien (Solar-Luft-Kollektoren) zu prüfen. Die Einhaltung von winterlichen Lufttemperaturen > 5 °C ist anzustreben. Bei Passivhäusern darf die Zulufttemperatur am Luftauslass im Raum 17° nicht unterschreiten.
- k) Die Schallbelastung durch die Lüftungsanlage soll, den jeweiligen Anforderungen entsprechend, gering sein.
- l) Für Sanierungen empfiehlt sich oft, die Zu- und Abluft je Klassenraum als Einzelkanal (ggf. zusammen im F90 Schacht) über die Geschosse zum Zentralgerät zu führen (Reduzierung von Schalldämpfern, BSK, Statikaufwand).
- m) Lüftungsanlagen sind i.d.R. gemäß der DIN 13779 mit den Anforderungen Untergrenze „üblich“, mindestens „normal“ oder „standard“ auszuführen. Anlagen haben im Betriebszustand die Effizienzklasse SFP 1 (PSFP < 500 W/(m³/s) oder SFP 2 (PSFP = 500 – 750 W/(m³/s) einzuhalten, entsprechende Druckverlustvorgaben nach Tabelle A4 und A5 (normal bis niedrig) sind daher vorzugeben. Damit ist i.d.R. ein spezifischer Verbrauch von < 0,45 Wh/m³ für die gesamte Anlage einzuhalten (im Passivhaus zwingend).
- n) Die Steuerung erfolgt i.d.R. nach IDA-C3 nach DIN 13779 (Zeitprogramme) oder besser. Bedarfstaster für den Nutzer sind auf eine Zeitdauer von max. 1,5 h zu begrenzen (Fachklassen: 45 min).



- o) Die Grenzwerte des Leitfadens elektrische Energie im Hochbau des Landes Hessen (LEE, Fassung Juli 2000) sind einzuhalten, die Zielwerte sind anzustreben (z.B. Lüftung Nichtraucherbüro mit normaler Technik: Grenzwert: 3 kWh/m²a, Zielwert 1,5 kWh/(m²a).
- p) Für Lüftungsmotoren ab 200 W sind grundsätzlich eine Drehzahlsteuerung und ein Direktantrieb einzubauen.
Insbesondere bei RLT-Anlagen mit stark variierender Nutzungsanforderung (z.B. Aulen) muss die Anpassung an den tatsächlichen Bedarf (Personenzahl) durch Drehzahlregelung der Motoren für den Betreiber in einfacher Weise möglich sein. In der Regel sollte die Regelung in diesen Fällen über die Luftqualität (CO₂) erfolgen. Bei der Lüftung von Bädern oder Duschräumen sollte die Schaltung über einen Hygrostaten oder einen Präsenzmelder, gegebenenfalls mit Zeitnachlauf, erfolgen.
- q) Die Lüftung in Passivhäusern wird in der Regel nach dem Belegungsplan gesteuert. Die Zuluft wird im Betrieb im Normalfall nur über die Wärmerückgewinnung erwärmt.
- r) Es sind nach Möglichkeit keine Kompaktfilter einzusetzen, da diese eine geringere Filteroberfläche besitzen. Dies führt zu höheren Druckverlusten und kürzeren Wartungsintervallen.
- s) Die Thermische Isolierung [U] / Wärmebrückenfaktor [Kb] sollte bei Lüftungsgeräten mindestens T3 / TB3, bei Außengeräten mindestens T2 / TB2 entsprechen.
Lüftungskanäle sind wie folgt zu dämmen (incl. Schwitzwasserschutz bei WLG 040): Innerhalb der therm. Hülle: Außenluft 100 mm, Fortluft 100 mm, Zuluft 30 mm, Abluft 30 mm. Außerhalb der therm. Hülle: Außenluft 25 mm, Fortluft 25 mm, Zuluft 80 mm, Abluft 80 mm.
- t) Das Rohrsystem darf die Luftdichtheitsklasse B nach EN 12237 (runde Luftleitungen) und EN 1507 (rechteckige Luftleitungen) nicht überschreiten, Luftdichtheitsklasse A ist anzustreben.
Die Grenzwerte des statischen Drucks betragen jeweils +2.000 Pa und -750 Pa, die maximale Leckluft rate bei Dichtheitsklasse B beträgt $0,003p_{0,65} \cdot 10^{-3} \text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$. Diese Vorgaben müssen bereits in der Ausschreibung berücksichtigt und im Rahmen der Abnahme bzw. Inbetriebnahme der Anlage überprüft und dokumentiert werden.
- u) Die nach DIN 13779 geforderte Lüftung in der belegungsfreien Zeit erfolgt durch ca. eine Stunde Vorspülen vor der Nutzung.
- v) Eine Luftheizung soll standardmäßig im Umluftbetrieb erfolgen. Außenluftzufuhr darf nur bei nachgewiesenem Bedarf (CO₂-Messung) während der Nutzung erfolgen.
- w) Es ist ein Einregulierungsprotokoll der Lüftungsanlage zu erstellen. Das Protokoll muss folgende Mindestangaben enthalten: Objekt, Bauortadresse, Name und Adresse des Prüfers, Zeitpunkt der Einregulierung, Hersteller und Gerätetyp der Lüftungsanlage, einregulierte Volumenströme je Ventil für Standardbetrieb, Massen-/Volumenstromabgleich für Außenluft- und Fortluft (max. 10% Disbalance). Empfehlung: Pflichtblatt Lüftung verwenden (www.passiv.de).



C) Klimatechnik

- a) Kühltechnik ist nach Möglichkeit zu vermeiden (Verkleinerung der Glasflächen, Sonnenschutz, Anordnung von Speichermasse, Nachtlüftung, Verlegung von zu kühlenden Einrichtungen in nördlich orientierte Außen- oder Kellerräume, etc.). Die Kühlung von Sonderzonen ist nur in Ausnahmefällen gestattet, sofern es gemäß der Arbeitsstätten-Richtlinie, der Arbeitsstättenverordnung oder nach den Vorschriften der Gerätehersteller der DV-Geräte zwingend erforderlich ist. Dabei ist das gekühlte Volumen auf ein Minimum zu begrenzen (kompakte und möglichst dichte Ausführung).
- b) Wenn Kühlung erforderlich ist, sind zunächst die Möglichkeiten der nächtlichen freien Kühlung zu untersuchen. Trinkwasser darf grundsätzlich nicht zur Kühlung eingesetzt werden.
- c) Wenn eine aktive Kühlung erforderlich ist und Wärme aus KWK, BHKW - Abwärme oder Solarwärme zur Verfügung steht, ist der Einsatz von Absorptionskälte zu prüfen. Muss Kälte mit Hilfe von Kompressionskältemaschinen erzeugt werden, ist der Einsatz von Erdsonden zu prüfen. Allgemein ist die Nutzung erneuerbarer Energien zur Kühlung zu prüfen.
- d) Es dürfen nur Kältemittel verwendet werden, die weder halogeniert noch teilhalogeniert sind. Zulässig sind Wasser (R 718), Kohlendioxid (R 744) oder Ammoniak (R 717).
- e) Da keine halogenfreien Kunstschäumstoffe erhältlich sind, ist die Dämmung von Kältemittelleitungen mit Mineralfasern oder Schaumglasschalen auszuführen.
- f) Die Steuerung der Kühlung ist i.d.R. so einzustellen, dass diese erst ab einer Raumtemperatur von 26°C in Betrieb gehen kann (EDV-Räume: Solltemperatur $\leq 27^\circ\text{C}$!).
- g) Bei Komfortkühlung ist die Raum-Solltemperatur gleitend mit der Außentemperatur anzuheben (ab 29°C: Raumsolltemperatur = Außentemperatur – 3 K).
- h) Der Kühlbetrieb ist nur zu ermöglichen, wenn in den entsprechenden Räumen der Sonnenschutz aktiviert ist.
- i) Bei konservatorischen Anforderungen (z.B. Museen) sollte die Sollfeuchte und Solltemperatur jahreszeitlich gleiten gelassen werden. Die Veränderungsgeschwindigkeit für Temperatur und Feuchte wird nach Nutzungsanforderung begrenzt (z.B. $F < 1 \text{ %/Tag}$).

6. Sanitärtechnik

A) Warmwasserbereitung

- a) Die Bereitstellung von erwärmtem Trinkwasser ist in der Regel vor dem Hintergrund ständiger Vorhaltung und mit Blick auf die Hygieneanforderungen zur Vermeidung von Legionellenbildung mit erheblichen Bereitstellungsverlusten verbunden. Die Warmwasserbereitung ist deswegen auf das unbedingt notwendige Mindestmaß zu beschränken. Warmwasserspeicher sind nur für den nachgewiesenen Bedarf auszulegen (keine Si-



cherheitszuschläge). Im Bestand sind ggf. vorher Messungen zur Ermittlung des Warmwasserbedarfes durchzuführen. Handwaschbecken sind in der Regel nur mit Kaltwasserhähnen auszustatten (Ausnahme: Kindertagesstätten und Kinderkrippen). Dies gilt besonders auch für Putzräume.

- b) Bei der Entscheidung über das Warmwasserkonzept ist das Ziel zu berücksichtigen, den Primärenergieverbrauch wirtschaftlich zu minimieren.
Werden Passivhäuser geplant, ist der Energiekennwert für die gesamte Primärenergie auf 120 kWh/(m²a) begrenzt. Neben der Berücksichtigung der Primärenergie für Heizwärme ist hier auch ein Konzept zur Realisierung einer effizienten Stromnutzung (Effizienz der Pumpen, etc.) zu erarbeiten (vgl. auch Kapitel 3, 4, 5 und 7).
- c) Die Anordnungen zur Legionellenprofilaxe im DVGW - Arbeitsblatt W551 bzw. W553 sind zu beachten.
- d) Die Wirtschaftlichkeit von Kleinanlagen entsprechend DVGW-Arbeitsblatt W 551 ist zu prüfen. Werden Kleinanlagen mit Inhalten ≤ 400 l (entspricht ca. dem durchschnittlichen Wasserverbrauch einer Einfeld-Schulsporthalle) und einem Inhalt ≤ 3 l in jeder einzelnen Rohrleitungen zwischen dem Abgang Trinkwassererwärmer und der Entnahmestelle geplant, kann ggfs. auf ein Zirkulationssystem verzichtet werden.
- e) Die Betriebstemperaturen der Trinkwarmwasserbereitung sind unter Berücksichtigung des DVGW-Arbeitsblatt W 551 bzw. W553 zu minimieren.
- f) Für Kleinanlagen im allgemeinen und Objekten mit großem Warmwasserbedarf, wie Sportanlagen, im besonderen ist der Einsatz von thermischen Solaranlagen zu prüfen.
- g) Bei großen Anlagen zur zentralen Warmwasserbereitung erfolgt die Bereitung von Trinkwarmwasser über Edelstahlspeicher mit Speicherladesystem und Desinfektionsraum. Auch zur Begrenzung des Speichervolumens (möglichst unter 400 l) ist unter Berücksichtigung der vorhandenen Kesselleistung der Einsatz eines Speicherladesystems zu prüfen. Der Anschluss der Zirkulationsleitung ist dann in den Zulauf zum Lade-Wärmetauscher zu legen.
- h) Bei großen Kesseln bzw. langen Wärmeleitungen und geringem WW-Bedarf ist eine separate Beheizung des Warmwasserspeichers (z.B. mit Therme) zu prüfen.
- i) Der Einsatz von Klein-Durchlauferhitzer ist zu prüfen (häufig wirtschaftlich in Sozialbereichen, Küchen und KTs).
- j) Untertischspeicher sind wegen der hohen Leerlaufverluste zu vermeiden.

B) Wasserverteilung

- a) Die Zuleitungen für einzelne Nutzungsgruppen (z.B. Unterrichtsgebäude, Sporthalle, Hausmeisterwohnung) sind ggfs. mit Wasserzweischenzähler auszustatten.
- b) Der Anteil Warmwasser ist über Kaltwasserzähler im Zulauf des Warmwasserbereiters zu erfassen.



- c) Die Planung der Leitungen muss im Sinne einer Vermeidung von Legionellenbildung erfolgen:
- _„Totzonen“ ohne Durchströmung sind nicht erlaubt bzw. abzuschaffen. Die Planung von Strängen mit sehr seltener Zapfung und unzureichender Zirkulation sind zu vermeiden bzw. mittelfristig rückzubauen. Diese endständigen Rohrleitungen müssen in jedem Fall regelmäßig gespült werden.
 - _Überdimensionierungen von Leitungen in Relation zum Warmwasserbedarf (Verweildauer des Wassers) sind zu vermeiden.
 - _Die Planung darf keine Ablagerungen in den Rohrleitungen sowie Schlamm- und Biofilmbildung in Speichern begünstigen.
 - _Bei Neubauten ist mittels einer Zwangsdurchströmung und gezielter Spülmaßnahmen ein bestimmungsgemäßer Betrieb gemäß TrinkwV 2001 herzustellen. Das bedeutet, dass durch den zielgerichteten Aufbau des Rohrsystems ein kontinuierlicher Wasseraustausch gewährleistet wird.
- d) Die WWB - Ladepumpe und die Zirkulationspumpe sollen über Schaltuhren (und evtl. Anlegethermostat) gesteuert werden. Bei hygienisch einwandfreien Verhältnissen soll die WWB - Anlage zur Energieeinsparung max. 8 Stunden in 24 Stunden, z.B. durch Abschalten der Pumpen, mit abgesenkten Temperaturen betrieben werden. Bei zentraler Warmwasserbereitung soll in der Heizperiode außerhalb der Bedarfszeiten die Heizkreispumpe abgestellt werden, max. jedoch 8 Stunden (DVGW-Arbeitsblatt 551 bzw. W553 beachten).
- e) Die WWB - Ladepumpe und die Zirkulationspumpen sind in der Energieeffizienzklasse A auszuführen.
- f) Es sind nur Spülkästen mit Stopptaste oder separater Kleinmengentaste und Benutzerhinweis einzubauen.
- g) Sind Spülurinale wirtschaftlicher, so sind diese mit berührungslosen Spülarmaturen mit Hygiene-Spülung auszustatten.
- h) Spülkästen sollen eine Spülmenge von max. 4,5 Liter aufweisen. Im Bestand wird die Spülmenge an die Leitungsdimensionen angepasst (Richtwert 9 Liter).
- i) Für Waschbecken sind Strahlregler einzubauen. Der Durchfluss ist auf max. 5 l / min zu begrenzen.
- j) Es sind Duscharmaturen mit max. 7 l / min Durchfluss und gleichzeitig fülligem Strahl einzubauen.
- k) Bei Handwaschbecken und Duschen sind Selbstschlussarmaturen einzusetzen. Die Laufzeit ist bei Handwaschbecken auf 5 sec und bei Duschen auf 20 sec zu begrenzen. Voraussetzung ist ein Filter, der Fremdkörper fernhält.



7. Elektrotechnik, Elektrogeräte

A) Allgemeine Standards

- a) Unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit ist der Primärenergieeinsatz zu minimieren. Werden Passivhäuser geplant, ist der Energiekennwert für die gesamte Primärenergie auf 120 kWh/(m²a) begrenzt. Ein Konzept zur Realisierung einer effizienten Stromnutzung ist zu erarbeiten. Neben Beleuchtung, Haushalts- und Bürogeräten sind hier auch die Effizienz der Pumpen und Lüftungsanlagen zu berücksichtigen (vgl. auch Kapitel 3, 4, 5 und 6).
- b) Bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen von Dächern ist immer die Möglichkeit zum Bau von Solarstromanlagen einzubeziehen, sofern nicht technische, wirtschaftliche oder gestalterische Gründe entgegenstehen (vgl. auch Kapitel 3).
- c) Verbräuche von ausgesuchten Nutzergruppen, z.B. Unterrichtsgebäude, Sporthallen, Küchen, Haumeisterwohnungen, etc., sind durch den Einsatz von Stromunterzählern in den entsprechenden Unterverteilungen zu erfassen. Generell ist die Anzahl der Energiezähler je Wirtschaftseinheit jedoch auf ein Minimum zu beschränken.
- d) Beim Einsatz mehrerer Verbraucher mit hohem elektrischen Energiebedarf (z.B. Durchlauferhitzer, Friteusen etc.) ist darauf zu achten, den Gesamtanschlusswert so gering wie möglich zu halten.
- e) Um ein gleichzeitiges Einschalten aller Verbraucher zu verhindern, sind geeignete Schutzmaßnahmen, wie z.B. die Verwendung von Lastabwurfrelais (Vorrangschaltung), vorzusehen. Ebenfalls sind Maßnahmen für eine Spitzenlastreduzierung abzuwägen.
- f) Die Blindleistung ist auf den vom örtlichen EVU zugelassenen Leistungsfaktor ($\cos \phi$) zu begrenzen. Je nach Anforderung sind geeignete Kompensationsmaßnahmen (als Einzel-, Gruppen- oder Zentralkompensation) einzuplanen.
- g) Der Einsatz von Elektroheizungen, elektrischen Heizlüfter, etc. ist i.d.R. verboten. Werden sie im Einzelfall als Provisorium eingesetzt, ist die Einsatzdauer zu minimieren (vgl. auch Innerdienstliche Vorschriften: „Dienstanweisung für den Betrieb von Heizungs-, Lüftungs- und zentralen Warmwasserbereitungsanlagen“).
- h) Geräte mit hoher Wärmeabgabe oder Kühlbedarf (z.B. EDV - Serverschränke) sind grundsätzlich in nördlich orientierten Außen- oder Kellerräumen unterzubringen. Abweichungen von dieser Regel sind entsprechend zu begründen.
- i) Elektrische Geräte sind in energiesparender Ausführung mit hoher Energieeffizienzklasse (z.B. A+ oder A++) vorzusehen.
- j) Neugeräte müssen am Gerät vollständig ausgeschaltet werden können. Der Stand-by-Betrieb ist zu minimieren.
- k) Durch geeignete Maßnahmen ist eine sichere Trennung der Verbraucher vom Netz zu gewährleisten (Schlüsselschalter, schaltbare Steckdosen, etc.).



- l) Vor In-Betriebnahme sind die Angaben zu Anschlusswerten zu aktualisieren und dem EVU als neue Vertragsgrundlage zu übermitteln.

B) Beleuchtungsanlagen

- a) Bei der Planung von Beleuchtungsanlagen sind die aktuell gültigen Normen (DIN EN 12464, EN 12193, EN 1838, DIN 5035, etc.) einzuhalten.
Die einzuhaltenden Grenzwerte der Beleuchtungsstärke dürfen nicht überschritten werden. Abweichungen hiervon sind den jeweiligen Raumbüchern zu entnehmen bzw. im Einzelfall zu begründen.
Mittels geeigneter Beleuchtungsberechnung ist der geplante Wert vor Ausführung nachzuweisen.
Nach Fertigstellung ist die erreichte Beleuchtungsstärke bei der Abnahme in Stichproben zu messen und zu protokollieren.
- b) Es sind grundsätzlich nur Leuchtstoffröhren, Kompaktleuchtstofflampen oder LED-Lampen einzusetzen. Für Sonderbeleuchtungen sind begründete Ausnahmen möglich.
- c) In der Regel sind Leuchten mit hohem bis sehr hohem Betriebswirkungsgrad sowie mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) zu planen.
- d) Beim Einsatz einer Sicherheitsbeleuchtungsanlage sind die Rettungszeichenleuchten in LED-Technik auszuführen und außerhalb der Betriebszeiten abzuschalten.
- e) Bei der Planung einer effizienten Beleuchtungsanlage sind die Belange des Nutzers zu berücksichtigen. Das Einschalten soll i.d.R. manuell erfolgen. Das Ausschalten soll, wenn funktional und wirtschaftlich sinnvoll, bevorzugt automatisch erfolgen.
- f) Es soll grundsätzlich eine Prüfung zu Gunsten von Präsenzmeldern mit einstellbaren Lichtsensoren erfolgen. Die Realisierung der Beleuchtungssteuerung ist im Einzelfall zu entscheiden. Dabei müssen die Präsenzmelder über die Möglichkeit des Einsatzes mit den Betriebsarten Automatik (automatisches Wiedereinschalten bei erneuter Bewegungserkennung) bzw. Halbautomatik (manuelles Wiedereinschalten an den örtlichen Schaltstellen erforderlich) verfügen.
- g) In größeren Räumen ist die Beleuchtung in Reihen schaltbar auszulegen, um nach Bedarf und Tageslichtangebot die Beleuchtung zu- oder abschalten zu können. Dabei sind logische und beleuchtungstechnisch sinnvolle Schaltgruppen vorzusehen (Fensterseite, Raumseite, Tafelleuchten, etc.). Die entsprechenden Schalter sind so anzuordnen bzw. ggfs. zu kennzeichnen, dass die angesteuerten Leuchten eindeutig zugeordnet werden können.
- h) In Klassenräumen ist die Beleuchtung in den Reihen Fensterfront, Raumseite und Tafelbeleuchtung separat schaltbar. Außer der Tafelbeleuchtung ist die Beleuchtung dimmbar ausgeführt. Die Steuerung erfolgt übergeordnet durch Präsenzmelder mit tageslichtorientierter Konstantlichtregelung. Die Aktivierung des Präsenzmelders findet dabei manuell an den örtlichen Schaltstellen statt. Die Funktion der Ausschaltung übernimmt i.d.R. der Präsenzmelder.



- i) Die Beleuchtung der naturwissenschaftlichen Räumen entspricht weitgehend der Beleuchtung der Klassenräumen. Nur die Schaltung erfolgt hier vorrangig örtlich. Die Installationen und alle Leitungen sind jedoch so auszulegen, dass zu einem späteren Zeitpunkt Präsenzmelder zur Beleuchtungssteuerung, wie in den Klassenräumen, ohne größeren Aufwand nachinstalliert werden können.
- j) Die Schaltung der Beleuchtung von Fluren, Treppenhäusern, Foyers, etc. ist vorrangig mit Präsenzmeldern mit einstellbaren Lichtsensoren auszuführen. Werden keine Präsenzmelder installiert, müssen die Räumlichkeiten über eine zentrale Steuereinheit, z.B. das Beleuchtungstableau in der Hausmeisterloge bzw. über örtliche Schaltstellen mittels Zeitglied in der Unterverteilung schaltbar sein.
- k) In WC – Anlagen, Umkleiden, Nebenräumen, etc. ist die Beleuchtung bevorzugt mit Präsenzmelder mit Akustiksensoren und ggfs. mit Lichtsensor auszustatten. Werden keine Präsenzmelder installiert, müssen die Räumlichkeiten über eine zentrale Steuereinheit, z.B. das Beleuchtungstableau in der Hausmeisterloge bzw. über örtliche Schaltstellen mittels Zeitglied in der Unterverteilung schaltbar sein.
- l) Die Sporthallenbeleuchtung ist bedarfs- und nutzungsgerecht auszulegen. Es sind bevorzugt übergeordnete Präsenzmelder, ggfs. mit Lichtsensor, einzubauen. Die Schaltung der Beleuchtung erfolgt örtlich in 3 gleichen Schaltgruppen (1/3, 2/3, 3/3), wobei der Maximalwert der Beleuchtung den Anforderungen für Wettkämpfe entspricht. Verminderte Anforderungen an z.B. den Schul- oder Trainingsbetrieb werden durch die übrigen Schaltgruppen erfüllt.
- m) Die Beleuchtung in Büro und Verwaltungsräumen ist i.d.R. separat nach Fensterfront und Raumseite schaltbar und ggfs. dimmbar auszuführen. Die Steuerung erfolgt übergeordnet durch Präsenzmelder mit tageslichtorientierter Konstantlichtregelung. Die Aktivierung des Präsenzmelders findet dabei manuell an den örtlichen Schaltstellen statt. Die Funktion der Ausschaltung übernimmt i.d.R. der Präsenzmelder.
- n) Die Außenbeleuchtung wird über Dämmerungsschalter und übergeordneter digitaler Zeitschaltuhr (2-Kanal) mit automatischer Sommer-Winterzeit-Umstellung gesteuert. Je nach Anforderungsprofil sind an neuralgischen Punkten zusätzlich Bewegungsmelder im Beleuchtungskonzept vorzusehen.

8. Maschinelle Anlagen

- a) Für alle elektrischen Antriebe sind Energiesparmotoren, ab 500 h/a eff2-Motoren, ab 1.000 h/a eff1-Motoren (oder Gleichstrommotoren) einzusetzen.
- b) Wenn Aufzüge erforderlich sind, sollen diese der Energieeffizienzklasse A nach VDI 4707 genügen. Die Kabinenbeleuchtung soll sich in längeren Nutzungspausen (> 5 min) automatisch abschalten.



- c) Wenn eine motorische Netzersatzanlage erforderlich ist, soll diese möglichst als BHKW ausgeführt werden, sofern wirtschaftliche oder betriebliche Gründe nicht entgegenstehen.
- d) Ständig offene Schachtbe- und entlüftungen sowie Entrauchungsöffnungen sind wegen der Wärmeverluste zu vermeiden (motorisch betriebene RWA).

9. Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik

A) Allgemeine Standards

- a) Die Planung und Ausführung der Gebäudeautomation erfolgt nach VDI 3814 in der aktuellsten Fassung. Für die gesamte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ist eine integrale Planung sicherzustellen. Die Steuer-, Regelungs- und Optimierungsprogramme müssen aus dem Ergebnis der Vorplanung bereits ersichtlich werden. Das Ergebnis der Vorplanung ist mit dem Energiemanagement abzustimmen.
- b) Damit ein homogenes Kommunikationssystem der gesamten Gebäudeleittechnik, d.h. durchgängige Kompatibilität der DDC Stationen mit den Haupt- und Objektleitzentralen bei der Gebäudewirtschaft gewährleistet wird, können nur Fabrikate und Produkte der DDC Stationen und Leitzentralen zum Einsatz kommen, die den Anforderungen des bei der Stadt Leverkusen eingesetzten Systems in vollem Umfang entsprechen. Die Meldungen und Schaltbefehle der Haustechnik-Gewerke müssen auf die vorhandene Messner DDC / GLT aufschaltbar sein.
- c) Die HKL-Anlagen erhalten eigene Gewerke-Schaltungen in den jeweiligen Technikzentralen.
- e) Bei der Planung ist eine Gebäudeautomations-Funktionsliste (GA-FL) und für jede Anlage ein Automationsschema nach DIN EN ISO 16484-3 zu erstellen.

B) Feldebene

- a) Alle Informationspunkte müssen auf Messner GLT aufschaltbar sein.
- b) Die Regelgruppen sind entsprechend der Himmelsrichtungen und Sondernutzungen (z.B. Abendunterricht und OGATA) sinnvoll aufzuteilen. Flure und Toiletten sind grundsätzlich eine eigenständige Regelgruppe. Jede Regelgruppe ist mindestens mit einem Referenzfühler auszustatten. Weitere Anforderungen sind den spezifischen Kapiteln der jeweiligen Gewerke zu entnehmen.
- c) Wenn eine Businstallation ausgeführt wird, ist ein wirtschaftlicher Einsatz von Präsenzmeldern für die Abschaltung der Beleuchtung, Einzelraumregelung und Einbruchsmeldung zu prüfen.
- d) Raumsensoren sollen über die Nutzungszeit von mindestens 10 Jahren eine Genauigkeit $\leq 2\%$ des nutzungstypischen Messbereichs haben (Temperatur $\leq 0,5\text{ °C}$, Feuchte



$\leq 2 \%$, CO₂- Konzentration ≤ 20 ppm). Sie sind an einer ungestörten Stelle im Raum zu platzieren (min. 2 m Abstand zu Fenstern, Türen, Zuluftöffnungen, Wärmequellen, etc.).

C) Automatisierungsebene

- a) Die Regelung und Steuerung der Anlagen erfolgt über autark arbeitende Automatisationsstationen in DDC-Systemausführung (DDC Stationen, Unterstationen).
- b) Die DDC - Stationen müssen sämtliche gängigen Steuer-, Regelungs- und Optimierungsprogramme ermöglichen, die u.a. folgende Funktionen umfassen können: zeit- und ereignisabhängiges Schalten, Pumpenblockierschutzschaltung, energieoptimiertes Ein- und Ausschalten, Null-Energieband (Hysterese), Lastspitzenbegrenzung (E-Max), Gebäudetemperaturbegrenzung (Stützbetrieb), Luftqualitäts- und Enthalpieregulierung, Verbrauchszählungen, Netzwiederkehrprogramme, Sollwertführung / Kennlinie, Sommerkompensation.
- c) Die eingesetzten DDC - Stationen erhalten eine Notbedienebene, damit im Falle eines Ausfalls einer Station die Betriebsführung manuell aufrecht erhalten werden kann. Die Sicherheitsfunktionen (Frostschutz usw.) werden in Schütz- und Relaischnik ausgeführt.
- d) Für Service- und Wartungsarbeiten müssen Handbediengeräte zur Abfrage von Anlagenzuständen und Parametrierungsaufgaben zur Verfügung stehen.
- e) Sind z.B. Beleuchtungs- oder Sonnenschutzsysteme mit einem nicht zum eingesetzten DDC System kompatiblen Kommunikationsbus ausgerüstet, sind hierfür Schnittstellen zu schaffen. Der Einsatz des Netzwerkprotokoll BACnet, das die Interoperabilität zwischen den Geräten verschiedener Hersteller gewährleisten kann, ist zu prüfen.

D) Managementebene

- a) Zur zentralen Betriebs- und Störfallüberwachung sowie Energieoptimierung werden DDC - Stationen der haustechnischen Gewerke (HKL) zum Gebäudeleitrechner im Elberfelder Haus bei der Gebäudewirtschaft der Stadt Leverkusen aufgeschaltet.
- b) Das Hauptaufschaltkriterium der DDC Anlagen ist die Leistung der/des Wärmeerzeugers. Bei Leistungen bis 100 kW ist die Wirtschaftlichkeit einer Aufschaltung durch das Energiemanagement zu prüfen. Bei der Berechnung der Leistung ist die Gesamtwärmeleistung des jeweiligen Projektes maßgebend (alle Wärmeerzeuger einer Wirtschaftseinheit). Ein weiteres Aufschaltkriterium ist die Anzahl der Regelkreise. Eine Aufschaltung erfolgt erst ab zwei Regelkreisen. Auch bei Erneuerungen, Teilerneuerungen oder Erweiterungen der Wärmeerzeuger, Verbraucher und/oder der DDC Anlagen ist eine Prüfung durch das Energiemanagement erforderlich. Die Prüfung hat vor der Fertigung der Leistungsverzeichnisse zu erfolgen.
- c) Die Anbindung der DDC - Stationen an die Leitzentrale erfolgt vorzugsweise über die vorhandene Kabel- oder Netzinfrastruktur. Stehen diese Möglichkeiten nicht zur Verfügung, ist eine Verbindung mittels Wählmodem über das öffentliche oder hausinterne



Fernmeldenetz vorzusehen. Bei der Wählverbindung muss sichergestellt werden, dass bei definierten Anlagezuständen automatisch eine Verbindung von der DDC Station zur Leitzentrale aufgebaut wird.

- d) Um einen optimalen Energieeinsatz der HKL-Anlagen zu gewährleisten, sind alle Datenpunkte und Funktionen auf der Leitzentrale grafisch abzubilden und so einzurichten, dass eine Bedienung gesichert ist.
Bei Gebäuden mit komplexen haustechnischen Anlagen besteht zudem die Möglichkeit zur Einrichtung einer Objektzentrale. Hier ist es jedoch notwendig, diese auf die Leitzentrale im Elberfelder Haus aufzuschalten. Zur Darstellung und Bedienung werden auch hier Anlagengrafiken mit den dazugehörigen dynamischen Einblendepunkten dargestellt.
Für die Bildschirmoberfläche wird ein einheitliches Layout vorgegeben, damit in allen Liegenschaften eine einfache und einheitliche Bedienung der GLT möglich ist. Der Zugriff erfolgt über ein einheitliches Auswahlfenster oder Grundrisspläne (incl. Raumbezeichnung).
- e) In einem Status-Fenster ist der augenblickliche Status des Benutzers mit Anmeldenaamen, Zugriffslevel sowie dem Datum und der Uhrzeit des Client-Rechners dargestellt.
- f) Dargestellt werden im untersten Level das Anlagenschaltbild (Regelschema) mit allen Aktoren und Sensoren (dazugehörige dynamische Einblendepunkte) in der jeweiligen Anlage / Raumgruppe in deren technischen Systemen wie z.B. Heizungsanlage mit Kessel, Pumpen, Mischern, Soll- und Ist-Temperaturen und Zählerständen oder Raumgruppen mit Heizungs- Jalousien- und Beleuchtungsanlagen. Angezeigt werden die aktuellen Werte und Anlagenzustände.
- g) Alle Schaltbilder müssen vom Gebäudebetreiber mit entsprechenden Zugriffsberechtigungen editierbar sein.
- h) In einem Störmeldefenster werden die aktuellen Störmeldungen jeweils aus der Position des Betrachters abwärts angezeigt. Das heißt, dass vom Eröffnungsbildschirm aus alle Störmeldungen angezeigt werden. Aus einem aktuellen Anlagenbild heraus sind nur die Störmeldungen der jeweiligen Anlage sichtbar.
- i) Jeder Raumgruppe müssen Belegungspläne (mindestens Wochenplan und Jahresplan) zuordenbar sein. Die Ferien-/Feiertagspläne müssen für alle Räume zentral vorgebbar sein. Nachträgliche Modifikationen für einzelne Räume müssen dennoch möglich sein. Die Zeitpläne müssen in andere Räume kopierbar sein. Zusätzlich muss es die Möglichkeit geben, einmalige außerordentliche Veranstaltungen einzugeben ohne die Belegungspläne zu modifizieren.
- j) Weitere Bestandteile des PVS sind: Datenpunktliste mit Kopier- und Einfügefunktion in Anlagenschemata, Funktionsbeschreibungen, Einbindung von weiteren Objektdaten und Messwertverarbeitung.
Die grafische Auswertung aller Datenpunkte (z.B. Verbrauchsdaten, Raumtemperaturen) muss über Monatswerte und 1/4h-Lastprofile (Trendkurven) auf dem PVS für den Nutzer jederzeit möglich sein.



- k) Alle zentralen Steuereinrichtungen und Meldungen sind an einer Stelle, z.B. im Hausmeisterraum, anzuordnen. Eine Verlagerung der Leittechnik über eine Modemstrecke bzw. Intranet zur zentralen Betriebsführung muss jederzeit möglich sein.
- l) Abweichungen von der Solltemperatur und von Soll-Vorgaben für die Verbrauchswerte sind als Störmeldungen zu programmieren.
- m) Zur Alarmierung der Bereitschaft sind eingehende Störmeldungen mit hoher Priorität von der GLT/PVS via SMS auf ein D1/D2/E-Plus-Mobiltelefon zu übermitteln.
- n) In den Objektleitzentralen werden Störmeldungen direkt und Zustandsprotokolle bedarfsabhängig ausgedruckt. Für Langzeitaufzeichnungen stehen graphische Aufzeichnungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Speicherung erfolgt in einstellbaren Speicherzyklen, ereignisabhängigen oder einstellbaren Wertänderungen. Es müssen mind. 12 analoge / binäre Ein- / Ausgänge gleichzeitig aufgezeichnet werden können.

10. Verbrauchsmessung

- a) Alle Verbrauchszähler sind mit potentialfreien Impulsausgängen (und evtl. M-Bus) zur zentralen Erfassung auszustatten. Die Impulswertigkeit sollte folgende Werte nicht überschreiten: Strom 0,01 kWh/Imp., Gas 0,1 m³/Imp., Wärme 1 kWh/Imp., Wasser 1 l/Imp.
- b) I.d.R. soll jede Wirtschaftseinheit über einen Verrechnungszähler des EVU's je Medium verfügen.
- c) Die Funktionseinheiten Unterrichtsgebäude, Sporthallen, Hausmeisterwohnungen und, hinsichtlich Strom, auch Küchen erhalten eigene Unterzähler. Darüber hinaus ist für alle Verbraucher (Gebäude, Gebäudeteile, Geräte), die jährlich mehr als 2.500 € Verbrauchskosten im Jahr je Medium erwarten lassen, der Einbau zusätzlicher Unterzähler zu prüfen.
- d) Zur Überwachung des Warmwasserverbrauchs sind Kaltwasserzähler im Zulauf des Warmwasserbereiters vorzusehen.
- e) Bei jährlichen Verbrauchskosten von mehr als 25.000 € im Jahr je Medium ist mittelfristig die Einrichtung von fernausgelesenen Zählern zu ermöglichen.