



STADT  FRANKFURT AM MAIN

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024



Impressum

Herausgeber

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main
Dezernat XI – Bildung, Immobilien und Neues Bauen
Amt für Bau und Immobilien
Stand: 04.01.2024

Redaktion

Mathias Linder

Alle Rechte vorbehalten
© 2024 Stadt Frankfurt am Main
Der Magistrat
ISSN 2190-5177

Druck

druckriegel GmbH
auf Envirotop Recycling-Papier (100 % Altpapier)

Bezugsadresse

Amt für Bau und Immobilien
Solmsstraße 27-37
60486 Frankfurt am Main
E-Mail: info.amt25@stadt-frankfurt.de

Informationen im Internet

energiemanagement.stadt-frankfurt.de

Bildquellennachweis Titelseite

- 1: *Berkersheimer Schule: Anton Mandl*
- 2: *Grundschule Europaviertel: Andreas Pabst, MEDIENBOX GMBH*
- 3: *Mühlbergschule: Meike Hansen, Archimage*
- 4+5: *Willemerschule: Eßmann | Gärtner | Nieper | Architekten GbR*
- 6: *Elisabethenschule: Giuseppe Vitale*

Inhalt

- 1 Vorwort 4**
 - 1.1 Zielsetzung 4**
 - 1.2 Gültigkeitsbereich 4**
- 2 Umsetzung der Leitlinien 5**
 - 2.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung 5**
 - 2.2 Planung 6**
 - 2.3 Abnahme 6**
 - 2.4 Betrieb 7**
- 3 Hochbau 8**
 - 3.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung 8**
 - 3.2 Vorplanung 8**
 - 3.3 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis 11**
 - 3.4 Bauausführung und Abnahme 15**
- 4 Technik 15**
 - 4.1 Heizungstechnik 16**
 - 4.2 Lüftungstechnik 19**
 - 4.3 Klimatechnik 21**
 - 4.4 Sanitärtechnik 22**
 - 4.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte 25**
 - 4.6 Küchentechnik 27**
 - 4.7 Maschinelle Anlagen 28**
 - 4.8 Gebäudeautomation 28**
 - 4.9 Kommunikationstechnik 31**
- 5 Abkürzungsverzeichnis 32**
- 6 Quellenverzeichnis 34**
- 7 Checklisten 39**

1 Vorwort

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

1.1 Zielsetzung

Nicht billig, sondern wirtschaftlich und nachhaltig!

Ziel der Leitlinien ist, bei vorgegebenen Qualitäten die jährlichen Gesamtkosten (Summe aus Kapitalkosten, Betriebskosten und Folgekosten) über den gesamten Lebenszyklus (Planung, Bau, Betrieb, Sanierung, Abriss und Entsorgung) zu minimieren. Außerdem soll bis zum Jahr 2035 ein klimaneutraler Gebäudebestand und die Unabhängigkeit von Energieimporten erreicht werden. Für einen kompletten Sanierungszyklus werden in der Regel **50 Jahre** angesetzt (nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen BNB).

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

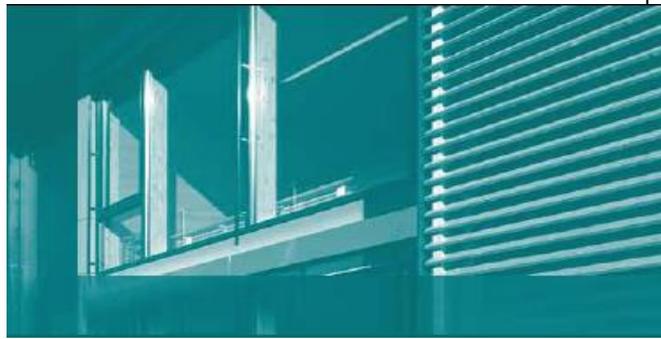
1.2 Gültigkeitsbereich

Diese Leitlinien gelten zwingend für alle Neubau- und Sanierungsvorhaben der Stadtverwaltung, städtischer Einrichtungen und Eigenbetriebe sowie für alle Gebäude, die im Rahmen von PPP- oder Investorenmodellen für die Stadt Frankfurt a.M. errichtet werden (StVVB § 7502). Für Zuschussempfänger gelten diese Leitlinien nicht, es können jedoch entsprechende Auflagen im begründeten Einzelfall vereinbart werden. Sie implizieren jedoch keine Nachrüstverpflichtung für bestehende Gebäude. Diese Leitlinien gelten nicht für temporäre Bauten mit einer Nutzungsdauer von bis zu zwei Jahren, sofern einzelne Regelungen nicht explizit hierauf hinweisen. Dafür ist auf die Rahmenverträge für Stahlcontainer und Holzmodule zurückzugreifen.

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

Es kann im Einzelfall und nur nach Genehmigung durch das Amt für Bau und Immobilien abgewichen werden, wenn ein wirtschaftlicher Vorteil mit Hilfe der **Gesamtkosten-/Lebenszykluskostenberechnung** (energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Gesamtkostenberechnung) nachgewiesen werden kann (vgl. § 5 GEG). Dabei sind Umweltfolgekosten in Höhe von 237 €/tCO₂¹ einzusetzen. Jede Abweichung von den Leitlinien ist auf der zugehörigen Checkliste (siehe Anlage) zu dokumentieren sowie stichhaltig und nachvollziehbar zu begründen.

¹ www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen#klimakosten-von-treibhausgas-emissionen



2 Umsetzung der Leitlinien

Integrale Planung ist wichtig für zufriedene Nutzer/-innen!

Die folgenden Leitlinien werden Bestandteil aller Beauftragungen für Architektur- und Ingenieurbüros.

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

Für alle Maßnahmen **über 500.000 €** ist an allen Meilensteinen zusätzlich eine aktuelle **Gesamtkosten-/Lebenszykluskostenberechnung** vorzulegen, aus der neben den Investitionskosten auch die Betriebs- und Folgekosten hervorgehen (energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Gesamtkostenberechnung). Dabei sind zur Vorplanung und zur Bau- und Finanzierungsvorlage **mehrere Varianten** darzustellen (Wirtschaftlichkeitsvergleich nach §12 der Gemeindehaushaltsverordnung (GemHVO), Richtlinie zu Wirtschaftlichkeitsvergleichen, MB 113 vom 05.02.2016, besondere Leistung nach HOAI). Bei Sanierungen sollte als Variante 1 immer der Bestand betrachtet werden.

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

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

2.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung

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

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

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

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

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

- d) Bei **VgV-Verfahren**, wie auch bei unterschwelligen Verfahren, sind Erfahrungen mit wirtschaftlichem, energieeffizientem und nachhaltigem Bauen mit abzufragen und zu bewerten.
- e) Das **Honorar** der Planenden sollte sich nicht an der Kostenberechnung orientieren, sondern möglichst **pauschal** auf der Basis des genehmigten Raumprogramms und entsprechender Kostenkennwerte (Zielvorgabe des Amtes für Bau und Immobilien) vereinbart werden.

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 der Bauherrin, (wenn möglich) den künftigen Gebäudenutzenden und dem Betriebspersonal, dem Architekturbüro, allen Fachplanenden und den entsprechenden Fachstellen im Amt für Bau und Immobilien zusammengestellt und ein gemeinsamer **Start-Termin** organisiert. Dabei sollten die Zielvereinbarung, die Leitlinien und die Gesamtkostenberechnung vorgestellt und die Zuständigkeiten und Schnittstellen für den Gebäudebetriebsordner festgelegt werden.
- b) Dabei soll im Projektteam festgelegt werden, ob die Planung in **3D oder in Building Information Modeling (BIM)** durchgeführt wird. Dies unterstützt die Koordination zwischen den Planenden und die spätere Übergabe in das CAFM.
- c) Weiterhin soll im Projektteam festgelegt werden, wer die **Förderfähigkeit** der Maßnahme prüft und wer bis wann die Fördermittel beantragt.
- d) Der Projektstand wird kontinuierlich und zeitnah durch die Projektleitung in der **Projektsteuerungssoftware** dokumentiert.
- e) In der Leistungsbeschreibung sind gemäß VDI 4703 neben den Anschaffungskosten die voraussichtlichen **Betriebskosten** – vor allem die Kosten für den Energieverbrauch der zu beschaffenden Geräte – mit abzufragen. Dazu ist bereits in der Veröffentlichung darauf hinzuweisen, dass nicht der Preis, sondern die Wirtschaftlichkeit (Lebenszykluskosten) Wertungskriterium ist (AVV-EnEff vom 18.05.2020).
- f) Bei allen wartungsbedürftigen technischen Anlagen sind **Wartungsverträge** (z.B. bei Blockheizkraftwerken Vollwartungsverträge über 10 Jahre) gemäß AMEV-Muster **mindestens über die Gewährleistungsdauer** mit auszuschreiben.

2.3 Abnahme

- a) Die Projektleitung muss sicherstellen, dass die Planenden spätestens zur Übergabe an die Nutzenden für das Gebäude und die technischen Anlagen einen gemeinsam erarbeiteten, allgemeinverständlichen **Gebäudebetriebsordner** anfertigen. Dies ist als besondere Leistung zu vereinbaren. Der Gebäudebetriebsordner ist in Papier und editierbaren Standarddateiformaten (dxf, dwg, docx, xlsx, pdf, jpg) zu übergeben und muss mindestens folgende Register enthalten:
 - Notrufnummern und Liste der Ansprechpartner/-innen beim Bauherr/-innenamt, dem Amt für Bau und Immobilien, den Planungsbüros und den ausführenden Firmen,
 - Lageplan mit eindeutiger Bezeichnung aller Gebäude,
 - Fluchtwegpläne und Brandschutzordnung,
 - Grundrisse mit Raumbezeichnung,
 - Liste der Räume mit Flächen, Nutzungsarten, Nutzungszeiten und Sollkonditionen (z.B. Temperatur, Luftmenge, Beleuchtungsstärke) während der Nutzungszeit,
 - Kurzbeschreibung des Gebäudes und aller technischen Anlagen (mit Fotos, ca. 2 Seiten),
 - gewerkeübergreifende Nutzungs- und Betriebsanleitung insbesondere wie die Nutzungszeiten und

Sollkonditionen eingestellt werden (mit Fotos, ca. 20 Seiten)

- Reinigungs- und Pflegehinweise

Als Anlage ist beizufügen:

- Unterlage für spätere vorhersehbare Arbeiten an der baulichen Anlage gemäß der Baustellenverordnung (§ 3 Abs. 2 Nr. 3 BaustellV),

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

- Erfassungsblatt für Zählerablesungen,

- Heizungsschema, Lüftungsschema, Sanitätschema, Elektroschema, Gebäudeautomationsschema,

- Protokoll über den hydraulischen Abgleich der Heizungs- und Zirkulationswasserleitungen sowie den pneumatischen Abgleich der Lüftungsanlage,

- Anlagen/Betriebsmittelliste

- Wartungskalender und Wartungsanleitung für alle wartungsbedürftigen Anlagen,

- Liste der durchgeführten Wartungen und Hygiene-Inspektionen einschließlich wiederkehrender Prüfungen (Anlagen-/Betriebsbuch)

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

<https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen

- b) Weiterhin müssen das Betriebspersonal und die Gebäudenutzenden bestätigen, dass eine ausführliche und verständliche **Einweisung** in die Nutzung des Gebäudes und der Technik stattgefunden hat. Diese sollte bei Bedarf wiederholt werden.
- c) Mit Fertigstellung und Übergabe des Gebäudes oder der Baumaßnahme sind alle für die spätere Bauunterhaltung wichtigen **Bestandsunterlagen** einfach (vor Ort) + digital für das CAFM zu übergeben. Die Unterlagen müssen den Stand der tatsächlichen bautechnischen Umsetzung wiedergeben. Bestandsdokumente der ausführenden Firmen sind durch die Planer/Fachplaner zu prüfen (Grundleistung nach HOAI), die Richtigkeit ist durch Unterschrift zu bestätigen. Alle Unterlagen sind in Papier und Standarddateiformaten strukturiert und in Klartext benannt zusammenzustellen (dxf, dwg, docx, xlsx, pdf, jpg).
- d) Die Übergabeformulare sind unverzüglich in Kopie an Revisionsamt und Stadtkämmerei zu senden.

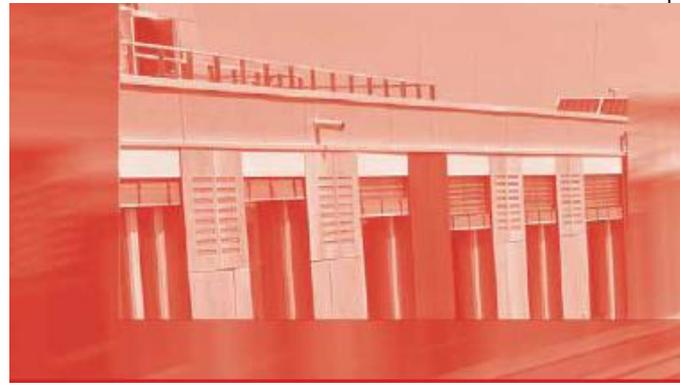
2.4 Betrieb

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

- a) Die **Zufriedenheit der Gebäudenutzenden und des Betriebspersonals** soll von einer unabhängigen Stelle anhand eines standardisierten Fragebogens erhoben werden (energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen). Ziel ist, dass die Nutzenden und das Betriebspersonal überwiegend mit ihrem Gebäude zufrieden sind (Durchschnittsbewertung mindestens befriedigend).
- b) Die **Raumluftqualität** (Temperatur, CO₂-Gehalt) soll anhand von Auswertungen der Gebäudeautomation oder von Einzelmessungen gemäß VDI 6022-3 30-100 Tage nach Beginn der Nutzung an typischen Punkten überprüft werden. Ziel ist, dass die Werte gemäß DIN EN 16798-1 Anhang B bzw. VDI 6040-1 in höchstens 5 % der Nutzungszeit außerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen.
- c) Die **tatsächlichen Betriebskosten** (Reinigungs-, Wartungs-, Instandhaltungs-, Energie- und Wasserkosten) sollen mit der Gesamtkostenberechnung verglichen werden. Ziel ist, dass die Werte aus der Gesamtkostenberechnung um nicht mehr als 30 % überschritten werden.

3 Hochbau

Gute Architektur braucht wenig Technik und Bauunterhaltung!



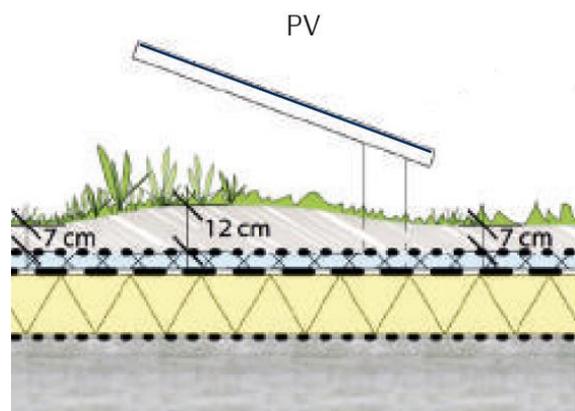
3.1 Grundlagen- und Bedarfsermittlung

- a) Vor jeder **Neubaumaßnahme** ist zunächst zu überprüfen, ob sich der Bedarf **im Bestand** umsetzen lässt. Die Entscheidung für einen Neubau soll nur getroffen werden, wenn eine Umsetzung im Bestand nicht oder nicht wirtschaftlich erfolgen kann. Dabei muss das Raumprogramm gegebenenfalls an die Möglichkeiten der Bestandsgebäude angepasst werden.
- b) Bei **Kernsanierungen** (Sanierung der gesamten Gebäudehülle und TGA) ist zu prüfen, ob Abriss und Neubau die wirtschaftlichere Lösung ist. Dies ist regelmäßig dann der Fall, wenn das Tragwerk oder die Grundrissdisposition nicht für einen weiteren Sanierungszyklus geeignet sind.
- c) Im Sinne der Nachhaltigkeit sollte der Flächenbedarf minimiert werden (**Flächensuffizienz**). Dabei sind auch mehrfache und **multifunktionale Nutzungen** der Räume zu berücksichtigen.
- d) Bevor Grünflächen für eine Baumaßnahme in Anspruch genommen werden ist zunächst zu prüfen, ob Brachflächen oder bereits versiegelte Flächen genutzt werden können (**Flächenrecycling**). Bestandsbäume sind nach Möglichkeit zu erhalten.
- e) Bei **größeren Sanierungen** (> 200.000 €) muss geprüft werden, ob anstehende wirtschaftliche Maßnahmen mit umgesetzt werden können (siehe **Energieausweis**). Beispielsweise soll beim Austausch von Fenstern die ungedämmte Fassade mit saniert werden. Zumindest sind die Anschlüsse so zu planen, dass die Fassadendämmung später wärmebrückenfrei angeschlossen werden kann.
- f) 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).
- g) Beim **Einbau von neuen** (dichten) **Fenstern** ist ein **Lüftungskonzept** in Anlehnung an die DIN 1946-6 bzw. VDI 6040 Blatt 1 zu erstellen um eine Verschlechterung der Raumluftqualität und Feuchteschäden zu vermeiden. Die bevorzugte Lösung hierfür ist eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung (siehe 4.2).

3.2 Vorplanung

3.2.1 Nutzungsqualitäten

- a) Bei der Gestaltung von Neubauten und Freiflächen sind **stadtklimatische Gesichtspunkte** zu beachten (z.B. Freihalten von Kaltluftschneisen, Oberflächenentsiegelung, helle Oberflächen, Dachüberstände, Begrünung). Näheres enthält der **Klimaplanatlas** der Stadt Frankfurt, die Frankfurter **Anpassungsstrategie an den Klimawandel** und die **Gestaltungssatzung Freiraum und Klima (Freiraumsatzung)**.
- b) **Flachdächer** (bis 20°) sollen bei dauerhaften Gebäuden zumindest extensiv **begrünt** werden



*Kombination Dachbegrünung und Photovoltaik
Grafik: Stadt Hamburg, Leitfaden Dachbegrünung*

(geeignet für Insekten). Gleichzeitig soll die durch Photovoltaik (PV oder PVT) größtmöglich erreichbare Stromerzeugungsleistung installiert werden. Zur Vermeidung von Verschattungen der PV-Module soll die Substrathöhe auf der Modul-Vorderseite maximal 7 cm und der Abstand zwischen Substrat und PV-Modulen mindestens 30 cm betragen (siehe BuGG). Zur Wartung der Module und zur Grünpflege sind Modulabstände von mindestens 60 cm vorzusehen. Dabei sollen auch senkrechte bifaziale Module geprüft werden.

- c) Die **Attikahöhe** oder ein **Geländer** sind **als Absturzsicherung** so auszuführen, dass auf Sekurantensysteme verzichtet werden kann (in der Regel 1,10 m über der Substratoberkante).
- d) **Fassadenflächen** sind bis zu einer Höhe von 3 m abzüglich der Fenster- oder Türöffnungen zu mindestens 50 % flächig zu **begrünen** (möglichst bodengebunden, Freiraumsatzung), wobei auf ausreichende Tageslichtversorgung und den Brandschutz zu achten ist. Unverschattete Süd-, Ost-, und Westfassaden sollen möglichst ebenfalls für Photovoltaik genutzt werden.
- e) Zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität von **Freiflächen** sollen für jede Witterung **differenzierte Bereiche** und Sitzmöglichkeiten durch Maßnahmen an Gebäuden und in den Freianlagen angeboten werden (Sonne, Schatten, Windschutz, Regenschutz). Die Freiflächen sollten **möglichst unversiegelt** bleiben oder das Regenwasser soll lokal zurückgehalten werden, um die Kanaleinleitung zu minimieren.
- f) Die **Entwässerungsplanung** ist bereits in der Vorplanung mit der Stadtentwässerung abzustimmen.
- g) Für die Planung und Wartung von Dach-, Fassaden-, Freiflächen- und Innenhofbegrünungen ist das **Grünflächenamt** einzubinden.
- h) Alle Aufenthaltsräume sollen so angeordnet werden, dass sie gut mit **Tageslicht** versorgt und **natürlich belüftet** werden können. Das ist auch für Sanitärbereiche anzustreben, soweit dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Dabei ist es sinnvoll, dass die Raumtiefe nicht mehr als das 2,5-fache der Raumhöhe beträgt, dass die Fensterstürze möglichst hoch angeordnet werden und dass helle Farbkonzepte vorgesehen werden.
- i) Das **Verhältnis von verglasten (transparenten) und opaken Fassadenflächen** soll unter den Gesichtspunkten geeigneter Blickbeziehungen, guter Tageslichtnutzung, natürlicher Belüftung, Wärmeschutz, Kosten für Sonnenschutzmaßnahmen und Absturzsicherungen sowie Reinigungskosten je nach Orientierung optimiert werden. Verglasungen unterhalb der Nutzebene tragen nicht zur Belichtung bei und vergrößern die Gefahr von Überhitzungen im Sommer. Anhaltswerte sind 20-30% nach Norden, 30-40% nach Ost/West und 40-50% nach Süden. Verglasungen sind so anzuordnen und zu gestalten, dass sie ohne Hubsteiger gereinigt gewartet und instandgesetzt werden können. Dachfenster und Oberlichter führen im Sommer häufig zu Überhitzungen und sollen sich daher ausschließlich an Belichtungserfordernissen orientieren. Außerdem sind die Hinweise „Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht“ zu beachten.
- j) Zur Stabilisierung des **Raumklimas im Sommer** sind ausreichende thermische Speichermassen (Massivbauweise, bei Holzbau z.B. Massivholzwände, Brettstapeldecken, Hybridbauweise mit Betondecken, Zementestrich), ausreichende Dachüberstände (mindestens 50 cm), ein wirksamer, außenseitiger, variabler Sonnenschutz und Möglichkeiten zur Nachtlüftung vorzusehen.
- k) Das **subjektive Sicherheitsempfinden** soll durch übersichtliche Wegeführung, Vermeidung von Nischen und gute natürliche Ausleuchtung gestärkt werden. Der Eingangsbereich sollte von der Hausverwaltung (z.B. Schulhausverwaltung, KT-Leitung) aus einsehbar sein.

l) Es ist eine ausreichende Anzahl von sicheren, und möglichst überdachten **Fahrradstellplätzen** in der Nähe des Haupteingangs vorzusehen (Prüfsiegel **ADFC-empfohlene Qualität**).

m) Für fahrradfahrende Beschäftigte soll eine Möglichkeit zum **Umkleiden und Duschen** vorgesehen werden (siehe StVVB § 3541 vom 28.02.2008). Diese soll möglichst in bestehende Strukturen integriert werden.

3.2.2 Energieeffizienz

a) Neubauten und Sanierungen sind im **Passivhaus-Standard** oder mit den in diesen Leitlinien definierten **Passivhaus-Komponenten** auszuführen (Wärmedämmung siehe 3.3.3.a), Wärmebrücken siehe 3.3.3.c), Luftdichtigkeit siehe 3.3.3.f), flächendeckende Lüftung mit Wärmerückgewinnung siehe 4.2.1.b und 4.2.2.c). Sollte dieser Standard nicht wirtschaftlich erreicht werden, ist dies zu begründen. Es ist anzustreben, dies auch bei denkmalgeschützten Gebäuden - unter Wahrung der Denkmalbelange - zu erreichen.

b) Bei **allen Neubauten und Dachsanierungen** und über allen überdachten Parkplätzen ist die **durch Photovoltaik größtmöglich erreichbare Stromerzeugungsleistung** zu installieren. Es ist dabei im Hinblick auf eine rasche Umsetzung und die Wirtschaftlichkeit zu prüfen, ob die Stadt sowie die städtischen und stadtnahen Gesellschaften die unverschatteten Dach- und Fassadenflächen selbst nutzen, oder der Mainova bzw. privaten Dritten, wie z.B. Bürgersolarvereinen, zur Verfügung stellen (StVVB § 2365 vom 01.03.2018). Dabei ist der jeweils aktuelle städtische Mustervertrag zu verwenden: energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Regenerative Energiequellen.

c) Die Gebäudehüllfläche ist bei gegebenem Raumprogramm zu minimieren (möglichst **kompakt**).

d) Die **Gebäudeorientierung** soll eine passive Solarenergienutzung im Winter ermöglichen und Überhitzungen im Sommer vermeiden.

e) Bei Neu- und Erweiterungsbauten sind vor den Hauptzugängen ausreichend große **unbeheizte Windfänge** vorzusehen (Türabstand $\geq 2,5$ m).

f) Räume mit ähnlichen Nutzungskonditionen sind zusammenzufassen (**thermische Zonierung**). Wärmeempfindliche Elektronik (z.B. IT und Gebäudeautomation) sowie Kaltwasserleitungen sind möglichst nicht in Räumen mit hohen internen Lasten anzuordnen.

g) **Räume mit hohen internen Lasten** (z.B. Heizungsräume, IT-Schulungsräume, notwendige Serverräume-, LAN-Verteiler, Küchen) sind möglichst an der Nordfassade oder in natürlich belüfteten, überflutungsgeschützten Kellerräumen anzuordnen.

h) **Technikflächen** (mindestens 5% der Nutzflächen) **und Schächte** (mindestens 10 % der Technikflächen) sollen möglichst **zentral** innerhalb der versorgten Bereiche angeordnet werden (besonders Lüftungszentralen). In ihren Abmessungen sollen Technikräume an den Vorgaben der VDI 2050 orientiert werden. Hier sind auch die Revisionsunterlagen unterzubringen.

i) Wegen der möglichen hohen Kosten sollte bei der Planung **frühzeitig** der vorbeugende **Brandschutz** eingeschaltet werden. Durch geschickte, praxisnahe Gestaltung (z.B. eine Nutzungseinheit pro Brandabschnitt) können kostenintensive RWA, Brandschutzklappen, mit Überdruck belüftete Aufzugsvorräume oder motorisch betriebene, besonders im Schulbetrieb anfällige, Brandschutztüren vermieden werden.

3.2.3 Sonstiges

a) Wegen der hohen Entsorgungskosten soll unbelasteter **Erdaushub** wenn irgend möglich auf dem Grundstück oder auf nahegelegenen städtischen Grundstücken wiederverwendet werden.

3.3 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

3.3.1 Nutzungsqualitäten

- a) Der **sommerliche Wärmeschutz** ist immer nach dem Kennwertverfahren der DIN 4108 T2 nachzuweisen. **Der Sonneneintragskennwert ist ohne Sonnenschutzverglasung auf 0,030 zu begrenzen.** Das bedeutet z.B., dass der Verglasungsanteil der Fassade bei einer Raumtiefe von 7 m im Regelfall 50 % nicht überschreiten sollte.
Die zulässigen Innentemperaturen nach Kategorie II für den Entwurf von Gebäuden ohne maschinelle Kühlanlagen nach DIN EN 16798-1 Anhang B.2.2 sind einzuhalten.
- b) Die **Sollnachhallzeiten** der DIN 18041 Abschnitt 4 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. Außerdem muss der Trittschall nach DIN 4109 eingehalten werden.
- c) Es ist die DIN 18040-1 **Barrierefreies Bauen** – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude sowie die Planungsrichtlinien für inklusives Bauen von Schulen (M 59 vom 29.04.2022) einzuhalten. Soweit in begründeten Einzelfällen davon abgewichen werden soll, wird dies in der Bau- und Finanzierungsvorlage dargestellt.
- d) Bei Neu- und Erweiterungsbauten soll die Ausstattung von **Sanitärräumen für Behinderte** den Vorgaben der AMEV-Richtlinie "Sanitäranlagen 2021", Kapitel 2.3.4 entsprechen.
- e) Für die Fensterlüftung sind **Öffnungsflügel** von mindestens **0,2 m² je Person (typische Nutzung)** vorzusehen. Dies gilt auch beim Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage. Die Öffnungsflügel sollten zur Entlastung der Beschläge stehende Formate haben, nicht breiter als 90 cm sein und die Klasse 3 (600 N) nach DIN EN 13115 einhalten. Für Arbeitsstätten gelten die ASR A3.6 (Technische Regeln für Arbeitsstätten - Lüftung), für Schulen die VDI 6040-2. In Schulen und Kindertagesstätten muss zur Absturzsicherung eine **nicht leicht überkletterbare Brüstung** eingebaut werden (ab einer Absturzhöhe von 1,0 m mindestens 1,0 m und ab einer Absturzhöhe von 12 m mindestens 1,10 m hoch). Es ist empfehlenswert, generell 1,10 m hohe Brüstungen vorzusehen (DGUV 102-601).
- f) Der **Tageslichtquotient** (Verhältnis von Beleuchtungsstärke innen zu außen, Berechnung nach DIN 18599-4) soll an allen Stellen ab 300 lux Soll-Beleuchtungsstärke mindestens 5 % und in Fluren und Treppenhäusern mindestens 3 % betragen. Dies wird in der Regel erreicht, wenn die Verglasungsfläche mindestens 15 % der Bodenfläche aufweist, die Raumtiefe maximal 7 m beträgt, Stürze minimiert sind, Oberlichter über Flurtüren eingesetzt werden und in Abhängigkeit von der Raumtiefe eine ausreichende Raumhöhe eingeplant wird.
- g) Folgende **Mindestreflexionsgrade** der Innenflächen sind einzuhalten, sofern die Nutzungsanforderungen dem nicht entgegenstehen: Decke > 0,8, Wände > 0,6, Fußboden > 0,3 (Berechnung nach DIN 5036 Teil 4, AMEV-Beleuchtung 2016). Dies gilt auch für die Möblierung. Für die Außenflächen sollen die Reflexionsgrade > 0,5 und < 0,8 liegen.
- h) Zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind **ausreichende Speichermassen** an die Räume anzukoppeln (mindestens mittlere Bauart nach DIN 4108-2 Tabelle 8).
- i) Grundsätzlich ist ein wirksamer **außenliegender Sonnenschutz** mit einem Abminderungsfaktor $F_c \leq 0,25$ nach DIN 4108-2 vorzusehen (z.B. gut reflektierende und hinterlüftete Lamellenjalousien, nicht in Fluchtwegen). Der Sonnenschutz muss so einstellbar sein, dass auch bei voller Schutzfunktion auf Kunstlicht verzichtet werden kann (sonnenstandsabhängige Lamellennachführung). Er soll insbesondere in Schulen, KTs und Jugendhäusern ausreichend robust sein und erst bei Windgeschwindigkeiten von **13 m/s** eingefahren werden (feste Führungsschienen).

j) Motorisch betätigte Sonnenschutzanlagen sollen getrennt je Fassadenorientierung über eine **Wetterstation** (Temperatursensor, Strahlungssensor + Windwächter) gesteuert werden (evtl. zeitversetzt um die Stromlast zu begrenzen). Während des Heizbetriebes sollte der Sonnenschutz nicht automatisch betätigt werden (passive Solarenergiegewinnung!). Die Sonnenschutzautomatik soll für den Nutzer jederzeit **manuell übersteuerbar** sein (Schlüsselschalter für Blendschutz oder Verdunkelung).



*Nachtlüftungsöffnung Albert-Schweitzer-Schule,
Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement*

- k) Zusätzlich sind zur Verringerung sommerlicher Überhitzungserscheinungen in allen Räumen mit Sonneneinstrahlung oder thermischen Lasten vertikale **Nachtlüftungsöffnungen** (freier Querschnitt mindestens **2 % der Raumfläche**) mit geeignetem Einbruch-, Schlagregen- und Insektenschutz vorzusehen. In einem Klassenraum sind das in der Regel zwei Elemente mit zusammen ca. 2,5 m² Rohbauöffnung. Eine Querlüftungsmöglichkeit verbessert die Wirksamkeit.
- l) Für die **Bedienung der Nachtlüftungsöffnungen** wird vor allem für Kindergärten und Grundschulen der **manuelle** Betrieb favorisiert. Dazu sind vorab die Verantwortlichkeiten mit den Nutzenden festzulegen. Bei automatischer Nachtlüftung sind klare eigene MSR-Steereinheiten vorzusehen (Öffnung außerhalb der Heizperiode bei Innentemperatur > 22°C und Außentemperatur < Innentemperatur – 2 K). Automatische Klappen sollen nicht mit anderen Funktionen (z.B. Lüftung, Notausgang) kombiniert werden. Zusätzlich ein Schlüsselschalter oder ein Schalter außerhalb der Reichweite von Kindern für temporäre **manuelle Eingriffe** vor Ort vorzusehen. Das Konzept ist frühzeitig in der Entwurfsplanung mit dem Betriebspersonal abzustimmen.

3.3.2 Baustoffe

- a) Leitbild ist die Kreislaufwirtschaft (zirkuläres Bauen). Es sollen bevorzugt **wiederverwendete Bauteile und Recyclingmaterialien** eingesetzt werden (z.B. bei Beton, Sand, Kies, Schotter, Kunststoff), sofern diese nicht schadstoffbelastet sind.
- b) Es sollen Baustoffe mit einem möglichst geringen Aufwand an **Treibhausgas-Emissionen bei der Herstellung** eingesetzt werden. Die Bilanzierung erfolgt über die Gesamtkostenberechnung. Dabei sind die sommerliche Behaglichkeit (ausreichende Speichermassen) und die Nachhaltigkeit (Langlebigkeit) zu beachten.
- c) Es sind möglichst **langlebige, leicht demontierbare und recyclinggerechte** (sortenrein trennbare) **Konstruktionen** zu verwenden (schrauben statt kleben und nageln). Dies gilt besonders für Griffgarnituren, Fußbodenleisten, Rohre, Kanäle und Leitungen. Die Demontage-, Entsorgungs- und Wiederherstellungskosten sind beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen.
- d) 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**. Ideal wäre, wenn diese in einem **Materialausweis/Gebäude-ressourcenpass** zusammengeführt werden.

- e) Es dürfen nur **schadstoffarme**, lösemittelarme, nicht sensibilisierend wirkende und geruchsneutrale Produkte und Materialien verwendet werden. Gebäude müssen mindestens der Kategorie „schadstoffarm“ nach DIN EN 16798-1 Anhang B.4 entsprechen.

Folgende Baustoffe dürfen **nicht** verwendet werden:

- f) Bauteile und Baunebenprodukte aus **tropischen, subtropischen oder borealen Hölzern** sofern nicht FSC-zertifiziert (Forest Stewardship Council, www.fsc-deutschland.de, MB 2561 vom 08.12.1989)
- g) Folgende Bauteile aus **Polyvinylchlorid (PVC)**:
Fußbodenbeläge, Tapeten, Fenster und Türprofile, Kabel und Rohre (MB 525 vom 16.02.1990).
- h) **Künstliche Mineralfasern** sind gegen die Innenraumluft vollständig abzudichten und haben die Freizeichnungskriterien bezogen auf die Biolöslichkeit einzuhalten (RAL GZ 388).
- i) Beim vorbeugenden **Holzschutz** sind alle konstruktiven Maßnahmen auszuschöpfen (z.B. Dachüberstand). Der Einsatz chemischer Holzschutzmittel ist auf das notwendige Maß zu beschränken. Im Innenbereich sind chemische Holzschutzmittel zu vermeiden.
- j) 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.
- k) Es sind möglichst **lösungsmittelfreie** Oberflächenbehandlungs-, Anstrich- und Klebestoffe 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) besitzen (siehe auch 4.2.1.a) Lüftung).
- l) **Bitumenanstriche** und Kleber mit dem Giscode BBP 40-70 sind nicht zulässig (www.gisbau.de).
- m) **Epoxidharzprodukte** mit dem Giscode RE80 und 90 sind nicht zulässig.
- n) **Polyurethanharzprodukte** mit dem Giscode 20-80 sind nicht zulässig. Ausnahme: Beanspruchungsklasse B und C (ZDB-Merkblatt Verbundabdichtungen).
- o) **DD-Lacke** mit dem Giscode DD1 und DD2 sind nicht zulässig.
- p) **Phenolharz- bzw. Resol-Hartschaumplatten** sind wegen des Gehalts an 2-Chlorpropan in Innenräumen nicht zulässig. Im Außenbereich ist der direkte Kontakt mit ungeschützten Metallen wegen der Korrosionsgefahr zu vermeiden.
- q) Fenster sind zur Minimierung des Bauunterhaltungsaufwandes in der Regel als **Holzfenster mit Aluverkleidung** auf der Außenseite auszuführen (Ausnahmen sind bei Altbauten mit hoher Gestaltqualität zulässig).
- r) Wenn **Wärmedämmverbundsysteme** (WDVS) zum Einsatz kommen, so sind diese gegen Beschädigungen (z.B. durch Ballwurf oder Spechte) nach ETAG 004 dauerhaft zu schützen (z.B. durch Panzerarmierung, diffusionsoffene Riemchen).
- s) Zur Vermeidung von **Algen- und Schimmelbildung** sind grundsätzlich mineralische Putze oder Silikatputze (keine Kunstharz- oder Silikonharzputze) in Verbindung mit reinen Silikatfarben oder Kalkfarben einzusetzen. Auf Altuntergründen sind Abweichungen möglich. Algizide und Fungizide sind zu vermeiden.
- t) Dem **Brandschutz** ist bei Wärmedämmverbundsystemen besonderes Augenmerk zu schenken. Es sollten grundsätzlich mindestens schwer entflammbare Platten (B1 nach DIN 4102-1) oder nicht brennbare Materialien eingesetzt werden. Der DIBt-Hinweis WDVS mit EPS-Dämmstoff ist einzuhalten.

3.3.3 Energieeffizienz

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

Bauteil	max. U-Wert (W/m ² K)	entspricht i.d.R. mindestens
Außenwand (Außendämmung)	0,15	20 cm bei WLS 035
Außenwand (Innendämmung*)	0,24	14 cm bei WLS 045
Dach	0,13	26 cm bei WLS 035
Oberste Geschossdecke	0,13	26 cm bei WLS 035
Boden/Kellerdecke	0,25	12 cm bei WLS 035
Fenster/Fenstertüren	0,80	3-Scheiben
Verglasungen**	0,60	3-Scheiben
Rahmen**	0,70	thermisch getrennt
Oberlichter	1,00	2-Scheiben
Außentüren	1,00	5 cm bei WLS 025

* Regelquerschnitt, nur bei Sanierungen von architektonisch hochwertigen Gebäuden

**alternativ zum Wert für Fenster/Fenstertüren.

Der g-Wert der Verglasungen sollte > 0,55 liegen, der Psi-Wert des Randverbundes < 0,035 W/mK

- b) Für die **Innendämmung** sollen **möglichst kapillaraktive** Baustoffe zum Einsatz kommen. 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 GEG max. 0,03 W/m²K beträgt (Kategorie B in DIN 4108 Beiblatt 2).
- d) Außentüren sind barrierefrei und möglichst mit **gleitgelagerten Obentürschließern** auszustatten (ohne Motor und ohne Feststeller, Schließzeit ≤ 5 s). Dabei muss insbesondere bei Kindergärten und Grundschulen beachtet werden, dass die Türen von Kindern alleine bedient werden können. Dafür sollten aus Gewichtsgründen die Glasflächen nicht zu groß sein. Bei Windfängen kann auf eine Dreifach-Verglasung verzichtet werden.
- e) Der **GEG-Nachweis** wird auf der Basis der DIN 18599 oder mit dem Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP), der **Energiebedarfsausweis** auf der Basis der DIN 18599 oder der Gesamtkostenberechnung erstellt. Der GEG-Nachweis und der Energiebedarfsausweis wird von der Projektleitung an energiemanagement@stadt-frankfurt.de gemailt und dort zentral in einem Informationssystem abgelegt.
- f) Bei Neubauten und Komplettsanierungen ist die Dichtigkeit der Gebäudehülle grundsätzlich durch eine **Luftdichtkeitsmessung im Nutzungszustand** nach Verfahren 1 der DIN EN ISO 9972 nachzuweisen ($n_{50} \leq 0,6/h$, die Obergrenze des Messtoleranzbereichs darf diese Werte um max. 10 % überschreiten). Evtl. Leckagen sind z.B. mit Rauchröhrchen oder Thermografieaufnahmen zu orten.

3.3.4 Sonstiges

- a) Flachdächer sind mit einem **Mindestgefälle** von 3-4 % auszuführen (die in der DIN 18531 genannten Ausnahmen sind zugelassen). Die Entwässerung ist nicht innenliegend, sondern auf der Außenwand zu führen.
- b) Wegen künftig heftigerer **Starkregenereignisse** sind Türen, Fenster, Kellerabgänge und sonstige Öffnungen bei Berücksichtigung der Barrierefreiheit möglichst 20 cm über dem Straßenniveau anzubringen oder vor Überflutung entsprechend zu schützen.
- c) **Notüberläufe** sind gemäß DIN 1986-100 für das 100-jährige Niederschlagsereignis zu dimensionieren und es sind ausreichende Bewegungsflächen für die Reinigung vorzusehen.
- d) **RWA** sollten möglichst witterungsgeschützt (z.B. vertikal) eingebaut werden (Vermeidung von Wasserschäden).

- e) Bei Neubauten und Sanierungen sind **Nistmöglichkeiten für Gebäudebrüter** vorzusehen (E 153 zum Produkthaushalt 2023).

3.4 Bauausführung und Abnahme

3.4.1 Nutzungsqualitäten

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

3.4.2 Baustoffe

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

c) Bei Neubauten und umfangreichen Sanierungen im Schul- und Kindertagesstätten-Bereich wird vor der Inbetriebnahme und nach gründlicher Lüftung des Gebäudes grundsätzlich eine **Raumluftmessung** (Freimessung) von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC/TVOC), Aldehyde (incl. Formaldehyd) und Carbonsäuren durch erfahrene, zertifizierte Laboratorien vorgenommen (SOP Vorgehen zur Vermeidung von Beschwerden vom 02.2022 und Freimessung vom 02.2022).

3.4.3 Energieeffizienz

- a) Rohrleitungen und Lüftungskanäle dürfen erst verkleidet werden, wenn Protokolle über erfolgreiche **Dichtigkeitsprüfungen** vorliegen.
- b) Die Gebäudehülle ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches **Protokoll** für die **Luftdichtigkeitsmessung** vorliegt (Überprüfung von 3.3.3.f). Der Punkt ist explizit im Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Die Kosten evtl. erforderlicher Nachmessungen sind von der Schlussrechnung der verursachenden Fachfirma abzuziehen.

c) Bei der Abnahme ist die **Übereinstimmungserklärung** des GEG-Nachweisberechtigten gemäß § 73 HBO vorzulegen, dass die Bauausführung mit dem GEG-Nachweis übereinstimmt.

3.4.4 Sonstiges

- a) Für größere Baumaßnahmen (> 100.000 €?) sind **Baustrom- und Bauwasserzähler** zu setzen und abzulesen.
- b) Es dürfen nur Baumaschinen eingesetzt werden die den **Lärmschutzanforderungen** des RAL UZ 53 entsprechen. Die AVV Baulärm ist einzuhalten.

c) **Baumaschinen** haben die aktuellen „Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte“ unter www.uba.de einzuhalten (B 591 Rußfilter bei Baumaschinen vom 10.09.2010).

- d) Die **Zugänglichkeit aller Revisionsöffnungen** der technischen Gewerke ist bei der Abnahme zu überprüfen.

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-, Entsorgungskosten und Wiederherstellungskosten sind beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zu berücksichtigen.
- c) Elektroleitungen und Verlegematerial aus PVC dürfen nicht verwendet werden. Es sind **grundsätzlich halogenfreie Kabel** einzusetzen, Ausnahme: erdverlegte Leitungen.
- d) Für alle technischen Anlagen ist von den Herstellern eine Bestätigung abzufordern, dass **Ersatzteile über mindestens 10 Jahre** lieferbar sind.
- e) Alle technischen Gewerke sind für die **Abdichtung und Dämmung von gewerkespezifischen Durchdringungen** der thermischen Gebäudehülle und Brandabschnitten mitverantwortlich. Wenn der Grenzwert der Luftdichtigkeitsmessung nach 3.3.3.g) nicht erreicht wird, ist entsprechend nachzubessern. Die Kosten evtl. erforderlicher Nachmessungen sind von der Schlussrechnung der verursachenden Fachfirma abzuziehen.
- f) Für jedes Gebäude über 750 m² NRF ist ein **Inbetriebnahmemanagement** nach AMEV / VDI 6039 und ein **Technisches Monitoring** nach VDI 6041 durchzuführen.
- g) Bei der Abnahme sind **Mängel aus nachfolgenden Prüfungen** (z.B. Luftdichtigkeitsmessung, hydraulischer Abgleich) **vorzubehalten**.
- h) Schlussrechnungen sind erst dann vollständig anzuweisen, wenn die Dokumentationsunterlagen mit Anlagen- und Funktionsbeschreibung, der Beitrag zum **Gebäudebetriebsordner** und die **Sachverständigenprüfungen** vorliegen und alle dort aufgeführten Mängel beseitigt wurden.

4.1 Heizungstechnik

4.1.1 Vorplanung

- a) Der Jahresheizenergiebedarf muss zu **mindestens 80 %** aus **regenerativen Energieträgern** oder **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)** gedeckt werden. Dafür ist der Einsatz von Fernwärme, Blockheizkraftwerken, Holzfeuerungsanlagen (in Ausnahmefällen), PVT-Anlagen, thermischen Solaranlagen oder Wärmepumpen (Wärmequellen z.B. Erdsonden, Erdkollektoren, Abwasserkanäle, Abwärme) zu prüfen. Dabei ist die Potenzialkarte Abwärme und Wärmebedarf Frankfurt heranzuziehen.
- b) Bei Neubauten ist, sofern keine Wärmenetze vorhanden sind, die Baugrube und die Gründung grundsätzlich für **Erdsonden oder Erdkollektoren** zu nutzen, um den effizienten Betrieb von Wärmepumpen im Winter und eine Konditionierung im Sommer zu ermöglichen.
- c) Bei der Auswahl von Planern ist auf Referenzen hinsichtlich der Erfahrung mit Geothermie zu achten.
- d) Bei Freibädern ist die **Beckenwassererwärmung** (sofern erforderlich) grundsätzlich mit einer thermischen Solaranlage auszuführen.
- e) Elektrodirektheizungen sind auch bei **temporären Bauten** (Container) wegen des hohen Leistungsbedarfs häufig unwirtschaftlich. Daher ist hier ein Anschluss an vorhandene Heizzentralen oder mobile Heizstationen zu prüfen. Mindestanforderung für die Regelung sind Raumthermostate und eine **zentrale Wochenschaltuhr** (nach Ökodesign-Richtlinie LOT 20, nachrüstbar über Funkmodule).

- f) Beim Einbau von neuen Wärmeerzeugern im Bestand ist die gemessene oder über Regression ermittelte **Wärmeleistung** bei Auslegungstemperatur abzüglich der Verluste der alten Wärmeerzeuger zugrunde zu legen. Die Auslegungstemperatur kann z.B. der folgenden Klimakarte entnommen werden: <https://www.waermepumpe.de/normen-technik/klimakarte/>. Bei Neubauten sind die Randbedingungen nach DIN/TS 12831-1 zu verwenden, der **Grenzwert** liegt bei **30 W/m²**, der **Zielwert** bei **20 W/m²**.

4.1.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

a) Bei Holzheizungsanlagen sind die **Emissionsgrenzwerte** des Blauen Engel einzuhalten (www.blauer-engel.de, RAL UZ 111/112, Emissionswerte Staub unter 20 mg/m³ Abgas, CO unter 400 mg/m³ Abgas). Bei größeren Anlagen (> 500 kW) ist eine Emission von weniger als 15 mg/m³ einzuhalten. Die Brennwertnutzung ist auch bei Holzheizungen und Kraft-Wärme-Kopplung zu prüfen.

b) Bei Gasversorgung ist für die Grundlast **Kraft-Wärme-Kopplung** einzusetzen.

c) Hydraulische Weichen sind nur in zwingenden Fällen einzusetzen. Warmhalte- und Frostschaltungen sind so zu regeln, dass die **Rücklauftemperatur von 40° C** nie, oder für die Warmwasserbereitung nur kurzfristig überschritten wird.

d) Neue Gasanlagen müssen für den Betrieb mit Wasserstoff vorbereitet sein (**H₂-ready**).

e) Es ist eine **Strangregelung** möglichst für jedes Gebäude einzeln vorzusehen.

f) Für abweichende Nutzungsanforderungen sind eventuell **weitere Heizkreise** einzurichten (z.B. Verwaltung, Turnhallen mit Dusch- und Umkleieräumen, Aulen).

g) In Neubauten und thermisch sanierten Altbauten sind **keine Einzelraumregelungen, sondern** nur vom Nutzer einstellbare und vom Betriebspersonal **begrenzbare druckunabhängige Thermostatventile** mit voreingestelltem Volumenstrom einzubauen. Die Absperrung der Heizkörper muss über das Thermostatventil und die Rücklaufverschraubung mit praxisingerechter Entleerungseinrichtung möglich sein.

h) Neue Heizkörper sind mit max. **50°C/30°C** auszulegen (Ausnahme Denkmalschutz). Zur Vereinfachung der Reinigung sind Heizkörper wandhängend auszuführen und über die Wand anzuschließen. Es sollen Heizkörper mit möglichst **hohem Strahlungsanteil** eingesetzt werden (z.B. Plattenheizkörper, keine Konvektoren, Deckenstrahlheizungen mit einem Strahlungsanteil > 75 % in Hallen > 4 m Höhe). Fußbodenheizungen sind wegen der Trägheit nur in begründeten Ausnahmefällen vorzusehen. In Kindertagesstätten mit Kindern unter 3 Jahren sind vor den Heizkörpern Matten oder Holz-Podeste als **Wärmeinseln** vorzusehen.

i) **Heizkörper vor Glasflächen** sind bei Neubauten zu vermeiden und bei Sanierungsmaßnahmen mit einem wirksamen Strahlungsschirm zu versehen, sofern es sich nicht bereits um eine 3-fach-Verglasung handelt.

j) **Wärmeverteilungsleitungen, Kaltwasserleitungen und** die in einem Zirkulationskreislauf befindlichen **Warmwasserleitungen** sowie Armaturen sind in ungestörten Bereichen mindestens wie folgt mit **halogenfreien** Materialien zu dämmen:



*Überhöhte Vorlauf- und Rücklauftemperaturen
Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement*

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

- k) Blockheizkraftwerke, Holzfeuerungsanlagen, Solaranlagen und Wärmepumpen sind grundsätzlich mit einem **Wärmemengenzähler** auszustatten, Blockheizkraftwerke und Elektrowärmepumpen zusätzlich mit einem **Stromzähler**. Außerdem ist bei zentraler Warmwasserbereitung ein **Wärmemengenzähler für die Warmwasserbereitung** zu setzen (vgl. 4.8.2.d). Die Stromversorgung der Wärmemengenzähler soll über ein Netzteil (nicht über Batterie) erfolgen.
- l) Es sind grundsätzlich Hocheffizienzpumpen mit **Energieeffizienzindex EEI $\leq 0,2$** nach ErP-Richtlinie einzusetzen. Bei wechselndem Bedarf werden die Pumpen mit einer **Zeitschaltung und Drehzahlregelung** versehen (Frostschutz beachten!). Die örtlich angemessene Einstellung ist bei der Abnahme/Übergabe zu prüfen. Sofern eine Leittechnik vorhanden ist, ist die Störmeldung der Pumpensteuerung aufzuschalten.
- m) Die Heizungsregelung 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**.
- n) Die Regelung ist mit einem **Optimierungsprogramm** auszustatten, um eine möglichst energiesparende Anpassung der Regelkurve, des Aufheizzeitpunktes und des Absenkezeitpunktes sicherzustellen.
- o) Wärmespeicher sind zur Verbesserung des Jahresnutzungsgrades grundsätzlich als thermohydraulische **Schichtspeicher** mit außenliegendem Wärmetauscher und/oder Schichtladesystem auszuführen.

4.1.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Für alle Wärme- und Kältezähler sind **Inbetriebnahmeprotokolle** nach TR-K09 der PTB vorzulegen.
- b) Eine Heizungsanlage ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für den **hydraulischen Abgleich** vorliegt. Der Punkt ist eine Nebenleistung der VOB, aber dennoch explizit als Position im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.
- c) **Thermostatventilköpfe** sind wie folgt voreinzustellen: Max = Solltemperatur, Min = Frostsicherung = 5°C. Dazu benötigtes Werkzeug ist dem Betreiber auszuhändigen.
- d) Bei der **Einregulierung der Anlagen** (Sollwert-Einstellung der Thermostatventile) sind während der Nutzungszeit die Heizsolltemperaturen der AMEV-Richtlinie Heizbetrieb 2001 bzw. ASR 3.5 Punkt 4.2 einzustellen (z.B. Büro-, Unterrichts- und Gruppenräume 20°C, Erschließungsflure und Treppenhäuser 12°C, Flure mit zeitweiligem Aufenthalt 15°C, WCs 21°C, Turnhallen 18°C, Umkleieräume 22°C und Duschräume 24°C). Der **Toleranzbereich** von +/- 1°C darf im Betrieb nur ausnahmsweise verlassen werden.
- e) Die Regelung der Heizung ist so einzustellen, dass erst bei einer mittleren Außentemperatur unter der **Heizgrenztemperatur** (z.B. ungedämmter Altbau 15°C, Passivhaus 10°C) der Heizbetrieb ermöglicht wird (AMEV-Heizbetrieb 2001).
- f) Bei der Abnahme ist die **Aktivierung aller Regelungsfunktionen** zu überprüfen (siehe 4.1.2.f, l, m, n). Insbesondere sind die Nutzungszeiten in Abstimmung mit dem Nutzer einzustellen und zu dokumentieren (siehe 2.3.a).
- g) Rohrleitungen und Armaturen sind vor der Inbetriebnahme gegebenenfalls abschnittsweise einer **Druckprüfung** mit Trinkwasser zu unterziehen und **auf Dichtheit** zu überprüfen (Druckprüfprotokoll)

4.2 Lüftungstechnik

4.2.1 Vorplanung

- a) In allen Aufenthaltsräumen sind die Schadstoffkonzentrationen unter den empfohlenen Grenzwerten zu halten. Die **mittlere CO₂-Konzentration** während der Nutzung soll nach DIN EN 16798-1 Anhang B und VDI 6040-1 **1.000 ppm** nicht überschreiten. Dies ist in der Regel nur mit einer kontrollierten Be- und Entlüftung möglich.
- b) Lüftungsanlagen sollen grundsätzlich mit Wärmerückgewinnung (effektiver abluftseitig ermittelter **Wärmebereitstellungsgrad** für trockene Luft > 80 %) und einem Sommerbypass ausgestattet werden. Empfohlen wird ein Enthalpie-Wärmeübertrager zur Feuchterückgewinnung.
- c) Die **Luftmenge** ist auf das für die Einhaltung der CO₂-Anforderung notwendige Maß zu beschränken, damit die Luft im Winter nicht zu trocken wird (Schulen 7 l/s,P (25 m³/h,P), sonstige Gebäude 5,5 l/s,P (20 m³/h,P), Kategorie II (normales Maß an Erwartungen) nach DIN EN 16798). Bei ganzjähriger Nutzung z.B. bei außenlärmbelasteten oder innenliegenden Räumen sollte die Luftmenge für Schulen auf 30 m³/h,P und sonstige Gebäude auf 25 m³/h,P erhöht werden. Die Auslegung sollte auf die typische/ durchschnittliche Personenzahl erfolgen. Zur Lüftung von Lagern, Fluren, Duschen, WC etc., bei denen die CO₂-Konzentration der Luft eine untergeordnete Rolle spielt, sollte soweit hygienisch und vom Brandschutz möglich überströmende Abluft aus anderen Räumen wie Klassenräumen, Umkleiden etc. verwendet werden.
- d) Aus hygienischen Gründen wird **keine Befeuchtung** der Zuluft vorgenommen (Ausnahme: konservatorische Anforderungen). Bei zu trockener Raumluft im Winter sollte es für den Nutzer die Möglichkeit geben, die Luftmenge zu reduzieren.
- e) Die Lüftungsanlage dient nur der Bereitstellung des hygienisch erforderlichen Luftwechsels. Evtl. verbleibender Heiz-/Kühlbedarf wird über **statische Heiz-/Kühlflächen** gedeckt. Räume mit potentiellem Kühlbedarf (z.B. Serverräume) sollen eine separate Zuluft (ohne WRG) erhalten.
- f) Die Lüftungsanlage soll normalerweise nur **während der Heizperiode** und während der Nutzung im Betrieb sein. Innenliegende Räume sollten daher evtl. eine separate Lüftungsanlage erhalten. Außerhalb der Heizperiode muss über die Fenster gelüftet werden. Daher muss der Betrieb von Lüftungsanlagen über geeignete **Anzeigen** (mit Erläuterung!) für die Nutzer erkennbar sein.
- g) Durch integrierte Planung sind Ausführungen mit hohem Wartungsaufwand wie z.B. zahlreiche Brandschutzklappen weitgehend zu vermeiden. Das **Brandschutzkonzept** muss daher schon in der Vorentwurfsplanung mit ausgearbeitet werden (Kanalführung, Überströmung). Es empfiehlt sich oft, die Zu- und Abluft je Klassenraum (ggf. zusammen im F90 Schacht) vertikal über die Geschosse zum Zentralgerät zu führen (Reduzierung von Schalldämpfern, Brandschutzklappen, Statikaufwand). Zu prüfen sind auch **teildezentrale** Lösungen, wo in jedem Brandabschnitt ein oder mehrere Lüftungsanlagen angeordnet werden.

Betrieb Lüftungsanlage



Lüftungsanlage aus

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



Lüftungsanlage ein

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

Betriebsanzeige Lüftungsanlage

Darstellung: ABI, Abteilung Energiemanagement

4.2.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) **Revisionsöffnungen** sind so anzuordnen, dass das Kanalnetz vollständig pneumatisch abgeglichen, inspiziert und gereinigt werden kann. Auch Konstant-Volumenstromregler müssen zugänglich sein.
- b) Es sind **RLT-Geräte** mit der Qualität der **Energieeffizienzklasse A+** nach der RLT-Richtlinie 01 einzusetzen.
- c) Der spezifische **Stromverbrauch** für die gesamte Anlage soll unter **0,45 Wh/m³** liegen.
- d) Aus hygienischen Gründen werden in Schulen und Kindergärten **keine Rotationswärmeübertrager** und **kein Umluftbetrieb** mit der Gefahr der Übertragung von Schadstoffen zwischen Zu- und Abluft eingesetzt. Stattdessen sollten zur Feuchterückgewinnung **Enthalpiewärmeübertrager** eingesetzt werden.
- e) **Luftfilter** haben die **Energieeffizienzklasse A** nach Eurovent einzuhalten und sind auch in den Wartungsverträgen vorzusehen (www.eurovent-certification.com).
- f) Die **Steuerung** erfolgt i.d.R. nach **IDA-C3** nach DIN EN 16798-3 (Zeitprogramme, keine variablen Volumenstromregler). Die Luftmenge der Geräte für Aufenthaltsräume muss für den Nutzer bzw. das Betriebspersonal in mindestens 3 Stufen einstellbar sein. Bedarfstaster für den Nutzer sind auf eine sinnvolle Zeitdauer von max. 3 h zu begrenzen (Fachklassen: 45 min). Für dezentrale Anlagen ist auch eine CO₂-geführte Regelung möglich.
- g) Bei RLT-Anlagen mit **stark variierender** Nutzungsanforderung (z.B. Schulmensen, Aulen, Sporthallen mit Tribünen) muss die Anpassung an den tatsächlichen Bedarf (Personenzahl) durch **Drehzahlregelung** der Motoren für den Betreiber in einfacher Weise möglich sein. In der Regel sollte die Regelung in diesen Fällen über die Luftqualität (CO₂) erfolgen.
- h) Bei der Lüftung von Bädern oder Duschräumen sollte die Schaltung über einen **Hygrostaten**, bei WCs über **Präsenzmelder mit Zeitnachlauf** erfolgen.
- i) Die **Thermische Isolierung [U] / Wärmebrückenfaktor [Kb]** sollte bei Lüftungsgeräten mindestens T3/TB3, bei Außengeräten mindestens T2/TB2 entsprechen (siehe RLT-Richtlinie 01).
- j) **Lüftungskanäle** sind mit **halogenfreien** Materialien zu **dämmen** (incl. Schwitzwasserschutz, Alukaschierung reicht nicht aus). Bei WLS 040 sind folgende Dämmstärken einzuhalten:
Innerhalb der thermischen Hülle: Außenluft 100 mm, Fortluft 100 mm,
Außerhalb der thermischen Hülle: Zuluft 100 mm, Abluft 100 mm
- k) Die **Luftleckrate** der Kanäle und Rohre darf die **Luftdichtheitsklasse C** nach DIN EN 1507, Tabelle 1, bzw. DIN EN 12237 Tabelle 2, nicht überschreiten.
- l) Der **Schalldruckpegel** bei Betrieb der Lüftungsanlagen soll für Unterrichts-, Fach-, Mehrzweckräume und Lehrerzimmer bei maximal 35 dB(A) und für Sporthallen bei maximal 40 dB(A) liegen (UBA).



Lüftungsanlage Ludwig-Börne-Schule
Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement

4.2.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Vor der ersten Inbetriebnahme der Lüftungsanlage ist eine **Hygiene-Erstinspektion** nach VDI 6022 Blatt 1 durchzuführen und im Gebäudebetriebsordner zu dokumentieren. Dafür sollen Grundrisspläne mit Eintragung der Reinigungsöffnungen für die Lüftungskanäle vorliegen.
- b) Eine Lüftungsanlage ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für die **Messung des Wärmebereitstellungsgrades, der Luftmengen in den einzelnen Räumen, der Dichtheit des Kanalsystems, der elektrischen Leistungsaufnahme und des Geräuschpegels** nach DIN EN 12599 vorliegt (Überprüfung von 4.2.1.b), 4.2.1.c) und 4.2.2.c, 4.2.2.k) 4.2.2.l). Die Punkte sind explizit als Position im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.
- c) Bei der Abnahme ist die **Aktivierung aller Regelungsfunktionen** zu überprüfen (siehe 4.2.2.e, f). Insbesondere sind die Nutzungszeiten in Abstimmung mit dem Nutzer einzustellen und zu dokumentieren (siehe 2.3.a).
- d) Die geforderte Lüftung in der belegungsfreien Zeit erfolgt über ca. 60 Minuten **Spülen** vor und nach der Nutzung.

4.2.4 Betrieb

- a) Im Betrieb ist sicherzustellen, dass die Lüftungsanlage **außerhalb der Heizperiode abgeschaltet** und über die Fenster gelüftet wird (4.2.1.f). Eine Unterstützung der Nachtauskühlung kann jedoch sinnvoll sein.

- b) Bei Lüftungsanlagen ohne Befeuchtung ist gemäß VDI 6022 Blatt 1 **alle 3 Jahre** eine **Hygieneinspektion** durchzuführen.

4.3 Klimatechnik

4.3.1 Vorplanung

- a) **Aktive Kühltechnik** ist grundsätzlich zu **vermeiden**, da die Abwärme der Kondensatoren die Stadt im Sommer zusätzlich aufheizt und ihr zusätzlicher Energiebedarf den Klimaschutzzielen der Stadt Frankfurt widerspricht (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** (Bypass um den Wärmeübertrager!), **adiabatischen Kühlung** (Befeuchtung der Abluft) und **sorptionsgestützten Klimatisierung** auszuschöpfen. Trinkwasser darf nur zur adiabatischen Kühlung eingesetzt werden (Beachtung der DIN EN 1717).



*Kondensator Bürogebäude Gerbermühlstraße 48
Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement*

- c) Wenn aktive Kühlung notwendig ist, soll dafür die Nutzung **erneuerbarer Energien** wie z.B. Solarenergie und / oder Erdsonden eingeplant werden (StVVB § 2443 vom 06.09.2007).

- d) Bei Zentralkälteanlagen ist die **Nutzung der Abwärme** für die Warmwasserbereitung zu prüfen.

- e) Der Einsatz **mobiler Klimageräte** ist nur in Bestandsbauten zu konservatorischen Zwecken zulässig (dann ist auch eine Hygieneuntersuchung nach VDI 6022 erforderlich).

4.3.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

- a) Ohne zwingende Veranlassung dürfen nur noch Kältemittel verwendet werden, die **weder halogeniert noch teilhalogeniert** sind. Zulässig sind z.B. Wasser (R 718), Kohlendioxid (R 744), Ammoniak (R 717), Propan (R 290), Isobutan (R 600a).
- b) Die **Dämmung** von Kältemittelleitungen ist mit **Mineralfasern** oder mit **halogenfreien Schaumstoffen** auszuführen.
- c) Bei Komfort-Kühlung ist die Raum-Solltemperatur **gleitend mit der Außentemperatur** anzuheben (ab 26°C Raumtemperatur: Raumsolltemperatur = Außentemperatur – 3 °C, 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 3 °C unter der Außentemperatur** bleibt (IT-Räume ohne feste Arbeitsplätze: Solltemperatur 27°C, Toleranz +/- 1°C).

4.4 Sanitärtechnik

4.4.1 Vorplanung

- a) Bei einem Bedarf an Brauchwasser $> 60 \text{ m}^3/\text{a}$ ohne Trinkwasseranforderungen ist die **Regenwassernutzung** gemäß DIN 1989-1 und die Nutzung des **Wassers aus Hygienespülstationen und Trinkbrunnen** vorzusehen. Für die Freiflächenbewässerung (z.B. für Sport- und Grünanlagen) ist die Brauchwassernutzung in der Regel wirtschaftlich. Anlagen mit automatischer Trinkwassernachspeisung sind nach DIN 1988-100 abzusichern und gemäß VDI 6023 zu überwachen. Bei Kunstrasenplätzen ist Regenwasser wegen der Algenbildung problematisch. Brauchwasserleitungen sind dauerhaft durch unterschiedliche Leitungsmaterialien oder farblich zu kennzeichnen und zu beschriften.
- b) Wenn das Regenwasser nicht genutzt wird, ist die Möglichkeit der **Verdunstung, Verrieselung** (genehmigungsfrei) **oder Versickerung** auf dem Grundstück zu prüfen (siehe Integrierte Planung blau-grüner-Infrastrukturen).
- c) 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.
- d) Handwaschbecken und Putzräume sind in der Regel nur mit **Kaltwasserhähnen** auszustatten (Ausnahme: WC-Räume für Küchenpersonal, Handwaschbecken in Kindertagesstätten und Kinderkrippen, dann in der Regel dezentrale Erwärmung).
- e) **Enthärtungsanlagen** sind möglichst zu vermeiden. Wenn diese erforderlich sind, dann sind diese verbrauchernah anzuordnen und auf den gemessenen Verbrauch auszulegen.
- f) Zur Anpassung an den Klimawandel ist in allen öffentlichen Gebäuden mindestens ein frei zugänglicher **Trinkbrunnen** im Erdgeschoss vorzusehen. Dieser muss die Möglichkeit bieten, Trinkflaschen aufzufüllen. Beim Zusatz von Kohlensäure ist die DIN EN 1717 einzuhalten.

- g) Bei Sanierungen und Änderungen der Installation in Bestandsgebäuden ist eine Gefährdungsanalyse gemäß VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2 vorzunehmen.

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) Trinkwasserversorgungsanlagen sind so zu planen, dass eine **Stagnation** in den Leitungen **vermieden** wird (Durchschleifen auf Dauerverbraucher bzw. automatische Entnahmearmaturen, Vermeidung von Sticleitungen).
- d) Rohrleitungen sind zur Vereinfachung von Wartung und späterem Austausch **leicht zugänglich** zu verlegen.
- e) **Regenfallrohre** sind grundsätzlich auf der Außenfassade zu verlegen und mindestens in DN 100 zu auszuführen, auch wenn rechnerisch geringere Querschnitte möglich wären. Jedes Regenfallrohr ist grundsätzlich mit einer Revisionsöffnung in ca. 1 m Höhe auszuführen. Fallrohre (Standrohre) sind bis in die Höhe von 2 m über Terrain massiv in Gusseisen oder verzinktem Stahl auszuführen.
- f) Sanitärobjekte sind zur Minimierung der Reinigungskosten grundsätzlich **wandhängend** auszuführen.
- g) WC-Sitze sind mit stabiler Befestigung (**durchgehende Edelstahl-Scharnierwelle**) einzubauen.
- h) Es sind nur Spülkästen mit **Stopptaste** oder separater Kleinmengentaste und Benutzerhinweis einzubauen.
- i) **Spülkästen** sollen eine Spülmenge von **max. 4,5 Liter** aufweisen (Ausnahmen im Bestand!).
- j) Für alle **Wasch- und Spülbecken** sind Strahlregler einzubauen (**5 l/min**).
- k) Es sind **Duscharmaturen** mit **max. 7 l/min** und gleichzeitig fülligem Strahl einzubauen.
- l) Bei Handwaschbecken und Duschen sind in der Regel **Selbstschlussarmaturen** einzusetzen (Ausnahme Wohnungen, Behinderten-WCs). Die Laufzeit ist bei Handwaschbecken auf 5 sec und bei Duschen auf 40 sec zu begrenzen. Batteriebetriebene Armaturen mit Infrarot-Sensor sollen nicht eingesetzt werden.
- m) Zur **Legionellenprophylaxe** sind in Duschen nur **dezentrale Frischwasserstationen oder Durchlauferhitzer** einzusetzen (siehe DVGW 551, DST-Hinweis Nr. 3.4). Die Wassermenge zwischen dem Wärmeübertrager und dem Duschkopf darf nicht über 3 l liegen. Die Ladepumpe für die Frischwasserstation soll nur laufen, wenn warmes Wasser gezapft wird.
- n) Trinkwarmwasserspeicher sind bei Frischwasserstationen überflüssig. Falls zur Spitzenlastabdeckung **Heizwasserspeicher** erforderlich sind, so sind diese nur für den nachgewiesenen Bedarf auszulegen (keine Sicherheitszuschläge) und möglichst verbrauchernah anzuordnen. Im Bestand sind vorher Messungen zur Ermittlung des Warmwasserbedarfes durchzuführen.
- o) Die **Erwärmung von Kaltwasserleitungen** über 25 °C durch technische Einflussfaktoren ist zu **unterbinden** (kleine Querschnitte, Dämmung nach Kap. 4.1.2.h), separierte Anordnung der Rohrleitungen nach DIN 1988-200 und keine Anordnung im Fußboden).
- p) Speicher-Ladepumpen und Zirkulationspumpen sind als Hocheffizienzpumpen mit **Energieeffizienzindex EEI ≤ 0,2** nach ErP-Richtlinie auszuführen (elektronische Regelung nicht erforderlich) und sollen über Schaltuhr (und evtl. Thermostat) gesteuert werden.

- q) Bei Wärmeerzeugern mit großen Wärmeleistungen oder langen Wärmeleitungen und geringem WW-Bedarf ist eine **separate Warmwasserbereitung** zu prüfen.
- r) Bei zentraler Warmwasserbereitung ist grundsätzlich ein **Unterzähler** für die Messung der **Warmwassermenge** (im Kaltwasserzulauf zum Warmwasserbereiter) zu setzen.
- s) Bei abseits gelegenen **nur gelegentlich genutzten Duschen** (z.B. Sozialbereich, Küchen und KTs) sind **Durchlauferhitzer** (13,5 kW) einzuplanen.
- t) Untertischspeicher sind wegen trinkwasserhygienischer Unzutraglichkeit zu vermeiden. Stattdessen sind **Klein-Durchlauferhitzer** mit mindestens 4,4 kW bei ausreichend vorhandener Stromversorgung einzusetzen.
- u) An Warmwasserentnahmestellen in öffentlich zugänglichen Bereichen ist der **Verbrühungsschutz** nach DIN EN 806-2 sicherzustellen (Schulen max. 43°C, Kindertagesstätten max. 38°C).
- v) Es muss sichergestellt werden, dass mindestens **alle 72 Stunden ein vollständiger Wasseraustausch** des im System befindlichen Trinkwassers erfolgt (vgl. VDI 6023 Blatt 1 Pkt. 6.3). Ein entsprechender Spülplan ist in den Gebäudebetriebsordner aufzunehmen.
- w) Soweit in der Entwässerungsanlage **Rohrbelüftungsventile** nach DIN 1986-100 zum Einsatz kommen, ist deren Zugänglichkeit sowie das Vorhandensein der Nachströmöffnung im Rahmen der Abnahme zu prüfen.



Klein-Durchlauferhitzer

Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement

4.4.3 Bauausführung und Abnahme

- a) Rohrleitungen und Armaturen sind nach DIN 1988-200 zu **kennzeichnen** (bei Revisionsöffnungen möglichst nah am zu prüfenden Bauteil) und gegebenenfalls abschnittsweise einer **Druckprüfung** mit Druckluft unter Berücksichtigung der Trinkwasserhygiene nach VDI 6023 zu unterziehen. Vor der Inbetriebnahme ist das gesamte System mit Trinkwasser auf **Dichtigkeit** zu überprüfen (Druckprüfprotokoll). Im Rahmen dieser Dichtheitsprüfung ist eine intermittierende Spülung der Trinkwasserleitungen gemäß einschlägigem ZVSHK-Merkblatt vorzunehmen. Die Wassermengen (4.4.2.h-j), die Warmwasser-Wartezeiten (4.4.2.l) die Kaltwasser-Maximaltemperaturen (4.4.2.n) und die Selbstschlusszeiten (4.4.2.k) sind zu prüfen. Die Prüfungen sind jeweils zu protokollieren.
- b) Für alle Wasserzähler sind **Inbetriebnahmeprotokolle** nach **TR-W19** der PTB vorzulegen.
- c) Zum Nachweis der einwandfreien Beschaffenheit des Trinkwassers sind **Hygieneuntersuchungen** des Trinkwassers gemäß VDI 6023 durchzuführen und im Gebäudebetriebsordner zu dokumentieren. Hierfür erforderliche abflammbare Probenahmeventile für Kaltwasser und falls vorhanden Warmwasservor- und Zirkulationsrücklauf von Warmwasserspeichern oder –ladestationen sind vorzusehen.

4.5 Elektrotechnik, Elektrogeräte

4.5.1 Vorplanung

a) Die Stromversorgung soll auf der Basis von **regenerativen Energieträgern oder Kraft-Wärme-Kopplung** erfolgen (StVVB § 1491 vom 01.03.2007). Bei allen **Neubauten und Dachsanierungen** und allen überdachten Parkplätzen ist die **durch Photovoltaik (PV oder PVT) größtmöglich erreichbare Stromerzeugungsleistung** zu installieren (StVVB § 2365 vom 01.03.2018). Dabei ist die VdS 6023 einzuhalten. Unverschattete Süd-, Ost-, und Westfassaden sollen möglichst ebenfalls für Photovoltaik genutzt werden.

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 Beleuchtungsanierung, Umstellung der Küche auf Gas, Spitzenlast-Begrenzung).

c) Bei größeren Sanierungsmaßnahmen sind bestehende **Leuchten** unter 50 lm/W zu **ersetzen**.

d) Bei der Ausstattung der Räume mit Leuchten ist darauf zu achten, dass die **Beleuchtungsstärke** max. 10 % vom Sollwert nach DIN EN 12464 bzw. DIN EN 12193 abweicht. Normalklassenzimmer sind weiterhin mit 300 lux auszulegen. Zusätzlich sind die Arbeitsstättenrichtlinien ASR A3.4 zu berücksichtigen. Dazu ist für jede Raumart ein rechnerischer Nachweis mit einem geprüften Programm (z.B. www.dialux.com, www.relux.de) zu erbringen.

e) **Elektrodirektheizung** ist nach Möglichkeit zu **vermeiden**.



Photovoltaikanlage Mosaikschule

Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement

f) Für **25 %** der Fahrrad- und PKW-Stellplätze ist eine bidirektionale **Lademöglichkeit** für Pedelecs (230-V-Steckdose) bzw. Elektroautos (11 kW, Fahrzeugkupplung nach DIN EN 62196 Typ 2) vorzusehen (Bei Schüler-Fahrradstellplätzen reichen 10 %). Bei Neubauten ist jeder 3. und bei größeren Renovierungen jeder 5. Stellplatz mit Leitungsinfrastruktur auszustatten (GEIG). Der Stromverbrauch für Elektromobilität ist über einen separaten Zähler zu erfassen (siehe Entscheidungsmatrix KfZ-Ladestationen).

4.5.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

a) Der **Grenzwert** für die **elektrische Leistung von Leuchten** beträgt einschließlich Vorschaltgerät **1,5 W/m²100lux**, der **Zielwert 0,5 W/(m² x 100lux)**. Zusätzliche Effektbeleuchtung darf nur temporär über Schlüsselschalter oder Zeitrelais freigegeben werden. Für die Auslegung ist ein Wartungsfaktor von 0,9 anzusetzen. Ein Randstreifen von 0,5 m ist bei der Berechnung der Nennbeleuchtungsstärke und der Gleichmäßigkeit zu berücksichtigen.

b) Die **Lichtausbeute** der Lampen soll incl. Vorschaltgerät im Mittel **mindestens 100 lm/W** betragen. Es sind grundsätzlich LED-Lampen einzusetzen.

c) **LED-Module** sollen marktübliche **Standardfassungen** haben.

d) Der **Leuchtenbetriebswirkungsgrad** soll mindestens **80 %** betragen.

- e) Beleuchtung in den Hauptnutzungszonen wird grundsätzlich **vom Nutzer ein- und ausgeschaltet** (evtl. mit Taster). Nur die Ausschaltfunktion der Beleuchtung kann zusätzlich über eine automatische Steuerung erfolgen.
- f) Bei der Neuinstallation von **Klassenräumen** erfolgt dies über eine Pausenschaltung, die 5 min nach Pausenbeginn die Beleuchtung abschaltet. Bei anderen Nutzungsarten ist evtl. eine zentrale Abschaltung nach Nutzungsende vorzusehen.
- g) In jedem Fall kann der Nutzer die Beleuchtung direkt nach dem Ausschalten **von Hand wieder einschalten**.
- h) In größeren Räumen (z.B. Klassenräumen) ist die Beleuchtung **in Reihen** schaltbar auszulegen, um nach Bedarf und Tageslichtangebot die Beleuchtung zu- oder abschalten zu können. Die **Schalter** sind entsprechend zu **beschriften** (z.B. Flurseite, Fensterseite). Auch in KT-Gruppenräumen sind mindestens zwei Lichtkreise oder eine dimmbare Beleuchtung vorzusehen.
- i) Räume, die nicht dem dauernden Aufenthalt dienen, (**Flure, Treppenhäuser, Lagerräume, Keller**) sind zusätzlich zum Hand-Ein/Aus-Taster mit einfachen Präsenzmeldern (keine Fernsteuerung, Eigenverbrauch < 0,35 W, Nachlaufzeit einstellbar) zur automatischen Ausschaltung auszustatten. Bei möglicher Tageslichtnutzung müssen die Präsenzmelder zusätzlich über einen Lichtsensor verfügen, der auf die Nennbeleuchtungsstärke einzustellen ist.
- j) **Tageslichtversorgte Bereiche** sollen prinzipiell **getrennt** von nicht-tageslichtversorgten Bereichen **schaltbar** sein.
- k) Für innenliegende **Toiletten, Umkleiden** etc. sollten Eingangs-Bewegungsmelder evtl. mit Akustiksensoren eingesetzt werden.
- l) 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.
- m) Bei größeren Leuchtengruppen (z.B. Turnhallen) sind zusätzlich zum Hand-Ein/Aus-Taster **Präsenzmelder** (in tageslichtversorgten Bereichen mit Lichtsensor) zur automatischen **Ausschaltung** anzubringen.
- n) Die **Außenbeleuchtung** ist über Dämmerungsschalter und Schaltuhr (max. bis 22 Uhr sofern keine Verkehrssicherungspflicht) oder evtl. zusätzlich über Bewegungsmelder zu schalten. Zum Insektenschutz und zur Reduzierung von Lichtverschmutzung sind die Betriebszeiten durch die o. g. Maßnahmen auf ein Minimum zu reduzieren und Lichtquellen mit einer Farbtemperatur von max. 3.000 Kelvin einzusetzen. Lampengehäuse sollen abgeschirmt von oben nach unten strahlen (full-cut-off), nicht wärmer als 60°C werden und vollständig abgeschlossen sein.
- o) Auch, wenn ein Installationsbussystem eingesetzt wird, sollen aus Kostengründen möglichst **Schalter und Taster konventioneller Bauart** eingesetzt werden. Alle Schalter und Taster sind einheitlich im Klartext mit der genauen Funktion zu beschriften.
- p) Sofern wirtschaftlich (z.B. bei Küchen und PKW-Ladestationen), ist eine **Spitzenlastbegrenzung** einzubauen. Zumindest ist diese durch Steuerleitungen an die Elektro-Großgeräte und Platzvorhaltung in der Hauptverteilung vorzubereiten.
- q) Wenn **USV-Anlagen** notwendig sind, so sind Geräte der Wirkungsgradklasse 3 nach DIN EN 62040-3 einzusetzen.
- r) **Haushaltsgeräte** sollen die beste verfügbare Effizienzklasse einhalten (www.ecotopten.de).
- s) Es sollte eine elektrische **Leistungsbilanz** unter Berücksichtigung von objektbezogenen Gleichzeitkeitsfaktoren erstellt werden. Der **Grenzwert** für Schulen und Kindertagesstätten liegt bei **25 W/m²**, der **Zielwert** bei **10 W/m²**. Durch eine Messung sollte nach Abschluss der Baumaßnahme ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt werden.

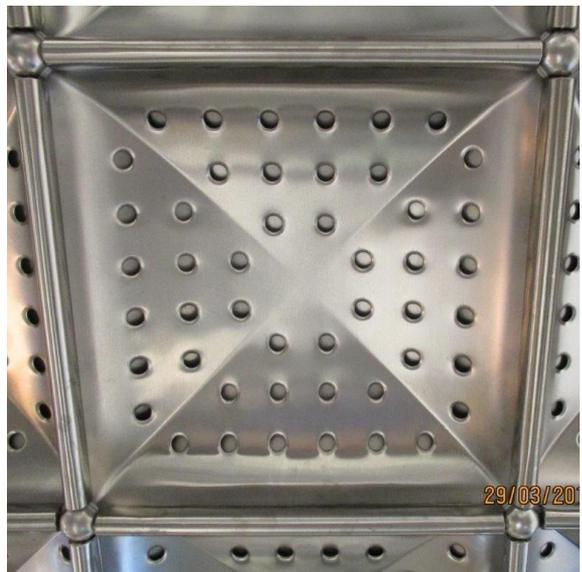
- t) Aus Brandschutzgründen sollte **eine zentrale Steckdosen-Stromkreis-Abschaltung** für zuvor definierte Bereiche vorgesehen werden (max. 2 Gruppen, keine Einzelabschaltung). Die Abschaltung kann über Schlüsselschalter im Eingangsbereich, über Zeitschaltprogramme der Gebäudeautomation oder über die Scharfschaltung einer Einbruchmeldeanlage (EMA) realisiert werden.

4.5.3 Bauausführung und Abnahme

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

4.6 Küchentechnik

- a) Es ist ein **Quartierskonzept** mit einer Zentralküche und mehreren Frischkost-Anlieferküchen aufzustellen. Mit diesem Konzept können auch lokale Schwankungen in der Anzahl der warmen Mahlzeiten kompensiert werden.
- b) **Kühl-/Gefrierzonen** sind von heißen/warmen Bereichen **thermisch zu entkoppeln**.
- c) Wenn der Wirtschaftlichkeitsvergleich dies ergibt, können **Küchengeräte** wie Herde, Konvektomaten und Kombidämpfer **mit Gas** betrieben werden. In gasversorgten Küchen soll ein Elektro-Induktionsherd vorhanden sein, bei elektrisch betriebenen Küchen sollen grundsätzlich Induktionsherde eingesetzt werden.



Lüftungsdecke Grundschule Riedberg
Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement

- d) Wenn verfügbar sollten **Küchengeräte mit Kondensationshaube oder interner WRG** eingesetzt werden. Dies leistet einen wesentlichen Beitrag zur Einhaltung der Arbeitsstättenrichtlinien.
- e) Wenn Gerätezertifizierungen nicht vorliegen, ist bei Planungen der **Verbrauchswert nach DIN 18873** zu **berechnen**. Kriterien sind dabei „ENERGY STAR® Guide for Restaurants“ und die Eurovent Certification Company ECC für Kälte- und Kühltechnik. Gewerbliche Kühllagerschränke und Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion sollen gemäß EU-VO 2015/1094 bzw. EU-VO 2019/2018 einen EEI < 10 haben.
- f) Gewerbliche Küchen sollen über **separate Lüftungsanlagen und Verbrauchszähler** verfügen, damit eine verursachergerechte Nebenkostenabrechnung mit dem Betreiber möglich ist.
- g) Weiterhin sind die **Planungsempfehlungen** „Energieeffizienz in Küchen, Mensen und Cafeterien“ des Amtes für Bau und Immobilien, die Empfehlungen für die Planung von Schulküchen und die Schulküchenplanungsstandards zu beachten.

4.7 Maschinelle Anlagen

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

4.8 Gebäudeautomation

4.8.1 Vorplanung

- a) Aus wirtschaftlichen Gründen ist es erforderlich, für Betriebsführung und Betriebsüberwachung ein offenes Regelungssystem zur Verfügung zu stellen. Grundsätzlich sind daher alle Gewerke so zu planen, dass sie auf eine **gemeinsame Management- und Bedieneinrichtung (MBE, früher: Gebäudeleittechnik)** 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 und den Lastenheften Gebäudeautomation** niedergelegt: energiemanagement.stadt-frankfurt.de > Gebäudeautomation
- b) Für die Gebäudeautomation ist eine **Integrationsplanung** für alle technischen Gewerke sicherzustellen. Die **Anzahl der Datenpunkte** ist **möglichst gering** zu halten.
- c) Die Gebäudeautomation ist gemäß VDI/GEFMA 3814 zu planen und in Betrieb zu nehmen. Bei der Planung der Gebäudeautomation 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 Fachprojektleitung oder der Abteilung Energiemanagement abzustimmen.

4.8.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

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

Stelle 1-4: Straßenkennziffer

Stelle 5-7: Hausnummer

Stelle 8-9: Gebäude

Stelle 10-11: Geschoss

Stelle 12-14: Kostengruppe

Stelle 15-17: Anlagennummer

Stelle 18-24: Betriebsmittel

Stelle 25: Phys. Bezeichnung

Stelle 26: Funktion

Stelle 27-28: Lfd.Nr.

Für die einzelnen Felder sind Schlüsselverzeichnisse verfügbar:

energiemanagement.stadt-frankfurt.de

> Gebäudeautomation

- b) In Abstimmung mit der Abteilung Energiemanagement ist ein **Verbrauchszählerkonzept** für Strom, Heizenergie, Wasser und Warmwasser zu entwickeln und in der Planung umzusetzen. Dabei sind nicht nur Fremdnutzende zu berücksichtigen, sondern auch die Möglichkeiten einer begleitenden Verbrauchserfassung zur Überprüfung der Gebäudequalität. Die Eigenerzeugung von Strom ist immer mit einem separaten geeichten Zähler zu erfassen. Das Zählerkonzept wird vom Energiemanagement freigegeben und nach Ausführung abgenommen.



Gaszähler mit Impulsausgang

Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement

- c) Für jedes abgeschlossene Gebäude über 500 m² NRF (z.B. Turnhalle) und für jede Nutzungseinheit 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** oder LoRaWAN-Schnittstelle zur zentralen Erfassung auszustatten. Die Impulswertigkeit sollte folgende Werte nicht überschreiten:
Strom: 0,01 kWh/Imp., Gas: 0,1 m³/Imp., Wärme: 1 kWh/Imp., Wasser: 1 l/Imp.
- d) Für alle Strom-, Heizenergie- und Wasserverbraucher (Gebäude, Gebäudeteile, Geräte), die Jahreskosten von mehr als 2.500 € erwarten lassen sind **Unterzähler** zu setzen (es gilt die Geräteausstattung zur Energie- und Medienerfassung der FKGB/AMEV). Insbesondere ist der Kaltwasserzulauf und die Wärmemenge für zentrale **Warmwasserbereitungsanlagen** zu zählen (siehe 4.1.2.i).
- 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 aufzuschalten. Dafür ist eine Datensteckdose in der NSHV vorzusehen.
- f) **Raumsensoren** sollen über die Nutzungszeit von mindestens 10 Jahren eine **Genauigkeit** $\leq 3\%$ des nutzungstypischen Messbereichs haben (Temperatur $\leq \pm 0,5\text{ °C}$, Feuchte $\leq \pm 3\%$, CO₂-Konzentration $\leq \pm 100\text{ ppm}$). Sie sind an einer ungestörten Stelle im Raum zu platzieren (min. 2 m Abstand zu Fenstern, Türen, Zuluftöffnungen, Wärmequellen ...).
- g) Für alle automatisierten technischen Anlagen ist eine **Handbedienebene** z.B. an der Schaltschrank-Tür vorzusehen. Dafür sind Schalter mit den Positionen Aus - Auto - Ein oder Automatik – Hand-Potentiometer in einem nur für das Betriebspersonal zugänglichem Raum (Technikraum) anzuordnen und eindeutig im Klartext zu beschriften. Zusätzlich ist ein zentraler Schlüsselschalter im Eingangsbereich vorzusehen, der zwischen „Gebäude im Betrieb“ und „Gebäude nicht im Betrieb“ umschaltet und diesen Betriebszustand mit potentialfreien Kontakten an die verschiedenen Gewerke weiterleitet.
- h) Generell sind für alle automatisierten Anlagen **autark arbeitende digitale Regelungen** (DDC in dezentraler Technologie) vorzusehen. Diese müssen auch bei Ausfall einer evtl. vorhandenen

Managementebene mit vollem Funktionsumfang störungsfrei weiterarbeiten und nach **Netzausfällen** selbsttätig den vollen Betrieb wiederaufnehmen.

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

Bedienung Lüftungsanlage

-  **Freigabe**
Der Schlüssel befindet sich beim Hausverwalter (Telefon: 212-12345)
-  **Hand aus**
Zur Einhaltung der Luftqualität muss über Fenster gelüftet werden.
-  **Automatik**
Die Lüftungsanlage wird über den Präsenzmelder gesteuert.
-  **Hand ein**
Nach einer Stunde geht die Anlage wieder in den Automatik-Modus.

*Handbedienebene Lüftungsanlage
Darstellung: ABI, Abteilung Energiemanagement*

4.8.3 Bauausführung und Abnahme

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

4.9 Kommunikationstechnik

a) Für die IT-Verkabelung gilt die vom Amt 16 herausgegebene „**Richtlinie zum strukturierten und diensteneutralen Verkabelungssystem bei der Stadtverwaltung Frankfurt am Main**“ (im Intranet im Downloadbereich des Amtes 16 verfügbar).

b) In allen Büroräumen und Klassenräumen ist eine gemeinsame **Kabeltopologie** für Telekommunikation (VoIP) und Datennetz (100BT) zu planen, sodass Erweiterungen später problemlos vorgenommen werden können.

c) Für Räume mit einem Arbeitsplatz sind **zwei Datenanschlüsse (100BT)** vorzusehen. Für jeden weiteren Arbeitsplatz im Raum kommen zwei Datenanschlüsse hinzu.

d) Die Gebäudeautomation kann über ein **logisch getrenntes Techniknetz** (gelbe Patch-Kabel) auf den Gebäudeautomations-Server des Amtes für Bau und Immobilien aufgeschaltet werden. Dafür gibt es einen zentralen Übergabepunkt am Schaltschrank des Amtes 16.

e) Für **Notfall- und Gefahren-Reaktionssysteme (NGRS)** sind **separate Kabelnetze** vorzusehen.

f) **Geräte mit hoher Wärmelast** (Drucker, Kopierer) sind außerhalb von Aufenthaltsräumen aufzustellen.

g) **Bürogeräte** sollen die Kriterien des Blauen Engels (www.blauer-engel.de) einhalten (Computer und Tastaturen: DE-UZ 78, Drucker und Multifunktionsgeräte: DE-UZ 205, Beamer: DE-UZ 127, Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb DE-UZ 161, Telefonanlagen: DE-UZ 183). Zur sicheren Trennung vom Netz sind Peripheriegeräte mit schaltbaren Steckerleisten auszustatten. Bei EDV-Räumen ist eine zentrale Abschaltung vorzusehen.

h) **Serverräume** sind in städtischen Gebäuden grundsätzlich nicht vorzusehen. Sämtliche Server sind im Rechenzentrum des Amtes 16 anzuordnen (Magistratsbeschluss M 80 vom 17.05.2013).



Netzwerkschrank Bonifatiuschule

Foto: ABI, Abteilung Energiemanagement

5 Abkürzungsverzeichnis

3D	dreidimensional
a	annus (lat.) = Jahr
ABI	Amt für Bau und Immobilien
AKS	Anlagen-Kennzeichnungs-Schlüssel
AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Bauverwaltungen
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIM	Building Information Modeling = Bauwerksdatenmodellierung
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundes
BTGA	Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.
CAFM	Computer-Aided Facility Management = Gebäudemanagement mit einem Computerprogramm
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
dB(A)	Dezibel (A-Bewertung), Maß für den bewerteten Schalldruckpegel
DIN	Deutsches Institut für Normung
DDC	direct digital control = dezentrales digitales Regelgerät
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EEI	Energieeffizienz-Index
EMA	Einbruch-Melde-Anlage
EN	europäische Norm
EVU	Energie-Versorgungs-Unternehmen
FKGB	Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik
F	relative Feuchte
F _c	Abminderungsfaktor für Sonnenschutz
FL	Funktionsliste
FSC	Forest Stewardship Council, Organisation zur Zertifizierung von Holz
GA	Gebäudeautomation
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GEIG	Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz
h	hora (lat.) = Stunde
HBO	Hessische Bauordnung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HT	Hochtarif
IPASS	Integrales Projekt- und Auftragssteuerungssystem des Amtes für Bau und Immobilien
IT	Informationstechnik
K	Kelvin, Einheit für die Temperatur
kW	Kilowatt, Einheit für Leistung
kWh	Kilowattstunde, Einheit für Arbeit
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
l	Liter
LAN	local area network = lokales Datennetz
LED	lichtemittierende Diode

lm	Lumen, Einheit für den Lichtstrom
LON	local operating network = herstellerunabhängiges Protokoll zur Datenübertragung
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network
lux	Einheit für die Beleuchtungsstärke
m	Meter
MBE	Management- und Bedieneinheit
M-Bus	Metering-Bus, Protokoll zur Übertragung von Zählerdaten
MDF	Mitteldichte Faserplatte
N	Newton
NRF	Nettoraumfläche
NSHV	Niederspannungs-Hauptverteilung
P	Personenanzahl
PE	Polyethylen
ppm	parts per million
PPP	Public private partnership = öffentlich-private Partnerschaft
PTB	Physikalisch-technische Bundesanstalt
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik mit thermischer Nutzung (Solarkollektor)
PVC	Polyvinylchlorid
RAL UZ	Umweltzeichen des Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung
RLT	Raumluftechnik
RWA	Rauch- und Wärme-Abzugsanlagen
s	Sekunde
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
StVVB	Stadtverordnetenbeschluss
TGA	technische Gebäudeausstattung
to	Tonne
UBA	Umweltbundesamt
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient in kWh/m ² K
USV	unterbrechungsfreie Stromversorgung
UV	ultraviolett
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VoIP	Voice over IP (Internet Protocol)
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WLS	Wärmeleitfähigkeitsstufe
WRG	Wärmerückgewinnung
WWB	Warmwasserbereitung
ZVSHK	Zentralverband Sanitär Heizung Klima

6 Quellenverzeichnis

- AGGB – Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten, Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VVOG, VOC und SVOC) aus Bauprodukten, August 2018.
- AMEV-Beleuchtung 2016: Hinweise für die Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2016, <https://amev-online.de/>.
- AMEV-Inbetriebnahmemanagement 2023, AMEV: 2023, <https://amev-online.de/>.
- AMEV-Heizbetrieb 2001: Hinweise für das Bedienen und Betreiben von heiztechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2001 <https://amev-online.de/>.
- AMEV-Sanitäranlagen 2021: Planung und Ausführung von Sanitäranlagen in öffentlichen Gebäuden, AMEV: 2021, <https://amev-online.de/>.
- ASR A3.4: Technische Regeln für Arbeitsstätten – Beleuchtung, April 2011, <https://www.arbeitssicherheit.de/schriften/dokument/0%3A4401370%2C1.html>
- ASR A3.6: Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lüftung, Januar 2012, <https://www.arbeitssicherheit.de/schriften/dokument/0:4769836,1.html>.
- AVV-Baulärm: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_19081970_IGI7501331.htm, August 1970.
- AVV-EnEff: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Leistungen, Mai 2020, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/avv-eneff.pdf?__blob=publicationFile&v=8.
- B 591: Ökologische Ausschreibungskriterien für Rußfilter bei Baumaschinen, Frankfurt 2010, www.stvv.frankfurt.de/parlis2/parlis.php.
- BNB: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Januar 2014, <https://www.nachhaltigesbauen.de/>.
- BuGG: Fachinformation „Solar-Gründach“, Bundesverband GebäudeGrün e.V., August 2020, <https://www.gebaeudegruen.info/kontakt/prospektanforderung>.
- DGUV Regel 102-601: Branche Schule, August 2019.
- DIBt-Hinweis WDVS mit EPS-Dämmstoff: Konstruktive Ausbildung von Maßnahmen zur Verbesserung des Brandverhaltens von als „schwerentflammbar“ einzustufenden Wärmedämmverbundsystemen mit EPS-Dämmstoff, Mai 2015.
- DIN EN 806-2: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Planung, Juni 2005.
- DIN EN 1507: Lüftung von Gebäuden, Rechteckige Luftleitungen aus Blech, Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit, Juli 2006.
- DIN 1946-6: Raumluftechnik - Lüftung von Wohnungen, Dezember 2019.
- DIN 1986-100: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Dezember 2016.
- DIN 1988-100: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte, August 2011.
- DIN 1988-200: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe, Mai 2012.
- DIN 1989-1: Regenwassernutzungsanlagen, Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung, April 2002.
- DIN 4102-1: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Mai 1998.
- DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Februar 2013.
- DIN 5034-1: Tageslicht in Innenräumen – Begriffe und Mindestanforderungen, Dezember 2019.

- DIN 5036-1: Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien, Juli 1978.
- DIN EN ISO 7730: Ergonomie der thermischen Umgebung, Mai 2006.
- DIN EN ISO 9972: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden - Differenzdruckverfahren, Dezember 2018.
- DIN 12193: Licht und Beleuchtung - Sportstättenbeleuchtung, Juli 2019.
- DIN EN 12237: Lüftung von Gebäuden, Luftleitungen, Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech, Juli 2003.
- DIN EN 12464-1: Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten, November 2021.
- DIN EN 12599: Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen, Januar 2013.
- DIN/TS 12831-1: Verfahren zur Berechnung der Raumheizlast, April 2020.
- DIN EN 13115: Fenster – Klassifizierung mechanischer Eigenschaften, Dezember 2012.
- DIN EN 16798-1: Eingangsparmeter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik, März 2022.
- DIN EN 16798-3: Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Nichtwohngebäuden, November 2017.
- DIN EN ISO 16484-3: Systeme der Gebäudeautomation (GA) - Funktionen, Dezember 2005.
- DIN 18032-1: Sporthallen - Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung - Planung, November 2014.
- DIN 18040-1: Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Öffentlich zugängliche Gebäude, Oktober 2010.
- DIN 18041: Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung, März 2016.
- DIN V 18599-1-10, Energetische Bewertung von Gebäuden, September 2018.
- DIN EN 60034-30, VDE 0530-30: Drehende elektrische Maschinen - Wirkungsgrad-Klassifizierung von Drehstrommotoren, Dezember 2014.
- DIN EN 62040-3, VDE 0558-530: Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) - Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen, Dezember 2011.
- DIN EN 62196-2, VDE 0623-5-2: Stecker, Steckdosen, Fahrzeugkupplungen und Fahrzeugstecker - Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen - Teil 2, März 2015.
- DST Hinweis Ausgabe 3.1, Energieleitlinien – Planungsanweisungen, Deutscher Städtetag, August 2019, <https://www.staedtetag.de/themen/klimaschutz-und-energie/hinweise-zum-kommunalen-energiemanagement>.
- DST-Hinweis Ausgabe 3.4, Energieeffiziente und hygienische Warmwasserbereitung, Deutscher Städtetag, August 2006, <https://www.staedtetag.de/themen/klimaschutz-und-energie/hinweise-zum-kommunalen-energiemanagement>.
- DVGW 551: Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums, April 2004.
- Energieeffizienz in Küchen, Mensen und Cafeterien, Amt für Bau und Immobilien, Januar 2021, <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen.
- Empfehlungen für die Planung von Schulküchen, Stadt Frankfurt a.M., Februar 2023, <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen.
- ErP-Richtlinie (2009/125/EG): EU-Richtlinie für energieverbrauchsrelevante Produkte, November 2009, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32009L0125>.

- ETAG 004: Leitlinie für Europäische Technische Zulassungen für Außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme mit Putzschicht, Februar 2001.
- Eurovent: Energieeffizienzklassifizierung von Luftfiltern für Lüftungsanlagen, April 2011, www.eurovent-certification.com.
- EU-VO 2015/1094: Energieverbrauchskennzeichnung von gewerblichen Kühllagerschränken, Mai 2015.
- EU-VO 2019/2018: Energieverbrauchskennzeichnung von Kühlgeräten mit Direktverkaufsfunktion, März 2019.
- Frankfurter Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2.0, Frankfurt, 2022, <https://frankfurt.de/themen/klima-und-energie/klimaanpassung/klimaanpassungsstrategie>.
- GEG: Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG), August 2020, zuletzt geändert am 16.10.2023.
- GemHVO: Verordnung über die Aufstellung und Ausführung des Haushaltsplans der Gemeinden (Gemeindehaushaltsverordnung), Dezember 2012.
- Gestaltungssatzung Freiraum und Klima der Stadt Frankfurt am Main (Freiraumsatzung)
- <https://www.bauaufsicht-frankfurt.de/bauberatung/vorbehaltsgebiete/freiraumsatzung> GISCODE: Produkt-Code des Gefahrstoff-Informationssystems der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. www.gisbau.de.
- HBO: Hessische Bauordnung, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, Juli 2018.
- HessBGG: Hessisches Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen und zur Änderung anderer Gesetze, Wiesbaden: Dezember 2004.
- Integrierte Planung blau-grüner-Infrastrukturen, INTERESS-I, Dezember 2021.
- Klimaplanatlas 2016 für Frankfurt, <https://frankfurt.de/themen/klima-und-energie/stadtklima/klimaplanatlas>.
- Leitlinien zur Durchführung von Planungswettbewerben mit Teilnahme der Stadt, Stadtplanungsamt Frankfurt: Mai 2021
- Magistratsbeschluss M 59: Planungsrichtlinien für inklusives Bauen von Schulen, Stadt Frankfurt a.M., April 2022, <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen.
- MSchulbauR: Muster-Richtlinie über bauaufsichtliche Anforderungen an Schulen, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, April 2009.
- Pflichtenheft Gebäudeautomation der Stadt Frankfurt am Main, Frankfurt: Dezember 2021, <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Gebäudeautomation
- RAL UZ: Umweltzeichen des Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., <https://www.blauer-engel.de/de>.
- Richtlinie zum strukturierten und diensteneutralen Verkabelungssystem bei der Stadtverwaltung Frankfurt am Main, Amt für Informations- und Kommunikationstechnik (Amt 16), Frankfurt: Mai 2021.
- RLT-Richtlinie 01: Allgemeine Anforderungen an Raumluftechnische Geräte, Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e.V., Februar 2018, <https://rlt-geraete.de/>.
- Schulküchenplanungsstandards VT 150-250, VT 300-450, VT 500-600, Frankfurt, Juni 2019, <https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen
- StVVB § 1658: Klimaschutz in Frankfurt – Energieberater bei Architekturwettbewerben, Frankfurt: März 2007, www.stvv.frankfurt.de/parlis2/parlis.php.

- StVVB § 2365: Fotovoltaikpotenziale in Frankfurt - mehr Tempo und neue Impulse bei der Nutzung der städtischen Dachflächen, Frankfurt: März 2018, www.stvv.frankfurt.de/parlis2/parlis.php.
- StVVB § 3541: „bike + business“ bei allen Umzugs-, Umbau- oder Neubauplanungen von Anfang an implementieren, Frankfurt: Februar 2008, www.stvv.frankfurt.de/parlis2/parlis.php.
- StVVB § 7502: Passivhausstandard für stadteigene und städtisch genutzte Gebäude, Frankfurt: Januar 2010, www.stvv.frankfurt.de/parlis2/parlis.php.
- SOP Freimessung / Abnahmemessung nach Neubau / Renovierung von Schulen und Kitas, Gesundheitsamt Frankfurt, 06.01.2022.
<https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen
- SOP Vorgehen zur Vermeidung von Beschwerden bei Raumnutzerinnen und –nutzern, Gesundheitsamt Frankfurt, 06.01.2022.
<https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen.
- TR-K09: Technische Richtlinie Messgeräte für thermische Energie, Physikalisch Technische Bundesanstalt, Dezember 2014, <https://oar.ptb.de/files/download/56d6a9e8ab9f3f76468b4631>.
- TR-W19: Technische Richtlinie Messgeräte für Wasser, Physikalisch Technische Bundesanstalt, November 2011.
- UBA: Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden – Teil I: Bildungseinrichtungen, Umweltbundesamt, November 2017, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen>.
- VDI 2050 Blatt 1-5: Anforderungen an Technikzentralen, November 2011 – Mai 2019.
- VDI/GEFMA 3814-1: Gebäudeautomation (GA) - Grundlagen, Januar 2019.
- VDI 4703: Facility-Management, Lebenszyklusorientierte Ausschreibung, Mai 2015.
- VDI 4707 Blatt 1: Aufzüge - Energieeffizienz, März 2009.
- VDI 6022 Blatt 1: Raumluftechnik, Raumlufqualität - Hygieneanforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte, Januar 2018.
- VDI 6022 Blatt 3: Raumluftechnik, Raumlufqualität - Beurteilung der Raumlufqualität, Juli 2011.
- VDI 6023 Blatt 1: Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, September 2023.
- VDI/BTGA/ZVSHK 6023 Blatt 2: Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Gefährdungsanalyse, Januar 2018.
- VDI 6039: Facility-Management, Inbetriebnahmemanagement für Gebäude, Methoden und Vorgehensweisen für gebäudetechnische Anlagen, Juni 2011.
- VDI 6040 Blatt 1: Raumluftechnik, Schulen - Anforderungen, Juni 2011.
- VDI 6040 Blatt 2: Raumluftechnik, Schulen - Ausführungshinweise, September 2015.
- VDI 6041: Facility-Management - Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen, Juli 2017
- VdS 2216: Brandschutzmaßnahmen für Dächer, Merkblatt für die Planung und Ausführ., August 2001.
- VdS 6023: Photovoltaik-Anlagen auf Dächern mit brennbaren Baustoffen, Publikation der deutschen Versicherer (GDV e. V.) zur Schadenverhütung, Entwurf Juni 2022.
- Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht, Schweizerische Vogelwarte, 2022
<https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de> > Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen.
- ZDB-Merkblatt: Verbundabdichtungen. Hinweise für die Ausführung von flüssig zu verarbeitenden Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten, Zentralverband Deutsches Baugewerbe, August 2012.

- ZVSHK-Merkblatt: Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser, Zentralverband Sanitär Heizung Klima, Januar 2011.

7 Checklisten

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Projektsteuerung

2. Umsetzung

Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
	Aktuelle Gesamtkostenberechnung mit Varianten liegt vor						
2.1	Grundlagen und Bedarfsermittlung						
a)	Zielvereinbarung liegt vollständig vor						
b)	Mögliche künftige Umnutzung wird berücksichtigt						
c)	Wettbewerb wertet Nachhaltigkeitsziele gleichrangig						
d)	VgF-Verfahren wertet Erfahrungen mit nachhaltigem Bauen						
e)	Honorar nicht auf Basis der Kostenberechnung sondern pauschal						
2.2	Planung						
a)	Start-Termin mit vollständigem Planungsteam hat stattgefunden						
b)	Planung in 3D oder in BIM						
c)	Prüfung Förderfähigkeit und Beantragung von Fördermitteln						
d)	Zeitnahe Dokumentation in Projektsteuerungssoftware						
e)	Leistungsbeschreibung fragt Betriebskosten gemäß VDI 4703 ab						
f)	Wartungsverträge wurden mit ausgeschrieben						
2.3	Abnahme						
a)	Gebäudebetriebsordner liegt vollständig mit allen Registern vor						
b)	Betriebspersonal und Gebäudenutzende bestätigen Einweisung						
c)	Aktuelle Bestandsunterlagen wurden vollständig übergeben						
d)	Übergabeformulare an Revisionsamt und Stadtkämmerei geschickt						
2.4	Betrieb						
a)	Nutzerzufriedenheit wurde von unabhängiger Stelle bestätigt						
b)	Raumluftqualität liegt im Toleranzbereich						
c)	Betriebskosten liegen im Toleranzbereich						
	aufgestellt (Projektleitung)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					
	gesehen (Abteilungsleitung)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					
	gesehen (Energiemanagement)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					

Legende:

- auszufüllen
- auszufüllen und in jedem Fall umzusetzen
- in dieser Planungsphase nicht relevant

- + Leitlinie eingehalten
- Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich
- o in diesem Projekt nicht zutreffend

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Hochbau

3. Hochbau

Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
3.1 Grundlagen und Bedarfsermittlung							
a)	Bei Neubau geprüft, ob Umsetzung im Bestand möglich						
b)	Bei Kernsanierung Tragwerk und Grundrisse geprüft						
c)	Flächenbedarf minimiert (mehrfache/multifunktionale Nutzung)						
d)	Möglichkeit des Flächenrecyclings geprüft, Bestandsbäume erhalten						
e)	Umsetzung wirtschaftlicher Maßnahmen geprüft (Energieausweis)						
f)	Bei Innensanierung Innendämmung geprüft						
g)	Bei Fenstersanierung Lüftungskonzept erstellt						
3.2 Vorplanung							
3.2.1 Nutzungsqualitäten							
a)	Klimaplanatlas, Anpassungsstrategie und Freiraumsatzung beachtet						
b)	Flachdächer begrünt und mit PV/PVT kombiniert						
c)	Attika oder Geländer als Absturzsicherung						
d)	Fassaden bis 3 m zu 50 % begrünt						
e)	Freiflächen je nach Witterung differenziert und unversiegelt						
f)	Entwässerungsplanung mit Stadtentwässerung abgestimmt						
g)	Begrünung mit Grünflächenamt abgestimmt						
h)	Alle Aufenthaltsräume natürlich belichtet und belüftet						
i)	Fensterflächenanteil optimiert N: 20-30% , O/W: 30-40% , S: 40-50%						
j)	Speichermassen, Dachüberstände, Sonnenschutz, Nachtlüftung						
k)	Übersichtliche Wegeführung mit natürlicher Ausleuchtung						
l)	Ausreichende Anzahl geeigneter Fahrradstellplätze vorhanden						
m)	Umkleiden und Duschen für Fahrradfahrer vorgesehen						
3.2.2 Energieeffizienz							
a)	Passivhaus-Standard oder Passivhaus-Komponenten						
b)	Größtmögliche Photovoltaikanlage						
c)	Kompakte Form						
d)	Solarenergienutzung ermöglichen und Überhitzungen vermeiden						
e)	Hauptzugänge mit unbeheizten Windfängen						
f)	Thermische Zonierung, IT, GA, KW nicht in warmen Räumen						
g)	Räume mit hohen Lasten an Nordfassade oder im Keller						
h)	Technikflächen und Schächte zentral innerhalb versorgter Bereiche						
i)	Vorbeugenden Brandschutz frühzeitig eingeschaltet						
3.2.3 Sonstiges							
a)	Unbelasteter Erdaushub wiederverwendet						
3.3 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis							
3.3.1 Nutzungsqualitäten							
a)	Sonneneintrag nach DIN 4108 T2 auf 0,03 begrenzt						
b)	Sollnachhallzeiten nach DIN 18041 eingehalten						
c)	Barrierefreiheit nach DIN 18040-1 und M 59 eingehalten						
d)	AMEV-Sanitäranlagen 2011, Kapitel 2.3.4 eingehalten						
e)	Fensteröffnungsflügel von 0,2 m² pro Person + Absturzsicherung						
f)	Tageslichtquotient mindestens 5 % bzw. 3 %						
g)	Mindestreflexionsgrade eingehalten (helle Räume)						
h)	Ausreichende Speichermassen (mindestens mittlere Bauart)						
i)	Außen liegender Sonnenschutz $F_c \leq 0,25$ bis 13 m/s Wind						
j)	Bei motorischer Steuerung: Automatik manuell übersteuerbar						
k)	Nachtlüftungskappen mit mindestens 2 % der Raumfläche						
l)	Bedienung Nachtlüftung manuell möglich						
3.3.2 Baustoffe							
a)	Bevorzugter Einsatz von Alt-Bauteilen und Recyclingmaterialien						
b)	Möglichst geringer Aufwand an Treibhausgas-Emissionen						
c)	langlebige, demontierbare Konstruktionen						

d) Deklaration sämtlicher Materialien, Produkte und Elemente					
e) Nur schadstoffarme, geruchsneutrale, Produkte (DIN 16798-1)					
f) Nicht heimische Hölzer nur mit FSC-Zertifikat					
g) Kein PVC für Fußböden, Tapeten, Fenster, Türen, Kabel, Rohre					
h) Künstliche Mineralfasern gegen Innenraum abgedichtet					
i) Chemischen Holzschutz vermieden (Dachüberstand)					
j) Formaldehyd geringstmöglich, Holz RAL UZ 38 bzw. 76					
k) Lösungsmittelarme Farben und Kleber RAL UZ 102, 12 a, 113					
l) Bitumenanstriche und Kleber nicht GIS BBP 40-70					
m) Epoxidharz nicht GIS RE 4-9					
n) Polyurethanharzprodukte nicht GIS 20-80 (Außer Klasse B und C)					
o) DD-Lacke nicht GIS DD1 und DD2					
p) Phenolharz-/Resol-Hartschaumplatten nicht in Innenräumen					
q) Fenster unterhaltungsarm z.B. Holz mit Aluverkleidung					
r) WDVS nach ETAG 004 dauerhaft gg. Beschädigung geschützt					
s) Algenbildung vermieden durch mineralische oder Silikatputze					
t) Brandschutz WDVS: DIBt-Hinweis WDVS mit EPS eingehalten					
3.3.3 Energieeffizienz					
a) Bei Neubau und Sanierung Passivhauskomponenten nach Tabelle					
b) Innendämmung möglichst kapillaraktiv					
c) Konstruktion möglichst wärmebrückenfrei (Kategorie B)					
d) Außentüren mit gleitgelagerten Obentürschließern ≤ 5 s					
e) GEG-Nachweis und Energiebedarfsausweis liegt als Datei vor					
f) Luftdichtheitsmessung $n_{50} \leq 0,6$ /h nach DIN 9972 Verfahren 1					
3.3.4 Sonstiges					
a) Flachdächer mit Mindestgefälle von 3-4% und außenl. Entwässerung					
b) Türen und Fenster 20 cm über Straße, vor Überflutung geschützt					
c) Notüberläufe nach DIN 1986-100 für 100-jähriges Ereignis					
d) RWA witterungsgeschützt (z.B. vertikal)					
e) Nistmöglichkeiten für Gebäudebrüter					
f) VdS 2216 „Brandschutzmaßnahmen für Dächer“ eingehalten					
3.4 Bauausführung und Abnahme					
3.4.1 Nutzungsqualitäten					
Messprotokolle für Qualitäten nach 3.3.1 liegen vor					
3.4.2 Baustoffe					
a) Dämmung nicht mit Montageschaum					
b) Abfallfraktionen getrennt gesammelt und verwertet					
c) Raumluftmessung (Freimessung) wurde vorgenommen					
3.4.3 Energieeffizienz					
a) Verkleidung Rohrleitungen und Kanäle erst nach Dichtheitsprüfung					
b) Protokoll Luftdichtheitsmessung liegt vor					
c) Übereinstimmenserklärung des GEG-Nachweisberechtigten liegt vor					
3.4.4 Sonstiges					
a) Maßnahmen ab 100.000 € Baustrom- und Bauwasserzähler					
b) Baumaschinen mit Lärmschutz nach RAL UZ 53					
c) Baumaschinen mit Rußfilter (UBA-Grenzwert)					
d) Zugänglichkeit aller Revisionsöffnungen überprüft					
aufgestellt (Architekt)	Name:				
	Datum:				
	Unterschrift:				
gesehen (Projekt-/Abteilungsleitung)	Name:				
	Datum:				
	Unterschrift:				

Legende:

<input type="checkbox"/>	auszufüllen
<input type="checkbox"/>	auszufüllen und in jedem Fall umzusetzen
<input type="checkbox"/>	in dieser Planungsphase nicht relevant

+	Leitlinie eingehalten
-	Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich
o	in diesem Projekt nicht zutreffend

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Heizungstechnik

Heizungstechnik		Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
Nr.	Kriterium						
2.2.e	Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer						
4. Technik allgemein							
4.1 Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)							
a)	Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar						
b)	Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt						
c)	Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar						
d)	Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt						
e)	Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring						
f)	Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten						
g)	Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung						
4.1 Heizungstechnik							
4.1.1 Vorplanung							
a)	Wärmeversorgung zu 80% regenerativ oder mit KWK						
b)	Bei Neubauten ohne Wärmenetz Erdsonden oder Erdkollektoren						
c)	Referenzen hinsichtlich der Erfahrung mit Geothermie						
d)	Bei Freibädern Beckenwassererwärmung mit Solaranlage						
e)	Bei Containern Alternativen zu Elektrodirektheizung geprüft						
f)	Wärmeleistung über Regression oder < 30 W/m²						
4.1.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis							
a)	Holzheizung Emissionsgrenzwerte nach Blauer Engel						
b)	Bei Gas Grundlast mit KWK, Rücklauftemperatur unter 40°C						
c)	Rücklauftemperatur unter 40°C						
d)	Neue Gasanlagen H2-ready						
e)	Strangregelung je Gebäude						
f)	Separate Heizkreise für Sondernutzungen						
g)	begrenzbare Thermostatventile mit voreingestelltem k_v -Wert						
h)	Neue Heizkörper max. 50°C/30°C						
i)	Heizkörper vor Glasflächen vermieden (Sanierung: Strahlungsschirm)						
j)	Leitungen und Armaturen nach Tabelle gedämmt						
k)	Wärmezähler für BHKW, Holz-, Solar-, Wärmep., zentrale WWB						
l)	Hocheffizienzpumpen mit $E_{EEI} \leq 0,2$ und evtl. Drehzahlregelung						
m)	Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung mit Pumpenabschaltung						
n)	Optimierung für Absenk- und Aufheizzeitpunkt						
o)	Wärmespeicher sind als Schichtspeicher ausgeführt						
4.1.3 Bauausführung und Abnahme							
a)	Inbetriebnahmeprotokolle nach TR-K09 der PTB liegen vor						
b)	Protokoll für hydraulischen Abgleich liegt vor						
c)	Thermostatventile sind begrenzt und voreingestellt						
d)	Heizsoltemperaturen nach AMEV Heizbetrieb sind eingestellt						
e)	Heizbetrieb nur unter Heizgrenztemperatur möglich						
f)	Alle Regelungsfunktionen aktiviert und Nutzungszeiten eingestellt						
g)	Druckprüfprotokoll mit Trinkwasser liegt vor						
	aufgestellt (Fachingenieur)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					
	gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Lüftungstechnik

Lüftungstechnik

Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
-----	-----------	-------------------	------------	-------------	---------	-----------------	-------------------------------

2.2.e Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer

4. Technik allgemein

a)	Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)						
b)	Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar						
c)	Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt						
d)	Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar						
e)	Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt						
f)	Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring						
g)	Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten						
h)	Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung						

4.2 Lüftungstechnik

4.2.1 Vorplanung

a)	Schadstoffe unter Grenzwerten, CO ₂ im Mittel < 1.000 ppm						
b)	Passivhauskomponenten (Wärmebereitstellungsgrad > 80 %)						
c)	Luftmenge Kategorie II nach DIN EN 16798: 7 bzw. 5,5 l/s,P						
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						

4.2.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis

a)	Revisionsöffnungen für vollständige Inspektion/Reinigung vorhanden						
b)	RLT-Geräte Energieeffizienzklasse A+ nach RLT-Richtlinie 01						
c)	Spezifischer Stromverbrauch < 0,45 Wh/m³						
d)	Keine Rotationswärmeübertrager, kein Umluftbetrieb						
e)	Luftfilter haben Energieeffizienzklasse A nach Eurovent						
f)	Steuerung IDA-C3 DIN 13779 (Zeitprogramm, Bedarfslaster)						
g)	Drehzahlregelung bei stark variierender Nutzungsanforderung						
h)	Regelung im Sanitärbereich über Hygrostaten oder Präsenzmelder						
i)	Therm. Isolierung / Wärmebrückenfaktor < T3/TB3 bzw. T2/TB2						
j)	Dämmung der Lüftungskanäle 100 mm halogenfrei nach Leitlinien						
k)	Luftleckrate ≤ Luftdichtheitsklasse C nach DIN EN 1507 / 12237						
l)	Schalldruckpegel < 35 dB(A) bzw. 40 dB(A)						

4.2.3 Bauausführung und Abnahme

a)	Hygiene-Erstinspektion nach VDI 6022 Blatt 1						
b)	Abnahme erst nach Messung WRG, Luftmengen, Dichth., el. Leistung						
c)	Alle Regelungsfunktionen aktiviert und Nutzungszeiten eingestellt						
d)	Spülen vor und nach der Nutzung ca. 60 Min.						

4.2.4 Betrieb

a)	Lüftungsanlage ist außerhalb der Heizperiode abgeschaltet						
b)	Alle 3 Jahre Hygieneinspektion nach VDI 6022 Blatt 1						

aufgestellt (Fachingenieur)	Name:					
	Datum:					
	Unterschrift:					
gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)	Name:					
	Datum:					
	Unterschrift:					

Legende:

- auszufüllen
- auszufüllen und in jedem Fall umzusetzen
- in dieser Planungsphase nicht relevant

- + Leitlinie eingehalten
- Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich
- o in diesem Projekt nicht zutreffend

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Klimatechnik

Klimatechnik							
Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
2.2.e	Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer						
4. Technik allgemein							
a) Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)							
b)	Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar						
c)	Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt						
d)	Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar						
e)	Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt						
f)	Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring						
g)	Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten						
h)	Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung						
4.3 Klimatechnik							
4.3.1 Vorplanung							
a)	Aktive Kühltechnik vermieden						
b)	Wenn Kühlung erforderlich freie oder adiabatische Kühlung						
c)	Wenn aktive Kühlung, dann Nutzung erneuerbarer Energieen						
d)	Bei Zentralkälte Nutzung der Abwärme geprüft						
d)	Mobile Klimageräte nur in Bestandsbauten zu konservat. Zwecken						
4.3.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis							
a)	Keine (teil-)halogenierten Kältemittel						
b)	Keine halogenhaltigen Kunstschäume						
c)	Komfort-Kühlung: Raumsolltemp. gleitend 3 K unter Außentemp.						
d)	Konservatorische Anforderung: jahreszeitlich gleitend $\Delta F < 1\% / d$						
e)	Kühlbetrieb nur möglich, wenn Sonnenschutz aktiviert						
4.3.3 Bauausführung und Abnahme							
a)	Betrieb der Kältemaschine erst ab 26°C, RaumT = AußenT - 3 °C aufgestellt (Fachingenieur)						
	Name:						
	Datum:						
	Unterschrift:						
	gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)						
	Name:						
	Datum:						
	Unterschrift:						

Legende:

	auszufüllen
	auszufüllen und in jedem Fall umzusetzen
	in dieser Planungsphase nicht relevant

+	Leitlinie eingehalten
-	Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich
o	in diesem Projekt nicht zutreffend

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Sanitärtechnik

Sanitärtechnik		Bedarfsmittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
Nr.	Kriterium						
2.2.e	Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer						
4.	Technik allgemein						
a)	Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)						
b)	Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar						
c)	Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt						
d)	Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar						
e)	Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt						
f)	Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring						
g)	Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten						
h)	Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung						
4.4	Sanitärtechnik						
4.4.1	Vorplanung						
a)	Regenwasser-, Hygienespülwasser- und Trinkbrunnennutzung						
b)	Möglichkeit der Verdunstung oder Verrieselung geprüft						
c)	Möglichkeit der Brauchwassernutzung geprüft						
d)	Handwaschbecken und Putzräume nur mit Kaltwasser						
e)	Enthärtungsanlage vermieden oder verbrauchernah						
f)	Trinkwasserbrunnen im EG mit Füllmöglichkeit für Trinkflaschen						
g)	Bei Sanierungen Gefährdungsanalyse gemäß VDI 6023 Blatt 2						
4.4.2	Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis						
a)	Zu- und Abwasserleitungen nicht in PVC						
b)	Trinkwasserleitungen in Edelstahl oder PE						
c)	Stagnation vermieden (Durchschleifen, Hygienespülung)						
d)	Rohrleitungen leicht zugänglich						
e)	Regelfallrohre auf Außenfassade, ≥ DN 100, Revisionsöffnung						
f)	Sanitärobjekte wandhängend						
g)	WC-Sitze mit durchgehender Edelstahl-Scharnierwelle						
h)	Spülkästen mit Stopptaste und Benutzungshinweis						
i)	Spülkästen max. 4,5 l						
j)	Wasch- und Spülbecken mit Strahlregler 5 l/min						
k)	Duscharmaturen mit fülligem Strahl max. 7 l/min						
l)	Selbstschlussarmaturen WB max. 5 sec. Dusche max. 40 sec						
m)	Duschen nur über dezentrale Frischwasserstationen/Durchlauferh.						
n)	Heizwasserspeicher nur für nachgewiesenen Bedarf						
o)	Erwärmung von Kaltwasserleitungen ist unterbunden						
p)	Hocheffizienzumpen mit EEI ≤ 0,2 und Schaltuhr						
q)	Prüfung separate Wärmeerzeugung für Warmwasserbereitung						
r)	Bei zentraler WWB Unterzähler für Warmwassermenge						
s)	Für nur gelegentlich genutzte Duschen Durchlauferhitzer						
t)	Keine Unterischspeicher, sondern Klein-Durchlauferhitzer						
u)	Bei Warmwasser Verbrühungsschutz (Schulen ≤ 43°C, KT ≤ 38°C)						
v)	Vollständiger Wasseraustausch alle 72 Stunden, Spülplan						
w)	Rohrbelüftungsventile zugänglich und mit Nachströmöffnung						
4.4.3	Bauausführung und Abnahme						
a)	Kennzeichnung und Protokoll Druck- und Funktionsprüfung liegt vor						
b)	Inbetriebnahmeprotokolle für Wasserzähler nach TR-W19 liegen vor						
c)	Hygieneuntersuchungen nach VDI 6023, Probenahmeventile aufgestellt (Fachingenieur)						
	Name:						
	Datum:						
	Unterschrift						
	gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)						
	Name:						
	Datum:						
	Unterschrift						

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Elektrotechnik

Elektrotechnik

	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
Nr. Kriterium						
2.2.e	Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer					

4. Technik allgemein						
	a) Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)					
	b) Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar					
	c) Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt					
	d) Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar					
	e) Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt					
	f) Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring					
	g) Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten					
	h) Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung					

4.5 Elektrotechnik

4.5.1 Vorplanung						
	a) Regenerative Quellen oder KWK, größtmögliche PV-Anlage					
	b) Vor Vergrößerung Trafostation Spitzenlast minimiert					
	c) Bei größeren Sanierungen Leuchten unter 50 lm/W ersetzt					
	d) Beleuchtungsstärke weicht max. 10 % von DIN EN 12464 ab					
	e) Elektrodirektheizung vermieden					
	f) Lademöglichkeit für 25 % der Fahrrad- und PKW-Stellplätze					

4.5.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis						
	a) Elektrische Leistung von Leuchten < 1,5 W/m²100lux					
	b) Lichtausbeute mindestens 100 lm/W					
	c) LED-Module mit marktüblichen Standard-Fassungen					
	d) Leuchtenbetriebswirkungsgrad min. 80 %					
	e) Beleuchtung wird immer vom Nutzer eingeschaltet. Aus evtl. aut.					
	f) Bei Klassenräumen zentrale Abschaltung 5 Min. nach Pausenbeginn					
	g) Wiedereinschaltung von Hand jederzeit möglich					
	h) Große Räume in Reihen schaltbar mit beschrifteten Schaltern					
	i) Flure, Treppenhäuser, Lager, Keller mit Zeitrelais oder Präsenz					
	j) Tageslichtversorgte Bereiche getrennt schaltbar					
	k) Toiletten und Umkleiden Eingangsbewegungsmelder mit Akustiks.					
	l) Bei Schulturnhallen Wettkampfbetrieb nur über Schlüsselschalter					
	m) Größere Leuchtengruppen über Präsenzmelder mit Lichtsensor					
	n) Außenbeleuchtung über Dämmerungsschalter und Schaltuhr					
	o) Schalter und Taster beschriftet (keine Bus-Komponenten)					
	p) Bei Küchen Spitzenlastbegrenzung geprüft/vorbereitet					
	q) Wenn USV nötig Wirkungsgradklasse 3 nach EN 62040-3					
	r) Haushaltsgeräte beste verfügbare Effizienzklasse (ecobptn.de)					
	s) Leistungsbilanz < 25 W/m²					
	t) Zentrale Steckdosen-Stromkreis-Abschaltung					

4.5.3 Bauausführung und Abnahme						
	a) Abnahme erst nach Messung d. Beleuchtungsstärke und el. Leistung					
	b) Präsenzmelder eingestellt und protokolliert					
	aufgestellt (Fachingenieur)	Name:				
		Datum:				
		Unterschrift:				
	gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)	Name:				
		Datum:				
		Unterschrift:				

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Küchentechnik

Küchentechnik		Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
Nr.	Kriterium						
2.2.e	Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer						
4. Technik allgemein							
a) Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)							
b)	Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar						
c)	Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt						
d)	Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar						
e)	Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt						
f)	Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring						
g)	Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten						
h)	Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung						
4.6 Küchentechnik							
a)	Quartierskonzept mit Zentralküche liegt vor						
b)	Kühl-/Gefrierzonen sind thermisch entkoppelt						
c)	Küchengeräte evtl. mit Gas betrieben, min. ein Induktionsherd						
d)	Küchengeräte mit Kondensationshaube oder interner WRG						
e)	Verbrauchswerte nach DIN 18873 liegen vor						
f)	Gewerbliche Küchen mit separater Lüftung und Verbrauchszählern						
g)	Planungsempfehlungen sind beachtet						
aufgestellt (Fachingenieur)		Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					
gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)		Name:					
		Datum:					
		Unterschrift:					

Legende:

- auszufüllen
- auszufüllen und in jedem Fall umzusetzen
- in dieser Planungsphase nicht relevant

- + Leitlinie eingehalten
- Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich
- o in diesem Projekt nicht zutreffend

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Maschinelle Anlagen

Maschinelle Anlagen							
Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
2.2.e	Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer						
4. Technik allgemein							
a)	Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)						
b)	Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar						
c)	Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt						
d)	Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar						
e)	Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt						
f)	Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring						
g)	Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten						
h)	Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung						
4.7 Maschinelle Anlagen							
a)	Auslegung bei hohem Publikumsverkehr nach Verkehrsberechnung						
b)	Energiesparmotoren ab 1.000 h/a IE3 nach DIN EN 60034-30						
c)	Aufzüge in Energieeffizienzklasse A nach VDI 4707						
d)	Keine ständig offenen Schachthe- und entlüftungen						
e)	Hydraulische Antriebe wurden vermieden						
	aufgestellt (Fachingenieur)						
	Name:						
	Datum:						
	Unterschrift						
	gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)						
	Name:						
	Datum:						
	Unterschrift						

Legende:

	auszufüllen
	auszufüllen und in jedem Fall umzusetzen
	in dieser Planungsphase nicht relevant

+	Leitlinie eingehalten
-	Leitlinie nicht eingehalten, Begründung erforderlich
o	in diesem Projekt nicht zutreffend

Checkliste für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2024

A1	Liegenschaft	
A2	Straße, Hausnummer	
A3	Bauteil	
A4	Maßnahme	
A5	Gewerk	Gebäudeautomation und Kommunikationstechnik

Gebäudeautomation und Kommunikationstechnik							
Nr.	Kriterium	Bedarfsermittlung	Vorplanung	B+F-Vorlage	Abnahme	2 Jahre Betrieb	Begründung (evtl. auf Anlage)
2.2.e	Wartungsverträge mindestens über die Gewährleistungsdauer						
4. Technik allgemein							
a)	Gebäudetechnik und Steuerung minimiert (LowTech)						
b)	Konstruktionen sind recyclinggerecht und leicht demontierbar						
c)	Es werden nur halogenfreie Kabel eingesetzt						
d)	Ersatzteile über mindestens 10 Jahre lieferbar						
e)	Gewerkespezifische Durchdringungen gedichtet und gedämmt						
f)	Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring						
g)	Mängel aus nachfolgenden Prüfungen sind vorbehalten						
h)	Gebäudebetriebsordner und Sachverständigenprüfung						
4.8 Gebäudeautomation							
4.8.1 Vorplanung							
a)	Alle Gewerke können auf gemeinsame MBE aufgeschaltet werden						
b)	Integrationsplanung mit Minimierung der Datenpunkanzahl						
c)	Funktionsschema, Funktionsliste und Automationsschemata liegen vor						
4.8.2 Entwurfs- und Ausführungsplanung, Leistungsverzeichnis							
a)	Alle Datenpunkte nach einheitlichem AKS bezeichnet						
b)	Verbrauchzählerkonzept mit Energiemanagement abgestimmt						
c)	Ein Zähler mit Schnittstelle je Gebäude, Nutzung und Medium						
d)	Unterschalter 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)	Handbedienebene mit Schalter Aus-Auto-Ein im Technikraum						
h)	Autarke DDC-Funktion auch bei GLT-Ausfall und nach Netzausfall						
i)	Alle Betriebsdaten ohne Passwort an DDC ablesbar						
j)	Nutzungskonditionen und Zeitpläne über Passwort veränderbar						
k)	DDC-Unterstationen haben herstellerunabhängige Schnittstelle						
l)	Ab Jahreskosten von 30.000 € Aufschaltung auf MBE						
m)	Einheitliches Layout für Bildschirmoberfläche						
n)	Anordnung der MBE im Raum der Hausverwaltung						
o)	Wichtige Störmeldungen gehen per SMS aufs Mobiltelefon						
p)	Einfache Bedientableaus mit Standardszenarien						
4.8.3 Bauausführung und Abnahme							
a)	1:1 Datenpunkttest, Funktionstest, Netzausfalltest liegen vor						
b)	Alle Sensoren und Aktoren vor Ort, in DDC und MBE beschriftet						
c)	Passwörter und Programmierung in den Schaltschränken						
d)	Individuelle Bedienungsanleitung im Gebäudebetriebsordner						
4.9 Kommunikationstechnik							
a)	Richtlinie des Amtes 16 zum Verkabelungssystem eingehalten						
b)	Gemeinsame Kabeltopologie für TK (VoIP) und Datennetz						
c)	Je Raum 2 Datenanschlüsse (100BT) + 2 pro weiterem AP						
d)	GA über getrenntes Techniknetz auf ABI-Server aufgeschaltet						
e)	Notfall- und Gefahren-Reaktionssysteme über separate Kabelnetze						
f)	Geräte mit hoher Wärmelast außerhalb von Aufenthaltsräumen						
g)	Bürogeräte mit Blauem Engel und zentraler Abschaltung						
f)	Keine Serverräume außer im Rechenzentrum des Amtes 16						
	aufgestellt (Fachingenieur)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift					
	gesehen (Fachprojekt-/Abteilungsleitung)	Name:					
		Datum:					
		Unterschrift					

Notizen:

Notizen:

