

Leitlinien zum
wirtschaftlichen Bauen
2010



Hochbauamt
Frankfurt am Main



Inhalt

Zielsetzung und Gültigkeitsbereich 3

Typen von Leitlinien 4

Umsetzung der Leitlinien 5



1 Baustoffe 6

2 Hochbau 8

3 Technik 12

3.1 Heizungstechnik 12

3.2 Lüftungstechnik 14

3.3 Klimatechnik 16

3.4 Sanitärtechnik 17

3.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte 18

3.6 Maschinelle Anlagen 20

3.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik 20

3.8 Kommunikationstechnik 23

Zielsetzung und Gültigkeitsbereich

Ziel der Leitlinien ist es, mit einem Lebenszyklusansatz die jährlichen Gesamtkosten (Summe aus Kapitalkosten, Betriebskosten und Umwelt-Folgekosten) über den betrachteten Nutzungszeitraum zu minimieren. Neben der Wirtschaftlichkeit einer Baumaßnahme sind als weitere Nachhaltigkeitskriterien die Gesundheit und Behaglichkeit für den Nutzer, die Reduzierung des Materialeinsatzes, die Minimierung des Primärenergiebedarfs sowie die Dauerhaftigkeit und Rückbaufähigkeit der Bauteile und Konstruktionen Ziel dieser Leitlinien. Dazu gehört eine angemessene Gestaltung, die die Identifikation der Nutzer mit ihrem Gebäude und damit den pfleglichen Umgang fördert.

Weitere Ziele sind eine möglichst weitgehende Herstellung des „barrierefreien Frankfurt“ und der lokale Beitrag zum globalen Klimaschutz (Reduktion der CO₂-Emissionen in Frankfurt am Main um 50 % bis zum Jahr 2010) sowie die Berücksichtigung des heute schon absehbaren Klimawandels (heißere Sommer, stärkere Stürme, mehr Starkregenereignisse).

Diese Leitlinien gelten für alle Neubau- und Sanierungsvorhaben der Stadtverwaltung, städtischer Einrichtungen und Eigenbetriebe sowie für alle Gebäude, die im Rahmen von PPP-Modellen künftig für die Stadt Frankfurt errichtet werden (StVVB-§2443). Sie implizieren jedoch keine Nachrüstverpflichtung für bestehende Gebäude, soweit dies nicht durch gesetzliche Vorgaben (z.B. in der Energiesparverordnung) festgelegt ist.

Typen von Leitlinien

Gemäß der o.g. Aufgabenstellung ergeben sich 3 Typen von Leitlinien:

Typ A: Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

Hier werden nur die Magistrats-/Stadtverordnetenbeschlüsse und Normen aufgeführt, die in besonderer Weise der o.g. Zielsetzung dienen. Diese sind in jedem Fall umzusetzen. Diese Auflistung erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Beispiel: DIN 18024 Barrierefreies Bauen

Typ B: Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

Ein Teil der Leitlinien dient sowohl der Reduzierung der Investitionskosten als auch der Folgekosten. Die Projektleitung ist verpflichtet, bei den beauftragten Planern die wirtschaftlichste Lösung einzufordern. Die Nachweispflicht obliegt den Planern anhand der Gesamtkostenschätzung (HOAI Phase 2) und der Gesamtkostenberechnung im Rahmen der B+F-Vorlage.

Beispiel: Begrenzung oder Reduzierung der Anschlussleistung von Beleuchtungsanlagen.

Typ C: Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

Einige Maßnahmen zur Minimierung der Folgekosten bedingen eine Erhöhung der Investitionskosten. Bei den Leitlinien Typ C amortisieren sich diese Mehrkosten jedoch in der Regel über die Lebensdauer.

Beispiel: Einsatz der Brennwerttechnik, Einsatz langlebiger Baumaterialien

Von den Leitlinien Typ B und C kann abgewichen werden, wenn ein wirtschaftlicher Vorteil mit Hilfe der Gesamtkostenberechnung (www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Rechenverfahren) nachgewiesen werden kann oder gestalterisch hochwertige oder denkmalgeschützte Gebäude dadurch entsteht werden. Dabei sind Umweltfolgekosten in Höhe von 50 €/toCO₂ einzusetzen (Beitrag zum Klimaschutz). Jede Abweichung von den Leitlinien ist auf der zugehörigen Checkliste schriftlich zu begründen.

Bei gleichartigen Baumaßnahmen wird der Wirtschaftlichkeitsvergleich einmal als Grundsatzuntersuchung durchgeführt. Die Ergebnisse werden dann auf die Folgemaßnahmen übertragen.

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 LV-Erstellung und nach der Abnahme) mit der zugehörigen Checkliste von der Projektleitung zu überprüfen. Die Checkliste ist vom Abteilungsleiter des projektleitenden Bereichs zu unterschreiben. Die Leitlinien spiegeln den aktuellen Stand der Technik wider und werden jährlich fortgeschrieben (www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement). Sie ergänzen die gültigen Normen und Richtlinien und ersetzen nicht eine fachgerechte, projektbezogene Planung.

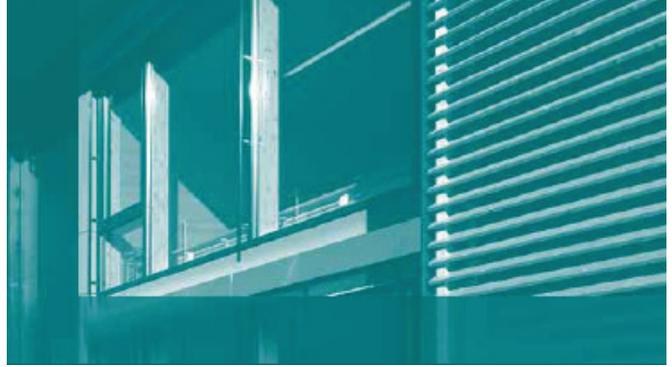
Wirtschaftliches Bauen wird insbesondere durch eine sorgfältige, abgestimmte Planung erreicht. Daher wird von der Projektleitung schon zu Beginn der Vorplanung das vollständige Planungsteam bestehend aus dem Bauherrn, den Nutzern, dem Betriebspersonal, dem Architekten und allen Fachplanern zusammengestellt. Das Honorar der Planer soll sich möglichst nicht an den tatsächlichen Kosten orientieren, sondern pauschal vereinbart werden.

Voraussetzung ist ein sorgfältig abgestimmtes und genehmigtes Raumprogramm incl. 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. Bei komplexen Maßnahmen ist mit Abschluss der Vorplanung ein Raumbuch zu erstellen und vom Bauherrn/Nutzer zu unterschreiben. Der Projektstand ist kontinuierlich in der IPASS-Software zu aktualisieren.

Die Projektleitung muss sicherstellen, dass die Planer für das Gebäude und die technischen Anlagen eine ausführliche und allgemeinverständliche gewerkeübergreifende Nutzungs- und Betriebsanleitung anfertigen um sicherzustellen, dass die in der Planung vorgegebenen wirtschaftlichen 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 (dxf, dwg, doc, xls, pdf, jpg). Dabei ist die aktuelle Dokumentationsrichtlinie des Hochbauamtes der Stadt Frankfurt einzuhalten (www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente).



1 Baustoffe

A. Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

Folgende Baustoffe dürfen nicht verwendet werden:

- a) Bauteile aus tropischen, subtropischen oder borealen Hölzern sofern nicht FSC-zertifiziert (Forest Stewardship Council, www.fsc-deutschland.de, MB 2561 vom 08.12.1989)
- b) Folgende Bauteile aus Polyvinylchlorid (PVC):
Zu- und Abwasserleitungen, Fußbodenbeläge, Tapeten, Fenster und Türprofile, Elektroleitungen und Verlegematerial. Es sind grundsätzlich halogenfreie Kabel einzusetzen, Ausnahme: Teilsanierung bestehender Anlagen mit PVC-Kabeln und erdverlegte Leitungen (MB 525 vom 16.02.1990).
- c) 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.
- d) Künstliche Mineralfasern sind gegen die Innenraumluft vollständig abzudichten und haben die Freizeichnungskriterien bezogen auf die Biolöslichkeit einzuhalten (RAL GZ 388).



C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- a) 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 Mineralschaumplatten WLG 045. Anschlussdetails sind von einem Bauphysiker zu planen und zu berechnen.
- b) 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.
- c) 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.
- d) 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).
- e) Fenster 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). Die Dämmung des Blendrahmens zum Baukörper ist durch Verstopfen mit geeigneten Dämmstricken auszuführen. Das Einschäumen mit Montageschaum ist nicht zulässig.
- f) Bitumenanstriche und Kleber mit dem Giscode BBP 40-70 sind nicht zulässig (www.gisbau.de).
- g) Epoxidharzprodukte mit dem Giscode RE 4-9 sind nicht zulässig



- h) Polyurethanharzprodukte mit dem Giscode 30-80 sind nicht zulässig.
- i) DD-Lacke mit dem Giscode DD1 und DD2 sind nicht zulässig.
- j) 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.
- k) 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.
- l) Die gewerkeübergreifenden Abfallfraktionen (mineralische Baumischabfälle, Metallfraktionen, Kunstschäume und Schaumdämmstoffe, Kunststofffolien und -planen, Vollholz und Rohholz, belastete Holzwerkstoffe (z.B. Schalplatten, MDF-Platten, Leimhölzer) und evtl. Papier und Karton) werden zentral auf der Baustelle gesammelt, abtransportiert und verwertet.
- m) Altölgetränkte Lappen, Reste oder Überschüsse von Hydrauliköl dürfen weder mit dem Boden in Kontakt kommen noch versickern.



2 Hochbau

A. Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

- a) Neue städtische Gebäude haben dem Passivhausstandard zu genügen und sind entsprechend zu konzeptionieren (u.a. Jahresheizwärmebedarf < 15 kWh/m²a, www.passiv.de). Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine dreißig Prozent bessere Energieeffizienz, als die EnEV verlangt (StVVB §2443 vom 06.09.2007). Der EnEV-Nachweis und der Energiebedarfsausweis wird auf der Basis des PHPP und der Gesamtkostenberechnung erstellt. Dazu ist der Bauaufsicht eine schriftliche Erklärung des Nachweisberechtigten vorzulegen, dass die EnEV eingehalten wird.
- b) Bei Sanierungen von städtischen Gebäuden sind Passivhauskomponenten einzusetzen (Dämmung, Fenster, Lüftung mit Wärmerückgewinnung > 75 %). Der Passivhausstandard ist anzustreben. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine dreißig Prozent bessere Energieeffizienz, als die EnEV verlangt. Es ist anzustreben, dies auch bei denkmalgeschützten Gebäuden - unter Wahrung der Denkmalbelange - zu erreichen (StVVB §2443 vom 06.09.2007).

Bauteil	max. U-Wert (W/m ² K)	entspricht i.d.R. mindestens
Außenwand (Außendämmung)	0,18	18 cm bei WLG 035
Außenwand (Innendämmung)	0,28	12 cm bei WLG 045
Dach	0,14	26 cm bei WLG 035
Oberste Geschossdecke	0,16	22 cm bei WLG 035
Boden/Kellerdecke	0,25	12 cm bei WLG 035
Fenster/Fenstertüren	0,80	3-Scheiben
Verglasungen	0,70	3-Scheiben
Außentüren	1,00	5 cm bei WLG 025

Bei Altbauten sind andere Lösungen zulässig, sofern die Qualität der Gestaltung dies erfordert.

- c) Es ist die DIN 18024 Barrierefreies Bauen - speziell Teil 2 Planungsgrundlagen für öffentlich zugängliche Gebäude einzuhalten (neu: DIN 18030). Außerdem ist das Hessische Behinderten-Gleichstellungsgesetz (HessBGG) zu beachten. 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 "Sanitärbau 95", Anlage 4 entsprechen.
- e) Der sommerliche Wärmeschutz ist immer gemäß der EnEV z.B. nach DIN 4108 T2 nachzuweisen.
- f) Bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen von Dächern ist immer die Möglichkeit zum Bau von Solarstromanlagen einzubeziehen, sofern nicht technische, wirtschaftliche oder gestalterische Gründe entgegenstehen. Wenn keine eigene Anlage errichtet wird, ist die Dachfläche Investoren zur Verfügung zu stellen (StVVB § 1491 vom 01.03.2007). 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.

- g) Bei größeren Schul- und KT-Sanierungen sowie Brandschutzsanierungen muss geprüft werden, ob anstehende energiesparende Maßnahmen mit umgesetzt werden können. Beispielsweise muss beim Austausch von Fenstern die ungedämmte Fassade mit saniert werden (Energiespar-Offensive, 12 Punkte-Plan für Kitas und Schulen).
- h) Die Sollnachhallzeiten der DIN 18041 Nr. 4.3.2 sind einzuhalten ohne die thermische Speichermasse der Decken von den Räumen abzukoppeln. Dies wird bei Klassenräumen in der Regel erreicht, indem mindestens die Deckenränder mit hinterlüfteten schallabsorbierenden Materialien versehen werden. Zusätzlich müssen zur Vermeidung von Flatterechos mindestens die der Tafel gegenüberliegende Wand und möglichst auch die Flurwand z.B. mit Pinwänden oder Lochplatten akustisch ausgerüstet werden.

B. Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

- 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) Wirtschaftlich günstige Kennzahlen von BRIA/NF und BRIA/BGF sind einzuhalten. Anzustreben sind die Orientierungswerte der Geschäftsanweisung Bau des Landes Hessen (www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente). Bei Kindertageseinrichtungen sollen die inneren Erschließungsflächen so bemessen sein, dass sie einen ausreichenden Bewegungsraum für die Kinder bieten und den Gruppen ausreichend dimensionierte Garderobenzonen zugeordnet werden können.
- c) Die Konstruktion ist so auszuführen, dass der Aufschlag für die Wärmebrücken auf die U-Werte nach EnEV max. 0,05 W/m²K beträgt.
- d) Räume sind soweit möglich natürlich zu belichten und belüften, sofern es ihre Zweckbestimmung erfordert. Dies gilt auch für Passivhäuser außerhalb der Heizperiode.
- e) Für die natürliche Lüftung in Unterrichtsräumen sind Fensteröffnungsflügel von min. 0,1 m² je Sitzplatz bei Querlüftung und min. 0,3 m² je Sitzplatz ohne Querlüftung vorzusehen. Dies gilt auch beim Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage (Passivhaus).
- f) Fensterflächen sind unter Berücksichtigung der Belange des Sichtkontaktes, der Belichtung, der Belüftung, der Absturzsicherung, des Sonnenschutzes und der Glasreinigung zu optimieren. Verglasungen sind so anzuordnen und zu gestalten, dass sie ohne Hubsteiger gereinigt werden können.

- 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 2006).
- h) Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind ausreichende Speichermassen (> 100 Wh/m²K) an die Räume anzukoppeln (z.B. Verzicht auf abgehängte Decken, Einbau massiver Innenwände, Zementestrich, Latentwärmespeicher) und entsprechende Auskühlmöglichkeiten (Nachtlüftung) vorzusehen. Dabei ist die Akustik zu beachten. Notwendige Akustikelemente können hinterlüftet werden.
- i) Räume mit hohen internen Lasten (z.B. EDV-Schulungsräume, Serverräume, Küchen) sind möglichst an der Nordfassade oder in natürlich belüfteten Kellerräumen anzuordnen.
- j) Wegen der möglichen hohen Kosten sollte bei der Planung frühzeitig der vorbeugende Brandschutz eingeschaltet werden. Durch geschickte Gestaltung können kostenintensive RWA, Brandschutzklappen, mit Überdruck belüftete Aufzugsvorräume oder motorisch betriebene, besonders im Schulbetrieb anfällige, Brandschutztüren vermieden werden.
- k) Planungskonzepte, die die Gebäudetechnik und deren Steuerung minimieren, sind zu bevorzugen (LowTech zur Verringerung des Betriebs- und Wartungsaufwandes).

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- a) Bei der Gestaltung von Neubauten und Freiflächen sind stadtklimatische Gesichtspunkte zu beachten (z.B. Freihalten von Kaltluftschneisen, Oberflächenentsiegelung). Näheres enthält der Klimaplanatlas der Stadt Frankfurt a.M. (www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente).
- b) Bei Neu- und Erweiterungsbauten sind vor den Hauptzugängen ausreichend große unbeheizte Windfänge vorzusehen. Die Türen sind mit automatischen Türschließern (ohne Feststeller) auszustatten. Dabei muss insbesondere bei Kindergärten und Grundschulen beachtet werden, dass die Türen von Kindern alleine bedient werden können.
- c) Bei Neubauten und Komplettsanierungen ist die Dichtigkeit der Gebäudehülle grundsätzlich durch einen Blower-door-Test nach EnEV nachzuweisen (für Passivhausbauweise $n_{50} \leq 0,6/h$, sonst $n_{50} \leq 1,0/h$). Evtl. Leckagen sind möglichst mit Thermografieaufnahmen zu orten.
- d) 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.
- e) Grundsätzlich ist für einen wirksamen außenliegenden Sonnenschutz der Nutzflächen zu sorgen (Abminderungsfaktor $F_c \leq 0,25$ nach DIN 4108-2), 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 und hinterlüftete außenliegende Lamellenjalousien. Diese sollen insbesondere in Schulen, KTs und Jugendhäuser ausreichend robust und für Windgeschwindigkeiten von mindestens 13 m/s ausgelegt sein (feste Führungsschienen). Die Funktion muss auch außerhalb der Nutzungszeit gewährleistet sein. Auf eine Reinigungsmöglichkeit ist zu achten.

- f) Notwendige Sonnenschutzanlagen müssen getrennt je Fassadenorientierung motorisch über eine Wetterstation (Temperatursensor, Strahlungssensor + Windwächter) gesteuert werden (zeitversetzt zur Emax-Begrenzung). Während des Heizbetriebes sollte der Sonnenschutz nicht betätigt werden (passive Solarenergiegewinnung!). Der Sonnenschutz muss für den Nutzer zeitlich begrenzt manuell übersteuerbar sein (Schlüsselschalter für Blendschutz oder Verdunkelung).
- g) Zusätzlich sind zur Vermeidung sommerlicher Überhitzungserscheinungen in Klassen- und Gruppenräumen ausreichend große automatisch betriebene Nachtlüftungsklappen (ohne Querlüftung ca. 1 m², bei 0,1 m² Überströmöffnungen für Querlüftung ca. 0,5 m²) mit geeignetem Einbruch- und Insektenschutz vorzusehen (Öffnung bei Innentemperatur > 22°C und Außentemperatur < Innentemperatur – 2 K).
- h) Flachdächer sind mit einem Mindestgefälle von 2 % auszuführen.
- i) Wegen künftig häufigerer Starkregenereignisse sind Türen und Fenster mindestens 20 cm über der Rückstauenebene anzubringen oder vor Überflutung entsprechend zu schützen. Zur Sicherstellung der Barrierefreiheit sind z.B. befestigte Böschungen einzuplanen.
- j) RWA sollten möglichst witterungsgeschützt (z.B. vertikal) eingebaut werden, da diese bei Störungen der Brandmeldeanlage offen stehen müssen (Vermeidung von Wasserschäden).
- k) Wärmedämmverbundsysteme sind insbesondere bei Schulen im EG-Bereich durch einen schlagfesten Putz zu schützen.
- l) Für alle größeren Baumaßnahmen (> 100.000 €) sind eigene Baustrom- und Bauwasserzähler zu setzen. Die Kosten für Baustrom und Bauwasser sind mindestens bei Generalunternehmer-Projekten vom Auftragnehmer zu tragen und in die Angebotspreise einzukalkulieren.
- m) Es dürfen nur Baumaschinen eingesetzt werden die den Lärmschutzanforderungen des RAL-UZ 53 entsprechen.

3 Technik



3.1 Heizungstechnik

A. Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

- a) Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen sind mindestens nach Anhang 5 Tabelle 1 der Energiesparverordnung (EnEV 2009) zu dämmen.
- b) Bei Neubau und Sanierung von Heizungsanlagen ist zu überprüfen, ob der Einsatz von Blockheizkraftwerken, Holzfeuerungsanlagen, Solaranlagen oder anderen Wärmequellen (z.B. Erdsonden, Abwasserkanäle) wirtschaftlich ist. Die beauftragten Planer sollen über entsprechende Referenzen verfügen (Energiespar-Offensive, 12 Punkte-Plan für Kitas und Schulen).

B. Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

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, den Leistungspreis und die Bereitschaftsverluste zu minimieren.

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

Bei allen wartungsbedürftigen technischen Anlagen (insbesondere bei Blockheizkraftwerken) sind Wartungsverträge über die rechnerische Anlagenlebensdauer (min. 10 Jahre) mit auszuschreiben/ abzufragen, damit entschieden werden kann, welches Angebot auch bei Betrachtung der Betriebsphase am wirtschaftlichsten ist. Dabei ist eine Preisgleitklausel für Lohn und Material vorzugeben.

3.1.1 Wärmeversorgung

- a) Bei Gasversorgung sind grundsätzlich Brennwertkessel (oder Brennwertthermen) einzusetzen.
- b) Bei Holzheizungsanlagen sind die Emissionsgrenzwerte des Blauen Engel einzuhalten (www.blauer-engel.de, Emissionswerte Staub unter 20-25 mg/m³ Abgas). Eine Halbierung dieses Grenzwertes ist anzustreben. Bei größeren Anlagen eine Emission von weniger als 15 mg/m³ einzuhalten. Die Brennwertnutzung ist auch bei Holzheizungen zu prüfen.
- c) Bei Freibädern ist die Beckenwassererwärmung (sofern erforderlich) mit einer Solaranlage auszuführen.
- d) Bei Turnhallen und Sportanlagen ist der Einsatz einer solaren Brauchwassererwärmung zu prüfen. Dadurch kann im Sommer die Kesselanlage abgeschaltet werden (Einsparung von Bereitschaftsverlusten, Pumpenstrom und Wärmeverlusten für die Fernleitung).
- e) Blockheizkraftwerke, Holzfeuerungsanlagen, Solaranlagen und Wärmepumpen sind grundsätzlich mit einem Wärmemengenzähler auszustatten.

- f) Elektrodirektheizungen sind auch bei temporären Bauten (Containerauslagerungen) wegen des hohen Leistungsbedarfs häufig unwirtschaftlich (Aufheizung in HT-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.

3.1.2 Wärmeverteilung

- a) Es ist eine Strangregelung möglichst für jedes Gebäude einzeln vorzusehen. Die Aufteilung erfolgt im Regelfall in 2 Heizkreise (N-O, S-W).
- b) Je nach Nutzungsanforderungen sind weitere Heizkreise einzurichten (z.B. Verwaltung, Lehrerzimmer, Turnhallen mit Dusch- und Umkleieräumen, Aulen).
- c) Neue Heizkörper sind höchstens mit 60°C/40°C auszulegen. Wichtig ist insbesondere eine niedrige Rücklauftemperatur für die Ausnutzung des Brennwertes. Zur Vereinfachung der Reinigung sind Heizkörper wandhängend auszuführen und über die Wand anzuschließen. Es sollen möglichst nur Radiatoren und keine Konvektoren eingesetzt werden.
- d) 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.
- e) 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).
- f) 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.
- g) Die Regelung ist mit einem Optimierungsprogramm auszustatten, um eine möglichst energiesparende Anpassung der Regelkurve, des Aufheizzeitpunktes und des Absenkezeitpunktes sicherzustellen.
- h) 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.



- i) Für Räume, die eine zeitlich differenzierte Nutzung haben (z.B. Klassenräume in Schulen), sind grundsätzlich Einzelraumregelungen erforderlich (Ausnahme: Passivhaus). Auch hier sollten 2 Heizkreise (z.B. N-O, S-W) vorgesehen werden.
- j) Generell sind alle einzeln regelbaren Heizkörper mit absperrbarer Rücklaufverschraubung und Ventileinsatz mit ablesbarer Voreinstellung im Vorlauf auszustatten.
- k) Bei Einzelraumregelung sollte die Fensteröffnung über das plötzliche Absinken der Raumtemperatur erkannt werden und zu einer Drosselung der Heizwärmezufuhr führen. Wenn bei länger aufstehendem Fenster die Frostsicherung anspringt, sollte eine Meldung an den Hausmeister erfolgen. Die Temperaturfühler sind in ausreichendem Abstand ($> 1\text{m}$) von Türen und Fenstern etc. anzuordnen.
- l) Wenn keine Einzelraumregelung zum Einsatz kommt, sind Thermostatventile mit voreingestelltem ablesbarem kv-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.
- m) 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.
- n) Bei der Einregulierung der Anlagen sind während der Nutzungszeit die Heizsolltemperaturen der AMEV-Richtlinie Heizbetrieb 2001 einzustellen (z.B. Büro- und Unterrichtsräume 20°C , Erschließungsfure und Treppenhäuser 12°C , WCs 15°C , Turnhallen 18°C , Umkleide- und Duschräume 22°C).
- o) Die Regelung der Heizung ist so einzustellen, dass erst bei einer Außentemperatur unter 15°C der Heizbetrieb ermöglicht wird (AMEV-Heizbetrieb 2001).

3.2 Lüftungstechnik

A. Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

- a) Insbesondere in Unterrichts- und Fachräumen sind die Schadstoffkonzentrationen unter den gesetzlichen Grenzwerten zu halten. Es sind entsprechende Lüftungskonzepte zu entwickeln.
- b) Bei Sanierungen von städtischen Gebäuden sind Passivhauskomponenten einzusetzen (Lüftung mit Wärmerückgewinnung, effektiver abluftseitig ermittelter Wärmebereitstellungsgrad für trockene Luft $> 75\%$, StVVB §2443 vom 06.09.2007). Empfohlen wird ein Wärmebereitstellungsgrad $> 80\%$.



B. Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

- a) Die Luftmenge und der Außenluftanteil ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken (i.d.R. IDA 4 nach DIN EN 13779, d.h. $5,5\text{ l/Ph}$, oder $20\text{ m}^3/\text{Ph}$). 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. Zur Lüftung von Lagern, Fluren, Duschen, WC etc., bei denen die CO₂-Konzentration der Luft eine untergeordnete Rolle spielt, sollte soweit hygienisch möglich überströmende Abluft aus anderen Räumen wie Klassenräumen, Umkleiden etc. verwendet werden.

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

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- a) 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 oder SFP 2 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).
- b) 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. 3 h zu begrenzen (Fachklassen: 45 min).
- c) 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).
- d) Für Lüftungsmotoren ab 200 W ist grundsätzlich eine Drehzahlsteuerung und ein Direktantrieb einzubauen.
- e) 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 mit Zeitnachlauf erfolgen.
- f) 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.
- g) Es sind nach Möglichkeit keine Kompaktfiler einzusetzen, da diese eine geringere Filteroberfläche besitzen. Dies führt zu höheren Druckverlusten und kürzeren Wartungsintervallen.
- h) Die Thermische Isolierung [U] / Wärmebrückenfaktor [Kb] sollte bei Lüftungsgeräten mindestens T3/TB3, bei Außengeräten mindestens T2/TB2 entsprechen (siehe RLT-Richtlinie 01).
- i) 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

- j) Die Lüftung in Passivhäusern wird nach dem Belegungsplan gesteuert. Die Zuluft wird im Betrieb in der Regel nur über die Wärmerückgewinnung erwärmt.
- k) Die nach DIN 13779 (S.20) geforderte Lüftung in der belegungsfreien Zeit erfolgt über ca. eine Stunde Vorspülen vor der Nutzung.

3.3 Klimatechnik

A. Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

- a) Wenn aktive Kühlung notwendig ist, soll die Nutzung erneuerbarer Energien wie z.B. Solarenergie oder Erdsonden eingeplant werden (StVVB §2443 vom 06.09.2007).
- b) Es dürfen nur Kältemittel verwendet werden, die weder halogeniert noch teilhalogeniert sind. Zulässig sind Wasser (R 718), Kohlendioxid (R 744) oder Ammoniak (R 717).
- c) Da keine halogenfreien Kunstschaumstoffe erhältlich sind, ist die Dämmung von Kältemittelleitungen mit Mineralfasern oder Schaumglasschalen auszuführen.

B. Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

- 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).
- b) Wenn Kühlung erforderlich ist, sind zunächst die Möglichkeiten der nächtlichen freien Kühlung und der adiabatischen Kühlung (der Abluft) zu untersuchen. Trinkwasser darf grundsätzlich nicht zur Kühlung eingesetzt werden.
- c) Die Steuerung der Kühlung ist so einzustellen, dass diese erst ab einer Raumtemperatur von 26°C in Betrieb gehen kann (EDV-Räume: Solltemperatur 27°C!).

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- a) Wenn eine aktive Kühlung erforderlich ist und Wärme aus KWK, BHKW-Abwärme oder Solarwärme zur Verfügung steht, ist der Einsatz von Absorptionskälte zu prüfen.
- b) Bei Komfort-Kühlung ist die Raum-Solltemperatur gleitend mit der Außentemperatur anzuheben (ab 29°C: Raumsolltemperatur = Außentemperatur – 3 K).
- c) Der Kühlbetrieb ist nur zu ermöglichen, wenn in den entsprechenden Räumen der Sonnenschutz aktiviert ist.
- d) Bei konservatorischen Anforderungen (z.B. Museen) Sollfeuchte und Solltemperatur jahreszeitlich gleiten lassen. Veränderungsgeschwindigkeit für Temperatur und Feuchte nach Nutzungsanforderung begrenzen (z.B. $\Delta F < 1 \text{ %/Tag}$).

3.4 Sanitärtechnik

B. Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

- a) Handwaschbecken sind in der Regel nur mit Kaltwasserhähnen auszustatten (Ausnahme: Kindertagesstätten und Kinderkrippen). Dies gilt besonders auch für Putzräume.
- b) Warmwasserspeicher sind nur für den nachgewiesenen Bedarf auszulegen (keine Sicherheitszuschläge, möglichst nur Klein-Anlagen mit max. 400 l nach DVGW-Arbeitsblatt W 551) und möglichst verbrauchernah anzuordnen. Im Bestand sind vorher Messungen zur Ermittlung des Warmwasserbedarfes durchzuführen.

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- a) Trinkwasserleitungen sind in der Regel mit Edelstahlleitungen auszuführen (Brandlast berücksichtigen, Ausnahme: Vorwandinstallation).
- b) Sanitärobjekte sind zur Minimierung der Reinigungskosten grundsätzlich wandhängend auszuführen.
- c) WC-Sitze sind mit stabiler Befestigung (durchgehende Edelstahl-Scharnierwelle) einzubauen.
- d) Es sind nur Spülkästen mit Stopptaste oder separater Kleinmengentaste und Benutzerhinweis einzubauen.
- e) Spülkästen sollen eine Spülmenge von max. 4,5 Liter aufweisen (Ausnahmen im Bestand!).
- f) In Gebäuden mit mehr als 5 Urinalen und mehr als 30 Nutzungen pro Tag sind alle Urinale als Trocken-Einzelurinale auszuführen, sofern dem nicht begründete Nutzerwünsche entgegenstehen.
- g) Für Waschbecken sind Strahlregler einzubauen (max. 5 l/min).
- h) Es sind Duscharmaturen mit max. 7 l/min und gleichzeitig fülligem Strahl einzubauen.
- i) Bei Handwaschbecken und Duschen sind 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.
- j) Zur Legionellenprophylaxe sind in Duschen möglichst nur sog. Frischwasserstationen einzusetzen (siehe DST-Hinweis Nr. 17). Bei entfernten nur gelegentlich genutzten Duschen (Sozialbereich Küchen und KTs sind häufig Klein-Durchlauferhitzer (4-5 kW) wirtschaftlich.
- k) Untertischspeicher sind wegen der hohen Leerlaufverluste zu vermeiden. Stattdessen sind Kleinst-Durchlauferhitzer (3,5 kW) einzusetzen.
- l) Bei großen Kesseln bzw. langen Wärmeleitungen und geringem WW-Bedarf ist eine separate Beheizung des Warmwasserspeichers (z.B. mit Therme) zu prüfen.
- m) Die WWB-Ladepumpe und die Zirkulationspumpen sind in Energieeffizienzklasse A auszuführen und sollen über Schaltuhr (und evtl. Anlegethermostat) gesteuert werden. Dabei ist das DVGW-Arbeitsblatt 551 zu berücksichtigen.
- n) Die Wasserversorgungsleitung vom Verteiler zu WC- und ggf. Urinalanlagen ist separat zu verlegen, um eine Umstellung auf Regenwasser zu erleichtern.



- o) Bei einem hohen Bedarf an Brauchwasser ($>60 \text{ m}^3/\text{a}$) sind Möglichkeiten zur Regen- und Brauchwassernutzung wirtschaftlich zu untersuchen. Für die Freiflächenbewässerung (z.B. für Sport- und Grünanlagen) ist die Regenwassernutzung in der Regel wirtschaftlich, wenn ausreichend große Dachflächen zur Verfügung stehen.
- p) Rohrleitungen sind zur Vereinfachung von Wartung und späterem Austausch leicht zugänglich zu verlegen. Regenfallrohre sind grundsätzlich leicht zugänglich an der Außenfassade zu verlegen.
- q) Wegen künftig häufigerer Starkregenereignisse ist ein Rückstau 20 cm über dem Straßenniveau einzuplanen.

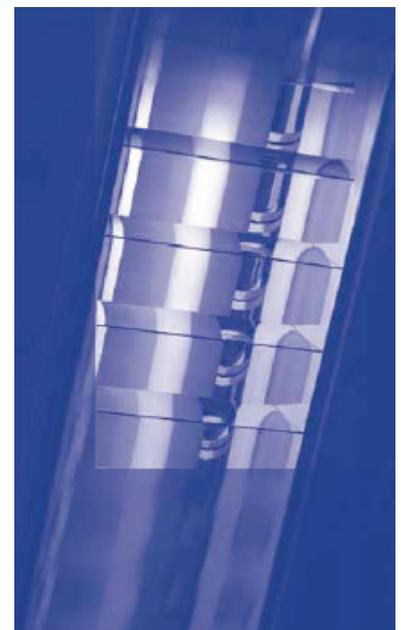
3.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte

A. Magistratsbeschlüsse, Stadtverordnetenbeschlüsse, Normen

In Schulen und Kindertagesstätten dürfen keine Glühlampen mehr verwendet werden. Bei größeren Sanierungsmaßnahmen sind ältere Leuchtstoffröhren gemäß Punkt 3.5.B.b) zu ersetzen (Energiespar-Offensive, 12 Punkte Plan für Kitas und Schulen).

B. Leitlinien zur Minimierung der Investitionskosten

- a) Bei der Ausstattung der Räume mit Leuchten ist darauf zu achten, dass die erforderliche Beleuchtungsstärke nach DIN EN 12464 nicht überschritten wird. Dazu ist für jede Raumart ein rechnerischer Nachweis mit einem geprüften Programm (z.B. Dialux) zu erbringen. Das Ergebnis ist nach Einbau der Leuchten stichprobenartig nachzumessen.
- b) Der Grenzwert für die Effizienz von Leuchten beträgt einschließlich Vorschaltgerät $2,5 \text{ W/m}^2/100\text{lx}$, der Zielwert $2 \text{ W/m}^2/100\text{lx}$. Die Werte gelten für die Summe aus Grund- und (sofern vorhanden) Effektbeleuchtung. Daraus folgt z.B. für einen Klassenraum mit 300 lux ein Grenzwert von $7,5 \text{ W/m}^2$ und ein Zielwert von 6 W/m^2 . Ein Standard-Klassenraum kann in der Regel mit acht einflammigen, effizienten, breitstrahlenden 36-Watt-Leuchten (davon zwei für die Tafel) ausreichend ausgeleuchtet werden. Bei einem Fachklassenraum reichen meist sechs 2x36-Watt-Leuchten und zwei 36-Watt-Leuchten für die Tafel aus. 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) EDV-Zentralgeräte mit hoher Wärmeabgabe oder Kühlungsbedarf sind grundsätzlich in nördlich orientierten Außen- oder Kellerräumen (sofern trocken!) zu installieren.
- d) Vor der Vergrößerung einer Trafostation oder eines Elektroanschlusses ist zu prüfen, ob durch kostengleiche Einsparmaßnahmen im Bestand die notwendige Leistungserhöhung vermieden werden kann (z.B. durch Beleuchtungsanierung oder Umstellung der Küche auf Gas).



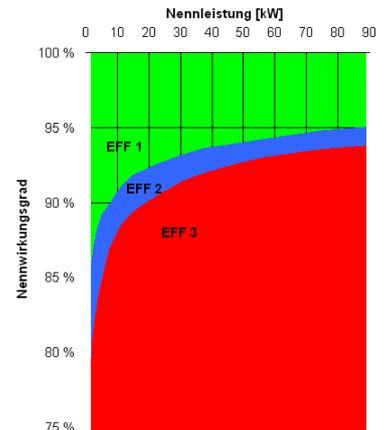
C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- a) Die Lichtausbeute der Lampen soll incl. Vorschaltgerät mindestens 50 lm/W betragen (statt Glühlampen sind grundsätzlich Leuchtstoffröhren, Kompaktleuchtstofflampen oder LED-Lampen einzusetzen).
- b) Bei mehr als 300 h/a sind elektronische Vorschaltgeräte (EVG) einzusetzen.
- c) Der Leuchtenbetriebswirkungsgrad soll mindestens 80 % betragen (z.B. Spiegelrasterleuchten).
- d) Beleuchtung wird grundsätzlich vom Nutzer eingeschaltet und ausgeschaltet. Nur die Ausschaltfunktion der Beleuchtung erfolgt zusätzlich über eine automatische Steuerung.
- e) Bei der Neuinstallation von Klassenräumen erfolgt dies über eine Pausenschaltung, die 5 min nach Pausenbeginn die Beleuchtung kurz austastet. Bei anderen Nutzungsarten ist eine zentrale Abschaltung bei ausreichendem Tageslicht und nach Nutzungsende zu prüfen.
- f) Fehlt eine zentrale Steuerungsmöglichkeit, erfolgt diese Funktion der Ausschaltung über Präsenzmelder und bei Tafelbeleuchtung über ein Zeitglied (45 min).
- g) In jedem Fall kann der Nutzer die Beleuchtung direkt nach dem Ausschalten selber wieder einschalten.
- h) 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.
- i) Bei größeren Leuchtengruppen (> 1 kW, z.B. Turnhallen) sind grundsätzlich Präsenzmelder (Eigenverbrauch < 0,35 W, in tageslichtversorgten Bereichen mit Lichtsensor) anzubringen.
- j) Wenig frequentierte Räume (Flure, Treppenhäuser, Lagerräume, Keller) sind mit Zeitrelais (Nachlaufzeit einstellbar, Standardwert: 3 min.) oder Präsenzmeldern auszustatten. Bei möglicher Tageslichtnutzung müssen die Präsenzmelder zusätzlich über einen Lichtsensor verfügen.
- k) Für innenliegende Toiletten, Umkleiden etc. sollten Eingangs-Bewegungsmelder mit Akustiksensoren eingesetzt werden.
- l) Die Außenbeleuchtung ist über Dämmerungsschalter und Schaltuhr (sofern keine Verkehrssicherungspflicht) oder evtl. zusätzlich über Bewegungsmelder zu schalten.
- m) Elektrowärme ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Küchengeräte wie Herde und Konvektomaten sollen mit Gas betrieben werden, da dies i.d.R. wirtschaftlich realisierbar ist.
- n) Bürogeräte sollen die Kriterien des GED-Labels einhalten (www.energielabel.de). Haushaltsgeräte sollen die Effizienzklasse A+ oder A++ einhalten (www.spargerwaete.de/frankfurt).
- o) Sofern wirtschaftlich (z.B. bei Küchen), ist eine Maximumbegrenzung einzubauen.
- p) Die Blindleistung ist auf den vom örtlichen EVU zugelassenen Leistungsfaktor (cos phi) zu begrenzen. Ggf. sind Kompensationsanlagen (als Einzel-, Gruppen- oder Zentralkompensation) einzubauen.
- q) Wenn USV-Anlagen notwendig sind, so sind Geräte der Wirkungsgradklasse 3 nach EN 62040-3 einzusetzen.
- r) Für DV-Geräte ist eine ausreichende Anzahl von separaten, gekennzeichneten Steckdosen mit gesonderter Absicherung vorzusehen (siehe 3.8)
- s) Die Notbeleuchtung ist in der Regel mit LED auszuführen.

3.6 Maschinelle Anlagen

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

- Für alle elektrischen Antriebe sind Energiesparmotoren (ab 500 h/a eff2-Motoren, ab 1.000 h/a eff1-Motoren (oder Gleichstrommotoren) einzusetzen.
- Wenn Aufzüge erforderlich sind, sollen diese der Energieeffizienzklasse A nach VDI 4707 genügen. Die Kabinenbeleuchtung soll sich in längeren Nutzungspausen (> 5 min) automatisch abschalten.
- Wenn eine motorische Netzersatzanlage erforderlich ist, soll diese möglichst als BHKW ausgeführt werden, sofern wirtschaftliche oder betriebliche Gründe nicht entgegenstehen.
- Ständig offene Schachtbe- und entlüftungen sowie Entrauchungsöffnungen sind wegen der Wärmeverluste zu vermeiden (motorisch betriebene RWA).



3.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

C. Leitlinien zur Minimierung der Folgekosten

3.7.1 Grundlagen

- 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 von einem gemeinsamen Prozessvisualisierungssystem (IAS/InTouch View von Wonderware) bedient werden können. Damit soll eine zentrale Betriebsführung und Betriebsoptimierung ermöglicht und die Schulung des Betriebspersonals vereinfacht werden. Die genauen Vorgaben hierzu sind im Pflichtenheft GLT niedergelegt (www.stadt-frankfurt.de/dok.htm).
- Für die gesamte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ist eine integrale Planung sicherzustellen.
- Bei der Planung ist eine Gebäudeautomations-Funktionsliste (GA-FL) und für jede Anlage ein Automationsschema nach DIN EN ISO 16484-3 zu erstellen.



3.7.2. Feldebene

- 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 GLT):
 - Stelle 1-4: Straßenkennziffer
 - Stelle 5-7: Hausnummer
 - Stelle 8-9: Gebäude
 - Stelle 10-11: Geschoss
 - Stelle 12-14: Kostengruppe

Stelle 15-17: Anlagennummer

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.stadt-frankfurt.de/energiemanagement.

- b) Für jedes abgeschlossene Gebäude (z.B. Turnhalle) und für jeden Nutzer innerhalb eines Gebäudes 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.
- c) 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 Medieneffizienz der FKGB/AMEV). Insbesondere ist der Kaltwasserzulauf für zentrale Warmwasserbereitungsanlagen zu zählen (Legionellenprophylaxe!).
- d) 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-Visualisierungs-System (s. Managementebene) aufzuschalten. Dafür ist eine Datensteckdose oder ein Modemanschluss in der NSHV vorzusehen.
- e) Sofern dies wirtschaftlich vertretbar ist (Mehrkosten < 10 %) sind alle Sensoren und Aktoren auf der Feldebene über einen herstellerunabhängigen, zur Übertragung für alle anzuschließenden Gewerke geeigneten Bus zu verbinden (LONWorks oder EIB). Falls für einen Technikbereich bereits ein Bussystem vorgesehen ist (z.B. Einzelraumregelung oder Jalousiensteuerung) ist die Eignung für die anderen Gewerke zu prüfen und bei Wirtschaftlichkeit ein einheitliches Bussystem einzubauen.
- f) Wenn eine Businstallation ausgeführt wird, ist der Einsatz von Präsenzmeldern für die Abschaltung der Beleuchtung, der Einzelraumregelung und als Einbruchmeldung auf die Wirtschaftlichkeit hin zu untersuchen.
- g) Raumsensoren sollen über die Nutzungszeit von mindestens 10 Jahren eine Genauigkeit ≤ 2 % des nutzungstypischen Messbereichs haben (Temperatur ≤ 0,5 °C, Feuchte ≤ 2 %, CO₂-Konzentration ≤ 20 ppm). Sie sind an einer ungestörten Stelle im Raum zu platzieren (min. 2 m Abstand zu Fenstern, Türen, Zuluftöffnungen, Wärmequellen ...).

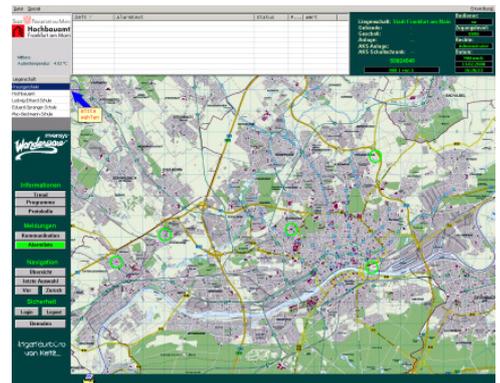
3.7.3 Automationsebene

- a) Generell sind für alle Anlagen autark arbeitende digitale Regelungen (DDC in dezentraler Technologie) vorzusehen. Diese müssen auch bei Ausfall der Managementebene (PVS/GLT) mit vollem Funktionsumfang störungsfrei weiterarbeiten und nach Netzausfällen selbsttätig den Betrieb wieder aufnehmen.

- b) DDC-Unterstationen sollen zur Verknüpfung auf der Automationsebene über eine einheitliche, herstellerunabhängige Schnittstelle (z.B. Modbus, LONtalk (LONMark zertifiziert)) verfügen.

3.7.4 Managementebene

- a) Bei Anlagen mit Jahresenergiekosten über 30.000 € ist als Managementebene vor Ort oder in einer abgesetzten Leitzentrale ein herstellerunabhängiges Prozess-Visualisierungs-System (PVS) mit der Software IAS/InTouch View von Wonderware vorzusehen. In der Liegenschaft ersetzt das PVS den zentralen Leitreechner einer herstellereigenen GLT. Auf dem PVS-Leitreechner wird ein vollständiges Prozessabbild aller betriebstechnischen Anlagen und deren Datenpunkte geführt. Zum Datenaustausch zwischen den Automationsstationen und dem PV-System sind bindend auf Wonderware DA, DI oder I/O Server basierende Protokolle und Treibersoftware zu verwenden. OPC Server sind nur zugelassen, wenn kein vorgenannter Server verfügbar ist und ein entsprechender Funktionsnachweis mit dem Factory Suite Gateway, und ein Compliance Test der OPC Foundation vom Auftragnehmer nachgewiesen wird.
- b) 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 mit Luftbild und Grundrissplänen (incl. Raumbezeichnung) oder Objektaufnahmen mit Angabe von Raumbereichen/ Raumgruppen und/oder Anlagen.
- c) In einem Status-Fenster ist der augenblickliche Status des Benutzers mit Anmeldenamen, Zugriffslevel sowie dem Datum und der Uhrzeit des Client-Rechners dargestellt.
- d) Dargestellt werden im untersten Level das Anlagenschaltbild (Regelschema) mit allen Aktoren und Sensoren 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 und die Eingriffsmöglichkeiten.
- e) Alle Schaltbilder müssen vom Gebäudebetreiber mit entsprechenden Zugriffsberechtigungen editierbar sein.
- f) In einem Störmeldefenster werden die aktuellen Störmeldungen jeweils aus der Position des Betrachters abwärts angezeigt. D.h., dass vom Eröffnungsbildschirm aus alle Störmeldungen angezeigt werden. Aus einem aktuellen Anlagenbild heraus sind nur die Störmeldungen der jeweiligen Anlage sichtbar.
- g) Jeder Raumgruppe müssen Belegungspläne (mindestens Wochenplan und Jahresplan) zuordenbar sein. Bei Schulen ist eine Importmöglichkeit für Stundenpläne vorzusehen. Die Ferien-/Feiertagspläne müssen für alle Räume zentral vorgebar 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.



- h) Weitere Bestandteile des PVS sind: Datenpunktliste mit Kopier- und Einfügefunktion in Anlagenschemata, Funktionsbeschreibungen, Einbindung von weiteren Objektdaten und Messwertverarbeitung.
- i) 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.
- j) 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.
- k) Abweichungen von der Solltemperatur und von Soll-Vorgaben für die Verbrauchswerte sind als Störmeldungen zu programmieren.
- l) 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.

3.8 Kommunikationstechnik

- a) In allen Büroräumen und Klassenräumen ist eine gemeinsame Kabeltopologie für Telekommunikation (ISDN) und Datennetz (100BT) zu planen, sodass Erweiterungen später problemlos vorgenommen werden können. Für die Gebäudeautomation wird innerhalb des Datennetzes ein logisch getrenntes Techniknetz aufgebaut.
- b) Für Räume mit 1 Arbeitsplatz sind 2 TK-Anschlüsse (ISDN) und 2 Datenanschlüsse (10BT) vorzusehen. Für jeden weiteren Arbeitsplatz im Raum kommt je ein weiterer TK-Anschluss und ein Datenanschluss hinzu.
- c) Für die DV-Verkabelung gilt die vom Amt 16 herausgegebene Richtlinie "Grundsätzliches zur Verkabelungstechnik" in der jeweils aktuellen Fassung (im Intranet im Downloadbereich des Amtes 16 verfügbar).
- d) Für DV- und Bürogeräte sind die aktuellen Werte des GED-Labels einzuhalten (www.energielabel.de), zur sicheren Trennung vom Netz sind alle PC-Arbeitsplätze mit schaltbaren Steckerleisten auszustatten. Bei EDV-Räumen ist eine zentrale Abschaltung vorzusehen.
- e) Geräte mit hoher Wärmelast (Drucker, Server) sind außerhalb von Aufenthaltsräumen aufzustellen.



Quellenverzeichnis

- 10 Punkte-Plan für Kitas und Schulen, Energiesparoffensive des Dezernates für Bildung und Frauen 2007.
- Arbeitsstättenrichtlinien, ASR 5 Lüftung 1979/84, www.gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486/
- Beleuchtung 2006: Hinweise für die Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2006, www.amev.belwue.de.
- BelBildschirm 2002: Hinweise für die künstliche Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2002, www.amev.belwue.de.
- DST Hinweis Ausgabe 10, Energieleitlinien – Planungsanweisungen, 2003, www.staedtetag.de.
- DST-Hinweis Ausgabe 17, Energieeffiziente und hygienische Warmwasserbereitung, 2006, www.staedtetag.de
- DIN 277: Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau, 2005-02.
- DIN 4108: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Ausgabe: 2001-03.
- DIN 4701: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden, Teil 1: Grundlagen der Berechnung, Ausgabe: 1983-03.
- DIN 5034: Tageslicht in Innenräumen, Teil 1: Ausgabe 1999-10.
- DIN 5036: Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien, Ausgabe: 1980-02.
- DIN EN 13779: Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage: 2007-09
- DIN EN 13829: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden, Ausgabe: 2001-02.
- DIN EN 15251: Eingangsparameter für das Raumklima – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik, Ausgabe: 2007-08
- DIN EN ISO 16484: Systeme der Gebäudeautomation (GA) - Teil 3: Funktionen, Ausgabe: 2005-12.
- DIN 18024: Barrierefreies Bauen - Teil 2: Öffentlich zugängliche Gebäude und Arbeitsstätten, Planungsgrundlagen, Ausgabe: 1996-11.
- DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen. Ausgabe: 2004-05.
- DIN V 18599 T1- 10, Energetische Bewertung von Gebäuden, 2007-02
- Dokumentationsrichtlinie des Hochbauamtes der Stadt Frankfurt am Main, Stand: 01.01.2010, www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente
- DVGW 551: Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums, Ausgabe: 2003.
- Energiespar-Offensive, 12 Punkte-Plan für Kitas und Schulen. Dezernat für Bildung und Frauen 2008, www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente
- EnEV 2009: Energie-Einspar-Verordnung des Bundes www.bmwi.de.

- GABau: Geschäftsanweisung für den Staatlichen Hochbau des Landes Hessen. Anhang 109. Hessisches Ministerium der Finanzen: 2009-01, www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente
- GISCODE: Produkt-Code des Gefahrstoff-Informationssystems der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. www.gisbau.de
- GK: Amtsverfügung Gesamtkostenberechnung des Hochbauamtes www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > [Rechenprogramme](#).
- Heizbetrieb 2001: Hinweise für das Bedienen und Betreiben von heiztechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2001, www.amev.belwue.de.
- HessBGG: Hessisches Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen und zur Änderung anderer Gesetze, Wiesbaden, 10.12.2004
- Klimaplanatlas der Stadt Frankfurt a.M. 2009, www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente
- LEE: Leitfaden elektrische Energie im Hochbau des Landes Hessen, Ausgabe 1996 und 2000, z.Z. in der Überarbeitung www.iwu.de.
- LEH: Leitfaden Heizenergie im Hochbau des Landes Hessen, Ausgabe: 1999-02.
- LNB: Leitfaden nachhaltiges Bauen, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: 2001, www.bmvbw.de.
- Pflichtenheft GLT der Stadt Frankfurt am Main Version 1.6, 2008, www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement > Dokumente
- PHPP: Passivhaus-Projektierungs-Paket des Passivhaus-Institutes www.passiv.de
- RAL UZ: Umweltzeichen des Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. www.blauer-engel.de.
- RLT-Richtlinie 01: Allgemeine Anforderungen an Raumluftechnische Geräte, Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V., Ausgabe Januar 2009.
- Sanitärba 95: Planung und Ausführung von Sanitäreanlagen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 1995, www.amev.belwue.de.
- StVVB §2443: Bausteine für den Klimaschutz: Passivhausbauweise für stadteigene und städtisch genutzte Gebäude, Frankfurt: 06.09.2007