

Schulung

# Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012

Dipl.-Ing. Mathias Linder

Abteilungsleiter Energiemanagement



HOCHBAUAMT  
STADT FRANKFURT AM MAIN



# Magistratsbeschluss B755 vom 04.11.05

**DER MAGISTRAT**

Frankfurt am Main, 04.11.2005

Dezernat: V - Bau

Eingang Amt 01: 07.11.2005, 13.50 Uhr

**Bericht des Magistrats  
an die Stadtverordnetenversammlung**

## B 755

PB - StR Franz Zimmermann

---

Betreff

Überprüfung der Standards bei öffentlichen Bauvorhaben

---

Vorgang

- |  |                |        |
|--|----------------|--------|
| a) Beschluss der Stadtverordnetenversammlung | vom 27.03.2003 | § 5073 |
|  | 22.09.2005     | § 9815 |
| b) Antrag der                                | vom            | NR     |
| c) Etat-Antrag der CDU, SPD, FDP, GRÜNEN     | vom 27.02.2003 | E 126  |
| d) Anregung des Ortsbeirats                  | vom            | OA     |
| e) Etat-Anregung des Ortsbeirats             | vom            | EA     |
| f) Anregung der KAV                          | vom            | K      |
| g) Anfrage der                               | vom            | A      |
| h) Initiative des Ortsbeirats                | vom            | OI     |
| i) Beschluss des Ortsbeirats                 | vom            | §      |
| j) Zwischenbericht des Magistrats            | vom 09.07.2004 | B 463  |



# Magistratsbeschluss B755 vom 04.11.05

---

Internet-Aufnahme der Vorlage:  ja       nein

Internet-Aufnahme der Anlage(n): Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2005  
(nicht vervielfältigt)

Keine Internet-Aufnahme der Anlage(n):

---

- Der oben bezeichnete Beschluss lautet:
- Die oben bezeichnete Anfrage lautet:
- Die oben bezeichnete Initiative lautet:

(Auszug aus § 5073) "Die Stadtverordnetenversammlung beauftragt den Magistrat,

1. die Standards bei allen öffentlichen Baumaßnahmen zu überprüfen,
2. Leitlinien für eine Minimierung der reinen Investitionskosten wie auch eine nachhaltige Minimierung der Folgekosten (Unterhalt, Energie, Wasser etc.) zu erarbeiten,
3. in diese Leitlinien das Ziel einer möglichst weitgehenden Herstellung des „barrierefreien Frankfurts“ und den lokalen Beitrag zum globalen Klimaschutz (Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Frankfurt am Main um 50 % bis zum Jahr 2010) zu integrieren und
4. diese Leitlinien allen zukünftigen Baumaßnahmen zugrunde zu legen.



# Magistratsbeschluss B755 vom 04.11.05

## Bericht:

1. Im Jahr 1998 hat das Hochbauamt erstmals Technische Standards in Form einer Amtsverfügung erlassen. Diese wurden seitdem jährlich aktualisiert und bei allen Bauvorhaben des Hochbauamtes angewendet.
2. Hintergrund der Etatanregung E 126 ist die Finanzkrise der öffentlichen Hand, verbunden mit dem Wunsch, Leitlinien für ein nachhaltiges Bauen zu erarbeiten. Die vorhandenen Standards des Hochbauamtes wurden kritisch überprüft und in Abstimmung mit dem Revisionsamt und der Stadtkämmerei in Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen überführt.
3. Ziel der Leitlinien ist die Minimierung der Investitionskosten und der Folgekosten über den voraussichtlichen Nutzungszeitraum.
4. Für alle Baumaßnahmen über 250.000 € ist die Gesamtwirtschaftlichkeit mit dem Verfahren der Gesamtkostenberechnung nachzuweisen. Ein geeignetes Verfahren der Gesamtkostenrechnung ist durch das Hochbauamt in Abstimmung mit dem Revisionsamt und der Stadtkämmerei zu erarbeiten.



## Magistratsbeschluss B755 vom 04.11.05

5. Dabei sind im Zuge der Planung und Ausführung auch alternative Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Kostenauswirkungen zu untersuchen (Grundleistung nach HOAI). Zusätzliche Planungskosten entstehen dabei nicht.
  
6. Die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen werden allen zukünftigen Bauvorhaben zugrunde gelegt. Sie werden zur Information der bauenden Ämter in den Nachrichten der Stadtverwaltung veröffentlicht.
  
7. Es dient zur Kenntnis, dass die Leitlinien keinesfalls ausreichen, das ehrgeizige Ziel einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 50 % im Jahr 2005 zu erreichen. Hierfür müssten die Mittel für energetische Sanierungsmaßnahmen erheblich aufgestockt werden.
  
8. Bei künftigen Planungen ist deutlich zu machen, welche Leistungen normbedingt und welche freiwillig sind. In jeder Vorlage ist eine Variante vorzuschlagen, die auf die freiwilligen Leistungen verzichtet.

gez. Roth

begl. Liebig



# Stadtverordnetenbeschluss Passivhausbauweise



STADTVERORDNETEN -  
VERSAMMLUNG

XVI. Wahlperiode

28.01.2010

**§ 7502**

**Beschlussausfertigung**

**aus der**

**40. Sitzung der Stadtverordnetenversammlung am 28.01.2010**

(Ausschuss für Planung, Bau und Wohnungsbau, 18.01.2010)

(Ausschuss für Umwelt und Sport, 14.01.2010)

Bausteine für den Klimaschutz

Beteiligungen der Stadt Frankfurt - Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV 2009)

Frankfurt auf dem Weg zur Passivhaushauptstadt (EnEV 2009)

Mehr Energieeffizienz für von der Stadt angemietete Gebäude (EnEV 2009)

Passivhausstandard für stadteigene und städtisch genutzte Gebäude (EnEV 2009)

Das Förderprogramm Innenstadt Höchst optimieren (EnEV 2009)



# Stadtverordnetenbeschluss Passivhausbauweise

4. a) Der Beschluss der Stadtverordnetenversammlung vom 06.09.2007, § 2443, „Bausteine für den Klimaschutz, hier: Passivhausstandard für stadteigene und städtisch genutzte Gebäude“, wird in den Punkten II. 1. und II. 2. folgendermaßen geändert (Einfügungen fett hervorgehoben):

„II. 1. Der Magistrat wird aufgefordert, sicherzustellen, dass alle neuen Gebäude der Stadtverwaltung, städtischer Einrichtungen und Eigenbetriebe sowie alle Gebäude, die im Rahmen von PPP-Modellen künftig für die Stadt Frankfurt errichtet werden, dem Passivhaus-Standard genügen und entsprechend konzeptioniert werden. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine 30 Prozent bessere Energieeffizienz, als die **jeweils aktuelle** EnEV verlangt.

II. 2. Der Magistrat wird aufgefordert, sicherzustellen, dass bei künftigen Sanierungen von Gebäuden der Stadtverwaltung, städtischer Einrichtungen und Eigenbetriebe sowie von Gebäuden, die die Stadt Frankfurt im Rahmen von PPP-Modellen nutzt, Passivhaus-Komponenten eingesetzt werden (Dämmung, Fenster, Lüftung mit Wärmerückgewinnung über 75 Prozent). Der Passivhaus-Standard ist anzustreben. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine 30 Prozent bessere Energieeffizienz, als die **jeweils aktuelle** EnEV verlangt. Es ist anzustreben, dies auch bei denkmalgeschützten Gebäuden - unter Wahrung der Denkmalbelange - zu erreichen.“



# NaSt-Veröffentlichung 02/2012

## Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012

Mit dem Magistratsbericht B755 vom 04.11.2005 hat der Magistrat Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen beschlossen, die von der Stadtverordnetenversammlung zustimmend zur Kenntnis genommen wurden (§ 10756). Punkt 6 des Berichtes lautet wie folgt:

„Die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen werden allen zukünftigen Bauvorhaben zugrunde gelegt. Sie werden zur Information der bauenden Ämter in den Nachrichten der Stadtverwaltung veröffentlicht.“

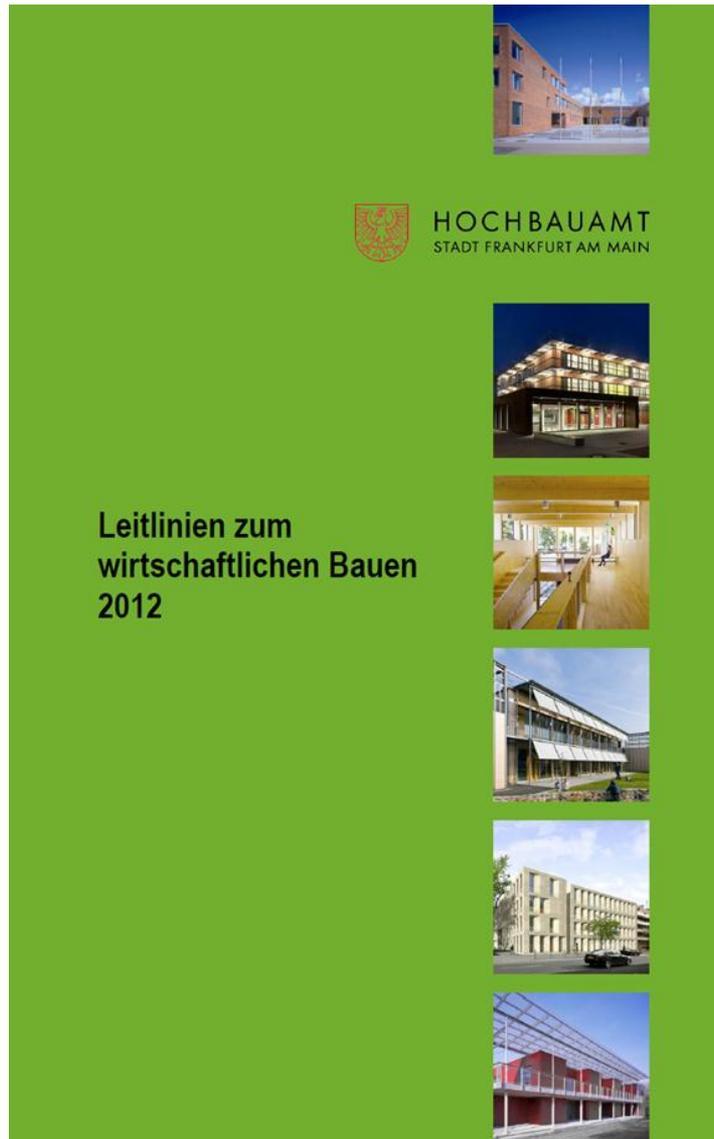
Durch neue Gesetze und Normen und die fortschreitende technische Entwicklung müssen die Leitlinien jährlich überarbeitet werden. Als wesentliche Änderung ist zu vermerken, dass der zweite Meilenstein für die Checklisten nun nicht mehr der Versand der Leistungsverzeichnisse, sondern die Bau- und Finanzierungsvorlage ist. Damit passen sich die Leitlinien der verbreiteten Praxis im Hochbauamt an. Dies bedeutet natürlich nicht, dass die LVs nicht entsprechend anhand der Checklisten zu prüfen sind. Wir gehen jedoch davon aus, dass die notwendigen Qualitäten bereits zum Zeitpunkt der B+F-Vorlage festgelegt werden und wollten einen zusätzlichen Meilenstein für die Checklisten vermeiden.

In der Anlage sind die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012 incl. der zugehörigen Checklisten beigefügt. Weiterhin finden Sie die Leitlinien 2012 ab sofort auf unserer Seite [www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) unter dem Menüpunkt „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen“. Außerdem werden wir die Leitlinien wieder drucken lassen und im Eingangsbereich des Hochbauamtes allen Interessierten zur Verfügung stellen.

Nun wünschen wir Ihnen viel Erfolg bei der Anwendung der Leitlinien. Scheuen Sie sich nicht, uns Ihre Erfahrungen aus der Praxis zukommen lassen. Die Leitlinien 2013 werden davon profitieren!



# Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012



## Impressum

### Herausgeber

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main  
Dezernat Planen, Bauen, Wohnen und Grundbesitz  
Hochbauamt  
Januar 2012

### Redaktion

Mathias Linder

### Druck

Dygy GmbH, Frankfurt

Alle Rechte vorbehalten

© 2012 Stadt Frankfurt am Main  
Der Magistrat  
ISSN 2190-5177

### Bezugsadresse

Hochbauamt der Stadt Frankfurt am Main  
Gerbermühlstrasse 48  
60594 Frankfurt am Main  
069 212 33269  
E-Mail: hochbauamt@stadt-frankfurt.de

### Informationen im Internet

[www.hochbauamt.stadt-frankfurt.de](http://www.hochbauamt.stadt-frankfurt.de)  
[www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de)



- 1 Zielsetzung und Gültigkeitsbereich 5**
- 2 Umsetzung der Leitlinien 6**
- 2.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung 6**
- 2.2 Planung 7**
- 2.3 Abnahme 7**
- 2.4 Betrieb 7**
- 3 Hochbau 9**
- 3.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung 9**
- 3.2 Vorplanung 9**
  - 3.2.1 Nutzungsqualitäten 9
  - 3.2.2 Energieeffizienz 10
- 3.3 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 11**
  - 3.3.1 Nutzungsqualitäten 11
  - 3.3.2 Baustoffe 12
  - 3.3.3 Energieeffizienz 13
  - 3.3.4 Sonstiges 14
- 3.4 Bauausführung und Abnahme 14**
  - 3.4.1 Nutzungsqualitäten 14
  - 3.4.2 Baustoffe 14
  - 3.4.3 Energieeffizienz 15
  - 3.4.4 Sonstiges 15
- 4 Technik 16**
- 4.1 Heizungstechnik 16**
  - 4.1.1 Vorplanung 16
  - 4.1.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 17
  - 4.1.3 Bauausführung und Abnahme 18
- 4.2 Lüftungstechnik 19**
  - 4.2.1 Vorplanung 19
  - 4.2.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 19
  - 4.2.3 Bauausführung und Abnahme 20
- 4.3 Klimatechnik 20**
  - 4.3.1 Vorplanung 20
  - 4.3.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 20
  - 4.3.3 Bauausführung und Abnahme 21
- 4.4 Sanitärtechnik 21**
  - 4.4.1 Vorplanung 21
  - 4.4.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 21
  - 4.4.3 Bauausführung und Abnahme 22
- 4.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte 22**
  - 4.5.1 Vorplanung 22
  - 4.5.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 23
  - 4.5.3 Bauausführung und Abnahme 24
- 4.6 Maschinelle Anlagen 24**
- 4.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeleittechnik 25**
  - 4.7.1 Vorplanung 25
  - 4.7.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 25
  - 4.7.3 Bauausführung und Abnahme 26
- 4.8 Kommunikationstechnik 27**
- 5 Quellenverzeichnis 28**
- 6 Checklisten 31**



# 1 Zielsetzung und Gültigkeitsbereich

**Nicht billig, sondern wirtschaftlich!**

**Ziel** der Leitlinien ist, **bei vorgegebenen Qualitäten** mit einem Lebenszyklusansatz die jährlichen **Gesamtkosten** (Summe aus Kapitalkosten, Betriebskosten und Umwelt-Folgekosten) über den gesamten Betrachtungszeitraum (Planung, Bau, Betrieb, Abriss und Entsorgung) zu **minimieren**. Für einen kompletten Sanierungszyklus werden in der Regel **40 Jahre** angesetzt.

**Zu den vorgegebenen Qualitäten gehören:**

- die Gesundheit und Behaglichkeit für den Nutzer,
- eine möglichst weitgehende Herstellung des „barrierefreien Frankfurt“
- der lokale Beitrag zum globalen Klimaschutz  
(Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Frankfurt am Main alle 5 Jahre um 10 %)
- die Berücksichtigung des heute schon absehbaren Klimawandels  
(heißere Sommer, stärkere Stürme, heftigere Starkregenereignisse).
- eine angemessene Gestaltung von Neubauten, die die Identifikation der Nutzer mit ihrem Gebäude und damit den pfleglichen Umgang fördert
- die Erhaltung gestalterisch hochwertiger oder denkmalgeschützter Gebäude
- die Minimierung des Materialeinsatzes und des Primärenergiebedarfs der Baustoffe
- die Dauerhaftigkeit und Rückbaufähigkeit der Konstruktionen und Bauteile



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 Energieeinsparverordnung) festgelegt ist.

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

Von allen anderen Punkten kann abgewichen werden, wenn ein wirtschaftlicher Vorteil mit Hilfe der **Gesamtkostenberechnung** ([www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Gesamtkostenberechnung) nachgewiesen werden kann. Dabei sind Umweltfolgekosten in Höhe von 50 €/toCO<sub>2</sub> einzusetzen (Beitrag zum Klimaschutz). Jede Abweichung von den Leitlinien ist auf der zugehörigen Checkliste (siehe Anlage) schriftlich zu begründen.



## 2 Umsetzung der Leitlinien



### Integrale Planung macht 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 250.000 €** 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](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Gesamtkostenberechnung).

Die Gesamtkostenberechnungen und die Checklisten sind vom Abteilungsleiter der jeweiligen Projektleitung zu unterschreiben. Bei Einhaltung der Leitlinien und der Gesamtkosten wird von der Abteilung Energiemanagement ein entsprechendes **Zertifikat** ausgestellt.

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



## 2.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung

- a) Schon vor Beginn der Vorplanung 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 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.
- 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. 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 **VOF-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.

<b>Projektdaten</b>		Version 2.0, 14.02.2012
Liegenschaft		
Gebäude		
Straße, Hausnummer		
Maßnahme		
Projektleitung Bauherrenamt Org.Kz.		
Ansprechpartner, Telefon		
Projektleitung Hochbauamt Org.Kz.		
Ansprechpartner, Telefon		
<b>Qualitätsrahmen</b>		
Raumprogramm mit Nutzungsarten	siehe Anlage	
Geplante Nutzungsdauer	(bei Neubauten meist 40-80 Jahre)	a
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		



<b>Kostenrahmen</b>	
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%

<b>Terminrahmen</b>	
Abschluss Vorplanung	
B+F-Vorlage	
Baubeginn	
Inbetriebnahme	

Frankfurt, den

Frankfurt, den

(Bauherrenamt)

(Hochbauamt)

**Anlage: Raumprogramm**





## 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 entsprechender **Startup-Termin** organisiert.
- b) Das **Honorar** der Planer muss sich nicht an der Kostenberechnung orientieren, sondern kann **pauschal** auf der Basis des Raumprogramms und entsprechender Kostenkennwerte (Zielvorgabe des Hochbauamtes) vereinbart werden. Zusätzlich kann eine Bonus-/Malus-Regelung vereinbart werden, die jedoch nicht auf den Herstellkosten, sondern auf den Gesamtkosten basieren soll. Dadurch wird sichergestellt, dass die Planer ein Interesse daran haben, die Gesamtkosten bei gegebenen Qualitäten zu minimieren.
- c) Der Projektstand wird kontinuierlich und zeitnah durch die Projektleitung in **IPASS** dokumentiert.



### 2.3 Abnahme

- a) Die Projektleitung muss sicherstellen, dass die Planer spätestens zur Übergabeverhandlung für das Gebäude und die technischen Anlagen einen ausführlichen und allgemeinverständlichen **Gebäudebetriebsordner** anfertigen. Dies ist als besondere Leistung zu vereinbaren. Der Gebäudebetriebsordner muss mindestens folgende Register enthalten: Lageplan mit eindeutiger Bezeichnung aller Gebäude, Fluchtwegpläne, Notrufnummern, Liste der Ansprechpartner beim Bauherrenamt, Hochbauamt, den Planungsbüros und den ausführenden Firmen, Kurzbeschreibung des Gebäudes und aller technischen Anlagen (mit Fotos), gewerkeübergreifende Nutzungs- und Betriebsanleitung (ca. 20 Seiten), Liste der in der MSR und GLT eingestellten Nutzungszeiten und Raumluftqualitäten sowie eine Anleitung wie diese eingestellt werden, Wartungskalender und Wartungsanleitung für alle wartungsbedürftigen technischen Anlagen.
- b) Weiterhin muss das Betriebspersonal und der Nutzer bestätigen, dass eine ausführliche und verständliche **Einweisung** stattgefunden hat.
- c) Mit Fertigstellung und Übergabe des Gebäudes oder der Baumaßnahme sind alle für die spätere Bauunterhaltung wichtigen **Bestandsunterlagen** an die Plankammer und die Serviceabteilung 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.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Dokumente).



# Gebäudebetriebsordner – Teil 1


**HOCHBAUAMT**  
 STADT FRANKFURT AM MAIN

**Gebäudebetriebsordner  
 für die Kindertageseinrichtung  
 Lichtblick in Schwanheim**

- 3 -

## Inhaltsverzeichnis

1	Liste der Ansprechpartner .....	4
2	Gebäudeunterlagen .....	5
2.1	Lageplan .....	5
2.2	Grundrisse .....	6
2.3	Fluchtwegpläne .....	7
2.4	Übersichtsplan der technischen Anlagen und Zähler .....	8
2.5	Bilder der Verbrauchszähler (Strom-, Gas-, Wasserzähler) .....	9
3	Gebäudedaten .....	10
3.1	Kurzbeschreibung des Gebäudes .....	10
3.2	Kurzbeschreibung der technischen Anlagen .....	10
4	Nutzungs- und Betriebsanleitung .....	12
4.1	Funktionsbeschreibung für die Lüftungsanlage .....	12
4.1.1	Allgemeine Funktionsbeschreibung .....	12
4.1.2	Bedienungsanleitung für das Bediengerät .....	14
4.2	Funktionsbeschreibung für die Heizungsanlage .....	16
5	Liste der in der MSR und GLT eingestellten Nutzungszeiten .....	21
6	Wartungskalender .....	22
7	Wartungsanleitung für alle wartungsbedürftigen Anlagen .....	23
8	Allgemeine Informationen .....	24
8.1	Sollwerte für Raumlufttemperaturen und Nennbeleuchtungsstärke .....	24
8.2	Besondere Beachtung bei Wärmeschutzverglasung .....	24
9	Logbuch .....	25
10	Belegungsplan .....	26
11	Feedback-Formular .....	27



# Gebäudebetriebsordner – Teil 2

- 9 -

## 2.5 Bilder der Verbrauchszähler (Strom-, Gas-, Wasserzähler)



**E1- Stromzähler**  
Stromzähler liegt im Elektroverteilungsraum (Eingang gebäuderückseitig, mit Telefonverteilung)



**H1- Gaszähler**  
Gaszähler liegt ohne Spannungsverteilung in einem Anschlusskasten an der Grundstücksfläche



**W1-Wasserzähler**  
Wasserzähler befindet sich im Eingangsbereich in einem schmalen Schacht in ca. 0,5 m Tiefe

Die Strom-, Gas-, und Wasserzähler sollen jeden Monat abgelesen werden!

- 13 -

## Handbedienungsebene



Anlage 1 versorgt „Küche“, Anlage 2 „Gruppenräume“.

### Steuerung freier Nachtkühlung

Für die freie Nachtkühlung wird die Raumtemperatur in einem mittleren Gruppenraum(Nr.103)erfasst und mit der Außentemperatur verglichen.

Öffnung der Klappen ist von drei Bedingungen abhängig:

- Grenzwert im Referenzraum(Nr.103) 23° C überschritten
- Außentemperatur 5 K kälter als Raumtemperatur ist
- Regelung auf Sommerbetrieb.

### Wichtig:

Über einen Schalter in jedem Raum kann man entscheiden, ob die Oberlichter geöffnet/geschossen werden sollen. (siehe Bild unten)



Bitte beachten Sie, dass der Oberlichterschalter neben dem Lichtschalter befindet und versehentlich betätigt werden kann.



## 2.4 Betrieb

Nach 2-jähriger Betriebsführung sollen folgende Parameter untersucht werden:

- a) Die **Zufriedenheit der Gebäudenutzer und des Betriebspersonals** soll anhand eines standardisierten Fragebogens erhoben werden ([www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://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, CO<sub>2</sub>-Gehalt, Feuchte) wird anhand von Auswertungen der GLT oder von Einzelmessungen an typischen Punkten überprüft. Ziel ist, dass die Werte (4.1.3.c, 4.2.1.a), 4.2.1.d) und 4.3.3.a)) in höchstens 10 % der Nutzungszeit außerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen.
- c) Die **tatsächlichen Betriebskosten** (Reinigungs-, Wartungs-, Instandhaltungs-, Energie- und Wasserkosten) sind mit der Gesamtkostenberechnung zu vergleichen. Ziel ist, dass die Werte aus der Gesamtkostenberechnung um nicht mehr als 10 % überschritten werden.

## 3 Hochbau



**Gute Architektur braucht wenig Technik!**

### 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 ist.
- 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 (Energiespar-Offensive des Schuldezernats, 12 Punkte-Plan für Kitas und Schulen). 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** zu erstellen um eine Verschlechterung der Raumluftqualität und Feuchteschäden zu vermeiden. Die sicherste Lösung 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). Näheres enthält der Klimaplanatlas der Stadt Frankfurt ([www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen).
- b) Zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität von **Freiflächen** sind je nach 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. Dabei ist es sinnvoll, ein gutes Verhältnis von Raumtiefe zur lichten Raumhöhe zu finden, die Fensterstürze möglichst hoch anzuordnen und helle Farbkonzepte vorzusehen.
- 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. Anhaltswerte sind 20-30 % nach Norden, 30-40 % nach Ost/West und 40-60 % nach Süden. Verglasungen sind so anzuordnen und zu gestalten, dass sie ohne Hubsteiger gereinigt werden können.
- e) Zur Stabilisierung des **Raumklimas im Sommer** sind ausreichende thermische Speichermassen, ein wirksamer, außenseitiger, variabler Sonnenschutz und Möglichkeiten zur Nachtlüftung vorzusehen.
- f) Das **subjektive Sicherheitsempfinden** soll durch übersichtliche Wegführung, Vermeidung von Nischen und gute natürliche Ausleuchtung gestärkt werden.
- 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 ist eine Möglichkeit zum **Umkleiden und Duschen** vorzusehen (StVVb § 3541 vom 28.02.2008).



### Klimaplanatlas Frankfurt am Main

STADT FRANKFURT AM MAIN

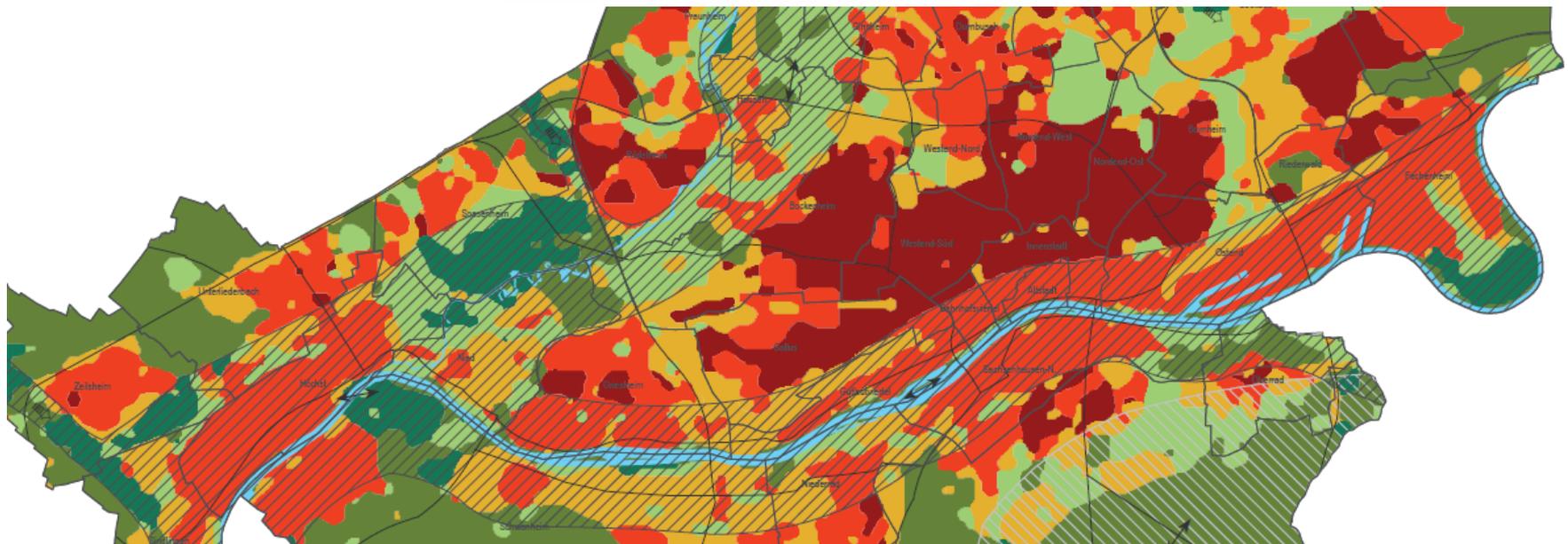


Fachgebiet Umweltmeteorologie  
Fachbereich Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung

UNIKASSEL  
VERSITÄT

Prof. Dr. Lutz Katzschner  
Dipl.-Ing. Sebastian Kupski  
Dipl.-Ing. René Burghardt

Kategorie	Name	Beschreibung	Einstufung
1	<b>Kaltluftentstehung, Luftleitbahnen und Hangwinde</b>	Acker, Wiesen mit geringer Rauigkeit	Sehr wichtig, erhalten und schützen
2	<b>Frischluft- und Kaltluftentstehung, Luftleitbahnen und Hangwinde</b>	Wald, Flächen mit dichten Baumbestand ohne Emissionsquellen, Acker, Wiesen	Wichtig, erhalten und schützen
3	<b>Mischklimate, Wirkung von Luftleitbahnen nachweisbar</b>	Friedhof, Parks, Kleingärten, Aussiedlerhöfe, Spielplätze	Wichtige Ausgleichszonen aufgrund lokaler Zirkulationen, Zirkulationsrichtung beachten, Wärmespeicherung nicht erhöhen
4	<b>Überwärmungspotential</b>	Siedlungsbereiche, Siedlungsränder	Thermisch gefährdeter Bereich, Bebauung porös gestalten
5	<b>Überwärmungsgebiet 1</b>	Dichte Bebauung mit wenig Vegetation (Blockrand)	Thermisch und lufthygienisch mit hohen Defiziten, Hitzestress steigend, Vegetationsschatten und Fassadenbegrünung fördern, Luftleitbahnen beachten
6	<b>Überwärmungsgebiet 2</b>	Stark verdichtete Innenstadtbereiche	Thermisch und lufthygienisch mit sehr hohen Defiziten, Hitzestress stark steigend, Beschattungen im Außenraum fördern, Fassaden- und Dachisolierungen, Oberflächenentsiegelungen





### 3.2.2 Energieeffizienz

- a) Neue städtische Gebäude haben dem **Passivhausstandard** ([www.passiv.de](http://www.passiv.de)) zu genügen und sind entsprechend wirtschaftlich zu konzeptionieren (sehr gute Wärmedämmung, Vermeidung von Wärmebrücken, flächendeckende Lüftung mit Wärmerückgewinnung). Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine dreißig Prozent bessere Energieeffizienz, als die jeweils aktuelle EnEV verlangt (StVVB §7502 vom 28.01.2010).
- b) Die Gebäudehüllfläche ist bei gegebenem Raumprogramm zu minimieren (möglichst **kompakte Form**).
- 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.
- e) Räume mit ähnlichen Nutzungskonditionen sind zusammenzufassen (**thermische Zonierung**).
- f) **Räume mit hohen internen Lasten** (z.B. EDV-Schulungsräume, Serverräume, LAN-Verteiler, Küchen) sind möglichst an der Nordfassade oder in natürlich belüfteten Kellerräumen anzuordnen.
- g) **Technikflächen** sollen möglichst **zentral** innerhalb der versorgten Bereiche angeordnet werden (besonders Lüftungszentralen).
- h) Bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen von Dächern ist immer die Möglichkeit zum Bau von **Solarstromanlagen** einzubeziehen. 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](http://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 Gestaltung 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) 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.
- b) Es ist die DIN 18040-1 **Barrierefreies Bauen** – Planungsgrundlagen – Teil1: Öffentlich zugängliche Gebäude einzuhalten. Soweit in begründeten Einzelfällen davon abgewichen werden soll, wird dies in der Bau- und Finanzierungsvorlage dargestellt.
- c) Bei Neu- und Erweiterungsbauten soll die Ausstattung von **Sanitärräumen für Behinderte** den Vorgaben der AMEV-Richtlinie "Sanitärbaubau 95", Anlage 4 entsprechen.
- d) Für die natürliche Lüftung in Unterrichts-, Gruppen und Sitzungsräumen sind **Fensteröffnungsflügel** von min. **0,1 m<sup>2</sup> je Person bei Querlüftung** und min. **0,2 m<sup>2</sup> je Person ohne Querlüftung** vorzusehen. Dies gilt auch beim Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage (Passivhaus).
- e) 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.
- f) 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).



- g) Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind **ausreichende Speichermassen** ( $> 100 \text{ Wh/m}^2\text{K}$ ) an die Räume anzukoppeln (z.B. Verzicht auf abgehängte Decken, Einbau massiver Innenwände, Zementestrich). Dabei ist die Akustik zu beachten. Notwendige Akustikelemente können hinterlüftet werden. In Zweifelsfällen ist eine thermische Gebäudesimulation durchzuführen.
- h) Grundsätzlich ist ein wirksamer **außen liegender Sonnenschutz** vorzusehen (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 und für Windgeschwindigkeiten von mindestens **13 m/s** ausgelegt sein (feste Führungsschienen).
- i) Notwendige Sonnenschutzanlagen sollen getrennt je Fassadenorientierung motorisch über eine **Wetterstation** (Temperatursensor, Strahlungssensor + Windwächter) gesteuert werden (evtl. zeitversetzt um die Stromlast zu begrenzen). Während des Heizbetriebes sollte der Sonnenschutz nicht betätigt werden (passive Solarenergiegewinnung!). Die Sonnenschutzautomatik soll für den Nutzer max. eine Stunde manuell übersteuerbar sein (Schlüsselschalter für Blendschutz oder Verdunkelung).
- j) Zusätzlich sind zur Vermeidung sommerlicher Überhitzungserscheinungen in Klassen- und Gruppenräumen ausreichend große **Nachtlüftungsklappen** (ohne Querlüftung ca.  $1 \text{ m}^2$ , bei  $0,1 \text{ m}^2$  Überströmöffnungen für Querlüftung ca.  $0,5 \text{ m}^2$  freier Querschnitt) mit geeignetem Einbruch-, Schlagregen- und Insektenschutz vorzusehen (Öffnung bei Innentemperatur  $> 22^\circ\text{C}$  und Außentemperatur  $< \text{Innentemperatur} - 2 \text{ K}$ ). Wenn der Nutzer einen automatischen Betrieb wünscht und zusätzlich ein manueller Eingriff vorgesehen ist, soll dieser temporär über Schlüsselschalter erfolgen.





## Beispiel einer Nachtluftklappe



### 3.3.2 Baustoffe

- a) 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:

- b) Bauteile und Baunebenprodukte aus **tropischen, subtropischen oder borealen Hölzern** sofern nicht FSC-zertifiziert (Forest Stewardship Council, [www.fsc-deutschland.de](http://www.fsc-deutschland.de), MB 2561 vom 08.12.1989)
- c) Folgende Bauteile aus **Polyvinylchlorid (PVC)**:  
Fußbodenbeläge, Tapeten, Fenster und Türprofile, Kabel und Rohre (MB 525 vom 16.02.1990).
- d) **Künstliche Mineralfasern** sind gegen die Innenraumlufte vollständig abzudichten und haben die Freizeichnungskriterien bezogen auf die Biolöslichkeit einzuhalten (RAL GZ 388).
- e) 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.
- f) 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.





- g) Es sind möglichst **lösungsmittelfreie** Oberflächenbehandlungs-, Anstrich- und Klebstoffe zu verwenden (z.B. Pulverlackverfahren, Einbrennverfahren). Müssen lösungsmittelarme Stoffe verwendet werden, sollen diese ein Umweltzeichen für „schadstoffarm“ (z.B. RAL UZ 102, RAL UZ 12a, RAL UZ 113, [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)) besitzen (siehe auch 3.2 Lüftung).
- h) **Bitumenanstriche** und Kleber mit dem Giscode BBP 40-70 sind nicht zulässig ([www.gisbau.de](http://www.gisbau.de)).
- i) **Epoxidharzprodukte** mit dem Giscode RE 4-9 sind nicht zulässig
- j) **Polyurethanharzprodukte** mit dem Giscode 20-80 sind nicht zulässig. Ausnahme: Beanspruchungsklasse B und C (ZDB-Merkblatt Verbundabdichtungen).
- k) **DD-Lacke** mit dem Giscode DD1 und DD2 sind nicht zulässig.
- l) 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- und Entsorgungskosten sind beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen. Hier ist z.B. die vorgehängte Fassade oder das 2-schalige Mauerwerk mit Kerndämmung gegenüber dem WDVS im Vorteil.





- m) 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).
- n) 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, Gabionen, diffusionsoffene Riemchen).
- m) Zur Vermeidung von **Algenbildung** sind grundsätzlich mineralische Putze oder Silikatputze (keine Kunstharz- oder Silikonharzputze) einzusetzen.
- o) Dem **Brandschutz** ist bei Wärmedämmverbundsystemen besonderes Augenmerk zu schenken. Es sollten grundsätzlich mindestens schwer entflammbare Platten (B1 nach DIN 4102-1) eingesetzt werden. Um den Brandüberschlag in weitere Geschosse zu verhindern ist über Fenster- und Türstürzen ein mindestens 200 mm hohes nicht brennbares WDVS (Steinwolle oder Mineralwolle) einzusetzen.
- p) Um **Sturmschäden** zu vermeiden sind Wärmedämmverbundsysteme grundsätzlich nach Angaben des Systemherstellers zu verdübeln. Eine Klebung alleine ist nicht ausreichend.



# Beispiel: Liesel-Oestreicher-Schule

## Passivhauskonzept

Der Massivbau ist entsprechend den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen im Passivhausstandard konzipiert. Die Außenwand ist mit 240 mm Mineralfasern, die Bodenplatte mit 200 mm Dämmung und das Dach mit 300 mm Gefälledämmung gedämmt. Wie in allen Passivhäusern kommen Fenster mit 3-fach Verglasung sowie Lüftungsanlagen mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 80 % zum Einsatz. Die Wärmeversorgung erfolgt über eine vollautomatische Holzpellet-Kessel-Anlage mit 110 kW. Das Dach ist für die Nutzung durch eine Photovoltaikanlage vorgesehen.

Bauherr Stadtschulamt  
Projektleitung Hochbauamt, 65.42 / Claus Chowanietz  
Planung und Bauleitung Cheret+Bozic Architekten, Stuttgart  
Bauzeit 05/2006 – 08/2007  
Gesamtkosten 21.800.000,- € (brutto) (inkl. Grundstück)  
Baukosten 10.500.000,- € (netto)  
Baukosten / qm BGF 1.110,- € (netto)  
Heizwärmebedarf nach PHPP 15 kWh/m<sup>2</sup>a  
Primärenergiebedarf nach PHPP 79 kWh/m<sup>2</sup>a  
Drucktest (n50) 0,5 (1/h)





# Beispiel: Atterberry-Schule

## Passivhauskonzept

Der kompakten Baukörper in Massivbauweise sind entsprechend den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen im Passivhausstandard konzipiert. Die Außenwand ist mit 250 mm Wärmedämmverbundsystem, der Boden gegen Erdreich mit 160 mm Schaumglas und das Dach mit 400 mm extrudiertem Polystyrol gedämmt. Wie in allen Passivhäusern kommen Fenster mit 3-fach Verglasung sowie Lüftungsanlagen mit einem Wärmebereitstellungsgrad von im Mittel 79 % zum Einsatz. Die Wärmeversorgung erfolgt über Gas-Brennwert-Kessel. Zusätzlich zum außenliegenden Sonnenschutz werden einbruchssichere Lüftungsklappen zur Nachtauskühlung im Sommer eingesetzt.

**Bauherr** Stadtschulamt  
**Projektleitung** Hochbauamt, 65.42 / Frau Peusquens-Fischer  
**Planung und Bauleitung** Baufrosche Architekten und Stadtplaner GmbH, Kassel  
**Bauzeit** 07/2009 – 12/2010  
**Gesamtkosten** 20.000.000,- € br.  
**Baukosten** 17.136.000,- € br.  
**Baukosten/qm BGF** 1.734,- € br.  
**Heizwärmebedarf nach PHPP** 14,4 kWh/m<sup>2</sup>a  
**Primärenergiebedarf nach PHPP** 120 kWh/m<sup>2</sup>a  
**Drucktest (n50)** 0,6 (1/h)





### 3.3.3 Energieeffizienz

a) 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 jeweils aktuelle EnEV es verlangt. Es ist anzustreben, dies auch bei gestalterisch hochwertigen oder denkmalgeschützten Gebäuden - unter Wahrung der Denkmalbelange - zu erreichen (StVVB §7502 vom 28.01.2010).

Sanierung von Bauteil	max. U-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	entspricht i.d.R. mindestens
Außenwand (Außendämmung)	0,16	20 cm bei WLG 035
Außenwand (Innendämmung)	0,24	14 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
Oberlichter	1,00	2-Scheiben
Außentüren	1,00	5 cm bei WLG 025

Der g-Wert der Verglasungen sollte über 0,5 liegen.



- 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/m<sup>2</sup>K beträgt.
- d) Der **EnEV-Nachweis** und der Energiebedarfsausweis werden auf der Basis des Passivhaus-Projektierungs-Paketes (PHPP) und der Gesamtkostenberechnung erstellt. Dazu ist der Bauaufsicht eine schriftliche Erklärung des Nachweisberechtigten vorzulegen, dass die EnEV eingehalten wird.
- e) Der **sommerliche Wärmeschutz** ist immer gemäß der EnEV nach DIN 4108 T2 nachzuweisen.
- f) Außentüren 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.
- g) Bei Neubauten und Komplettisanierungen ist die Dichtigkeit der Gebäudehülle grundsätzlich durch eine **Luftdichtigkeitsmessung** nach Verfahren A der DIN EN 13829 nachzuweisen (für Passivhausbauweise  $n_{50} \leq 0,6/h$ , sonst  $n_{50} \leq 1,0/h$ , die Obergrenze des Messtoleranzbereichs darf diese Werte um max. 10 % überschreiten). Evtl. Leckagen sind z.B. mit Rauchröhrchen oder Thermografieaufnahmen zu orten.



# Leckage-Untersuchung mit Rauch





### 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 50 kg/m<sup>2</sup>, bei einem Flachdach mit Möglichkeit der Verankerung mit dem Dach zusätzlich 50 kg/m<sup>2</sup>, bei einem Flachdach ohne Möglichkeit der Verankerung mit dem Dach zusätzlich 100 kg/m<sup>2</sup>; 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 2 % auszuführen, die Entwässerung ist nicht innenliegend, sondern auf der Außenwand zu führen.
- c) Wegen künftig heftigerer **Starkregenereignisse** sind Türen, Fenster und sonstige Öffnungen mindestens 20 cm über dem Straßenniveau anzubringen oder vor Überflutung entsprechend zu schützen.
- d) **RWA** sollten möglichst witterungsgeschützt (z.B. vertikal) eingebaut werden, da diese bei Störungen der Brandmeldeanlage offen stehen müssen (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) 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) Die Dämmung des Blendrahmens von Fenstern zum Baukörper ist durch Verstopfen mit geeigneten Dämmstricken auszuführen. Das Einschäumen mit **Montageschaum** ist nicht dauerhaft.
- c) 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.
- d) **Schadstoffe** (z.B. Reste oder Überschüsse von Hydrauliköl) dürfen weder mit dem **Boden** in Kontakt kommen noch versickern.
- e) Wenn bei der Abnahme Geruchsbelästigungen vorliegen, wird eine **Messung der Schadstoffkonzentration** in der Raumluft vorgenommen.



### 3.4.3 Energieeffizienz

- a) Die Gebäudehülle ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches **Protokoll** für die **Luftdichtigkeitsmessung** vorliegt (Überprüfung von 3.3.3.g). Der Punkt ist explizit im Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Die Kosten evtl. erforderlicher Nachmessungen sind von der Schlussrechnung der verursachenden Fachfirma abzuziehen.
- b) Bei der Abnahme ist die **Übereinstimmungserklärung** des EnEV-Nachweisberechtigten vorzulegen, dass die Bauausführung mit dem EnEV-Nachweis (PHPP) übereinstimmt.

### 3.4.4 Sonstiges

- a) Für größere Baumaßnahmen (> 100.000 €) sind **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.
- 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](http://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- und Entsorgungskosten sind beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen.
- c) Bei allen wartungsbedürftigen technischen Anlagen sind **Wartungsverträge** (bei Blockheizkraftwerken Vollwartungsverträge) gemäß AMEV-Muster **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.
- 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 **Dämmung und Abdichtung** von gewerkespezifischen **Durchdringungen** der thermischen Gebäudehülle verantwortlich. 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.



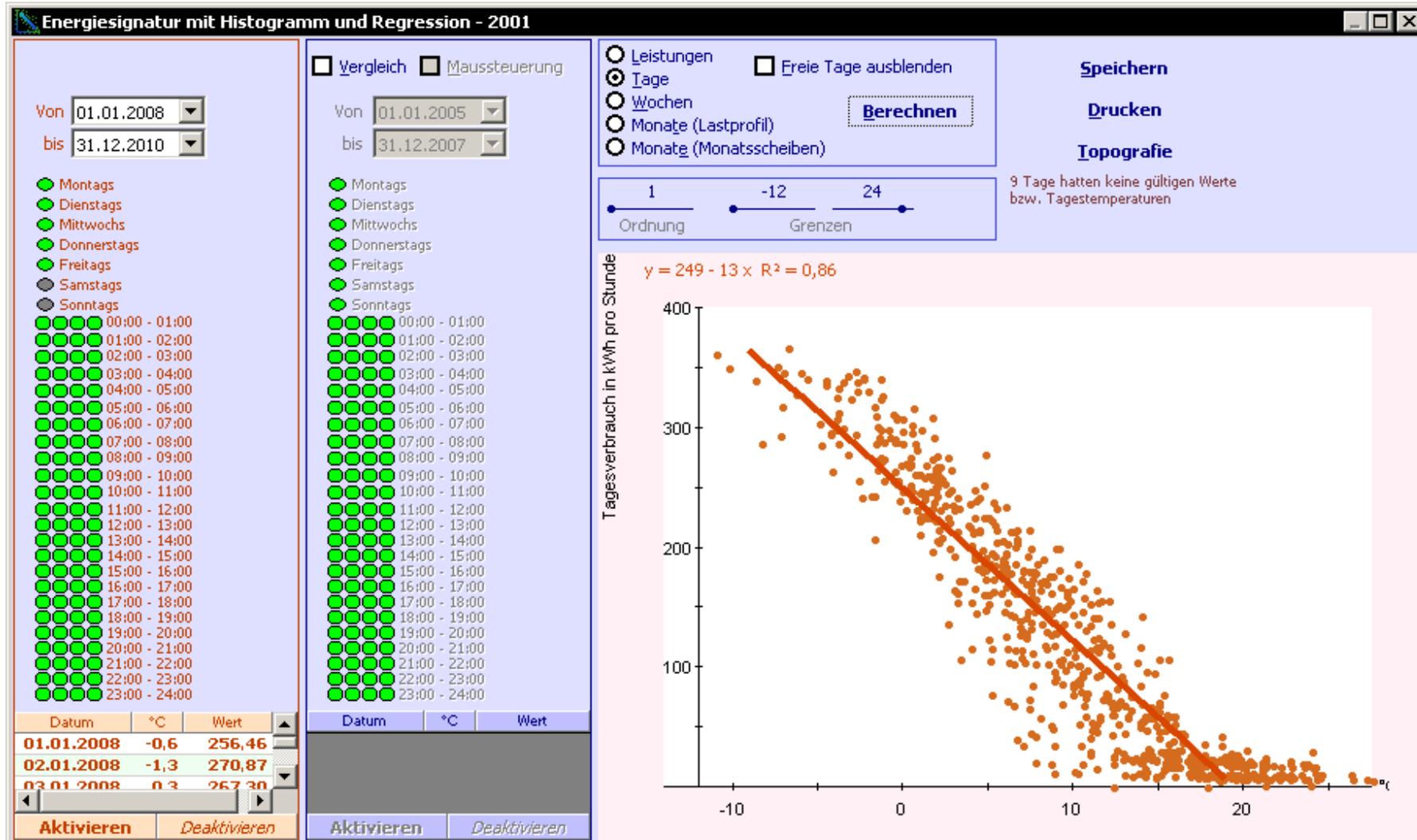
## 4.1 Heizungstechnik

### 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 (Energiespar-Offensive, 12 Punkte-Plan für Kitas und Schulen, EEWärmeG).
- b) Bei Turnhallen und Sportanlagen ist der Einsatz einer **solaren Brauchwassererwärmung** zu prüfen (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** (Containerauslagerungen) wegen des hohen Leistungsbedarfs häufig unwirtschaftlich (Aufheizung in HT-Zeit!). Daher ist hier die Möglichkeit von Gaseinzelöfen oder ein Anschluss an vorhandene Heizzentralen oder mobile Heizstationen zu prüfen. Mindestanforderung für die Regelung sind Raumthermostate und eine zentrale Wochenschaltuhr.
- 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.
- f) Damit die Abwärme genutzt werden kann, sollte der **Wärmeerzeuger innerhalb** der thermischen Gebäudehülle liegen.



# Beispiel: Energiesignatur der Bettinaschule





#### 4.1.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Bei Holzheizungsanlagen sind die **Emissionsgrenzwerte** des Blauen Engel einzuhalten ([www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de), RAL UZ 111/112, Emissionswerte Staub unter 20 mg/m<sup>3</sup> Abgas, CO unter 400 mg/m<sup>3</sup> Abgas). Bei größeren Anlagen (> 500 kW) ist eine Emission von weniger als 15 mg/m<sup>3</sup> einzuhalten. Die Brennwertnutzung ist auch bei Holzheizungen zu prüfen.
- b) Bei Gasversorgung sind für die Grundlast **Brennwertkessel** (oder Brennwertthermen) einzusetzen.
- c) Es ist eine **Strangregelung** möglichst für jedes Gebäude einzeln vorzusehen. Die Aufteilung erfolgt im Regelfall in 2 Heizkreise (N-O, S-W).
- d) Für abweichende Nutzungsanforderungen sind **weitere Heizkreise** einzurichten (z.B. Verwaltung, Turnhallen mit Dusch- und Umkleideräumen, Aulen).
- e) Für Räume in **ungedämmten Altbauten**, die eine zeitlich differenzierte Nutzung haben (z.B. Klassenräume in Schulen), sind **Einzelraumregelungen** zu prüfen. Auch hier sollten 2 Heizkreise (z.B. N-O, S-W) vorgesehen werden.
- 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 möglichst nur **Radiatoren** und keine Konvektoren eingesetzt werden.
- g) **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.



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** (außerhalb der thermischen Gebäudehülle sowie in Schächten) und Warmwasserleitungen sowie Armaturen sind mindestens wie folgt zu dämmen (StVVB §7502 vom 28.01.2010):

<b>Dämmung von Rohrleitungen</b>		(Wärmeleitfähigkeit = 0,035 W/mK)						
Rohrdurchmesser DN	(mm)	15	20	25	32	40	50	100
Minstdämmung	(mm)	40	40	50	50	60	60	100
Maximaler U*-Wert	(W/mK)	0,132	0,149	0,151	0,171	0,168	0,191	0,210

j) Blockheizkraftwerke, Holzfeuerungsanlagen, Solaranlagen und Wärmepumpen sind grundsätzlich mit einem **Wärmemengenzähler** auszustatten.

k) Es sind grundsätzlich Pumpen der **Energieeffizienzklasse A** ( $EEl < 0,4$ ) 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 Absenkzeitpunktes sicherzustellen.

n) 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.

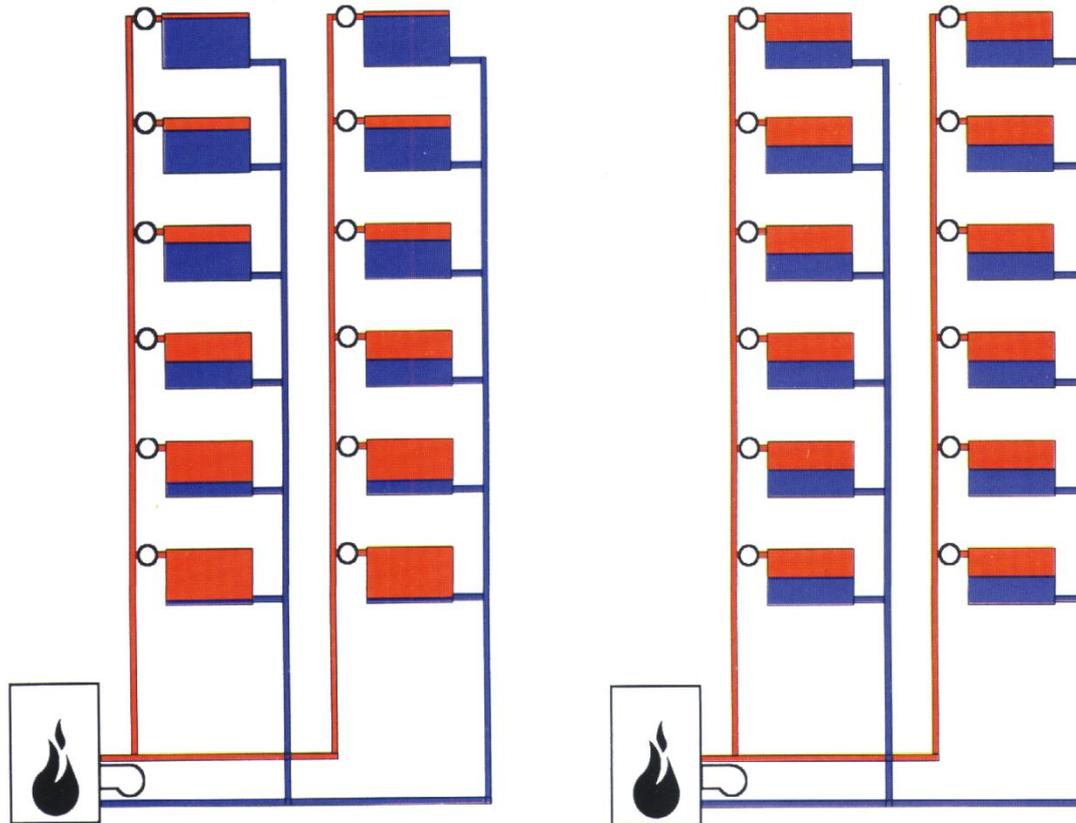


#### 4.1.3 Bauausführung und Abnahme

- a) 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.
- b) Wenn keine Einzelraumregelung zum Einsatz kommt, sind **begrenzbare 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, dazu benötigtes Werkzeug ist dem Betreiber auszuhändigen. Die Absperrung bzw. der Abgleich der Heizkörper muss über das Thermostatventil oder die Rücklaufverschraubung möglich sein.
- c) 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, Erschließungsflure 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.
- d) 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).
- e) 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).



## Wasserverteilprobleme bei mangelhaftem hydraulischen Abgleich





## 4.2 Lüftungstechnik

### 4.2.1 Vorplanung

- a) Insbesondere in allen Räumen mit einer hohen Personenbelegung (Unterrichts- und Gruppenräume, Sitzungssäle) sind die Schadstoffkonzentrationen unter den empfohlenen Grenzwerten zu halten ( $\text{CO}_2 < 1.500 \text{ ppm}$ ). 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** und der Außenluftanteil ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken (i.d.R. **IDA 4** nach DIN EN 13779, d.h. 5,5 l/Ps, oder 20 m<sup>3</sup>/Ph). Die Auslegung sollte auf die typische/durchschnittliche Personenzahl erfolgen. Zur Lüftung von Lagern, Fluren, Duschen, WC etc., bei denen die  $\text{CO}_2$ -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) Durch diese relativ geringen Luftmengen kann die **Luftfeuchte** auch **ohne künstliche Befeuchtung** im Bereich von **40 – 60 %** gehalten werden (Ausnahme: konservatorische Anforderungen).
- e) Die Lüftungsanlage dient nur der Bereitstellung des hygienisch erforderlichen Luftwechsels. Abgesehen von der Wärmerückgewinnung und Filterung erfolgt **keine Konditionierung** der Zuluft. Evtl. verbleibender Heiz-/Kühlbedarf wird über statische Heiz-/Kühlflächen gedeckt. Räume mit potentielltem Kühlbedarf (z.B. Serverräume) sollen eine separate Zuluft (ohne WRG) erhalten.
- f) Die Lüftungsanlage soll nur **während der Heizperiode** im Betrieb sein. Außerhalb der Heizperiode muss über die Fenster gelüftet werden. Daher muss der Betrieb der Lüftungsanlage über eine **Anzeige im Eingangsbereich** (mit Erläuterung!) für die Nutzer erkennbar sein.
- 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). Für **Sanierungen** empfiehlt sich oft, die Zu- und Abluft je Klassenraum als Einzelkanal (ggf. zusammen im F90 Schacht) vertikal über die Geschosse zum Zentralgerät zu führen (Reduzierung von Schalldämpfern, Brandschutzklappen, Statikaufwand).



#### 4.2.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Lüftungsanlagen haben im Betriebszustand die Effizienzklasse **SFP 1 oder SFP 2** nach DIN 13779 einzuhalten, der Druckverlust des Kanalnetzes nach Tabelle A4 und A5 soll normal bis niedrig sein.
- b) Der spezifische **Stromverbrauch** für die gesamte Anlage soll unter  **$< 0,45 \text{ Wh/m}^3$**  liegen (Passivhauskriterium).
- c) 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.
- d) Es sind nach Möglichkeit **keine Kompaktfilter** einzusetzen, da diese eine geringere Filteroberfläche besitzen. Dies führt zu höheren Druckverlusten und kürzeren Wartungsintervallen.
- e) Die **Steuerung** erfolgt i.d.R. nach **IDA-C3** nach DIN 13779 (Zeitprogramme). Bedarfstaster für den Nutzer sind auf eine sinnvolle Zeitdauer von max. 3 h zu begrenzen (Fachklassen: 45 min).



- f) 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 (CO<sub>2</sub>) erfolgen.
- g) Bei der Lüftung von Bädern oder Duschräumen sollte die Schaltung über einen **Hygrostaten**, bei WCs über **Präsenzmelder mit Zeitnachlauf** erfolgen
- 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 nach DIN 13779 (S.20) geforderte Lüftung in der belegungsfreien Zeit erfolgt über ca. 30 Minuten **Vorspülen** vor der Nutzung.



### 4.2.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Eine Lüftungsanlage ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für die **Messung des Wärmebereitstellungsgrades, der Luftmengen, der elektrischen Leistungsaufnahme**, (Überprüfung von 4.2.1.b), 4.2.1.c) und 4.2.2.b) **und des Geräuschpegels** in ausgewählten Räumen vorliegt. Der Punkt ist explizit als Position im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.
- b) 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).

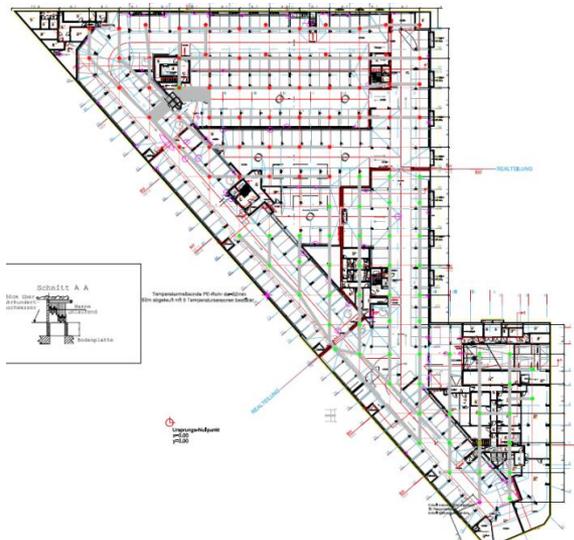
### 4.2.4 Betrieb

- a) Im Betrieb ist sicherzustellen, dass die Lüftungsanlage **außerhalb der Heizperiode abgeschaltet** und über die Fenster gelüftet wird (4.2.1.e).

## 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.
- 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).





#### 4.3.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Es dürfen 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) Da keine halogenfreien Kunstschaumstoffe erhältlich sind, ist die **Dämmung** von Kältemittelleitungen z.B. mit **Mineralfasern** 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 (EDV-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** auf Wirtschaftlichkeit 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. Andernfalls 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: Kindertagesstätten und Kinderkrippen).

#### 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) Rohrleitungen sind zur Vereinfachung von Wartung und späterem Austausch **leicht zugänglich** zu verlegen. Regenfallrohre sind grundsätzlich leicht zugänglich an der Außenfassade zu verlegen.
- d) Wegen künftig heftigerer Starkregenereignisse ist für die Entwässerung eine **Rückstauenebene 20 cm über der Straßenoberkante am Straßen-Kanalanschluss** einzuplanen.
- 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 **Stoptaste** oder separater Kleinmengentaste und Benutzerhinweis einzubauen.
- h) **Spülkästen** sollen eine Spülmenge von **max. 4,5 Liter** aufweisen (Ausnahmen im Bestand!).
- i) Für **Waschbecken** sind Strahlregler einzubauen (3 - **max. 5 l/min**).
- j) Es sind **Duscharmaturen** mit **max. 7 l/min** und gleichzeitig fülligem Strahl einzubauen.
- k) Bei Handwaschbecken und Duschen sind **Selbstschlussarmaturen** einzusetzen. Die Laufzeit ist bei Handwaschbecken auf 5 sec und bei Duschen auf 40 sec zu begrenzen. Voraussetzung ist ein Filter, der Fremdkörper fernhält.
- l) Urinale sind grundsätzlich als **Trocken-Einzelurinale** auszuführen, sofern dem nicht begründete Nutzerwünsche entgegenstehen. Evtl. ist eine zentrale Spülmöglichkeit vorzusehen.
- m) Zur **Legionellenprophylaxe** sind in Duschen nur **dezentrale Frischwasserstationen** oder **Durchlauferhitzer** einzusetzen (siehe DST-Hinweis Nr. 3.4). Die Wassermenge zwischen dem Wärmeübertrager und dem Duschkopf darf nicht über 3 l liegen. Auf eine Regelung nach den Wärmeübertragern kann verzichtet werden.
- 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, ausreichende Dämmung).
- p) Die Speicher-Ladepumpe und die Zirkulationspumpen sind in **Energieeffizienzklasse A** auszuführen (elektronische Regelung nicht erforderlich) und sollen über Schaltuhr (und evtl. Thermostat) oder Bewegungsmelder 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** (Sozialbereich Küchen und KTs) ist die Wirtschaftlichkeit von Gas- oder Elektrodurchlauferhitzern (13,5 kW) zu prüfen.
- t) Untertischspeicher sind wegen der hohen Leerlaufverluste zu vermeiden. Stattdessen sind **Kleinst-Durchlauferhitzer** (5,7 kW) einzusetzen.

#### 4.4.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Vor der Abnahme ist das gesamte System auf **Dichtigkeit** zu überprüfen (Kriechmengen an der Wasseruhr). Die Wassermengen (4.4.2.p-r) und Selbstschlusszeiten (4.4.2.s) sind zu prüfen.



## 4.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte

### 4.5.1 Vorplanung

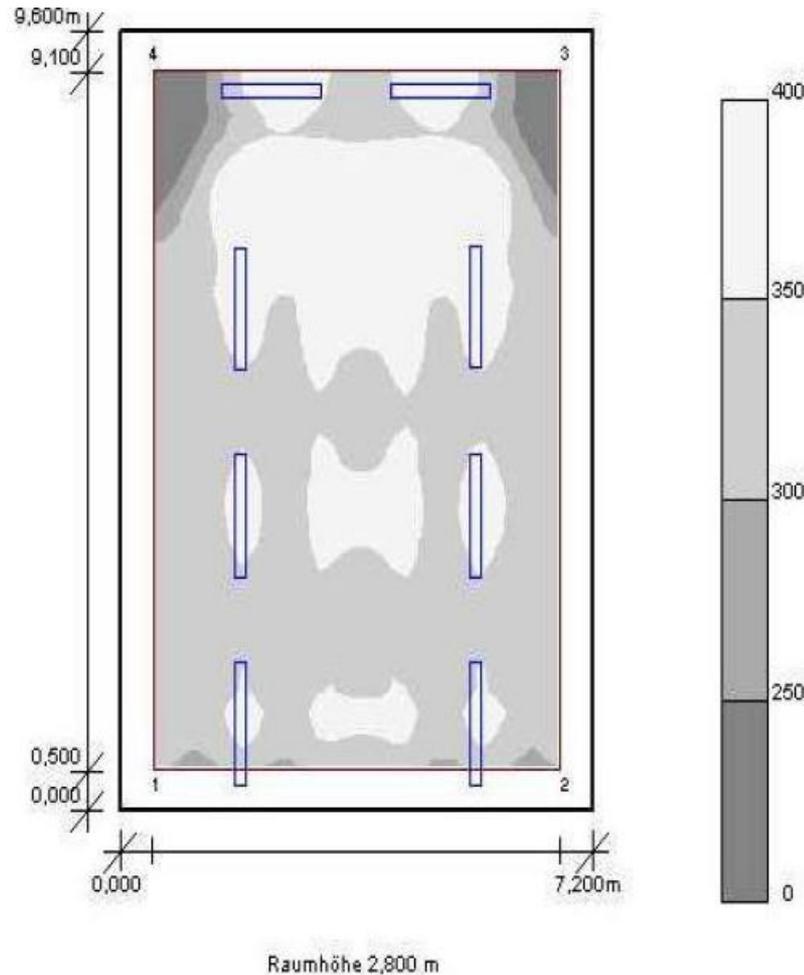
- a) Die Stromversorgung sollte vorzugsweise auf der Basis von **regenerativen Energieträgern oder Kraft-Wärme-Kopplung** erfolgen (StVVB § 1491 vom 01.03.2007).
- b) Vor der **Vergrößerung einer Trafostation** oder eines Elektroanschlusses ist zu prüfen, ob durch Einsparmaßnahmen im Bestand die notwendige Leistungserhöhung vermieden werden kann (z.B. durch Beleuchtungssanierung, Umstellung der Küche auf Gas, Spitzenlast-Begrenzung).
- c) Bei größeren Sanierungsmaßnahmen sind **ältere Leuchtstofflampen zu ersetzen**. (Energiespar-Offensive, 12 Punkte Plan für Kitas und Schulen).
- 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. Dialux) zu erbringen.
- e) Elektrowärme ist nach Möglichkeit zu vermeiden. **Küchengeräte** wie Herde und Konvektomaten sollen **mit Gas** betrieben werden, da dies i.d.R. wirtschaftlich realisierbar ist.



#### 4.5.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) 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 (MB 525 vom 16.02.1990).
- b) Es dürfen **keine Schwermetalle** eingesetzt werden (z.B. keine Cadmium-Tellurid-PV-Module).
- c) Der Grenzwert für die **elektrische Leistung von Leuchten** beträgt einschließlich Vorschaltgerät  $2,5 \text{ W/m}^2 \cdot 100 \text{ lx}$ , der **Zielwert  $2 \text{ W/m}^2 \cdot 100 \text{ lx}$** . Zusätzliche Effektbeleuchtung darf nur temporär über Schlüsselschalter oder Zeitrelais freigegeben werden. Daraus folgt z.B. für einen Klassenraum mit  $300 \text{ lux}$  ein Grenzwert von  $7,5 \text{ W/m}^2$  und ein Zielwert von  $6 \text{ W/m}^2$ . Ein Standard-Klassenraum kann in der Regel mit acht einflammigen, effizienten, breitstrahlenden 35-Watt-T5-Spiegelraster-Leuchten (davon zwei für die Tafel) ausreichend ausgeleuchtet 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.
- d) Die **Lichtausbeute** der Lampen soll incl. Vorschaltgerät im Mittel **mindestens  $50 \text{ lm/W}$**  betragen (statt Glühlampen sind grundsätzlich Leuchtstofflampen, Kompaktleuchtstofflampen oder LED-Lampen einzusetzen).

# Standardbeleuchtung für einen Klassenraum



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



- e) Es sind grundsätzlich **elektronische Vorschaltgeräte (EVG)** einzusetzen.
- f) Der **Leuchtenbetriebswirkungsgrad** soll mindestens **80 %** betragen (z.B. Spiegelrasterleuchten).
- g) Die **Notbeleuchtung** ist mit LED-Technik auszuführen.
- h) Beleuchtung wird grundsätzlich **vom Nutzer ein- und ausgeschaltet**. Nur die Ausschaltfunktion der Beleuchtung kann zusätzlich über eine automatische Steuerung erfolgen.
- i) Bei der Neuinstallation von **Klassenräumen** erfolgt dies über eine Pausenschaltung, die 5 min nach Pausenbeginn die Beleuchtung abschaltet. Bei anderen Nutzungsarten ist eine zentrale Abschaltung bei ausreichendem Tageslicht und nach Nutzungsende vorzusehen.
- j) In jedem Fall kann der Nutzer die Beleuchtung direkt nach dem Ausschalten **von Hand wieder einschalten**.
- k) 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).

- l) Wenig frequentierte Räume (**Flure, Treppenhäuser, Lagerräume, Keller**) sind mit Zeitrelais oder Präsenzmeldern (Eigenverbrauch < 0,35 W, Nachlaufzeit einstellbar, Standardwert: 5 min.) auszustatten. Bei möglicher Tageslichtnutzung müssen die Präsenzmelder zusätzlich über einen Lichtsensor verfügen, der auf die Nennbeleuchtungsstärke einzustellen ist.
- m) **Tageslichtversorgte Bereiche** sollen prinzipiell **getrennt** von nicht-tageslichtversorgten Bereichen **schaltbar** sein.
- n) Für innenliegende **Toiletten, Umkleiden** etc. sollten Eingangs-Bewegungsmelder mit Akustiksensoren eingesetzt werden.
- o) 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 Schüsselschalter** zugeschaltet werden.
- p) Bei größeren Leuchtengruppen (> 1 kW, z.B. Turnhallen) sind grundsätzlich **Präsenzmelder** (in tageslichtversorgten Bereichen mit Lichtsensor) anzubringen.
- q) Die **Außenbeleuchtung** ist über Dämmerungsschalter und Schaltuhr (sofern keine Verkehrssicherungspflicht) oder evtl. zusätzlich über Bewegungsmelder zu schalten.



- r) Auch wenn ein Installationsbussystem eingesetzt wird, sollen aus Kostengründen nur **Schalter und Taster konventioneller Bauart** eingesetzt werden.
- s) Sofern wirtschaftlich (z.B. bei Küchen), ist eine **Spitzenlastbegrenzung** einzubauen.
- t) Die Blindleistung ist auf den vom örtlichen EVU zugelassenen Leistungsfaktor ( $\cos \phi$ ) zu begrenzen. Ggf. sind **Kompensationsanlagen** (als Einzel-, Gruppen- oder Zentralkompensation) einzubauen.
- u) Wenn **USV-Anlagen** notwendig sind, so sind Geräte der Wirkungsgradklasse 3 nach EN 62040-3 einzusetzen.
- v) **Haushaltsgeräte** sollen die Effizienzklasse A+ oder A++ einhalten ([www.spargerwaete.de/frankfurt](http://www.spargerwaete.de/frankfurt)).

#### 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.a). Bei Präsenzmeldern sind Empfindlichkeit und der Zeitnachlauf einzustellen und zu protokollieren. Die Punkte sind explizit als Positionen im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.



#### 4.6 Maschinelle Anlagen

- a) Für alle elektrischen Antriebe sind **Energiesparmotoren** (ab 1.000 h/a IE3-Motoren (nach DIN EN 60034-30)) einzusetzen.
- b) 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.
- c) Wenn eine motorische **Netzersatzanlage** erforderlich ist, soll die Möglichkeit der Nutzung als BHKW geprüft werden.
- d) Ständig offene **Schachtbe- und entlüftungen** sowie Entrauchungsöffnungen sind wegen der Wärmeverluste zu vermeiden (motorisch betriebene **RWA**).



## 4.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeleittechnik

### 4.7.1 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 ein **gemeinsames Prozessvisualisierungssystem** (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 GLT** niedergelegt ([www.energiemanagement.stadtfrankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadtfrankfurt.de) > Gebäudeleittechnik).
- b) Für die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ist eine **Integrationsplanung** für alle technischen Gewerke sicherzustellen. Die **Anzahl der Datenpunkte** ist möglichst **gering** zu halten.
- c) 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 Betriebsoptimierung abzustimmen.



#### 4.7.2 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 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.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de).

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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup>/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 Geräteausrüstung zur Energie- und Mediene Erfassung der FKGB/AMEV). Insbesondere ist der Kaltwasserzulauf für zentrale Warmwasserbereitungsanlagen zu zählen (Legionellenprophylaxe!).
- 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-Visualisierungs-System (s. Managementebene) 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  $\leq \pm 3\%$ , CO<sub>2</sub>-Konzentration  $\leq \pm 50\text{ ppm}$ ). Sie sind an einer ungestörten Stelle im Raum zu platzieren (min. 2 m Abstand zu Fenstern, Türen, Zuluftöffnungen, Wärmequellen ...).
- g) 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 vollen Betrieb wieder aufnehmen.



# Beispiel: Automatische Verbrauchserfassung



## Strom - 15 Min. - Tagesprofile (Vergleich)

Ackermann- u. Bürgermeister-Grimm-Schule Herxheimerstraße 35,  
(209), E1 Strom (46249)

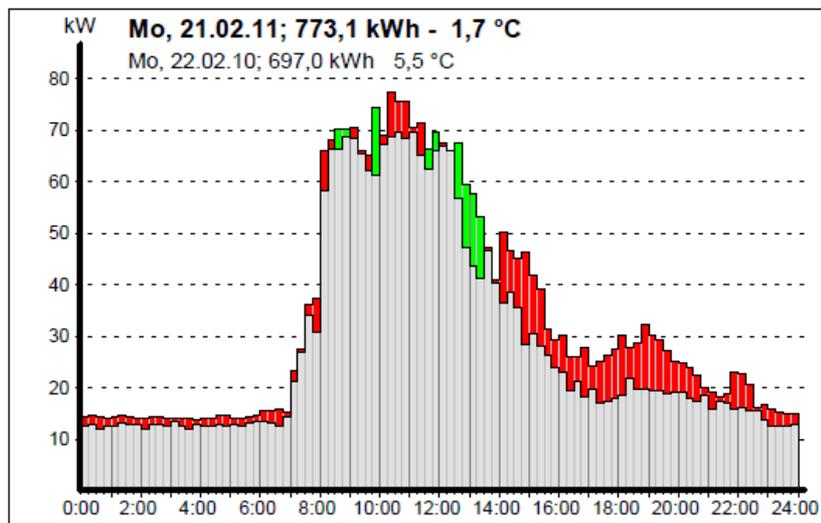
Datum von 21.02.2011 bis 27.02.2011

**KW 8 / 2011**

Im Vergleich zu: 8 / 2010

Wochenverbrauch: 4,1 MWh/Woche

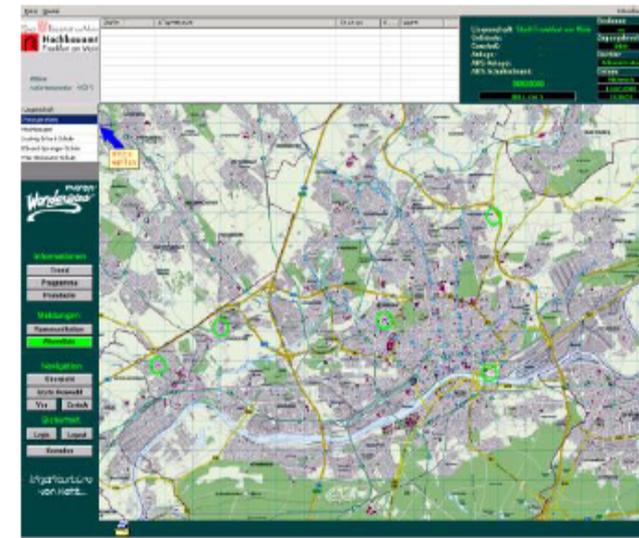
Vergleich: KW 8 / 2010: 3,8 MWh/Woche



Minimale und maximale Leistung:  
(Werte aus Vergleichszeitraum in Klammern)

	Min.-Leist in kW	Max./h in kW
<b>Montag</b>	13,4 (11,8)	77,1 (73,9)
<b>Dienstag</b>	13,8 (11,5)	55,7 (65,6)
<b>Mittwoch</b>	13,8 (11,5)	66,2 (67,2)
<b>Donnerstag</b>	13,4 (11,5)	62,1 (73,6)
<b>Freitag</b>	13,8 (11,2)	75,2 (65,3)
<b>Samstag</b>	12,2 (9,3)	17,0 (17,0)
<b>Sonntag</b>	11,5 (9,6)	17,0 (12,8)

- h) DDC-Unterstationen sollen zur Verknüpfung auf der Automationsebene über eine einheitliche, **herstellerunabhängige Schnittstelle** (z.B. Modbus, LONtalk (LONMark zertifiziert)) verfügen.
- i) Bei Anlagen mit Jahresenergiekosten über 30.000 € (z.B. alle Schulen) 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 Leitrechner einer herstellereigenen GLT.
- j) 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 Gewerkeleiste.
- k) Das PVS ist im **Hausmeisterraum** anzuordnen. Eine Verlagerung der Leittechnik über eine Modemstrecke bzw. Intranet zur zentralen Betriebsführung muss jederzeit möglich sein.
- 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.





# Anlagenbild Heizung

STADT FRANKFURT AM MAIN  
**Hochbauamt**  
Frankfurt am Main

Mittlere  
Außentemperatur: 7.03 °C

Zeit	Alarmtext	Status	P...	wert
11.Mrz 14:30	Geb.B H Kessel 2 RL Temp.-F.	NQUIT_GHT	220	96,6
11.Mrz 14:30	Geb.B H Kessel 2 RL Temp.-F.	NQUIT_GHT	320	96,6
11.Mrz 12:31	Geb.B Lüftung Kl. Turnhalle RL Temp.-F. E...	NQUIT_GHT	320	84,9
11.Mrz 12:30	Geb.B Lüftung Kl. Turnhalle RL Temp.-F. E...	NQUIT_GHT	220	96,2
09.Mrz 01:13	Geb.B H Fernleitung 2 VL Temp.-F.	NQUIT_GHT	220	96,9
09.Mrz 01:13	Geb.B H Fernleitung 2 VL Temp.-F.	NQUIT_GHT	220	98,0
09.Mrz 00:38	Geb.B H Kessel 2 VL Temp.-F. Abgas. WT	NQUIT_GHT	320	96,9
09.Mrz 00:38	Geb.B H Kessel 2 VL Temp.-F. Abgas. WT	NQUIT_GHT	220	97,9
01.Mrz 17:48	Geb.A Lüftung Fotolabor SM Frost Erhitzer	NQUIT	99	gestört
01.Mrz 17:48	Geb.A Lüftung Physikräume SM Frost Erhitzer	NQUIT	99	gestört

Entwicklung!

**Bediener:** sa

**Zuganglevel:** 9999

**Rechte:** Administrator

**Datum:** Dienstag 11.03.2008 16:35:53

Liegenschaft: **Eduard-Spranger-Schule**

Gebäude: **02**

Geschoß: **U1**

Anlage: **001**

AKS-Anlage: **02U1421001**

AKS-Schaltschrank: **ISP02**

**S2110066**

Bild 3 von 11

## Geb. B10 Heizzentrale

**Einblendungen**

Betriebsstunden

Datenpunkte

Sollwerte

DP.Attribute

**Informationen**

Trend

Programme

Protokolle

**Meldungen**

Kommunikation

**Alarmliste**

**Navigation**

Übersicht

letzte Auswahl

Vor Zurück

**Sicherheit**

Login Logout

andere Liegenschaft

Ingenieurbüro von Keitz

Geb.B H Kessel 1 SM Gasmangel  
 Geb.B H Kessel 2 SM Gasmangel  
 Geb.B Heizung Not-Aus



#### 4.7.3 Bauausführung und Abnahme

- a) MSR- und GLT-Anlagen sind erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll über einen **1:1-Datenpunkttest** (Kalibrierung sämtlicher Fühler und korrekte Anzeige der Werte auf der DDC und GLT) sowie die Überprüfung der wesentlichen Funktionen vorliegt. Insbesondere ist zu überprüfen, ob die DDC-Stationen auch bei Ausfall der Managementebene (PVS/GLT) mit vollem Funktionsumfang störungsfrei weiterarbeiten und nach **Netzausfällen** selbsttätig den vollen Betrieb wieder aufnehmen (Überprüfung von 4.7.2.f). 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).



#### 4.8 Kommunikationstechnik

- a) 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).
- b) In allen Büroräumen und Klassenräumen ist eine gemeinsame **Kabeltopologie** für Telekommunikation (ISDN) und Datennetz (100BT) zu planen, sodass Erweiterungen später problemlos vorgenommen werden können.
- c) Für Räume mit 1 Arbeitsplatz sind **2 TK-Anschlüsse (ISDN) und 2 Datenanschlüsse (100BT)** vorzusehen. Für jeden weiteren Arbeitsplatz im Raum kommt je ein weiterer TK-Anschluss und ein Datenanschluss hinzu.
- d) Die MSR-Technik wird über ein **logisch getrenntes Techniknetz** (gelbe Patch-Kabel) auf den Wonderware-Server im Hochbauamt 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](http://www.eu-energystar.org/de)) und der Office-TopTen ([www.energieeffizienz-im-service.de/it-geraete.html](http://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.



### 5 Quellenverzeichnis

- AGGB – Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten, Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten, Mai 2010
- AMEV-BelBilddschirm 2002: Hinweise für die künstliche Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2002, [www.amev-online.de](http://www.amev-online.de).
- AMEV-Beleuchtung 2006: Hinweise für die Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2006, [www.amev-online.de](http://www.amev-online.de).
- AMEV-Heizbetrieb 2001: Hinweise für das Bedienen und Betreiben von heiztechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2001 [www.amev-online.de](http://www.amev-online.de).
- AMEV-Sanitärbaubau 95: Planung und Ausführung von Sanitäranlagen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 1995, [www.amev-online.de](http://www.amev-online.de).
- Arbeitsstättenrichtlinien, ASR 5 Lüftung 1979/84, [www.gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486](http://www.gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486).
- B591: Ökologische Ausschreibungskriterien für Rußfilter bei Baumaschinen, Frankfurt 2010, [www.stv.frankfurt.de/paris2/paris.php](http://www.stv.frankfurt.de/paris2/paris.php).
- BNB: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011, [www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de).
- DIN 277: Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau, Februar 2005
- DIN 4102-1: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 1998.
- DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Ausgabe: Juli 2003.
- DIN 4701: Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden, Teil 1: Grundlagen der Berechnung, Ausgabe: März 1983.
- DIN 5034: Tageslicht in Innenräumen, Teil 1: Ausgabe Oktober 1999.
- DIN 5036: Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien, Ausgabe: 1980-02.
- DIN 12193: Sportstättenbeleuchtung, November 1999.
- DIN EN 12464: Beleuchtung von Arbeitsstätten, März 2003.
- DIN EN 13779: Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage: September 2007.
- DIN EN 13829: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden, Ausgabe: Februar 2001.
- DIN EN 15251: Eingangsparameter für das Raumklima – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik, Ausgabe: August 2007.
- DIN EN ISO 16484: Systeme der Gebäudeautomation (GA) - Teil 3: Funktionen, Ausgabe: Dezember 2005.
- DIN 18040: Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen - Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude, Oktober 2010.
- DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen. Ausgabe: Mai 2004.
- DIN V 18599 T1- 10, Energetische Bewertung von Gebäuden, Februar 2007.
- DIN EN 60034-30, VDE 0530-30: Drehende elektrische Maschinen - Teil 30: Wirkungsgrad-Klassifizierung von Drehstrommotoren, August 2009.
- DIN EN 62040-3, VDE 0558-530: Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen, Dezember 2011.
- Dokumentationsrichtlinie des Hochbauamtes der Stadt Frankfurt am Main, Stand: 01.07.2009, [www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Dokumente .
- DST Hinweis Ausgabe 3.1, Energieleitlinien – Planungsanweisungen, Deutscher Städtetag 2010-06, [www.staedtetag.de/10/schwerpunkte/artikel/00008/zusatzfenster22.html](http://www.staedtetag.de/10/schwerpunkte/artikel/00008/zusatzfenster22.html).
- DST-Hinweis Ausgabe 3.4, Energieeffiziente und hygienische Warmwasserbereitung, Deutscher Städtetag 2006-8, [www.staedtetag.de/10/schwerpunkte/artikel/00008/zusatzfenster22.html](http://www.staedtetag.de/10/schwerpunkte/artikel/00008/zusatzfenster22.html).
- DVGW 551: Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums, Ausgabe: 2003.
- EEWärmeG: Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz, geändert am 12.04.2011
- Energiespar-Offensive, 12 Punkte-Plan für Kitas und Schulen. Dezernat für Bildung und Frauen 2008, [www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen
- EnEV 2009: Energie-Einspar-Verordnung des Bundes [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de).
- ETAG 004: Leitlinie für Europäische Technische Zulassungen für Außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme mit Putzschicht, 2000.
- GABau: Geschäftsanweisung für den Staatlichen Hochbau des Landes Hessen. Anhang 109. Hessisches Ministerium der Finanzen: Januar 2009, [www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen.
- GISCODE: Produkt-Code des Gefahrstoff-Informationssystems der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. [www.gisbau.de](http://www.gisbau.de).
- GK: Amtsverfügung Gesamtkostenberechnung des Hochbauamtes [www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Gesamtkostenberechnung.
- HessBGG: Hessisches Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen und zur Änderung anderer Gesetze, Wiesbaden: Dezember 2004
- Klimaplanatlas der Stadt Frankfurt a.M. 2009, [www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen.
- LEE: Leitfaden elektrische Energie im Hochbau des Landes Hessen, Ausgabe 1996 und 2000, z.Z. in der Überarbeitung [www.iwu.de](http://www.iwu.de).
- LEH: Leitfaden Heizenergie im Hochbau des Landes Hessen, Ausgabe: Februar 1999.
- LNB: Leitfaden nachhaltiges Bauen, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: 2001, [www.bmvbw.de](http://www.bmvbw.de).
- Pflichtenheft GLT der Stadt Frankfurt am Main Version 1.6, Frankfurt: 2008, [www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de) > Gebäudeleittechnik
- PHPP: Passivhaus-Projektierungs-Paket des Passivhaus-Institutes [www.passiv.de](http://www.passiv.de)
- RAL UZ: Umweltzeichen des Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de).



- RLT-Richtlinie 01: Allgemeine Anforderungen an Raumluftechnische Geräte, Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V., Ausgabe Januar 2009.
- StVVB § 1419: Solarstadt Frankfurt - Solarstromanlagen fördern und ausbauen, Frankfurt: März 2007, [www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php](http://www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php).
- StVVB § 1658: Klimaschutz in Frankfurt – Energieberater bei Architekturwettbewerben, Frankfurt: März 2007, [www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php](http://www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php).
- StVVB § 2443: Passivhausstandard für stadteigene und städtisch genutzte Gebäude, Frankfurt: September 2007: [www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php](http://www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php).
- StVVB § 3541: „bike + business“ bei allen Umzugs-, Umbau- oder Neubauplanungen von Anfang an implementieren, Frankfurt: Februar 2008, [www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php](http://www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php).
- StVVB §7502: Passivhausstandard für stadteigene und städtisch genutzte Gebäude, Frankfurt: Januar 2010, [www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php](http://www.stvv.frankfurt.de/paris2/paris.php).
- VDI 4707: Aufzüge – Energieeffizienz, Entwurf Dezember 2007
- ZDB-Merkblatt: Verbundabdichtungen. Hinweise für die Ausführung von flüssig zu verarbeitenden Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten, Zentralverband Deutsches Baugewerbe, Ausgabe Januar 2010.



# Amtsverfügung 28/2007

## Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen

Mit dem Magistratsbericht B755 vom 04.11.2005 hat der Magistrat Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen beschlossen, die von der Stadtverordnetenversammlung zustimmend zur Kenntnis genommen wurden (§ 10756).

Diese Leitlinien werden jährlich aktualisiert und in den Nachrichten der Stadtverwaltung veröffentlicht. Die jeweils aktuelle Fassung der Leitlinien und der zugehörigen Checkliste ist im Internet unter [www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement/dok.htm](http://www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement/dok.htm) verfügbar.

### Hierzu ergeht folgende Verfügung:

- a) Die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen sind bei allen städtischen Bauvorhaben anzuwenden. Die Projektleitung ist für die Einhaltung der Leitlinien verantwortlich.
- b) Alle Architektur- und Ingenieurbüros erhalten bei der Beauftragung ein Exemplar der aktuellen Leitlinien.
- c) 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. Abweichungen sind in Abstimmung mit der Abteilung 65.25 zu begründen.
- d) Eine Kopie der Checkliste wird nach der Abzeichnung durch die Projektleitung an die Abteilung 65.25 geschickt. Die Checkliste ist Bestandteil der Bauakte und der Bau- und Finanzierungsvorlage.



# Qualitätssicherung durch Checklisten

## Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	<b>Projektsteuerung</b>

2. Umsetzung		Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
<b>Nr.</b>	<b>Kriterium</b>						
	Über 250.000 € aktuelle Gesamtkostenberechnung liegt vor						
<b>2.1</b>	<b>Grundlagen und Bedarfsermittlung</b>						
	a) Zielvereinbarung liegt vollständig vor						
	b) Mögliche Umnutzung berücksichtigen						
	c) Architektenwettbewerb wertet Nachhaltigkeitsziele gleichrangig						
	d) VOF-Verfahren wertet Erfahrungen mit nachhaltigem Bauen						
<b>2.2</b>	<b>Planung</b>						
	a) Startup-Termin mit vollständigem Planungsteam						
	b) Honorar pauschal vereinbart						
	c) Zeitnahe Dokumentation in IPASS						
<b>2.3</b>	<b>Abnahme</b>						
	a) Gebäudebetriebsordner vollständig mit allen Registern						
	b) Ausführliche Einweisung des Betriebspersonals und der Nutzer						
	c) Bestandsunterlagen aktualisiert und vollständig übergeben						
<b>2.4</b>	<b>Betrieb</b>						
	a) Nutzerzufriedenheit bestätigt						
	b) Raumluftqualität im Toleranzbereich						
	c) Betriebskosten im Toleranzbereich						
	aufgestellt (Projektleitung)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					
	gesehen (Ableitungsleitung)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					

Legende: v = Leitlinie eingehalten, - = Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich, / = nicht zutreffend, nur die weißen Felder sind auszufüllen



3. Hochbau						
Nr. Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
<b>3.1 Grundlagen und Bedarfsermittlung</b>						
a) Bei Neubau prüfen, ob Umsetzung im Bestand möglich						
b) Möglichkeit des Flächenrecyclings prüfen						
c) Bei Kernsanierung Abriss und Neubau prüfen						
d) Umsetzung wirtschaftlicher Maßnahmen prüfen (Energieausweis)						
e) Bei Innensanierung Innendämmung prüfen						
f) Bei Fenstersanierung Lüftungskonzept erstellen						
<b>3.2 Vorplanung</b>						
<b>3.2.1 Nutzungsqualitäten</b>						
a) Stadtklimatische Gesichtspunkte beachtet (Klimaplanatlas)						
b) Freiflächen je nach Witterung differenziert						
c) Alle Aufenthaltsräume natürlich belichtet und belüftet						
d) Fensterflächenanteil je nach Orientierung optimiert						
e) Ausreichende Speichermassen, Sonnenschutz, Nachlüftung						
f) Übersichtliche Wegeführung mit natürlicher Ausleuchtung						
g) Ausreichende Anzahl geeigneter Fahrradstellplätze						
h) Umkleiden und Duschen für Fahrradfahrer						
<b>3.2.2 Energieeffizienz</b>						
a) Passivhausstandard, mindestens jedoch EnEV 2009-30%						
b) Kompakte Form						
c) Gebäudeorientierung begünstigt passive Solarenergienutzung						
d) Hauptzugänge mit unbeheizten Windfängen						
e) Thermische Zonierung						
f) Räume mit hohen Lasten an Nordfassade oder im Keller						
g) Technikflächen zentral innerhalb der versorgten Bereiche						
h) Möglichkeit für Solarstromanlage geprüft						
i) Vorbeugenden Brandschutz frühzeitig eingeschaltet						
<b>3.3 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis</b>						
<b>3.3.1 Nutzungsqualitäten</b>						
a) Sollnachhallzeiten nach DIN 18041 eingehalten						
b) Barrierefreiheit nach DIN 18040-1 eingehalten						
c) AMEV-Sanitärbaubau 95, Anlage 4 eingehalten						
d) Fensteröffnungslügel von 0,1 - 0,2 m <sup>2</sup> pro Person						
e) Tageslichtquotient mindestens 5 % bzw. 3 %						
f) Mindestreflexionsgrade eingehalten (helle Räume)						
g) Ausreichende Speichermassen						
h) Außen liegender Sonnenschutz $F_c \leq 0,25$ für 13 m/s						
i) Motorische Steuerung über Wetterstation mit Nutzereingriff						
j) Nachlüftungsklappen mit 1 m <sup>2</sup> bzw. 0,5 m <sup>2</sup> je Klassenraum						



<b>3.3.2 Baustoffe</b>					
a) Nur schadstoffarme, geruchsneutrale, Produkte (DIN 15251)					
b) Nicht heimische Hölzer nur mit FSC-Zertifikat					
c) Kein PVC für Fußböden, Tapeten, Fenster, Türen ...					
d) Künstliche Mineralfasern gegen Innenraum abgedichtet					
e) Chemischen Holzschutz vermieden					
f) Formaldehyd geringstmöglich, Holz RAL UZ 38 bzw. 76					
g) Lösungsmittelarme Farben und Kleber RAL UZ 102, 12 a, 113					
h) Bitumenanstriche und Kleber nicht GIS BBP 40-70					
i) Epoxidharz nicht GIS RE 4-9					
j) Polyurethanharzprodukte nicht GIS 20-80 (Außer Klasse B und C)					
k) DD-Lacke nicht GIS DD1 und DD2					
l) demontierbare Konstruktionen (geschraubt statt geklebt/genagelt)					
m) Fenster unterhaltungsarm z.B. Holz mit Aluverkleidung					
n) WDVS nach ETAG 004 dauerhaft gg. Beschädigung geschützt					
m) Algenbildung vermieden durch mineralische oder Silikatputze					
o) Brandschutz WDVS: mindestens B1 und Brandriegel über Stürzen					
p) Vermeidung von Sturmschäden durch Verdübeln des WDVS					
<b>3.3.3 Energieeffizienz</b>					
a) Bei Sanierung Passivhauskomponenten nach Tabelle					
b) Innendämmung möglichst kapillaraktiv					
c) Konstruktion möglichst wärmebrückenfrei					
d) EnEV-Nachweis auf Basis PHPP					
e) Sommerlicher Wärmeschutz mit DIN 4108 T2 nachgewiesen					
f) Außentüren mit Türschließern ohne Feststeller					
g) Luftdichtheitsmessung n50 <= 0,6 /h					
<b>3.3.4 Sonstiges</b>					
a) Dachflächen für Photovoltaikanlage ausgerüstet					
b) Flachdächer mit Mindestgefälle von 2% und außenl. Entwässerung					
c) Türen und Fenster 20 cm über Straße, vor Überflutung geschützt					
d) RWA witterungsgeschützt					
<b>3.4 Bauausführung und Abnahme</b>					
<b>3.4.2 Baustoffe</b>					
a) Spätestens bei Auftragsvergabe Deklaration aller Materialien					
b) Dämmung nicht mit Montageschaum					
c) Abfallfraktionen getrennt gesammelt und verwertet					
d) Schadstoffe dürfen nicht mit Boden in Kontakt kommen					
e) Bei Geruchsbelästigungen: Schadstoffmessung					
<b>3.4.3 Energieeffizienz</b>					
a) Protokoll Luftdichtheitsmessung liegt vor					
b) Übereinstimmenserklärung des EnEV-Nachweisberechtigten liegt vor					
<b>3.4.4 Sonstiges</b>					
a) Maßnahmen ab 100.000 € Baustrom- und Bauwasserzähler					
b) Baumaschinen mit Lärmschutz nach RAL UZ 53					
c) Baumaschinen mit Rußfilter (UBA-Grenzwert)					



Heizungstechnik						
Nr. Kriterium	Bedarfsmittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
<b>4. Technik allgemein</b>						
a) Gebäudetechnik und Steuerung minimieren						
b) Leicht demontierbare Konstruktionen						
c) Wartungsverträge über rechnerische Anlagenlebensdauer						
d) Ersatzteile über rechnerische Anlagenlebensdauer						
e) Dämmung und Dichtung der gewerkespezifischen Durchdringungen						
<b>4.1 Heizungstechnik</b>						
<b>4.1.1 Vorplanung</b>						
a) Wärmeversorgung regenerativ oder mit KWK						
b) Solare Brauchwassererwärmung geprüft						
c) Beckenwassererwärmung mit Solaranlage						
d) Bei Containern Alternativen zu Elektroheizung geprüft, Schaltuhr!						
e) Wärmeleistung über Regression oder DIN 12831 Beiblatt 1						
f) Wärmeerzeuger in der thermischen Gebäudehülle						
<b>4.1.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis</b>						
a) Holzheizung Emissionsgrenzwerte nach Blauer Engel						
b) Bei Gas für die Grundlast Brennwärkessel oder -therme						
c) Strangregelung je Gebäude und Orientierung						
d) Separate Heizkreise für Sondernutzungen						
e) Bei ungedämmten Altbauten Einzelraumregelung geprüft						
f) Neue Heizkörper max. 60°C/40°C						
g) Heizkörper vor Glasflächen vermeiden (Sanierung: Strahlungsschirm)						
h) Bei Passivhaus ein Heizkörper in Räumen über 17°C						
i) Wärmeverteilungen und Armaturen nach Tabelle gedämmt						
j) Wärmezähler für BHKW, Holzfeuerung, Solaranlagen und Wärmep.						
k) Pumpen mit Energieeffizienzklasse A und Drehzahlregelung						
l) Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung mit Pumpenabschaltung						
m) Optimierung für Absenk- und Aufheizzeitpunkt						
n) Bei Einzelraumregelung Erkennung der Fensteröffnung						
<b>4.1.3 Bauausführung und Abnahme</b>						
a) Abnahme erst bei Protokoll für hydraulischen Abgleich						
b) Thermostatventile sind begrenzt und voreingestellt						
c) Heizsolltemperaturen nach AMEV Heizbetrieb sind eingestellt						
d) Heizbetrieb nur über Heizgrenztemperatur möglich						
e) Alle Regelungsfunktionen aktiviert und Nutzungszeiten eingestellt						



Lüftungs- und Klimatechnik							
Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
<b>4.</b>	<b>Technik allgemein</b>						
a)	Gebäudetechnik und Steuerung minimieren						
b)	Leicht demontierbare Konstruktionen						
c)	Wartungsverträge über rechnerische Anlagenlebensdauer						
d)	Ersatzteile über rechnerische Anlagenlebensdauer						
e)	Dämmung und Dichtung der gewerkespezifischen Durchdringungen						
<b>4.2</b>	<b>Lüftungstechnik</b>						
<b>4.2.1</b>	<b>Vorplanung</b>						
a)	Schadstoffe unter Grenzwert (CO <sub>2</sub> < 1.500 ppm)						
b)	Passivhauskomponenten (Wärmebereitstellungsgrad > 75-80 %)						
c)	Luftmenge IDA 4 nach DIN EN 13779 (20 m <sup>3</sup> /Ph)						
d)	Keine Befeuchtung (außer bei konservatorischen Anforderungen)						
e)	Keine Konditionierung über Luft, sondern über statische Flächen						
f)	Lüftungsanlage nur während Heizperiode im Betrieb (Anzeige)						
g)	Brandschutzkonzept zur Minimierung der Brandschutzklappen						
<b>4.2.2</b>	<b>Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis</b>						
a)	Effizienz der Lüftung im Betrieb SFP 1 oder 2 nach DIN 13779						
b)	Spezifischer Stromverbrauch < 0,45 Wh/m <sup>3</sup>						
c)	Keine regenerative Wärmerückgewinnung						
d)	Keine Kompaktfilter						
e)	Steuerung besser IDA-C3 DIN 13779 (Zeitprogramm, Bedarfslaster)						
f)	Drehzahlregelung bei variierender Bedarfsanforderung						
g)	Regelung im Sanitärbereich über Hygrostaten oder Präsenzmelder						
h)	Therm. Isolierung / Wärmebrückenfaktor < T3/TB3 bzw. T2/TB2						
i)	Dämmung der Lüftungskanäle nach Leitlinien						
j)	Vorspülen vor der Nutzung ca. 30 Min.						
<b>4.2.3</b>	<b>Bauausführung und Abnahme</b>						
a)	Abnahme erst nach Messung WRG, Luftmengen, el. Leistung						
b)	Alle Regelungsfunktionen aktiviert und Nutzungszeiten eingestellt						
<b>4.3</b>	<b>Klimatechnik</b>						
<b>4.3.1</b>	<b>Vorplanung</b>						
a)	Aktive Kühltechnik vermeiden						
b)	Wenn Kühlung erforderlich freie oder adiabatische Kühlung						
c)	Wenn aktive Kühlung, dann Nutzung erneuerbarer Energien						
<b>4.3.2</b>	<b>Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis</b>						
a)	Keine (teil-)halogenierten Kältemittel						
b)	Keine halogenhaltigen Kunstschäume						
c)	Komfort-Kühlung: Raumsolltemp. gleitend 3 K unter Außentemp.						
d)	Konservatorische Anforderung: jahreszeitlich gleitend ΔF < 1%/d						
e)	Kühlbetrieb nur möglich, wenn Sonnenschutz aktiviert						
<b>4.3.3</b>	<b>Bauausführung und Abnahme</b>						
a)	Betrieb der Kältemaschine erst ab 26°C, RaumT = AußenT - 3 °C						



Sanitärtechnik							
Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
<b>4. Technik allgemein</b>							
a)	Gebäudetechnik und Steuerung minimieren						
b)	Leicht demontierbare Konstruktionen						
c)	Wartungsverträge über rechnerische Anlagenlebensdauer						
d)	Ersatzteile über rechnerische Anlagenlebensdauer						
e)	Dämmung und Dichtung der gewerkespezifischen Durchdringungen						
<b>4.4 Sanitärtechnik</b>							
<b>4.4.1 Vorplanung</b>							
a)	Bei hohem Brauchwasserbedarf Regenwassernutzung prüfen						
b)	Möglichkeit der Brauchwassernutzung prüfen						
c)	Handwaschbecken und Putzräume nur mit Kaltwasser						
<b>4.4.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis</b>							
a)	Zu- und Abwasserleitungen nicht in PVC						
b)	Trinkwasserleitungen in Edelstahl oder PE						
c)	Rohrleitungen und Regenfallrohre leicht zugänglich						
d)	Rückstauenebene 20 cm über Straßenoberkante am Kanalanschluss						
e)	Sanitärobjekte wandhängend						
f)	WC-Sitze mit durchgehender Edelstahl-Scharnierwelle						
g)	Spülkästen mit Stoppaste und Benutzungshinweis						
h)	Spülkästen max. 4,5 l						
i)	Waschbecken mit Strahlregler max. 5 l/min						
j)	Duscharmaturen mit fülligem Strahl max. 7 l/min						
k)	Selbstschlussarmaturen WB max. 5 sec. Dusche max. 40 sec						
l)	Trocken-Einzelurinale						
m)	Duschen nur über dezentrale Frischwasserstationen/Durchlauferh.						
n)	Heizwasserspeicher nur für nachgewiesenen Bedarf						
o)	Aufheizung von Kaltwasserleitungen vermeiden						
p)	Pumpen mit Energieeffizienzklasse A und Schalthuhr/Bewegungsmeld.						
q)	Prüfung separate Wärmeerzeugung für Warmwasserbereitung						
r)	Bei zentraler WWB Unterzähler für Warmwassermenge						
s)	Für nur gelegentlich genutzte Duschen Durchlauferhitzer						
t)	Keine Untertischspeicher, sondern Kleinst-Durchlauferhitzer						
<b>4.4.3 Bauausführung und Abnahme</b>							
a)	Abnahme erst nach Prüfung auf Dichtigkeit (Kriechmengen)						



Elektrotechnik							
Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
<b>4.</b>	<b>Technik allgemein</b>						
	a) Gebäudetechnik und Steuerung minimieren						
	b) Leicht demontierbare Konstruktionen						
	c) Wartungsverträge über rechnerische Anlagenlebensdauer						
	d) Ersatzteile über rechnerische Anlagenlebensdauer						
	e) Dämmung und Dichtung der gewerkespezifischen Durchdringungen						
<b>4.5</b>	<b>Elektrotechnik</b>						
<b>4.5.1</b>	<b>Vorplanung</b>						
	a) Stromversorgung auf Basis regenerativer Quellen oder KWK						
	b) Vor Vergrößerung Trafostation Spitzenlast minimieren						
	c) Bei größeren Sanierungen Beleuchtung ersetzen						
	d) Beleuchtungsstärke weicht max. 10 % von DIN EN 12464 ab						
	e) Küchengeräte möglichst mit Gas betreiben						
<b>4.5.2</b>	<b>Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis</b>						
	a) Elektroleitungen und Verlegematerial nicht in PVC						
	b) Kein Einsatz von Schwermetallen (z.B. CdTe in PV-Modulen)						
	c) elektrische Leistung von Leuchten max. 2-2,5 W/m²100lux						
	d) Lichtausbeute mindestens 50 lm/W						
	e) grundsätzlich EVG						
	f) Leuchtenbetriebswirkungsgrad min. 80 %						
	g) Notbeleuchtung mit LED-Technik						
	h) Beleuchtung wird immer vom Nutzer eingeschaltet. Aus evtl. aub.						
	i) Bei Klassenräumen zentrale Abschaltung 5 Min. nach Pausenbeginn						
	j) Wiedereinschaltung von Hand jederzeit möglich						
	k) Große Räume in Reihen schaltbar mit beschrifteten Schaltern						
	l) Flure, Treppenhäuser, Lager, Keller mit Zeitrelais oder Präsenz						
	m) Tageslichtversorgte Bereiche getrennt schaltbar						
	n) Toiletten und Umkleiden Eingangsbewegungsmelder mit Akustiks.						
	o) Bei Schulturnhallen Wettkampfbetrieb nur über Schlüsselschalter						
	p) Leuchtengruppen über 1 kW über Präsenzmelder mit Lichtsensor						
	q) Außenbeleuchtung über Dämmerungsschalter und Schalluhr						
	r) Schalter und Taster konventionell (keine Bus-Komponenten)						
	s) Bei Küchen Spitzenlastbegrenzung prüfen						
	t) Blindleistung begrenzen, evtl. Kompensation						
	u) Wenn USV nötig Wirkungsgradklasse 3 nach EN 62040-3						
	v) Bürogeräte nur mit EnergyStar, Haushaltsgeräte A+ oder A++						
<b>4.5.3</b>	<b>Bauausführung und Abnahme</b>						
	a) Abnahme erst nach Messung d. Beleuchtungsstärke und el. Leistung						



<b>4.6 Maschinelle Anlagen</b>						
a) Energiesparmotoren ab 1000 h/a IE3 nach DIN EN 60034-30						
b) Aufzüge in Energieeffizienzklasse A nach VDI 4707						
c) Bei motorischen Netzersatzanlagen Nutzung als BHKW prüfen						
d) Keine ständig offenen Schachtbe- und entlüftungen						
<b>4.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeleittechnik</b>						
<b>4.7.1 Vorplanung</b>						
a) Alle Gewerke auf gemeinsame Prozessvisualisierung aufschaltbar						
b) Integrationsplanung mit Minimierung der Datenpunkanzahl						
c) Funktionsschema, Funktionsliste und Automations schemata liegen vor						
<b>4.7.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis</b>						
a) Alle Datenpunkte nach einheitlichem AKS bezeichnet						
b) Verbrauchzählerkonzept mit Energiemanagement abgestimmt						
c) Ein Impulszähler je Gebäude, Nutzer und Medium						
d) Unterzähler für alle Verbraucher über 2.500 €/a und WW-Bereitung						
e) Ab Jahreskosten von 15.000 € Aufschaltung der Zähler						
f) Raumsensoren über 10 Jahre Genauigkeit höchstens 3 %						
g) Autarke DDC-Funktion auch bei GLT-Ausfall und nach Netzausfall						
h) DDC-Unterstationen haben herstellerunabhängige Schnittstelle						
i) Ab Jahreskosten von 30.000 € Aufschaltung auf Wunderware						
j) Einheitliches Layout für Bildschirmoberfläche						
k) Anordnung des PVS im Hausmeisterraum						
l) Wichtige Störmeldungen gehen per SMS aufs Handy						
<b>4.7.3 Bauausführung und Abnahme</b>						
a) Abnahme erst nach 1:1 Datenpunkttest, Funktionstest, Netzausfalltest						
b) Alle Sensoren und Aktoren vor Ort, in DDC und GLT beschriftet						
<b>4.8 Kommunikationstechnik</b>						
a) Richtlinie "Grundsätzliches zur Verkabelungstechnik" eingehalten						
b) Gemeinsame Kabeltopologie für TK und DV						
c) Je Raum 2 TK und 2 DV-Anschlüsse + je 1 TK + 1DV pro zus. AP						
d) PVS über logisch getrenntes Techniknetz auf HBA aufgeschaltet						
e) MSR-Technik und K.i.Krisenfall über separate Kabelnetze						
f) Geräte mit hoher Wärmelast außerhalb von Aufenthaltsräumen						
g) DV- und Bürogeräte mit Energy-Star und zentraler Abschaltung						



# www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de

STADT FRANKFURT AM MAIN  
HOCHBAUAMT ENERGIEMANAGEMENT

**Energiecontrolling**

- EVU-Rechnungen
- Manuelle Zählerablesungen
- Automatische Verbrauchserfassung
- Energieausweise

**Betriebsoptimierung**

- Hinweise für Gebäudenutzer
- Anweisungen für Hausverwalter
- Seminarprogramm
- Erfolgsbeteiligung für Nutzer
- Gebäudeleittechnik

**Investive Maßnahmen**

- Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen
- Gesamtkostenberechnung
- Passivhausprojekte
- Energiekonzepte
- Thermografieuntersuchungen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Regenerative Energiequellen

**Service**

- Aktuelles
- Berichte / Dokumente
- Rechenprogramme
- Verweise auf externe Seiten
- Kontakte / Ansprechpartner

**Hochbauamt - Energiemanagement**

Die Abteilung Energiemanagement 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.

Im Jahr 2011 wurden für diese Liegenschaften Energie- und Wasserkosten in Höhe von ca. 32 Mio. € aufgewendet. Davon entfielen 13 Mio. € auf Strom, 13 Mio. € auf Heizenergie und 5 Mio. € auf Wasser und Kanaleinleitung. Seit dem Jahr 1990 konnte der Stromverbrauch trotz der vor allem im Bereich der IT rasant zunehmenden technischen Ausstattung im Schnitt um 5 % gesenkt werden. Der Heizenergieverbrauch sank in dieser Zeit um 31 %, der Wasserverbrauch sogar um 55 % und die Kohlendioxid-Emissionen um 26 %. Um die Ziele des Energie- und Klimaschutzkonzeptes der Stadt zu erreichen (Verringerung alle 5 Jahre um 10 %) sind künftig noch verstärkte Anstrengungen nötig.

Den Personalkosten, Sachkosten sowie dem Kapitaldienst für Energiesparinvestitionen in Höhe von ca. 4 Mio. € im Jahr 2011 standen Einsparungen an Energie- und Wasserkosten in Höhe von ca. 12 Mio. € gegenüber. Das Verhältnis zwischen Aufwand und Einsparung liegt also bei ca. 1:3. Seit dem Jahr 1990 wurde durch das Energiemanagement ein Gewinn von über 100 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



# Internetseite – Leitlinien

STADT FRANKFURT AM MAIN  
HOCHBAUAMT ENERGIEMANAGEMENT

## Energiecontrolling

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

## Betriebsoptimierung

- [Hinweise für Gebäudenutzer](#)
- [Anweisungen für Hausverwalter](#)
- [Seminarprogramm](#)
- [Erfolgsbeteiligung für Nutzer](#)
- [Gebäudeleittechnik](#)

## Investive Maßnahmen

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

## Service

- [Aktuelles](#)
- [Berichte / Dokumente](#)
- [Rechenprogramme](#)
- [Verweise auf externe Seiten](#)
- [Kontakte / Ansprechpartner](#)

## Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen

Seit dem Jahr 1998 gibt es im Hochbauamt Technische Standards, die sich im Laufe der Jahre zu den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen weiterentwickelt haben. Ziel der Leitlinien ist, bei vorgegebenen Qualitäten mit einem Lebenszyklusansatz die jährlichen Gesamtkosten (Summe aus Kapitalkosten, Betriebskosten und Umweltfolgekosten) über den gesamten Betrachtungszeitraum (Planung, Bau, Betrieb, Abriss und Entsorgung) zu minimieren. Für einen kompletten Sanierungszyklus werden in der Regel 40 Jahre angesetzt.

Zu den vorgegebenen Qualitäten gehören:

- die Gesundheit und Behaglichkeit für den Nutzer,
- eine möglichst weitgehende Herstellung des „barrierefreien Frankfurt“
- der lokale Beitrag zum globalen Klimaschutz (Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Frankfurt am Main alle 5 Jahre um 10 %)
- die Berücksichtigung des heute schon absehbaren Klimawandels (heißere Sommer, stärkere Stürme, heftigere Starkregeneignisse).
- eine angemessene Gestaltung von Neubauten, die die Identifikation der Nutzer mit ihrem Gebäude und damit den pfleglichen Umgang fördert
- die Erhaltung gestalterisch hochwertiger oder denkmalgeschützter Gebäude
- die Minimierung des Materialeinsatzes und des Primärenergiebedarfs der Baustoffe
- die Dauerhaftigkeit und Rückbaufähigkeit der Konstruktionen und Bauteile

Die aktuelle Fassung der Leitlinien können Sie hier herunterladen:

- [Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012](#)

## Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012