

Kompaktkurs Nichtwohngebäude 20.04.2018

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2018

Dipl.-Ing. Mathias Linder
Abteilungsleiter Energiemanagement

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2018

STADT  FRANKFURT AM MAIN



Impressum

Herausgeber

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main
Dezernat V – Bau und Immobilien, Reformprojekte, Bürgerservice und IT
Amt für Bau und Immobilien
Stand: 19.12.2017

Redaktion

Mathias Linder

Alle Rechte vorbehalten

© 2018 Stadt Frankfurt am Main

Der Magistrat

ISSN 2190-5177

Bezugsadresse

Amt für Bau und Immobilien
Gerbermühlstraße 48
60594 Frankfurt am Main

Informationen im Internet

www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de

Bildquellennachweis Titelseite

Grundschule Rebstock: Ralf Buscher
Kinderzentrum 21: Atelier Altenkirch
Kinderzentrum 137: Thomas Ott
Kindertagesstätte Heddenheim: raum z
Kindertagesstätte Rodelheim: Christian Richters
Kindertagesstätte Ostend: Julia Schölßler

Inhalt

- 1 Vorwort 4
- 1.1 Zielsetzung 4
- 1.2 Gültigkeitsbereich 4
- 2 Umsetzung der Leitlinien 5
- 2.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung 5
- 2.2 Planung 6
- 2.3 Abnahme 6
- 2.4 Betrieb 7
- 3 Hochbau 8
- 3.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung 8
- 3.2 Vorplanung 8
- 3.3 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 10
- 3.4 Bauausführung und Abnahme 14
- 4 Technik 15
- 4.1 Heizungstechnik 15
- 4.2 Lüftungstechnik 18
- 4.3 Klimatechnik 20
- 4.4 Sanitärtechnik 21
- 4.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte 22
- 4.6 Küchentechnik 24
- 4.7 Maschinelle Anlagen 25
- 4.8 Gebäudeautomation 25
- 4.9 Kommunikationstechnik 27
- 5 Abkürzungsverzeichnis 28
- 6 Quellenverzeichnis 30
- 7 Checklisten 33

1 Vorwort

Die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen der Stadt Frankfurt a.M. definieren die Qualität der Neubau- und Sanierungsvorhaben der Stadt Frankfurt a.M. und beschreiben die Abläufe, die zur Erreichung dieser Qualitäten eingehalten werden sollen. Sie richten sich insbesondere an Architekten und Ingenieure, die mit städtischen Bauvorhaben beauftragt sind, aber auch an alle, die mit kommunalen Bauaufgaben befasst sind. Die Leitlinien werden möglichst jährlich aktualisiert.

1.1 Zielsetzung

Nicht billig, sondern wirtschaftlich!

Ziel der Leitlinien ist, bei vorgegebenen Qualitäten die jährlichen Gesamtkosten (Summe aus Kapitalkosten, Betriebskosten und Folgekosten) über den gesamten Lebenszyklus (Planung, Bau, Betrieb, Sanierung, Abriss und Entsorgung) zu minimieren. Für einen kompletten Sanierungszyklus werden in der Regel **50 Jahre** angesetzt (BNB). Für die Instandhaltung und Instandsetzung während dieser Zeit sind erfahrungsgemäß jährlich ca. 1,2 % der Baukosten erforderlich, da einzelne Bauteile in kürzeren Zyklen erneuert werden müssen.

Die Leitlinien stellen die Gebäudenutzer in den Mittelpunkt und wollen deren Behaglichkeit und deren Identifikation mit ihrem Gebäude fördern. Nicht zuletzt soll die angemessene Gestaltung von Neubauten, die Erhaltung hochwertiger Gebäude und eine nachhaltige Planung und Bauausführung unterstützt werden.

1.2 Gültigkeitsbereich

Diese Leitlinien gelten für alle Neubau- und Sanierungsvorhaben der Stadtverwaltung, städtischer Einrichtungen und Eigenbetriebe sowie für alle Gebäude, die im Rahmen von PPP-Modellen für die Stadt Frankfurt errichtet werden (StVVB § 7502) oder die städtische Zuschüsse erhalten. Sie implizieren jedoch keine Nachrüstverpflichtung für bestehende Gebäude. Diese wird durch gesetzliche Vorgaben (z.B. in der Energieeinsparverordnung) festgelegt. Diese Leitlinien gelten nicht für temporäre Bauten mit einer Nutzungsdauer von bis zu zwei Jahren, sofern einzelne Regelungen nicht explizit hierauf hinweisen.

In jedem Kapitel werden **Magistrats-/Stadtverordnetenbeschlüsse und Normen** aufgeführt, die in besonderer Weise der o.g. Zielsetzung dienen. Diese sind in einem grauen Kasten hervorgehoben und in jedem Fall umzusetzen. Diese Auflistung erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Es kann im Einzelfall und nur nach Genehmigung durch das Amt für Bau und Immobilien abgewichen werden, wenn ein wirtschaftlicher Vorteil mit Hilfe der **Gesamtkostenberechnung** (www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Gesamtkostenberechnung) nachgewiesen werden kann (vgl. § 25 EnEV). Dabei sind Umweltfolgekosten in Höhe von 50 €/toCO₂ einzusetzen (Beitrag zum Klimaschutz). Jede Abweichung von den Leitlinien ist auf der zugehörigen Checkliste (siehe Anlage) zu dokumentieren und nachvollziehbar zu begründen.

2 Umsetzung der Leitlinien

Integrale Planung ist wichtig für zufriedene Nutzer!

Die folgenden Leitlinien werden Bestandteil aller Architekten- und Ingenieurbeauftragungen.



Die Einhaltung der Leitlinien ist an **vier Meilensteinen** (zum Abschluss der Vorplanung, zur Bau- und Finanzierungsvorlage, bei der Abnahme und nach 2 Jahren Betrieb) mit den zugehörigen **Checklisten** (siehe Anlage) von der Projektleitung des Hochbauamtes zu überprüfen.

Für alle Maßnahmen **über 500.000 €** ist an allen Meilensteinen zusätzlich eine aktuelle **Gesamtkostenberechnung** vorzulegen, aus der neben den Investitionskosten auch die Betriebs- und Folgekosten hervorgehen (www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Gesamtkostenberechnung). Dabei sind zur Vorplanung und zur Bau- und Finanzierungsvorlage **mehrere Varianten** darzustellen (Wirtschaftlichkeitsvergleich nach §12 der Gemeindehaushaltsverordnung (GemHVO), Richtlinie zu Wirtschaftlichkeitsvergleichen, MB 113 vom 05.02.2016, Grundleistung nach HOAI!).

Die Checklisten und die Gesamtkostenberechnung werden von der Abteilungsleitung Energiemanagement abgezeichnet, bevor der Amtsleiter die Bau- und Finanzierungsvorlage unterschreibt. Damit wird die Übereinstimmung der Planung mit den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen bestätigt (Amtsverfügung Bau LP0-03).

Die Leitlinien spiegeln den aktuellen Stand der Technik wider und werden zeitnah fortgeschrieben (www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen). Maßgebend ist, wie bei anderen baulichen Regelwerken, jeweils der Stand zum Zeitpunkt des Bauantrages.

2.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung

a) Vor dem Beginn der Planung sollen die Planungsziele in einer sorgfältig abgestimmten und genehmigten **Zielvereinbarung** niedergelegt werden, die im weiteren Planungsverlauf gemeinsam fortgeschrieben wird. Diese Zielvereinbarung soll mindestens folgende Punkte enthalten:

Raumprogramm mit Flächen, Nutzungsarten, Nutzungsanforderungen (z.B. Nutzungsdauer, Nutzungszeiten, Personenzahlen, Raumluftkonditionen, Tageslichtbedarf, Warmwasserbedarf), Qualitäten, Kunst am Bau, Außenraumgestaltung (Freiflächen), Investitions- und Betriebskostenrahmen, Termine für die o.g. Meilensteine.

Das Raumprogramm muss vor Planungsbeginn durch die städtischen Gremien beschlossen werden.

b) Bei der Formulierung der Nutzungsanforderungen sind auch Anforderungen an mögliche künftige **Umnutzungen** (z.B. im Rahmen demografischer Veränderungen) zu berücksichtigen.

c) Bei **Architektenwettbewerben** sind Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit neben der städtebaulichen, funktionellen und gestalterischen Qualität als wichtige Ziele aufzunehmen. Um diese Ziele zu erreichen, sollten bereits bei der Bearbeitung des Wettbewerbs entsprechende Fachleute hinzugezogen werden und die Investitions-, Betriebs- und Folgekosten geschätzt werden. Auch bei der Zusammensetzung des Preisgerichtes ist darauf zu achten, dass eine entsprechende Kompetenz im Preisgericht vertreten ist (siehe StVVB § 1658 vom 29.03.2007).

d) Bei **VgV-Verfahren** sind Erfahrungen mit wirtschaftlichem, energieeffizientem und nachhaltigem Bauen mit abzufragen und zu bewerten.

Zielvereinbarung

Gemäß den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen sollen schon vor Beginn der Vorplanung die Planungsziele in einer abgestimmten und genehmigten Zielvereinbarung niedergelegt und im weiteren Planungsverlauf gemeinsam fortgeschrieben werden.

Projektdaten		Version 2.0, 14.02.2012
Liegenschaft		
Gebäude		
Straße, Hausnummer		
Maßnahme		
Projektleitung Bauherrenamt Org.Kz.		
Ansprechpartner, Telefon		
Projektleitung Hochbauamt Org.Kz.		
Ansprechpartner, Telefon		
Qualitätsrahmen		
Raumprogramm mit Nutzungsarten	siehe Anlage	
Geplante Nutzungsdauer	(bei Neubauten meist 40-80 Jahre)	
Allgemeine Qualitäten	Es gelten die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen zum Zeitpunkt des Bauantrages	
Besondere Qualitäten		
Fernzugriff auf GLT gewünscht?		
Kunst am Bau gewünscht?		
Vorgaben zur Außenraumgestaltung		
Kostenrahmen		
Investitionskostenrahmen		
(KG 200 - 700 brutto)	€	
Betriebskostenrahmen		
(jährl. Bruttokosten für Energie, Wasser, Reinigung, Betriebsführung, Instandhaltung)	€/a	
Planungsmittel in Höhe von	€	
stehen unter folgender		
Haushaltsstelle zur Verfügung		
Anmerkung: die Genauigkeit des Kostenrahmens liegt bei +/- 35%		
Terminrahmen		
Abschluss Vorplanung		
B+F-Vorlage		
Baubeginn		
Inbetriebnahme		

2.2 Planung

- a) Wirtschaftliches Bauen wird insbesondere durch eine sorgfältige, abgestimmte Planung erreicht. Daher wird von der Projektleitung schon zu Beginn der Vorplanung das **vollständige Planungsteam** bestehend aus dem Bauherrn, (wenn möglich) den künftigen Gebäudenutzern und dem Betriebspersonal, dem Architekten, allen Fachplanern und den entsprechenden Fachstellen im Hochbauamt zusammengestellt und ein gemeinsamer **Start-Termin** organisiert.
- b) Das **Honorar** der Planer muss sich nicht an der Kostenberechnung orientieren, sondern kann **pauschal** auf der Basis des genehmigten Raumprogramms und entsprechender Kostenkennwerte (Zielvorgabe des Hochbauamtes) vereinbart werden..
- c) Der Projektstand wird kontinuierlich und zeitnah durch die Projektleitung des Hochbauamtes in der Projektsteuerungssoftware **IPASS** dokumentiert.
- d) In der Leistungsbeschreibung sind gemäß VDI 4703 neben den Anschaffungskosten die voraussichtlichen **Betriebskosten** – vor allem die Kosten für den Energieverbrauch der zu beschaffenden Geräte – mit abzufragen. Dazu ist bereits in der Veröffentlichung darauf hinzuweisen, dass nicht der Preis, sondern die Wirtschaftlichkeit (jährliche Gesamtkosten) Wertungskriterium ist (AVV-EnEff vom 16.01.2013).
- e) Bei allen wartungsbedürftigen technischen Anlagen sind **Wartungsverträge** (z.B. bei Blockheizkraftwerken Vollwartungsverträge über 10 Jahre) gemäß AMEV-Muster **mindestens über die Gewährleistungsdauer** mit auszuschreiben. Die Beauftragung und Buchung erfolgt dann üblicherweise über den Bauunterhalt.

2.3 Abnahme

a) Die Projektleitung muss sicherstellen, dass die Planer spätestens zur Übergabe an den Nutzer für das Gebäude und die technischen Anlagen einen gemeinsam erarbeiteten, allgemeinverständlichen **Gebäudebetriebsordner** anfertigen. Dies ist als besondere Leistung zu vereinbaren. Der Gebäudebetriebsordner ist in Papier und editierbaren Standarddateiformaten (dxf, dwg, doc, xls, pdf, jpg) zu übergeben und muss mindestens folgende Register enthalten:

- Notrufnummern und Liste der Ansprechpartner beim Bauherrenamt, Hochbauamt bzw. ABI, den Planungsbüros und den ausführenden Firmen,
- Lageplan mit eindeutiger Bezeichnung aller Gebäude,
- Fluchtwegpläne und Brandschutzordnung,
- Grundrisse,
- Liste der Räume mit Flächen, Nutzungsarten, Nutzungszeiten und Sollkonditionen (z.B. Temperatur, Luftmenge, Beleuchtungsstärke) während der Nutzungszeit,
- Kurzbeschreibung des Gebäudes und aller technischen Anlagen (mit Fotos, ca. 2 Seiten),
- gewerkeübergreifende Nutzungs- und Betriebsanleitung insbesondere wie die Nutzungszeiten und Sollkonditionen eingestellt werden (mit Fotos, ca. 20 Seiten)
- Reinigungs- und Pflegehinweise

Als Anlage sollte beigefügt werden:

- Zählerkonzept,
- Heizungsschema, Lüftungsschema, Sanitärschema, Elektroschema, Gebäudeautomationsschema,
- Protokoll über den hydraulischen Abgleich der Heizungs- und den pneumatischen Abgleich der Lüftungsanlage,
- Wartungskalender und Wartungsanleitung für alle wartungsbedürftigen technischen Anlagen.



STADT  DER MAGISTRAT
FRANKFURT AM MAIN
Amt für Bau und Immobilien



**Gebäudebetriebsordner
Beispielgebäude
Musterstraße X**



- Liste der verwendeten Farben (Hersteller, Typ, Farbnummer)

Der Gebäudebetriebsordner muss nach der Word-Vorlage aufgebaut sein, die hier verfügbar ist:

www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen

- b) Weiterhin müssen das Betriebspersonal und der Nutzer bestätigen, dass eine ausführliche und verständliche **Einweisung** in die Nutzung des Gebäudes und der Technik stattgefunden hat.
- c) Mit Fertigstellung und Übergabe des Gebäudes oder der Baumaßnahme sind alle für die spätere Bauunterhaltung wichtigen **Bestandsunterlagen** dreifach (vor Ort, Plankammer, Serviceabteilung) zu übergeben. Die Unterlagen müssen den Stand der tatsächlichen bautechnischen Umsetzung wiedergeben. Bestandsdokumente der ausführenden Firmen sind durch die Planer/Fachplaner zu prüfen (besondere Leistung nach HOAI), die Richtigkeit ist durch Unterschrift zu bestätigen. Alle Unterlagen sind in Papier und Standarddateiformaten zusammenzustellen (dxf, dwg, doc, xls, pdf, jpg).
- d) Die Übergabeformulare sind unverzüglich in Kopie an Revisionsamt und Stadtkämmerei zu senden.

2.4 Betrieb

Im Betrieb sollen folgende Parameter mindestens stichprobenartig oder bei gegebenem Anlass untersucht werden:

- a) Die **Zufriedenheit der Gebäudenutzer und des Betriebspersonals** soll von einer unabhängigen Stelle anhand eines standardisierten Fragebogens erhoben werden (www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen). Ziel ist, dass die Nutzer und das Betriebspersonal überwiegend mit ihrem Gebäude zufrieden sind (Durchschnittsbewertung mindestens befriedigend).
- b) Die **Raumluftqualität** (Temperatur, CO₂-Gehalt) soll anhand von Auswertungen der Gebäudeautomation oder von Einzelmessungen gemäß VDI 6022-3 30-100 Tage nach Beginn der Nutzung an typischen Punkten überprüft werden. Ziel ist, dass die Werte gemäß DIN EN 15251 Anhang G in höchstens 5 % der Nutzungszeit außerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen.
- c) Die **tatsächlichen Betriebskosten** (Reinigungs-, Wartungs-, Instandhaltungs-, Energie- und Wasserkosten) sollen mit der Gesamtkostenberechnung verglichen werden. Ziel ist, dass die Werte aus der Gesamtkostenberechnung um nicht mehr als 10 % überschritten werden.

3 Hochbau

**Gute Architektur braucht wenig Technik
und Bauunterhaltung!**



3.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung

- a) Vor jeder **Neubaumaßnahme** ist zunächst zu überprüfen, ob sich der Bedarf **im Bestand** umsetzen lässt. Die Entscheidung für einen Neubau soll nur getroffen werden, wenn eine Umsetzung im Bestand nicht oder nicht wirtschaftlich erfolgen kann.
- b) Bevor Grünflächen für eine Baumaßnahme in Anspruch genommen werden ist zunächst zu prüfen, ob Brachflächen oder bereits versiegelte Flächen genutzt werden können (**Flächenrecycling**).
- c) Bei **Kernsanierungen** (Sanierung der gesamten Gebäudehülle und TGA) ist zu prüfen, ob Abriss und Neubau die wirtschaftlichere Lösung ist. Dies ist regelmäßig dann der Fall, wenn das Tragwerk oder die Grundrissdisposition nicht für einen weiteren Sanierungszyklus geeignet sind.
- d) Bei **größeren Sanierungen** (> 100.000 €) muss geprüft werden, ob anstehende wirtschaftliche Maßnahmen mit umgesetzt werden können (siehe **Energieausweis**). Beispielsweise soll beim Austausch von Fenstern die ungedämmte Fassade mit saniert werden. Zumindest sind die Anschlüsse so zu planen, dass die Fassadendämmung später wärmebrückenfrei angeschlossen werden kann.
- e) Wenn eine Außendämmung aus gestalterischen Gründen nicht in Frage kommt, muss bei **Innensanierungen** die Möglichkeit zur **Innendämmung** geprüft werden (insbesondere, wenn die Heizkörper erneuert werden).
- f) Beim **Einbau von neuen (dichten) Fenstern** ist ein **Lüftungskonzept** in Anlehnung an die DIN 1946-6 zu erstellen um eine Verschlechterung der Raumluftqualität und Feuchteschäden zu vermeiden. Die sicherste Lösung hierfür ist eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung (siehe 4.2).

3.2 Vorplanung

3.2.1 Nutzungsqualitäten

- a) Bei der Gestaltung von Neubauten und Freiflächen sind **stadtklimatische Gesichtspunkte** zu beachten (z.B. Freihalten von Kaltluftschneisen, Oberflächenentsiegelung, helle Oberflächen, Dachüberstände, Dach- und Fassadenbegrünung). Näheres enthält der **Klimaplanatlas** der Stadt Frankfurt (www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen).
- b) Zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität von **Freiflächen** sind für jede Witterung **differenzierte** Bereiche anzubieten (Sonne, Schatten, Windschutz, Regenschutz, Sitzmöglichkeiten).
- c) Alle Aufenthaltsräume sollen so angeordnet werden, dass sie gut mit **Tageslicht** versorgt und **natürlich belüftet** werden können. Das ist auch für Sanitärbereiche anzustreben. Dabei ist es sinnvoll, dass die Raumtiefe nicht mehr als das 2,5-fache der Raumhöhe beträgt, dass die Fensterstürze möglichst hoch angeordnet werden und dass helle Farbkonzepte vorgesehen werden.
- d) Das **Verhältnis von verglasten (transparenten) und opaken Fassadenflächen** soll unter den Gesichtspunkten geeigneter Blickbeziehungen, guter Tageslichtnutzung, natürlicher Belüftung, Wärmeschutz, Kosten für Sonnenschutzmaßnahmen und Absturzsicherungen sowie Reinigungskosten je nach Orientierung optimiert werden. Verglasungen unterhalb der Nutzebene tragen nicht zur Belichtung bei und vergrößern die Gefahr von Überhitzungen im Sommer. Anhaltswerte aus energetischer Sicht sind 20-30% nach Norden, 30-40% nach Ost/West und 40-50%

nach Süden. Verglasungen sind so anzuordnen und zu gestalten, dass sie ohne Hubsteiger gereinigt gewartet und instandgesetzt werden können. Dachfenster und Oberlichter führen im Sommer häufig zu Überhitzungen und sollen sich daher ausschließlich an Belichtungserfordernissen orientieren.

- e) Zur Stabilisierung des **Raumklimas im Sommer** sind ausreichende thermische Speichermassen (Massivbauweise), ausreichende Dachüberstände (mindestens 50 cm), ein wirksamer, außenseitiger, variabler Sonnenschutz und Möglichkeiten zur Nachtlüftung vorzusehen. Flachdächer sind möglichst zu begrünen. Bei Fassadenbegrünungen ist auf ausreichende Tageslichtversorgung zu achten.
- f) Das **subjektive Sicherheitsempfinden** soll durch übersichtliche Wegeführung, Vermeidung von Nischen und gute natürliche Ausleuchtung gestärkt werden. Der Eingangsbereich sollte von der Hausverwaltung (z.B. Schulhausverwaltung, KT-Leitung) aus einsehbar sein.

- g) Es ist eine ausreichende Anzahl von sicheren, und möglichst überdachten **Fahrradstellplätzen** in der Nähe des Haupteingangs vorzusehen (Prüfsiegel [ADFC-empfohlene Qualität](#)).
- h) Für fahrradfahrende Beschäftigte soll eine Möglichkeit zum **Umkleiden und Duschen** vorgesehen werden (siehe StVVB § 3541 vom 28.02.2008).

3.2.2 Energieeffizienz

- a) Neubauten und Sanierungen sind mit **Passivhaus-Komponenten** auszuführen (www.passiv.de) (sehr gute Wärmedämmung, Vermeidung von Wärmebrücken, Luftdichtigkeit, flächendeckende Lüftung mit Wärmerückgewinnung). Sollte dieser Standard nicht wirtschaftlich erreicht werden, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine **20 %** bessere Energieeffizienz, als die aktuelle EnEV ab 1.1.2016 verlangt. Es ist anzustreben, dies auch bei denkmalgeschützten Gebäuden - unter Wahrung der Denkmalbelange - zu erreichen.

- b) Die Gebäudehüllfläche ist bei gegebenem Raumprogramm zu minimieren (möglichst **kompakt**).
- c) Die **Gebäudeorientierung** soll eine passive Solarenergienutzung im Winter ermöglichen (möglichst geringe Verschattung der Fenster, diese überwiegend nach Süden, Osten und Westen).
- d) Bei Neu- und Erweiterungsbauten sind vor den Hauptzugängen ausreichend große **unbeheizte Windfänge** vorzusehen (Türabstand $\geq 2,5$ m).
- e) Räume mit ähnlichen Nutzungskonditionen sind zusammenzufassen (**thermische Zonierung**). Wärmeempfindliche Elektronik (z.B. IT und Gebäudeautomation) sowie Kaltwasserleitungen sind möglichst nicht in Räumen mit hohen internen Lasten anzuordnen.
- f) **Räume mit hohen internen Lasten** (z.B. Heizungsräume, IT-Schulungsräume, Serverräume, LAN-Verteiler, Küchen) sind möglichst an der Nordfassade oder in natürlich belüfteten Kellerräumen anzuordnen (siehe Planungshilfe IT-Räume).
- g) **Technikflächen** sollen möglichst **zentral** innerhalb der versorgten Bereiche angeordnet werden (besonders Lüftungszentralen). In der Volumenbemessung sollen Technikräume an den Vorgaben der VDI 2050 orientiert werden. Hier sind auch die Revisionsunterlagen unterzubringen.
- h) Bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen von Dächern ist immer die Möglichkeit zum Bau von **Photovoltaikanlagen** vorzusehen. Wenn keine eigene Anlage errichtet wird, ist die Dachfläche Investoren kostenneutral zur Verfügung zu stellen (StVVB § 1491 vom 01.03.2007). Dabei ist der jeweils aktuelle städtische Mustervertrag unter www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Regenerative Energiequellen zu verwenden.
- i) Wegen der möglichen hohen Kosten sollte bei der Planung **frühzeitig** der vorbeugende **Brandschutz** eingeschaltet werden. Durch geschickte, praxisnahe Gestaltung (z.B. eine Nutzungseinheit pro

Brandabschnitt) können kostenintensive RWA, Brandschutzklappen, mit Überdruck belüftete Aufzugsvorräume oder motorisch betriebene, besonders im Schulbetrieb anfällige, Brandschutztüren vermieden werden.

3.3 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

3.3.1 Nutzungsqualitäten

- a) Der **sommerliche Wärmeschutz** ist immer gemäß der EnEV nach DIN 4108 T2 nachzuweisen.
- b) Die **Sollnachhallzeiten** der DIN 18041 Nr. 4.3.2 sind einzuhalten ohne die thermische Speichermasse der Decken von den Räumen abzukoppeln. Möglichkeiten dafür sind eine Profilierung der massiven Decke, hinterlüftete Teilabhängungen, Kulissenschalldämpfer, Pinnwände, gelochte Schränke etc.
- c) Es ist die DIN 18040-1 **Barrierefreies Bauen** – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude einzuhalten. Soweit in begründeten Einzelfällen davon abgewichen werden soll, wird dies in der Bau- und Finanzierungsvorlage dargestellt.
- d) Bei Neu- und Erweiterungsbauten soll die Ausstattung von **Sanitärräumen für Behinderte** den Vorgaben der AMEV-Richtlinie "Sanitäranlagen 2011", Kapitel 2.3.4 entsprechen.
- e) Für die natürliche Lüftung in Aufenthaltsräumen sind **Fensteröffnungsflügel** von min. **0,1 m² je Person bei Querlüftung** und min. **0,2 m² je Person ohne Querlüftung** vorzusehen. Dies gilt auch beim Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage. Die Öffnungsflügel sollten zur Entlastung der Beschläge stehende Formate haben und nicht breiter als 80 cm sein. Für Arbeitsstätten gelten die ASR A3.6 (Technische Regeln für Arbeitsstätten - Lüftung), für Schulen die VDI 6040-2. In Schulen und Kindertagesstätten soll zur Absturzsicherung eine 1,10 m hohe und mindestens 30 cm breite Brüstung eingebaut werden.

- f) Der **Tageslichtquotient** (Verhältnis von Beleuchtungsstärke innen zu außen, Berechnung nach DIN 18599-4) soll an allen Stellen, wo 300 lux 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 Oberlichter über Flurtüren eingesetzt werden, sowie in Abhängigkeit von der Raumtiefe eine ausreichende Raumhöhe eingeplant wird.
- g) 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 2016). Dies gilt auch für die Möblierung.
- h) Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind **ausreichende Speichermassen** an die Räume anzukoppeln (z.B. Verzicht auf abgehängte Decken, Einbau massiver Decken und Innenwände, Zementestrich, mittlere Bauteildichte $\geq 1.000 \text{ kg/m}^3$).
- i) Grundsätzlich ist ein wirksamer **außen liegender Sonnenschutz** vorzusehen (z.B. nach Süden, Westen und Osten zweiteilig kippbare gut reflektierende und hinterlüftete Lamellenjalousien, Abminderungsfaktor $F_c \leq 0,25$ nach DIN 4108-2). Der Sonnenschutz muss so einstellbar sein, dass auch bei voller Schutzfunktion auf Kunstlicht verzichtet werden kann. Er soll insbesondere in Schulen, KTs und Jugendhäusern ausreichend robust sein und erst bei Windgeschwindigkeiten von **13 m/s** eingefahren werden (feste Führungsschienen).



- j) Motorisch betätigte Sonnenschutzanlagen sollen getrennt je Fassadenorientierung über eine **Wetterstation** (Temperatursensor, Strahlungssensor + Windwächter) gesteuert werden (evtl. zeitversetzt um die Stromlast zu begrenzen). Während des Heizbetriebes sollte der Sonnenschutz nicht automatisch betätigt werden (passive Solarenergiegewinnung!). Die Sonnenschutzautomatik soll für den Nutzer jederzeit **manuell übersteuerbar** sein (Schlüsselschalter für Blendschutz oder Verdunkelung).
- k) Zusätzlich sind zur Vermeidung sommerlicher Überhitzungserscheinungen in allen Aufenthaltsräumen und außenliegenden Räumen mit thermischen Lasten ausreichend große **Nachtlüftungsklappen** (ohne Querlüftung ca. 1 m², bei 0,1 m² Überströmöffnungen für Querlüftung ca. 0,5 m² freier Querschnitt) mit geeignetem Einbruch-, Schlagregen- und Insektenschutz vorzusehen (Öffnung bei Innentemperatur > 22°C und Außentemperatur < Innentemperatur – 2 K). Das Konzept ist frühzeitig in der Entwurfsplanung mit dem Bauherren abzustimmen. Dabei ist zu untersuchen, ob die Möglichkeit einer Querlüftung praktikabel ist.

Vor allem für Kindergärten und Grundschulen wird der **manuelle** Betrieb favorisiert. Bei automatischer Nachtlüftung sind klare eigene MSR-Funktions- und Steuereinheiten vorzusehen. Automatische Klappen sollen nicht mit anderen Funktionen (z.B. Lüftung, Notausgang) kombiniert werden. Zusätzlich ist temporär ein **manueller Eingriff** vor Ort über einen Schlüsselschalter oder einen Schalter außerhalb der Reichweite von Kindern vorzusehen.



3.3.2 Baustoffe

a) Spätestens bei der Auftragsvergabe 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**.

b) Es dürfen nur **schadstoffarme**, lösemittelarme, nicht sensibilisierend wirkende und geruchsneutrale Produkte und Materialien verwendet werden. Gebäude müssen mindestens der Kategorie „schadstoffarm“ nach Anhang C der DIN EN 15251 entsprechen.

Folgende Baustoffe dürfen **nicht** verwendet werden:

c) Bauteile und Baunebenprodukte aus **tropischen, subtropischen oder borealen Hölzern** sofern nicht FSC-zertifiziert (Forest Stewardship Council, www.fsc-deutschland.de, MB 2561 vom 08.12.1989)

d) Folgende Bauteile aus **Polyvinylchlorid (PVC)**:
Fußbodenbeläge, Tapeten, Fenster und Türprofile, Kabel und Rohre (MB 525 vom 16.02.1990).

e) **Künstliche Mineralfasern** sind gegen die Innenraumluft vollständig abzudichten und haben die Freizeichnungskriterien bezogen auf die Biolöslichkeit einzuhalten (RAL GZ 388).

f) Beim vorbeugenden **Holzschutz** sind alle konstruktiven Maßnahmen auszuschöpfen (z.B. Dachüberstand). Der Einsatz chemischer Holzschutzmittel ist auf das notwendige Maß zu beschränken. Im Innenbereich sind chemische Holzschutzmittel zu vermeiden.

g) Es sind Baustoffe vorzusehen, die mit einem geringstmöglichen Einsatz und Gehalt von **Formaldehyd** hergestellt sind. Holzprodukte und Holzwerkstoffplatten müssen die Anforderungen des Blauen Engels (RAL UZ 38 bzw. RAL UZ 76) einhalten.

h) 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 (siehe auch 3.2 Lüftung).

- i) **Bitumenanstriche** und Kleber mit dem Giscode BBP 40-70 sind nicht zulässig (www.gisbau.de).
 - j) **Epoxidharzprodukte** mit dem Giscode RE 4-9 sind nicht zulässig
 - k) **Polyurethanharzprodukte** mit dem Giscode 20-80 sind nicht zulässig. Ausnahme: Beanspruchungsklasse B und C (ZDB-Merkblatt Verbundabdichtungen).
 - l) **DD-Lacke** mit dem Giscode DD1 und DD2 sind nicht zulässig.
 - m) **Phenolharz- bzw. Resol-Hartschaumplatten** sind wegen des Gehalts an 2-Chlorpropan in Innenräumen nicht zulässig.
- n) Es sollen bevorzugt Recyclingmaterialien eingesetzt werden (z.B. bei Sand, Kies, Schotter, Kunststoff), sofern diese nicht schadstoffbelastet sind.
- o) Es sind möglichst langlebige, recyclinggerechte und leicht **demontierbare Konstruktionen** zu verwenden (schrauben statt kleben und nageln). Dies gilt besonders für Griffgarnituren, Fußbodenleisten, Rohre, Kanäle und Leitungen. Die Demontage-, Entsorgungs- und Wiederherstellungskosten sind beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen. Hier ist z.B. das monolithische Mauerwerk mit „Dämmsteinen“, die vorgehängte Fassade oder das 2-schalige Mauerwerk mit Kerndämmung gegenüber dem WDVS im Vorteil.
- p) Fenster sind zur Minimierung des Bauunterhaltungsaufwandes in der Regel als **Holzfenster mit Aluverkleidung** auf der Außenseite auszuführen (Ausnahmen sind bei Altbauten mit hoher Gestaltqualität zulässig).

- q) Wenn **Wärmedämmverbundsysteme** zum Einsatz kommen so sind diese gegen Beschädigungen (z.B. durch Ballwurf oder Spechte) nach ETAG 004 dauerhaft zu schützen (z.B. durch Panzerarmierung, diffusionsoffene Riemchen).
- r) Zur Vermeidung von **Algen- und Schimmelbildung** sind grundsätzlich mineralische Putze oder Silikatputze (keine Kunstharz- oder Silikonharzputze) in Verbindung mit reinen Silikatfarben oder Kalkfarben einzusetzen. Auf Altuntergründen sind Abweichungen möglich. Algizide und Fungizide sind zu vermeiden.
- s) Dem **Brandschutz** ist bei Wärmedämmverbundsystemen besonderes Augenmerk zu schenken. Es sollten grundsätzlich mindestens schwer entflammare Platten (B1 nach DIN 4102-1) eingesetzt werden. Der DIBt-Hinweis WDVS mit EPS-Dämmstoff ist einzuhalten.
- t) Um **Sturmschäden** zu vermeiden sind Wärmedämmverbundsysteme grundsätzlich nach Angaben des Systemherstellers zu verdübeln.



3.3.3 Energieeffizienz

- a) Bei Neubauten und Sanierungen sind mindestens folgende **Bauteilqualitäten** einzuhalten:

Bauteil	max. U-Wert (W/m ² K)	entspricht i.d.R. mindestens
Außenwand (Außendämmung)	0,15	20 cm bei WLG 035
Außenwand (Innendämmung*)	0,24	14 cm bei WLG 045
Dach	0,13	26 cm bei WLG 035
Oberste Geschossdecke	0,13	26 cm bei WLG 035
Boden/Kellerdecke	0,25	12 cm bei WLG 035
Fenster/Fenstertüren	0,80	3-Scheiben
Verglasungen**	0,60	3-Scheiben

Bauteil	max. U-Wert (W/m ² K)	entspricht i.d.R. mindestens
Rahmen**	0,70	thermisch getrennt
Oberlichter	1,00	2-Scheiben
Außentüren	1,00	5 cm bei WLG 025

* Regelquerschnitt, nur bei Sanierungen von architektonisch hochwertigen Gebäuden

**alternativ zum Wert für Fenster/Fenstertüren.

Der g-Wert der Verglasungen sollte über 0,55 liegen. Der Psi-Wert des Randverbundes unter 0,035 W/mK.

- b) Für die **Innendämmung** sollen **möglichst kapillaraktive** Baustoffe zum Einsatz kommen. Standard sind 140 mm Mineralschaumplatten WLG 045. Anschlussdetails sind von einem Bauphysiker zu planen und zu berechnen.
- c) Die Konstruktion ist so **wärmebrückenfrei** auszuführen, dass der Aufschlag für die Wärmebrücken auf die U-Werte nach EnEV max. 0,05 W/m²K beträgt (mindestens Ausführung nach DIN 4108 Beiblatt 2).
- d) Außentüren sind barrierefrei mit **gleitgelagerten Obentürschließern** auszustatten (ohne Motor und ohne Feststeller, Schließzeit ≤ 5 s). Dabei muss insbesondere bei Kindergärten und Grundschulen beachtet werden, dass die Türen von Kindern alleine bedient werden können. Dafür sollten aus Gewichtsgründen die Glasflächen nicht zu groß sein. Bei Windfängen kann auf eine Dreifach-Verglasung verzichtet werden.

- e) Der **EnEV-Nachweis** wird auf der Basis der DIN 18599 oder mit dem Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP), der **Energiebedarfsausweis** auf der Basis der DIN 18599 oder der Gesamtkostenberechnung erstellt. Der EnEV-Nachweis und der Energiebedarfsausweis wird von der der Projektleitung an energiemanagement@stadt-frankfurt.de gemailt und dort zentral in einem Informationssystem abgelegt.
- f) Bei Neubauten und Komplettsanierungen ist die Dichtigkeit der Gebäudehülle grundsätzlich durch eine **Luftdichtigkeitsmessung im Nutzungszustand** nach Verfahren 1 der DIN EN ISO 9972 nachzuweisen ($n_{50} \leq 0,6/h$ Obergrenze des Messtoleranzbereichs darf diese Werte um max. 10 % überschreiten). Evtl. Leckagen sind z.B. mit Rauchröhrchen oder Thermografieaufnahmen zu orten.

3.3.4 Sonstiges

- a) Alle für die Nutzung von Solarenergie geeigneten **Dachflächen** (verschattungsfrei, nicht öffentlich zugänglich, geringe Verschmutzungsquellen) sind statisch und konstruktiv so auszulegen, dass eine Solar- oder Photovoltaikanlage nachgerüstet werden kann (Schrägdach: zusätzlich 30 kg/m², bei einem Flachdach mit Möglichkeit der Verankerung mit dem Dach zusätzlich 30 kg/m², bei einem Flachdach ohne Möglichkeit der Verankerung mit dem Dach zusätzlich 50 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 (StVVB § 1491 vom 01.03.2007).
- b) Flachdächer sind mit einem **Mindestgefälle** von 3-4 % auszuführen, die Entwässerung ist nicht innenliegend, sondern auf der Außenwand zu führen.

- c) Wegen künftig heftigerer **Starkregenereignisse** sind Türen, Fenster und sonstige Öffnungen bei Berücksichtigung der Barrierefreiheit möglichst 20 cm über dem Straßenniveau anzubringen oder vor Überflutung entsprechend zu schützen.
- d) **RWA** sollten möglichst witterungsgeschützt (z.B. vertikal) eingebaut werden (Vermeidung von Wasserschäden).

3.4 Bauausführung und Abnahme

3.4.1 Nutzungsqualitäten

Die in 3.3.1 beschriebenen Nutzungsqualitäten sind bei der Abnahme mit geeigneten Messungen oder Prüfprotokollen nachzuweisen.

3.4.2 Baustoffe

- a) Die Dämmung des Blendrahmens von Fenstern zum Baukörper ist durch Füllen des Hohlraumes mit geeigneten Dämmstricken, Dämmschnüren oder vorkomprimierten Dichtungsbändern auszuführen. Das Einschäumen mit **Montageschaum** ist nicht zulässig.
- b) Die gewerkeübergreifenden **Abfallfraktionen** (mineralische Baumischabfälle, Metallfraktionen, Kunstschäume und Schaumdämmstoffe, Kunststofffolien und -planen, Vollholz und Rohholz, belastete Holzwerkstoffe (z.B. Schalplatten, MDF-Platten, Leimhölzer) sowie evtl. Papier und Karton werden zentral auf der Baustelle gesammelt, abtransportiert und verwertet.
- c) Wenn bei der Abnahme Geruchsbelästigungen vorliegen, wird eine **Messung der Schadstoffkonzentration** in der Raumluft vorgenommen.

3.4.3 Energieeffizienz

- a) Rohrleitungen und Lüftungskanäle dürfen erst verkleidet werden, wenn Protokolle über erfolgreiche **Dichtigkeitsprüfungen** vorliegen.
- b) Die Gebäudehülle ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches **Protokoll** für die **Luftdichtigkeitsmessung** vorliegt (Überprüfung von 3.3.3.f). Der Punkt ist explizit im Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Die Kosten evtl. erforderlicher Nachmessungen sind von der Schlussrechnung der verursachenden Fachfirma abzuziehen.
- c) Bei der Abnahme ist die **Übereinstimmungserklärung** des EnEV-Nachweisberechtigten gemäß § 73 HBO vorzulegen, dass die Bauausführung mit dem EnEV-Nachweis übereinstimmt.

3.4.4 Sonstiges

- a) Für größere Baumaßnahmen (> 100.000 €) sind **Baustrom- und Bauwasserzähler** zu setzen und abzulesen.
- b) Es dürfen nur Baumaschinen eingesetzt werden die den **Lärmschutzanforderungen** des RAL UZ 53 entsprechen.
- c) **Baumaschinen** haben die aktuellen „Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte“ unter www.uba.de einzuhalten (B 591 Rußfilter bei Baumaschinen vom 10.09.2010).

4 Technik

Wenig, aber effizient!



- a) **Planungskonzepte, die die Gebäudetechnik und deren Steuerung minimieren, sind zu bevorzugen (LowTech zur Verringerung des Betriebs- und Wartungsaufwandes).**
- b) Es sind möglichst recyclinggerechte und leicht **demontierbare Konstruktionen** zu verwenden. Dies gilt besonders für Rohre, Kanäle und Leitungen (Einbau von Leerrohren!). Die Demontage-, Entsorgungs- und Wiederherstellungskosten sind beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen.
- c) Elektroleitungen und Verlegematerial aus PVC dürfen nicht verwendet werden. Es sind **grundsätzlich halogenfreie Kabel** einzusetzen, Ausnahme: Teilsanierung bestehender Anlagen mit PVC-Kabeln und erdverlegte Leitungen. Die abgemantelten Adern von halogenfreien Kabel und Leitungen dürfen keiner UV-Strahlung ausgesetzt werden (Abdeckung in Leuchtstofflampen).
- d) Für alle technischen Anlagen ist von den Herstellern eine Bestätigung abzufordern, dass **Ersatzteile über die rechnerische Anlagenlebensdauer** lieferbar sind.
- e) Alle technischen Gewerke sind für die **Abdichtung und Dämmung von gewerkespezifischen Durchdringungen** der thermischen Gebäudehülle mitverantwortlich. Wenn der Grenzwert des Luftdichtigkeitsmessung nach 3.3.3.g) nicht erreicht wird, ist entsprechend nachzubessern. Die Kosten evtl. erforderlicher Nachmessungen sind von der Schlussrechnung der verursachenden Fachfirma abzuziehen.
- f) Für jedes Gebäude ist ein **Inbetriebnahmemanagement** nach VDI 6039 durchzuführen.
- g) Bei der Abnahme sind **Mängel aus nachfolgenden Prüfungen** (z.B. Luftdichtigkeitsmessung, hydraulischer Abgleich) **vorzubehalten**.
- h) Schlussrechnungen sind erst dann vollständig anzuweisen, wenn die **Sachverständigenprüfungen** vorliegen und alle dort aufgeführten wesentlichen Mängel beseitigt wurden.

4.1 Heizungstechnik

4.1.1 Vorplanung

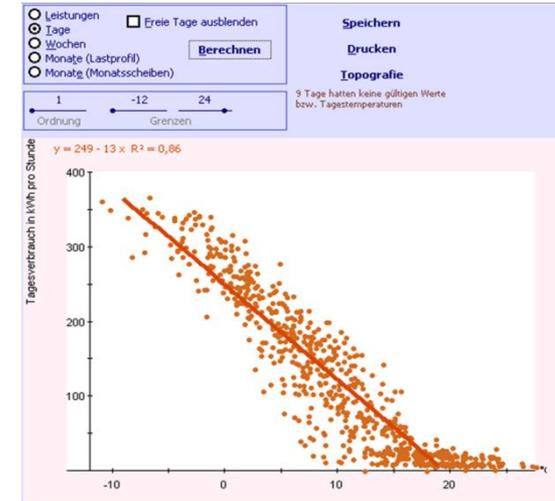
- a) Die Wärmeversorgung sollte auf der Basis von **regenerativen Energieträgern** oder **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)** erfolgen. Bei Neubau und Sanierung von Heizungsanlagen ist zu überprüfen, ob der Einsatz von Fernwärme mit KWK, Blockheizkraftwerken, Holzfeuerungsanlagen, Solaranlagen oder anderen Wärmequellen (z.B. Erdsonden, Abwasserkanäle, Abwärme aus gekühlten Räumen) wirtschaftlich ist. Bei der Auswahl von Planern ist auf entsprechende Referenzen zu achten.
- b) Bei Turnhallen und Sportanlagen ist der Einsatz einer **solaren Brauchwassererwärmung** zu prüfen (Dimensionierung nach Messwerten oder DIN 18032-1, Ziel: Einsparung von Bereitschaftsverlusten, Pumpenstrom und Wärmeverlusten für die Fernleitung, Vermeiden von häufigem Kesseltakten).
- c) Bei Freibädern ist die **Beckenwassererwärmung** (sofern erforderlich) grundsätzlich mit einer Solaranlage auszuführen.
- d) Elektrodirektheizungen sind auch bei **temporären Bauten** (Container) wegen des hohen Leistungsbedarfs häufig unwirtschaftlich (Aufheizung in HT-Zeit!). Daher ist hier ein Anschluss an vorhandene Heizzentralen oder mobile Heizstationen zu prüfen. Mindestanforderung für die Regelung sind Raumthermostate und eine **zentrale Wochenschaltuhr** (nachrüstbar über Funkmodule).

- e) 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. Der ermittelte Wert soll nicht überschritten werden um die Investitionskosten und die Bereitschaftsverluste zu minimieren.



4.1.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Bei Holzheizungsanlagen sind die **Emissionsgrenzwerte** des Blauen Engel einzuhalten (www.blauer-engel.de, RAL UZ 111/112, Emissionswerte Staub unter 20 mg/m³ Abgas, CO unter 400 mg/m³ Abgas). Bei größeren Anlagen (> 500 kW) ist eine Emission von weniger als 15 mg/m³ einzuhalten. Die Brennwertnutzung ist auch bei Holzheizungen und Kraft-Wärme-Kopplung zu prüfen.
- b) Bei Gasversorgung sind für die Grundlast **Brennwertgeräte ohne Mindestvolumenstrom** einzusetzen. Hydraulische Weichen sind nur in zwingenden Fällen einzusetzen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Brennwertnutzung nicht durch erhöhte Rücklauftemperaturen gefährdet wird. Warmhalte- und Frostschaltungen sind so zu regeln, dass die Rücklauftemperatur von 40° C nie, oder für die Warmwasserbereitung nur kurzfristig überschritten wird.
- c) Es ist eine **Strangregelung** möglichst für jedes Gebäude einzeln vorzusehen. Die Aufteilung erfolgt im Regelfall in 2 Heizkreise (N-O, S-W). Bei Passivhäusern ist dies nicht erforderlich.
- d) Für abweichende Nutzungsanforderungen sind **weitere Heizkreise** einzurichten (z.B. Verwaltung, Turnhallen mit Dusch- und Umkleieräumen, Aulen).



- e) In Neubauten und thermisch sanierten Altbauten sind **keine Einzelraumregelungen sondern** nur vom Nutzer einstellbare und vom Betriebspersonal **begrenzbare Thermostatventile** mit voreingestelltem ablesbarem k_v -Wert einzubauen. Die Absperrung der Heizkörper muss über das Thermostatventil und die Rücklaufverschraubung möglich sein. Jeder Heizkörper ist mit einem Entleerungsventil DN 15 mit Schlauchanschluss auszustatten.
- f) Neue Heizkörper sind höchstens mit **60°C/40°C** auszulegen. Zur Vereinfachung der Reinigung sind Heizkörper wandhängend auszuführen und über die Wand anzuschließen. Es sollen Heizkörper mit möglichst **hohem Strahlungsanteil** eingesetzt werden (z.B. Plattenheizkörper, keine Konvektoren, Deckenstrahlheizungen mit einem Strahlungsanteil > 75 % in Hallen > 4 m Höhe). Fußbodenheizungen sind wegen der Trägheit nur in begründeten Ausnahmefällen vorzusehen. In Kindertagesstätten mit Kindern unter 3 Jahren sind vor den Heizkörpern Matten oder Podeste als **Wärmeinseln** vorzusehen.
- g) **Heizkörper vor Glasflächen** sind bei Neubauten zu vermeiden und bei Sanierungsmaßnahmen mit einem wirksamen Strahlungsschirm zu versehen, sofern es sich nicht bereits um eine 3-fach-Verglasung handelt.
- h) In **Passivhausgebäuden** 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).
- i) **Wärmeverteilungsleitungen, Kaltwasserleitungen und** die in einem Zirkulationskreislauf befindlichen **Warmwasserleitungen** sowie Armaturen sind mindestens wie folgt mit **halogenfreien** Materialien zu dämmen:

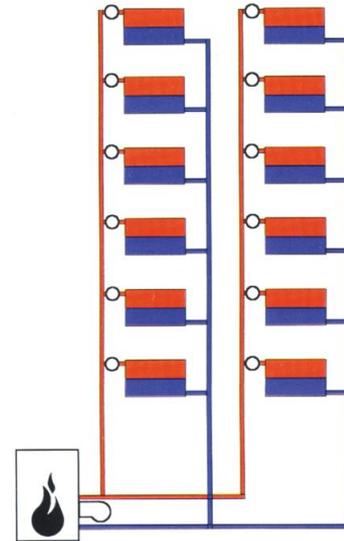
Mindestdämmung von Rohrleitungen

Rohrdurchmesser DN	(mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100
	(Zoll)	1/2"	3/4"	1"	5/8"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Mindestdämmung (bei 0,035 W/mK)	(mm)	40	40	50	50	60	60	80	100	100
Maximaler U*-Wert	(W/mK)	0,132	0,149	0,151	0,171	0,168	0,191	0,186	0,180	0,210

- j) Blockheizkraftwerke, Holzfeuerungsanlagen, Solaranlagen und Wärmepumpen sind grundsätzlich mit einem **Wärmemengenzähler** auszustatten. Außerdem ist bei zentraler Warmwasserbereitung ein **Wärmemengenzähler und ein Wasserzähler für die Warmwasserbereitung** zu setzen (vgl. 4.8.2.d).
- k) Es sind grundsätzlich Pumpen mit **Energieeffizienzindex EEI $\leq 0,23$** nach ErP-Richtlinie einzusetzen. Bei wechselndem Bedarf werden die Pumpen 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.
- l) 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**.
- m) Die Regelung ist mit einem **Optimierungsprogramm** auszustatten, um eine möglichst energiesparende Anpassung der Regelkurve, des Aufheizzeitpunktes und des Absenkezeitpunktes sicherzustellen.
- n) Wärmespeicher sind zur Verbesserung des Jahresnutzungsgrades grundsätzlich als thermohydraulische **Schichtspeicher** mit außenliegendem Wärmetauscher und/oder Schichtladesystem auszuführen. Zur Vermeidung freier Konvektion sind alle Anschlüsse von unten in den Speicher zu führen.

4.1.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Für alle Wärme- und Kältezähler sind **Inbetriebnahmeprotokolle** nach TR-K09 der PTB vorzulegen.
- b) Eine Heizungsanlage ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für den **hydraulischen Abgleich** vorliegt. Der Punkt ist eine Nebenleistung der VOB, aber dennoch explizit als Position im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.
- c) **Thermostatventilköpfe** sind wie folgt vor einzustellen: Max = Solltemperatur, Min = Frostsicherung = 5°C. Dazu benötigtes Werkzeug ist dem Betreiber auszuhändigen.
- d) Bei der **Einregulierung der Anlagen** sind während der Nutzungszeit die Heizsolltemperaturen der AMEV-Richtlinie Heizbetrieb 2001 einzustellen (z.B. Büro-, Unterrichts- und Gruppenräume 20°C, Erschließungsflore und Treppenhäuser 12°C, Flure mit zeitweiligem Aufenthalt 15°C, WCs 15°C, Turnhallen 18°C, Umkleide- und Duschräume 22°C). Der **Toleranzbereich** von +/- 1°C darf im Betrieb nur ausnahmsweise verlassen werden.
- e) Die Regelung der Heizung ist so einzustellen, dass erst bei einer Außentemperatur unter der **Heizgrenztemperatur** (z.B. ungedämmter Altbau 15°C, Passivhaus 10°C) der Heizbetrieb ermöglicht wird (AMEV-Heizbetrieb 2001).
- f) Bei der Abnahme ist die **Aktivierung aller Regelungsfunktionen** zu überprüfen (siehe 4.1.2.f, l, m, n). Insbesondere sind die Nutzungszeiten in Abstimmung mit dem Nutzer einzustellen und zu dokumentieren (siehe 2.3.a).



4.2 Lüftungstechnik

4.2.1 Vorplanung

- a) In allen Aufenthaltsräumen sind die Schadstoffkonzentrationen unter den empfohlenen Grenzwerten zu halten. Die **mittlere CO₂-Konzentration** während der Nutzung soll nach VDI 6040-1 **1.000 ppm** nicht überschreiten. Dies ist in der Regel nur mit einer kontrollierten Be- und Entlüftung möglich.
- b) Es sind grundsätzlich **Passivhauskomponenten** einzusetzen (Lüftung mit Wärmerückgewinnung, effektiver abluftseitig ermittelter **Wärmebereitstellungsgrad** für trockene Luft > 75 %, StVVb §7502 vom 28.01.2010). Empfohlen wird ein Wärmebereitstellungsgrad > 80 %.
- c) Die **Luftmenge** ist auf das für die Einhaltung der CO₂-Anforderung notwendige Maß zu beschränken (Schulen 7 l/s,P (25 m³/h,P), sonstige Gebäude 5,5 l/s,P (20 m³/h,P)). Die Auslegung sollte auf die typische/ durchschnittliche Personenzahl erfolgen. Zur Lüftung von Lagern, Fluren, Duschen, WC etc., bei denen die CO₂-Konzentration der Luft eine untergeordnete Rolle spielt, sollte soweit hygienisch und vom Brandschutz möglich überströmende Abluft aus anderen Räumen wie Klassenräumen, Umkleiden etc. verwendet werden.
- d) Aus hygienischen Gründen wird **keine Befeuchtung** der Zuluft vorgenommen (Ausnahme: konservatorische Anforderungen). Bei zu trockener Raumluft im Winter sollte es für den Nutzer die Möglichkeit geben, die Luftmenge zu reduzieren.
- e) Die Lüftungsanlage dient nur der Bereitstellung des hygienisch erforderlichen Luftwechsels. Evtl. verbleibender Heiz-/Kühlbedarf wird über **statische Heiz-/Kühlflächen** gedeckt. Räume mit potentiellem Kühlbedarf (z.B. Serverräume) sollen eine separate Zuluft (ohne WRG) erhalten.

- f) Die Lüftungsanlage soll normalerweise nur **während der Heizperiode** und während der Nutzung im Betrieb sein. Innenliegende Räume sollten daher evtl. eine separate Lüftungsanlage erhalten. Außerhalb der Heizperiode muss über die Fenster gelüftet werden. Daher muss der Betrieb von Lüftungsanlagen über geeignete **Anzeigen** (mit Erläuterung!) für die Nutzer erkennbar sein.

Betriebsanzeige Lüftungsanlage



Lüftungsanlage aus

Normalbetrieb außerhalb der Heizperiode (Stromeinsparung)
Zur Einhaltung der Luftqualität muss je nach Raumnutzung regelmäßig über die Fenster gelüftet werden.



Lüftungsanlage ein

Normalbetrieb während der Heizperiode (Wärmerückgewinnung)
Die Luftqualität wird bei normaler Belegung über die Lüftungsanlage sichergestellt. Fensterlüftung ist nur bei Bedarf erforderlich.

- g) Durch integrierte Planung sind Ausführungen mit hohem Wartungsaufwand wie z.B. zahlreiche Brandschutzklappen weitgehend zu vermeiden. Das **Brandschutzkonzept** muss daher schon in der Vorentwurfsplanung mit ausgearbeitet werden (Kanalführung, Überströmung). Es empfiehlt sich oft, die Zu- und Abluft je Klassenraum (ggf. zusammen im F90 Schacht) vertikal über die Geschosse zum Zentralgerät zu führen (Reduzierung von Schalldämpfern, Brandschutzklappen, Statikaufwand). Zu prüfen sind auch **teildezentrale** Lösungen, wo in jedem Brandabschnitt ein oder mehrere Lüftungsanlagen angeordnet werden.

4.2.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) **Revisionsöffnungen** sind so anzuordnen, dass das Kanalnetz vollständig inspiziert und gereinigt werden kann.
- b) Es sind **RLT-Geräte** mit der Qualität der **Energieeffizienzklasse A+** nach der RLT-Richtlinie 01 einzusetzen.
- c) Der Druckverlust des Kanalnetzes nach Tabelle A.8 der DIN 13779 soll „Niedrig“ bis „Normal“ sein. Der spezifische **Stromverbrauch** für die gesamte Anlage soll unter **0,45 Wh/m³** liegen.
- d) Aus hygienischen Gründen wird in Schulen und Kindergärten **keine regenerative Wärmerückgewinnung** und kein Umluftbetrieb mit der Gefahr der Übertragung von Schadstoffen zwischen Zu- und Abluft eingesetzt.
- e) **Luftfilter** haben die **Energieeffizienzklasse A** nach Eurovent einzuhalten (www.eurovent-certification.com).
- f) Die **Steuerung** erfolgt i.d.R. nach **IDA-C3** nach DIN 13779 (Zeitprogramme, keine variablen Volumenstromregler). Die Luftmenge der Geräte für Aufenthaltsräume muss für den Nutzer bzw. das Betriebspersonal in mindestens 3 Stufen einstellbar sein. Bedarfstaster für den Nutzer sind auf eine sinnvolle Zeitdauer von max. 3 h zu begrenzen (Fachklassen: 45 min).
- g) Nur 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.

- h) Bei der Lüftung von Bädern oder Duschräumen sollte die Schaltung über einen **Hygrostaten**, bei WCs über **Präsenzmelder mit Zeitnachlauf** erfolgen.
- i) Die **Thermische Isolierung [U] / Wärmebrückenfaktor [Kb]** sollte bei Lüftungsgeräten mindestens T3/TB3, bei Außengeräten mindestens T2/TB2 entsprechen (siehe RLT-Richtlinie 01).
- j) **Lüftungskanäle** sind mit **halogenfreien** Materialien zu **dämmen** (incl. Schweißwasserschutz, Alukaschierung reicht nicht aus). Bei WLG 040 sind folgende Dämmstärken einzuhalten:
Innerhalb der thermischen Hülle: Außenluft 100 mm, Fortluft 100 mm,
Außerhalb der thermischen Hülle: Zuluft 100 mm, Abluft 100 mm
- k) Die **Luftleckrate** der Kanäle und Rohre darf die **Luftdichtheitsklasse C** nach DIN EN 1507, Tabelle 1, bzw. DIN EN 15727, Tabelle 3, nicht überschreiten.

4.2.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Vor der ersten Inbetriebnahme der Lüftungsanlage ist eine **Hygiene-Erstinspektion** nach VDI 6022 Blatt 1 und Blatt 1.1 durchzuführen.
- b) Eine Lüftungsanlage ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für die **Messung des Wärmebereitstellungsgrades, der Luftmengen, der Dichtheit des Kanalsystems, der elektrischen Leistungsaufnahme**, (Überprüfung von 4.2.1.b), 4.2.1.c) und 4.2.2.b) **und des Geräuschpegels** nach DIN EN 12599 sowie eine vorliegt. Der Punkt ist explizit als Position im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.

- c) Bei der Abnahme ist die **Aktivierung aller Regelungsfunktionen** zu überprüfen (siehe 4.2.2.e, f). Insbesondere sind die Nutzungszeiten in Abstimmung mit dem Nutzer einzustellen und zu dokumentieren (siehe 2.3.a).
- d) Die nach DIN 13779 (S.20) geforderte Lüftung in der belegungsfreien Zeit erfolgt über ca. 30 Minuten **Vorspülen** vor der Nutzung.

4.2.4 Betrieb

- a) Im Betrieb ist sicherzustellen, dass die Lüftungsanlage **außerhalb der Heizperiode abgeschaltet** und über die Fenster gelüftet wird (4.2.1.e).
- b) Bei Lüftungsanlagen ohne Befeuchtung ist gemäß VDI 6022 Blatt 1 **alle 3 Jahre** eine **Hygieneinspektion** durchzuführen.

4.3 Klimatechnik

4.3.1 Vorplanung

- a) **Aktive Kühltechnik** ist nach Möglichkeit zu **vermeiden** (Verkleinerung der Glasflächen, Sonnenschutz, Anordnung von Speichermasse, Nachtlüftung, Verringerung oder Verlagerung der inneren Lasten, Verlegung von zu kühlenden Einrichtungen in nördlich orientierte Außen- oder Kellerräume).
- b) Wenn Kühlung erforderlich ist, sind zunächst die Möglichkeiten der nächtlichen **freien Kühlung**, **adiabatischen Kühlung** (der Abluft) und **sorptionsgestützten Klimatisierung** auszuschöpfen. Trinkwasser darf nur zur adiabatischen Kühlung eingesetzt werden (Beachtung der DIN EN 1717).
- c) Wenn aktive Kühlung notwendig ist, soll dafür die Nutzung **erneuerbarer Energien** wie z.B. Solarenergie oder Erdsonden eingeplant werden (StVVb § 2443 vom 06.09.2007).
- d) Der Einsatz **mobiler Klimageräte** ist nur in Bestandsbauten zu konservatorischen Zwecken zulässig.



4.3.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Es sollen nur Kältemittel verwendet werden, die **weder halogeniert noch teilhalogeniert** sind. Zulässig sind z.B. Wasser (R 718), Kohlendioxid (R 744) oder Ammoniak (R 717).
- b) Die **Dämmung** von Kältemittelleitungen ist mit **Mineralfasern** oder mit **halogenfreien Schaumstoffen** auszuführen.
- c) Bei Komfort-Kühlung ist die Raum-Solltemperatur **gleitend mit der Außentemperatur** anzuheben (ab 26°C Raumtemperatur: Raumsolltemperatur = Außentemperatur – 3 K, Toleranz +/- 1°C).
- d) Bei konservatorischen Anforderungen (z.B. **Museen**) Sollfeuchte und Solltemperatur **jahreszeitlich gleiten** lassen. Veränderungsgeschwindigkeit für Temperatur und Feuchte nach Nutzungsanforderung begrenzen (z.B. $\Delta F < 1 \text{ %/Tag}$).
- e) Der Kühlbetrieb ist nur zu ermöglichen, wenn in den entsprechenden Räumen der **Sonnenschutz aktiviert** ist und die Fenster geschlossen sind.

4.3.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Die Regelung ist so einzustellen, dass die Kältemaschine erst **ab** einer Raumtemperatur von **26°C** in Betrieb gehen kann und die Raumtemperatur danach gleitend **3K unter der Außentemperatur** bleibt (IT-Räume ohne feste Arbeitsplätze: Solltemperatur 27°C, Toleranz +/- 1°C).

4.4 Sanitärtechnik

4.4.1 Vorplanung

- a) Bei einem hohen Bedarf an Brauchwasser ($> 60 \text{ m}^3/\text{a}$ ohne Trinkwasseranforderungen) ist die **Regenwassernutzung** gemäß DIN 1989-1 oder die Nutzung des Wassers aus **Hygienespülungen** auf Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Für die Freiflächenbewässerung (z.B. für Sport- und Grünanlagen) ist die Regenwassernutzung in der Regel wirtschaftlich. Anlagen mit automatischer Trinkwassernachspeisung sind nach DIN EN 1717 abzusichern und gemäß VDI/DVGW 6023 zu überwachen. Bei Kunstrasenplätzen ist Regenwasser wegen der Algenbildung problematisch. Wenn das Regenwasser nicht genutzt wird, ist die Möglichkeit der **Versickerung** auf dem Grundstück zu prüfen.
- b) Wenn in der Nähe **Brauchwasser** zur Verfügung steht (z.B. Mainwassernetz der Mainova, Grundwasserhaltung U-Bahn), so ist auch hier die Möglichkeit der Nutzung zu prüfen.
- c) Handwaschbecken und Putzräume sind in der Regel nur mit **Kaltwasserhähnen** auszustatten (Ausnahme: WC-Räume für Küchenpersonal, Handwaschbecken in Kindertagesstätten und Kinderkrippen, dann dezentrale Erwärmung).
- d) **Enthärtungsanlagen** sind möglichst zu vermeiden. Wenn diese erforderlich sind, dann sind diese verbrauchernah anzuordnen und auf den gemessenen Verbrauch auszulegen.

4.4.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Zu- und Abwasserleitungen aus **PVC** dürfen innerhalb von Gebäuden nicht verwendet werden (MB 525 vom 16.02.1990).

- b) Trinkwasserleitungen sind in **Edelstahl** oder **PE** auszuführen.
- c) Trinkwasserleitungen sind so zu planen, dass eine **Stagnation** in den Leitungen **vermieden** wird (Durchschleifen auf Dauerverbraucher bzw. Hygienespülung, Vermeidung von Stichleitungen).
- d) Rohrleitungen sind zur Vereinfachung von Wartung und späterem Austausch **leicht zugänglich** zu verlegen. Regenfallrohre sind grundsätzlich leicht zugänglich an der Außenfassade zu verlegen.
- e) Sanitärobjekte sind zur Minimierung der Reinigungskosten grundsätzlich **wandhängend** auszuführen.
- f) WC-Sitze sind mit stabiler Befestigung (**durchgehende Edelstahl-Scharnierwelle**) einzubauen.
- g) Es sind nur Spülkästen mit **Stopptaste** oder separater Kleinmengentaste und Benutzerhinweis einzubauen.
- h) **Spülkästen** sollen eine Spülmenge von **max. 4,5 Liter** aufweisen (Ausnahmen im Bestand!).
- i) Für alle **Wasch- und Spülbecken** sind Strahlregler einzubauen (**5 l/min**).
- j) Es sind **Duscharmaturen** mit **max. 7 l/min** und gleichzeitig fülligem Strahl einzubauen.
- k) Bei Handwaschbecken und Duschen sind in der Regel **Selbstschlussarmaturen** einzusetzen. Die Laufzeit ist bei Handwaschbecken auf 5 sec und bei Duschen auf 40 sec zu begrenzen. Voraussetzung ist ein Filter, der Fremdkörper fernhält.
- l) Urinale sind ab 10 Nutzungen pro Tag grundsätzlich als **Trocken-Einzelurinale** auszuführen, sofern dem nicht begründete Nutzerwünsche entgegenstehen.
- m) Zur **Legionellenprophylaxe** sind in Duschen nur **dezentrale Frischwasserstationen** oder **Durchlauferhitzer** einzusetzen (siehe DVGW



- 551, DST-Hinweis Nr. 3.4). Die Wassermenge zwischen dem Wärmeübertrager und dem Duschkopf darf nicht über 3 l liegen. Die Ladepumpe für die Frischwasserstation soll nur laufen, wenn warmes Wasser gezapft wird.
- n) Trinkwarmwasserspeicher sind bei Frischwasserstationen überflüssig. Falls zur Spitzenlastabdeckung **Heizwasserspeicher** erforderlich sind, so sind diese nur für den nachgewiesenen Bedarf auszulegen (keine Sicherheitszuschläge) und möglichst verbrauchernah anzuordnen. Im Bestand sind vorher Messungen zur Ermittlung des Warmwasserbedarfes durchzuführen.
 - o) Außerdem soll zur Vermeidung des Legionellenwachstums die **Aufheizung von Kaltwasserleitungen** möglichst **vermieden** werden (kleine Querschnitte, Dämmung nach Kap. 4.1.2.i und separierte Anordnung der Rohrleitungen nach DIN 1988-200).
 - p) Speicher-Ladepumpen und Zirkulationspumpen sind mit **Energieeffizienzindex $EEI \leq 0,23$** nach ErP-Richtlinie auszuführen (elektronische Regelung nicht erforderlich) und sollen über Schaltuhr (und evtl. Thermostat) gesteuert werden.
 - q) Bei großen Kesseln oder langen Wärmeleitungen und geringem WW-Bedarf ist eine **separate Wärmeerzeugung** (z.B. mit Therme) für die Warmwasserbereitung zu prüfen.
 - r) Bei zentraler Warmwasserbereitung ist grundsätzlich ein **Unterzähler für** die Messung der **Warmwassermenge** (im Kaltwasserzulauf zum Warmwasserbereiter) zu setzen.
 - s) Bei entfernten **nur gelegentlich genutzten Duschen** (z.B. Sozialbereich Küchen und KTs) sind Gas- oder **Elektrodurchlauferhitzer** (13,5 kW) einzuplanen.
 - t) Untertischspeicher sind wegen der hohen Leerlaufverluste zu vermeiden. Stattdessen sind **Klein-Durchlauferhitzer** (5,7 kW) bei ausreichend vorhandener Stromversorgung einzusetzen.
 - u) An Warmwasserentnahmestellen in öffentlich zugänglichen Bereichen ist der **Verbrühungsschutz** nach DIN EN 806-2 sicherzustellen (Schulen max. 43°C, Kindertagesstätten max. 38°C).



4.4.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Rohrleitungen und Armaturen sind nach DIN 1988-200 zu **kennzeichnen** und einer **Druckprüfung** unter Berücksichtigung der Trinkwasserhygiene nach VDI/DVGW 6023 zu unterziehen. Vor der Abnahme ist das gesamte System auf **Dichtigkeit** zu überprüfen (Kriechmengen an der Wasseruhr). Die Wassermengen (4.4.2.h-j) und Selbstschlusszeiten (4.4.2.k) sind zu prüfen. Die Prüfungen sind zu protokollieren.
- b) Für alle Wasserzähler sind **Inbetriebnahmeprotokolle** nach **TR-W19** der PTB vorzulegen.
- c) Zum Nachweis der einwandfreien Beschaffenheit des Trinkwassers sind **Hygieneuntersuchungen** des Trinkwassers gemäß VDI 6023 Blatt 1 durchzuführen.

4.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte

4.5.1 Vorplanung

- a) Die Stromversorgung sollte bei Beachtung der Wirtschaftlichkeit vorzugsweise auf der Basis von **regenerativen Energieträgern oder Kraft-Wärme-Kopplung** erfolgen (StVVB § 1491 vom 01.03.2007).
- b) Vor der **Vergroößerung einer Trafostation** oder eines Elektroanschlusses ist zu prüfen, ob durch Einsparmaßnahmen im Bestand die notwendige Leistungserhöhung vermieden werden kann (z.B. durch Beleuchtungssanierung, Umstellung der Küche auf Gas, Spitzenlast-Begrenzung).
- c) Bei größeren Sanierungsmaßnahmen sind **Leuchten** unter 50 lm/W zu **ersetzen**.

- d) Bei der Ausstattung der Räume mit Leuchten ist darauf zu achten, dass die **Beleuchtungsstärke** max. 10 % vom Sollwert nach DIN EN 12464 bzw. DIN EN 12193 abweicht. Dazu ist für jede Raumart ein rechnerischer Nachweis mit einem geprüften Programm (z.B. www.dialux.com, www.relux.de) zu erbringen.
- e) **Elektrowärme** ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

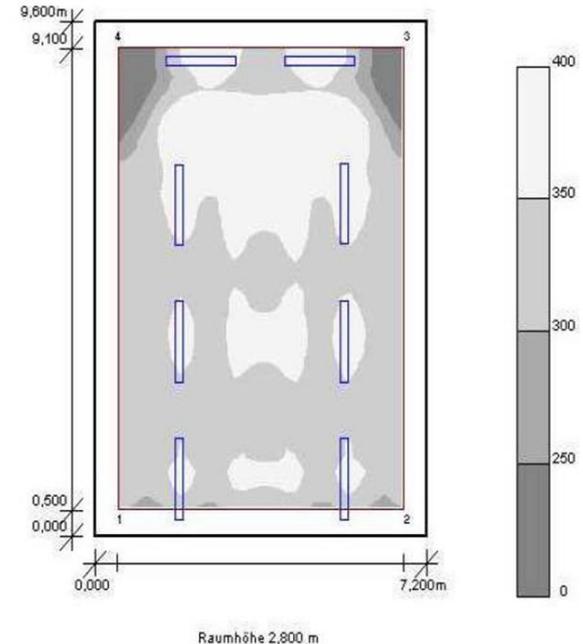
4.5.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Es dürfen **keine Schwermetalle** eingesetzt werden (z.B. keine Cadmium-Tellurid-PV-Module).
- b) Der Grenzwert für die **elektrische Leistung von Leuchten** beträgt einschließlich Vorschaltgerät 2,0 W/m²100lux, der **Zielwert 1,5 W/m²100lux**. Zusätzliche Effektbeleuchtung darf nur temporär über Schlüsselschalter oder Zeitrelais freigegeben werden. Für die Auslegung reicht nach aller Erfahrung ein Wartungsfaktor von 0,8. Ein Randstreifen von 0,5 m kann bei Berechnung der Nennbeleuchtungsstärke und der Gleichmäßigkeit unberücksichtigt bleiben.
- c) Die **Lichtausbeute** der Lampen soll incl. Vorschaltgerät im Mittel **mindestens 80 lm/W** betragen. Es sind grundsätzlich LED-Lampen oder Leuchtstofflampen einzusetzen. Beim Wirtschaftlichkeitsvergleich ist das Marktanzreizprogramm für LED zu berücksichtigen.
- d) **LED-Module** sollen dem **Zhaga-Standard** (www.zhagastandard.org) entsprechen **oder** marktübliche **Standardfassungen** haben.
- e) Der **Leuchtenbetriebswirkungsgrad** soll mindestens **80 %** betragen.
- f) Die **Notbeleuchtung** ist mit LED-Technik auszuführen.
- g) Beleuchtung in den Hauptnutzungszonen wird grundsätzlich **vom Nutzer ein- und ausgeschaltet** (evtl. mit Taster). Nur die Ausschaltfunktion der Beleuchtung kann zusätzlich über eine automatische Steuerung erfolgen.

- h) Bei der Neuinstallation von **Klassenräumen** erfolgt dies über eine Pausenschaltung, die 5 min nach Pausenbeginn die Beleuchtung abschaltet. Bei anderen Nutzungsarten ist evtl. eine zentrale Abschaltung nach Nutzungsende vorzusehen.
- i) In jedem Fall kann der Nutzer die Beleuchtung direkt nach dem Ausschalten von **Hand wieder einschalten**.
- j) In größeren Räumen (z.B. Klassenräumen) ist die Beleuchtung **in Reihen** schaltbar auszulegen, um nach Bedarf und Tageslichtangebot die Beleuchtung zu- oder abschalten zu können. Die **Schalter** sind entsprechend zu **beschriften** (z.B. Flurseite, Fensterseite).
- k) Räume, die nicht dem dauernden Aufenthalt dienen, (**Flure, Treppenhäuser, Lagerräume, Keller**) sind zusätzlich zum Hand-Ein/Aus-Taster mit einfachen Präsenzmeldern (keine Fernsteuerung, Eigenverbrauch < 0,35 W, Nachlaufzeit einstellbar) zur automatischen Ausschaltung auszustatten. Bei möglicher Tageslichtnutzung müssen die Präsenzmelder zusätzlich über einen Lichtsensor verfügen, der auf die Nennbeleuchtungsstärke einzustellen ist.
- l) **Tageslichtversorgte Bereiche** sollen prinzipiell **getrennt** von nicht-tageslichtversorgten Bereichen **schaltbar** sein. Tageslichtabhängige Regelungen sind nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich.
- m) Für innenliegende **Toiletten, Umkleiden** etc. sollten Eingangsbewegungsmelder evtl. mit Akustiksensoren eingesetzt werden.



- n) Bei **Schulturnhallen** ist für den Schul- und Trainingsbetrieb eine Beleuchtungsstärke von **300 lux** vorzusehen. Sofern regionale Wettkämpfe stattfinden, darf der **Wettkampfbetrieb** (500 lux) **nur über Schlüsselschalter** zugeschaltet werden.
- o) Bei größeren Leuchtengruppen (> 1 kW, z.B. Turnhallen) sind zusätzlich zum Hand-Ein/Aus-Taster **Präsenzmelder** (in tageslichtversorgten Bereichen mit Lichtsensor) zur automatischen Ausschaltung anzubringen.
- p) Die **Außenbeleuchtung** ist über Dämmerungsschalter und Schaltuhr (sofern keine Verkehrssicherungspflicht) oder evtl. zusätzlich über Bewegungsmelder zu schalten.
- q) Auch wenn ein Installationsbussystem eingesetzt wird, sollen aus Kostengründen möglichst **Schalter und Taster konventioneller Bauart** eingesetzt werden. Alle Schalter und Taster sind einheitlich im Klartext mit der genauen Funktion zu beschriften.
- r) Sofern wirtschaftlich (z.B. bei Küchen), ist eine **Spitzenlastbegrenzung** einzubauen. Zumindest ist diese durch Steuerleitungen an die Elektro-Großgeräte und Platzvorhaltung in der Hauptverteilung vorzubereiten.
- s) Die Blindleistung ist auf den vom Netzbetreiber zugelassenen Leistungsfaktor (cos phi) zu begrenzen. Dazu sind eine Platzvorhaltung und ein Abgang im Verteiler für **Kompensationsanlagen** vorzusehen.
- t) Wenn **USV-Anlagen** notwendig sind, so sind Geräte der Wirkungsgradklasse 3 nach DIN EN 62040-3 einzusetzen.
- u) **Haushaltsgeräte** sollen mindestens die Effizienzklasse A+++ einhalten (www.ecotopten.de).
- v) Wenn **Monitore** in einem notwendigen Flucht- und Rettungsweg angebracht werden, dann sind diese mit einer nichtbrennbaren und rauchdichten **Einhausung** zu versehen. Außerdem sind sie über einen Präsenzmelder oder über eine Wochenschaltuhr außerhalb der Nutzungszeiten abzuschalten.
- w) Es sollte eine elektrische **Leistungsbilanz** unter Berücksichtigung von objektbezogenen **Gleichzeitigkeitsfaktoren** erstellt werden. Durch eine Messung sollte nach Abschluss der Baumaßnahme ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden.



Em in lx(°)	Emax in lx(°)	Emin in lx(°)	Emin/Em (°)	Emin/Emax(°)
339	452	128	1:2,6	1:3,5

*)... Nutzebene vermindert um 0,500 m Randzone

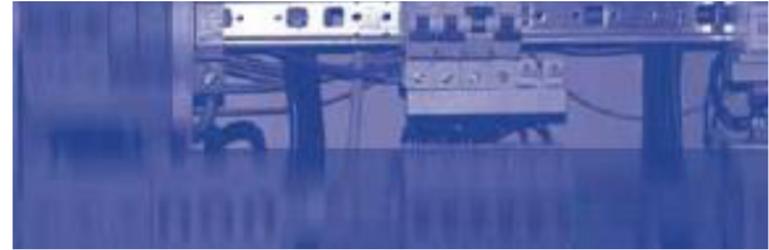
4.5.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Beleuchtungsanlagen sind erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für die **Messung der Beleuchtungsstärken und der elektrischen Leistungsaufnahme** vorliegt (Überprüfung von 4.5.2.c). Bei Präsenzmeldern sind Empfindlichkeit und der Zeitnachlauf einzustellen und zu protokollieren. Die Punkte sind explizit als Positionen im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.

4.6 Küchentechnik

- a) Es ist ein **Quartierskonzept** mit einer Zentralküche und mehreren Frischkost-Anliefer-Küchen aufzustellen. Mit diesem Konzept können auch lokale Schwankungen in der Anzahl der warmen Mahlzeiten kompensiert werden.
- b) **Kühl-/Gefrierzonen** sind von heißen/warmen Bereichen **thermisch zu entkoppeln**.
- c) **Küchengeräte** wie Herde und Konvektomaten sollen **mit Gas** betrieben werden, da dies in der Regel wirtschaftlich ist.
- d) Wenn verfügbar sollten **Küchengeräte mit Kondensationshaube oder interner WRG** eingesetzt werden. Dies leistet einen wesentlichen Beitrag zur Einhaltung der Arbeitsstättenrichtlinien.
- e) Wenn Gerätezertifizierungen nicht vorliegen, ist bei Planungen der **Verbrauchswert nach DIN 18873** zu **berechnen**. Kriterien sind dabei „ENERGY STAR® Guide for Restaurants“ und die Eurovent Certification Company ECC für Kälte- und Kühltechnik.

- f) Weiterhin sind die **Planungsempfehlungen** „Energieeffizienz in Küchen, Mensen und Cafeterien“ des Hochbauamtes zu beachten.



4.7 Maschinelle Anlagen

- a) Vor jeder Aufzugsplanung ist eine **Verkehrsberechnung** zu erstellen. Die Planung ist entsprechend auszulegen.
- b) Für alle elektrischen Antriebe sind **Energiesparmotoren** (ab 1.000 h/a IE3-Motoren nach DIN EN 60034-30) einzusetzen.
- c) Wenn **Aufzüge** erforderlich sind, sollen diese der **Energieeffizienzklasse A** nach VDI 4707 genügen. Die Kabinenbeleuchtung soll in LED-Technik ausgeführt werden und sich in längeren Nutzungspausen (> 5 min) automatisch abschalten.
- d) Ständig offene **Schachtbe- und entlüftungen** sowie Entrauchungsöffnungen sind wegen der Wärmeverluste zu vermeiden (motorisch betriebene **RWA**).
- e) Bei der **Bühnentechnik** sind **hydraulische Antriebe** zur Verringerung der Wartungs- Instandsetzungs- und Energiekosten möglichst zu **vermeiden**.

4.8 Gebäudeautomation

4.8.1 Vorplanung

a) Aus wirtschaftlichen Gründen ist es erforderlich, für Betriebsführung und Betriebsüberwachung ein offenes Regelungssystem zur Verfügung zu stellen. Grundsätzlich sind daher alle Gewerke so zu planen, dass sie auf eine **gemeinsame Gebäudeleittechnik** (z.B.: IAS/InTouch View von Wonderware) aufgeschaltet werden **können**. Damit soll eine zentrale Betriebsführung und Betriebsoptimierung ermöglicht und die Schulung des Betriebspersonals vereinfacht werden. Die genauen Vorgaben hierzu sind im **Pflichtenheft Gebäudeautomation** niedergelegt.

(www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Gebäudeautomation)

b) Für die Gebäudeautomation ist eine **Integrationsplanung** für alle technischen Gewerke sicherzustellen. Die **Anzahl der Datenpunkte** ist **möglichst gering** zu halten.

c) Die Gebäudeautomation ist gemäß VDI/GEFMA 3814 zu planen und in Betrieb zu nehmen. Bei der Planung der Gebäudeleittechnik ist das **übergeordnete Funktionsschema**, die **Funktionsliste** (GA-FL) und für jede Anlage ein **Automationsschema** nach DIN EN ISO 16484-3 zu erstellen und mit der Abteilung Energiemanagement abzustimmen.

4.8.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

a) Alle Datenpunkte sind in der SPS/DDC und durchgängig in allen Dokumentationen nach einem einheitlichen 28-stelligen **allgemeinen Kennzeichnungssystem (AKS)** wie folgt zu bezeichnen (siehe

Pflichtenheft Gebäudeautomation):

Stelle 1-4: Straßenkennziffer

Stelle 5-7: Hausnummer

Stelle 8-9: Gebäude

Stelle 10-11: Geschoss

Stelle 12-14: Kostengruppe

Stelle 15-17: Anlagenummer

Stelle 18-24: Betriebsmittel

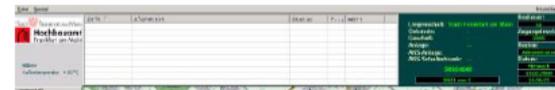
Stelle 25: Phys. Bezeichnung

Stelle 26: Funktion

Stelle 27-28: Lfd.Nr.

Für die einzelnen Felder sind Schlüsselverzeichnisse verfügbar unter www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Gebäudeautomation.

- b) In Abstimmung mit der Abteilung Energiemanagement ist ein **Verbrauchszählerkonzept** für Strom, Heizenergie, Wasser und Warmwasser zu entwickeln und in der Planung umzusetzen. Dabei sind nicht nur Fremdverbraucher/nutzer zu berücksichtigen sondern auch die Möglichkeiten einer begleitenden Verbrauchserfassung zur Überprüfung der Gebäudequalität. Das Zählerkonzept wird vom Energiemanagement freigegeben und nach Ausführung abgenommen.
- c) Für jedes abgeschlossene Gebäude über 500 m² NGF (z.B. Turnhalle) und für jeden Nutzer innerhalb eines Gebäudes (z.B. Schulmensen) sind je ein **Verbrauchszähler** für Strom, Heizenergie und Wasser anzuordnen. Dies gilt auch für temporäre Containerstellungen. Alle Verbrauchszähler (EVU-Verrechnungszähler und Unterzähler) 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.
- d) Für alle Strom-, Heizenergie- und Wasserverbraucher (Gebäude, Gebäudeteile, Geräte), die Jahreskosten von mehr als 2.500 € erwarten lassen sind **Unterzähler** zu setzen (es gilt die Geräteausstattung zur Energie- und Medienerfassung der FKGB/AMEV). Insbesondere ist der Kaltwasserzulauf und die Wärmemenge für zentrale **Warmwasserbereitungsanlagen** zu zählen (siehe 4.1.2.j).
- e) Bei Liegenschaften mit Jahreskosten für Energie und Wasser über 15.000 € (und grundsätzlich bei Schachtwasserzählern) sind alle Verbrauchszähler auf einen Datenlogger (für die **automatische Verbrauchserfassung**) und/oder auf das Prozess-Visualisierungssystem aufzuschalten. Dafür ist eine Datensteckdose in der NSHV vorzusehen.



- f) **Raumsensoren** sollen über die Nutzungszeit von mindestens 10 Jahren eine **Genauigkeit** $\leq 3\%$ des nutzungstypischen Messbereichs haben (Temperatur $\leq \pm 0,5\text{ °C}$, Feuchte $\leq \pm 3\%$, CO₂-Konzentration $\leq \pm 100\text{ ppm}$). Sie sind an einer ungestörten Stelle im Raum zu platzieren (min. 2 m Abstand zu Fenstern, Türen, Zuluftöffnungen, Wärmequellen ...).
- g) Für alle automatisierten technischen Anlagen ist eine **Handbedienebene** vorzusehen. Dafür sind Schalter mit den Positionen Aus - Auto - Ein in einem nur für das Betriebspersonal zugänglichem Raum (Technikraum) anzuordnen und eindeutig im Klartext zu beschriften. Zusätzlich ist ein zentraler Schlüsselschalter im Eingangsbereich vorzusehen, der zwischen „**Gebäude im Betrieb**“ und „**Gebäude nicht im Betrieb**“ umschaltet und diesen Betriebszustand mit potentialfreien Kontakten an die verschiedenen Gewerke weiterleitet.
- h) Generell sind für alle automatisierten Anlagen **autark arbeitende digitale Regelungen** (DDC in dezentraler Technologie) vorzusehen. Diese müssen auch bei Ausfall einer evtl. vorhandenen Managementebene mit vollem Funktionsumfang störungsfrei weiterarbeiten und nach **Netzausfällen** selbsttätig den vollen Betrieb wieder aufnehmen.
- i) Alle für die Nutzung wichtigen **Betriebsdaten** (z.B. Betriebsanzeige Lüftung, Schwellenwerte für Sonnenschutz und Nachluftklappen, sämtliche Zeitpläne) müssen für auch für technische Laien



- jederzeit **ohne Passwort** an der DDC **ablesbar** sein. Die Anzeige soll mit Klartext-Bezeichnung, Wert und Einheit auf einem Display mit mindestens 10 cm Bilddiagonale und einer Schrifthöhe mit mindestens 2,5 mm erfolgen.
- j) Die **Sollwerte** für die Nutzungskonditionen und die Zeitpläne müssen **über ein Passwort** für das Betriebspersonal vor Ort **veränderbar** sein.
 - k) DDC-Unterstationen sollen zur Verknüpfung auf der Automationsebene über eine einheitliche, **herstellerunabhängige Schnittstelle** (z.B. Modbus, LONtalk (LONMark zertifiziert)) verfügen.
 - l) Bei Anlagen mit Jahresenergiekosten über 30.000 € (z.B. alle Schulen) ist als Managementebene vor Ort oder in einer abgesetzten Leitzentrale eine herstellerunabhängige **Gebäudeleittechnik (GLT)** vorzusehen.
 - m) Für die Bildschirmoberfläche wird ein **einheitliches graphisches und textliches Layout** vorgegeben, damit in allen Liegenschaften eine einfache und einheitliche Bedienung möglich ist. Der Zugriff erfolgt über ein einheitliches Auswahlfenster mit Luftbild und Gewerkeleiste.
 - n) Die GLT ist im **Hausmeisterraum** anzuordnen. Eine Verlagerung des Systems über eine Modemstrecke bzw. Intranet zur zentralen Betriebsführung muss jederzeit möglich sein.
 - o) Zur Alarmierung der Bereitschaft sind eingehende **Störmeldungen** mit hoher Priorität von der GLT **via SMS** auf ein D1/D2/E-Plus-Mobiltelefon zu übermitteln.
 - p) Als Handbedienebene sollten **einfache Bedientableaus mit Standardszenarien** (mit kurzer Funktionsbeschreibung) in der Art des nebenstehenden Beispiels verwendet werden.

Bedienung Lüftungsanlage Aula

-  **Freigabe**
Die Lüftungsanlage kann nur mit einem Schlüssel bedient werden.
Der Schlüssel befindet sich beim Hausverwalter (Telefon:)
-  **Hand aus**
Die Lüftungsanlage wird von Hand ausgeschaltet.
Zur Einhaltung der Luftqualität muss über Fenster gelüftet werden.
-  **Automatik**
Die Lüftungsanlage wird über den Präsenzmelder gesteuert.
Keine Präsenzmeldung: Anzeige rot, Präsenzmeldung: Anzeige grün.
-  **Hand ein**
Die Lüftungsanlage wird von Hand eingeschaltet.
Nach einer Stunde geht die Anlage wieder in den Automatik-Modus.

4.8.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Die Gebäudeautomation ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll über einen **1:1-Datenpunkttest** (Kalibrierung sämtlicher Fühler und korrekte Anzeige der Werte auf der DDC und in der GLT) sowie die Überprüfung der wesentlichen Funktionen vorliegt. Insbesondere ist zu überprüfen, ob die DDC-Stationen auch bei Ausfall der Managementebene (GLT) mit vollem Funktionsumfang störungsfrei weiterarbeiten und nach **Netzausfällen** selbsttätig den vollen Betrieb wieder aufnehmen (Überprüfung von 4.8.2.h). Der Punkt ist explizit als Position im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.
- b) Alle **Sensoren und Aktoren** sind vor Ort, in der DDC und in der GLT mit dem AKS und einem Klartext zu **beschriften** (Schild 70*20mm, schwarze Schrift, weißer Untergrund).
- c) Die **Passwörter** für die DDC-Stationen und die GLT sind **im Gebäudebetriebsordner** zu hinterlegen.
- d) Für jede Bedieneinheit ist eine **individuell angefertigte Bedienungsanleitung** zu erstellen.

4.9 Kommunikationstechnik

- a) Für die IT-Verkabelung gilt die vom Amt 16 herausgegebene **Richtlinie "Grundsätzliches zur Verkabelungstechnik"** in der jeweils aktuellen Fassung (im Intranet im Downloadbereich des Amtes 16 verfügbar).
- b) In allen Büroräumen und Klassenräumen ist eine gemeinsame **Kabeltopologie** für Telekommunikation (VoIP) und Datennetz (100BT) zu planen, sodass Erweiterungen später problemlos vorgenommen werden können.

- c) Für Räume mit 1 Arbeitsplatz sind **2 Telekommunikations-Anschlüsse (VoIP) und 2 Datenanschlüsse (100BT)** vorzusehen. Für jeden weiteren Arbeitsplatz im Raum kommen je ein weiterer TK-Anschluss und ein Datenanschluss hinzu.
- d) Die Gebäudeautomation wird über ein **logisch getrenntes Techniknetz** (gelbe Patch-Kabel) auf den GLT-Server des Amtes für Bau und Immobilien aufgeschaltet. Dafür gibt es einen zentralen Übergabepunkt am Schaltschrank des Amtes 16.
- e) Für Kommunikationsanlagen im **Krisenfall** sind **separate Kabelnetze** vorzusehen.
- f) **Geräte mit hoher Wärmelast** (Drucker, Kopierer, Server) sind außerhalb von Aufenthaltsräumen aufzustellen.
- g) **IT und Bürogeräte** sollen die Kriterien des Energy-Star (www.eu-energystar.org/de) und der Office-TopTen (www.energieeffizienz-im-service.de/it-geraete.html) einhalten. Zur sicheren Trennung vom Netz sind Peripheriegeräte mit schaltbaren Steckerleisten auszustatten. Bei EDV-Räumen ist eine zentrale Abschaltung vorzusehen.

Stadt Frankfurt a.M. - Energie
www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de
Suchen




Energiecontrolling

- [EVU-Rechnungen](#)
- [Manuelle Zählerablesungen](#)
- [Automatische Verbrauchserfassung](#)
- [Energieausweise](#)

Betriebsoptimierung

- [Hinweise für Gebäudenutzende](#)
- [Anweisungen für Hausverwaltungen](#)
- [Energiespar-Toolbox](#)
- [Erfolgsbeteiligung für Nutzung/Betrieb](#)
- [Seminarprogramm](#)
- [Gebäudeautomation](#)

Investive Maßnahmen

- [Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen](#)
- [Gesamtkostenberechnung](#)
- [Bauprojekte](#)
- [Energiekonzepte](#)
- [Thermografieuntersuchungen](#)
- [Kraft-Wärme-Kopplung](#)
- [Regenerative Energiequellen](#)

Service

- [Aktuelles](#)
- [Berichte / Dokumente](#)
- [Rechenprogramme](#)
- [Verweise auf externe Seiten](#)
- [Verweise auf interne Seiten](#)
- [Information in English](#) 
- [Kontakte / Ansprechpersonen](#)



Energiemanagement

Seit über 25 Jahren gibt es in der Stadt Frankfurt a.M. die Abteilung Energiemanagement. Diese hat die Aufgabe, die Strom-, Heizenergie- und Wasserkosten für die ca. 1.000 städtisch genutzten Liegenschaften zu minimieren. Dazu gehören so unterschiedliche Gebäudearten wie Schulen, Kindertagesstätten, Bäder, Sportanlagen, Verwaltungsgebäude, Museen, Feuerwachen, Städtische Bühnen, Zoo und Palmengarten.

- 25 Jahre Energiemanagement
- Meilensteine 25 Jahre Energiemanagement
- Flyer Energiemanagement

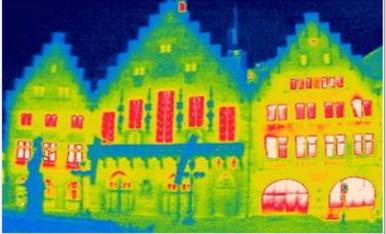
Im Jahr 2016 wurden für diese Liegenschaften Energie- und Wasserkosten in Höhe von ca. 36,1 Mio. € aufgewendet. Davon entfielen ca. 16,6 Mio. € auf Strom, ca. 13,8 Mio. € auf Heizenergie und ca. 5,6 Mio. € auf Wasser und Kanalleitung. Seit dem Jahr 1990 konnte der spezifische Stromverbrauch trotz der vor allem im Bereich der IT rasant zunehmenden technischen Ausstattung im Schnitt um 3 % gesenkt werden. Der spezifische Heizenergieverbrauch sank in dieser Zeit um 40 %, der spezifische Wasserverbrauch sogar um 51 % und die spezifische Kohlendioxid-Emissionen um 41 %. Um die Ziele des Energie- und Klimaschutzkonzeptes der Stadt zu erreichen (Verringerung alle 5 Jahre um 10 %) sind künftig noch verstärkte Anstrengungen nötig.

Seit dem Jahr 1990 wurde durch das Energiemanagement ein Gewinn von 198 Mio. € erwirtschaftet. Eine Zusammenstellung der Zahlen finden Sie hier:

- Entwicklung der Kosten, Verbrauchswerte und Emissionen seit 1990

Diese Erfolge wurden mit den drei wesentlichen Instrumenten des kommunalen Energiemanagements erreicht:

Instrumente	Einsparpotential	Kosten : Nutzen
Energiecontrolling	> 5 %	1:5 – 1:10
Betriebsoptimierung	> 15 %	1:3 – 1:5
Investive Maßnahmen	> 30 %	1:1 – 1:3



25

Jahre

Klimaschutz

Frankfurt am Main