Der Oberbürgermeister

Stadt Köln

Bauen für Köln

Gebäudewirtschaft
der Stadt Köln
Bauten – Management – Service

Die Gebäudewirtschaft ist eine Serviceeinrichtung der Stadt Köln

Energieleitlinien der Stadt Köln -2010

Inhalt

UMSETZUNG DER LEITLINIEN 2

WIRTSCHAFTLICHKEIT 2

1 HOCHBAU 3

2 HEIZUNGSTECHNIK 5

3 REGENERATIVE ENERGIEN 7

4 RAUMLUFT-TECHNIK 8

5 GEBÄUDEAUTOMATION 9

6 WASSEREINSPARUNG 11

7 ELEKTROTECHNIK 12

8 KONZEPTION ENERGIEZÄHLER 15

Anlage 1: Referenzgebäude EnEV 2009 und „Standard Köln“ für Nichtwohngebäude 16

Höchstwerte Wärmedurchgangskoeffizienten 22

Anlage 2: Sollwerte Raumtemperaturen 23

Anlage 3: Erläuterungen zur Gesamtkostenberechnung 25

Anlage 4: Checkliste

Anhang: Anforderungen Gebäudeautomation

Umsetzung der Leitlinien

Die nachfolgenden Leitlinien sind Grundlage aller Architekten- und Ingenieurbeauftragungen. Sie gelten für alle städtischen Neubau- und Sanierungsvorhaben im Gebäudebestand sowie für Gebäude, die im Rahmen von ÖPP- oder anderen Investorenmodellen in Zukunft errichtet werden, mit dem Ziel einer nachhaltigen effizienten Energienutzung. Die Leitlinien sind den planenden Architekten und Ingenieuren am Beginn der Planung auszuhändigen und deren projektbezogene Umsetzung in Absprache mit der Gebäudewirtschaft- Energiemanagement in der Beauftragung bindend vorzuschreiben. Die Energieleitlinien spiegeln den aktuellen Stand der Technik wider und werden bei Bedarf fortgeschrieben. Sie ergänzen bestehende Gesetze, gültige Normen und Richtlinien und ersetzen keine fachgerechte, projektbezogene Planung. Sie bilden die Basis für ein effizientes Energiemanagement

Oberster Planungsgrundsatz bei allen Bauvorhaben der Gebäudewirtschaft ist es, die Summe aus Investitions- und Betriebskosten über die Lebensdauer des Gebäudes zu minimieren. Dieses Ziel lässt sich insbesondere mit einer integralen Planung der Gewerke während der Planungsphase realisieren. Dazu werden vom Architekten bzw. Projektleiter schon zu Beginn der Vorplanung neben den Nutzern auch die Fachplaner herangezogen, um anhand der Nutzungsanforderungen und örtlichen Gegebenheiten eine wirtschaftlich optimierte Gesamtkonzeption des Gebäudes zu entwickeln. Die Bearbeitung und Einhaltung der Leitlinien ist dabei in den einzelnen Planungsschritten nachzuweisen. Die Ergebnisse sind anhand der im Anhang beigefügten Checkliste zu dokumentieren und werden durch die Gebäudewirtschaft- Energiemanagement geprüft und für die Beschluss fassenden politischen Gremien freigegeben.

Wirtschaftlichkeit

Grundsätzlich sollen alle wirtschaftlichen Maßnahmen umgesetzt werden. Eine Maßnahme ist dann wirtschaftlich, wenn innerhalb der rechnerischen Lebensdauer die eingesparten Energie- und Betriebskosten höher sind als die erforderlichen Investitionskosten. Dies wird bei Einhaltung der Energieleitlinien im Allgemeinen gut erreicht. Wenn von den Leitlinien abgewichen wird, sowie bei Variantenbetrachtungen, ist die Wirtschaftlichkeit mit Hilfe des Rechenverfahren der Gesamtkostenberechnung nachzuweisen (siehe Anlage 2). Dabei sind Umweltfolgekosten in Höhe von 50 €/to CO_2 als Beitrag zum Klimaschutz anzusetzen.

1 Hochbau

a) Architektur

Kompakte Gebäude verbrauchen wenig Heizenergie. Verkehrsflächen und Nebenräume, aber auch Lufträume sollen minimiert werden. Räume sollen weitgehend natürlich be- und entlüftet werden können. Das gilt auch für Passivhäuser außerhalb der Heizperiode. Hierfür sind ausreichend große Fensteröffnungsflügel vorzusehen. In allen Räumen sollte Tageslicht genutzt werden, Arbeitsplätze sind tageslichtorientiert zu planen. Die Gebäudeausrichtung und -geometrie sowie die Ausrichtung und Größe der Fenster sind unter den Gesichtspunkten natürliche Belüftung, passive Solarenergienutzung, sommerliche Überhitzung und maximale Tageslichtnutzung zu optimieren. Zur Versorgung der Nutzungsbereiche mit Tageslicht ist ein schlüssiges Konzept vorzulegen. Dabei sollen möglichst architektonische Elemente (z.B. Lichtumlenksysteme) berücksichtigt werden.

Räume, die hohe Reflexionsgrade der Wand- und Fußbodenoberflächen aufweisen, benötigen weniger Strom für die Beleuchtung. Um gute Reflexionsgrade zu erreichen, sind unter Abwägung von architektonischen Farbkonzepten und weiterer Kriterien wie Reinigungsanfälligkeit vorrangig helle Farben und glatte Oberflächen zu realisieren.

Bodentiefe Verglasungen oder verglaste Brüstungsbereiche sind zu vermeiden, um die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108 Teil 2 leichter einhalten zu können. Heizkörper vor verglasten Flächen sind nicht zulässig.

Hauptzugänge sollen einen unbeheizten Windfang erhalten.

Besonnte Fensterflächen erhalten einen außen liegenden Sonnenschutz (Durchlassfaktor b < 0,2 nach VDI 2078), wenn sie nach Süden, Westen oder Osten ausgerichtet sind. Dieser wird grundsätzlich automatisch betrieben, muss aber manuell übersteuerbar sein. Für eine ausreichende Hinterlüftung ist zu sorgen. Der Sonnenschutz ist so zu planen, dass auch bei voller Schutzfunktion möglichst kein Kunstlicht erforderlich wird. Hierzu können tageslichtorientierte Lamellen-Systeme eingesetzt werden, deren oberer Teil getrennt einstellbar ist und eine Reflektion des Sonnenlichtes gegen die Raumdecke ermöglichen.

b) Baulicher Wärmeschutz

Neubau

Bei Neubauten ist eine über die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) hinausgehende Energieeffizienz zu erreichen. Hierzu ist nachzuweisen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf Q_P' des zu errichtenden Gebäudes (bei Wohngebäuden: für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung; bei Nichtwohngebäuden: für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung) den entsprechenden Jahres-Primärenergiebedarf eines **Referenzgebäudes „Standard Köln"** (gleiche Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung) mit der in Anlage 1/Tabelle1 angegebenen technischen Referenzausführung nicht überschreitet.

Alternativ:

Neubau

Neubauten sollen den Passivhaus-Standard erfüllen (u.a. Jahresheizwärmebedarf <15 kWh/m²a). Der Nachweis ist über das Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) des Passivhaus-Instituts Darmstadt zu erbringen. Sollte dieser Standard nicht wirtschaftlich erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen diesen Fällen ist dann eine über die Anforderung der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) hinausgehende Energieeffizienz zu erreichen. Hierzu ist nachzuweisen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf Q_P' des zu errichtenden Gebäudes (bei Wohngebäuden: für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung; bei Nichtwohngebäuden: für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung) den entsprechenden Jahres-Primärenergiebedarf eines Referenzgebäudes „Standard Köln" (gleiche Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung) mit der in Anlage 1/Tabelle1 angegebenen technischen Referenzausführung nicht überschreitet.

Details sind so zu planen, dass der Aufschlag für Wärmebrücken kleiner 0,05 W/m² K ist. Dabei sind entweder Einzelnachweise oder Details aus dem Wärmebrückenkatalog zulässig. Die Dichtigkeit ist grundsätzlich mit dem Blower-Door Test nachzuweisen. Dabei ist bei Gebäuden ohne RLT-Anlage ein n_{50}-Wert von maximal 2/h, bei Gebäuden mit RLT-Anlage von maximal 1/h zu erreichen. Bei Gebäuden in Passivhaus-Bauweise ist ein n_{50}-Wert kleiner als 0,6 zu erreichen.

Transparente Bauteile in Dächern wie Lichtkuppeln, Lichtbänder sind möglichst zu vermeiden.

Modernisierung, Sanierung

Bei der Modernisierung bestehender Gebäude sind in der Regel folgende U-Werte einzuhalten:

Bauteile	**U-Wert in W/m²K**	**entspricht etwa einer Dämmdicke**
Außenwand	0,20	18 cm (WLG 035)
Dach	0,18	20 cm (WLG 035)
Decken, Wände, Boden gegen unbeheizte Räume und Erdreich	0,30	12 cm (WLG 035)
Fenster	1,30	
Verglasung	0,80	

(Angaben der Dämmdicke dienen lediglich als Orientierung):

Bei Fenstern ist ein wärmetechnisch verbesserter Randverbund (warme Kante) einzusetzen. Glasteilende Sprossen im Scheibenzwischenraum sind zu vermeiden.

Bei Sanierungsmaßnahmen umfangreicherer Art (mehrere Teil der Gebäudehülle und/oder Anlagentechnik, Generalinstandsetzung) dürfen die Anforderungen der EnEV 2009 für Neubauten um maximal 15 % überschritten werden.

Ausnahmen gelten, wenn die genannten Werte mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht erreichbar sind. Die optimale Variante ist dann mittels Gesamtkostenberechnung nachzuweisen (siehe Seite 2, Wirtschaftlichkeit). Wenn aus technischen oder denkmalpflegerischen Gründen einzelne Anforderungen nicht eingehalten werden können, sind Ausnahmen zulässig.

Alle Abweichungen sind jedoch mit der Gebäudewirtschaft- Energiemanagement abzustimmen.

2 Heizungstechnik

Grundlagen

Die betriebsfertigen Anlagen werden nach dem neuesten Stand der Technik sowie der jeweils zum Zeitpunkt der Erteilung der Baugenehmigung gültigen Nor-

men und gesetzlichen Vorschriften ausgeführt. Insbesondere sind dabei die technischen Vorschriften für Bauleistungen nach DIN 18380 und 18382, die VOB Teil C, die Vorschriften der regionalen Energieversorger sowie die städtischen Vorgaben für Raumtemperaturen (Anlage 2) einzuhalten.

Wärmeerzeugung

Die Auslegung der Heizungsanlage erfolgt bei Neubaumaßnahmen nach detaillierter normgerechter Wärmebedarfsberechnung. Bei Ersatz von Heizkessel im Bestand kann nach vereinfachter Wärmebedarfsberechnung (z.B. nach der Hüllflächen-Methode, Verbrauchshistorie oder anderer geeigneter Verfahren) ausgelegt werden. Eventuell anstehende oder zwischenzeitlich ausgeführte Sanierungen der Gebäudehülle sind dabei entsprechend zu berücksichtigen. Ein Austausch ohne eine der vorgenannten Heizlastberechnungen ist unzulässig.

Die Gebäudeheizung erfolgt über eine Sekundärheizanlage als geschlossene Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage. Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung, wie in Köln verfügbar, ist zu bevorzugen. Bei einem Betrieb mit Erdgas sind Brennwertkessel zu verwenden.

Zur optimalen Ausnutzung des Kondensationsbereiches sowie zur Reduzierung von Leitungsverlusten sind maximale Systemtemperaturen von 60/40 °C vorzusehen. Ausnahmefälle mit höheren Systemtemperaturen sind zu begründen.

Wenn keine Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (Nah-/Fernwärme) genutzt werden kann, ist der Einsatz von Biomasse-Heizkesseln oder anderen geeigneten alternativen Heizungskonzepten zu prüfen und neben einem technischen Vergleich zur konventionellen Heizung in einer Wirtschaftlichkeits-Vorbetrachtung zu dokumentieren.

Bei zentraler Trinkwarmwasserbereitung ist zu prüfen, ob eine eigenständige Beheizung in der Nähe der Verbrauchsstellen wirtschaftlicher ist.

Wärmeverteilung

Das Rohrsystem ist entsprechend der Rohrnetzberechnung auf Basis der städtischen Temperaturvorgaben einzuregulieren. Ohne eine ordnungsgemäße Einregulierung, die durch ein Protokoll zu dokumentieren ist, erfolgt keine Abnahme. Die sich in der Praxis einstellenden Raumtemperaturen sind zu überprüfen und gleichfalls zu protokollieren. Im Bedarfsfall ist eine Nachregulierung erforderlich.

Das Gebäude ist in Heizkreise aufzuteilen, die sich mindestens nach Raumtemperatur- bzw. Vorlauftemperaturniveau sowie nach vorhandenen zeitlich unterschiedlichen Nutzungsbereichen richten.

Die Auslegung der statischen Heizflächen erfolgt entsprechend den baulichen Vorgaben ausgerichtet auf jedes Raster. Radiatoren sind gegenüber Konvektoren zu bevorzugen. Für Turnhallen ist der Einsatz von Deckenstrahlplatten zu bevorzugen. Der Strahlungsanteil der eingesetzten Platten muss dabei über 75 % liegen.

Thermostatventile müssen einen integrierten hydraulischen Abgleich ermöglichen. Die Ausführung erfolgt als Behördenmodell mit fest einstellbarer oberer Begrenzung und unterer Begrenzung auf Frostschutz. Der Nutzer kann damit aktiv regeln, z.B. die Heizung bei Fensterlüftung reduzieren. Die Proportionalabweichung der Thermostatventile darf maximal 1 Kelvin betragen.

3 Regenerative Energien

Wenn keine Nah-/Fernwärme genutzt werden kann, ist bei der Planung von sowohl Anlagen zur Wärme- und Warmwassererzeugung als auch Klimaanlagen der Einsatz erneuerbarer Energien (Solarenergie, Biomasse, Umwelt- oder Erdwärme, Grundwasser etc.) zu prüfen.

Bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen von Dächern ist immer die Möglichkeit zur Installation von Solarstromanlagen (Photovoltaik) einzubeziehen. Die Dachflächen sind statisch so auszulegen, dass eine Photovoltaikanlage nachgerüstet werden kann. (zusätzliche Lastreserven: Schrägdach 25 kg/m², Flachdach 75 kg Punktlast und 60 kg/m² Flächenlast (bei vorhandener Bekiesung 30 kg/m²)). Notwendige Schächte/Leerrohre für die Führung von Leitungen sind vorzusehen.

Neben den prinzipiellen Konzepten der Energietechniken sind Wirtschaftlichkeitsvorbetrachtungen unter Berücksichtigung möglicher finanzieller Fördermittel aufzustellen. Eine Berücksichtigung von innovativen Techniken wird dabei ausdrücklich begrüßt.

4 Raumluft-Technik

Grundsätzlich ist aus hygienischen und energetischen Gründen die geregelte Frischluftzufuhr mit raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) zu gewährleisten. Ausnahmen sind zulässig, wenn dies energetisch und wirtschaftlich günstiger ist.

Alternativ:
Neubauten im Passivhaus-Standard erhalten zwingend eine geregelte Frischluftzufuhr über raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen). Bei Abweichung vom Passivhaus-Standard ist bei Neubauten aus hygienischen und energetischen Gründen ebenfalls eine RLT-Anlage mit geregelter Frischluftzufuhr vorzusehen. Bei umfassenden Sanierungen (Generalsanierungen) von Schulgebäuden ist zu prüfen, ob in geeigneter Weise eine RLT-Anlage nachzurüsten ist, und bei positivem Ergebnis ist dies zu realisieren. Ausnahmen hiervon sind dann zulässig, wenn diese energetisch und wirtschaftlich günstiger sind.

RLT-Anlagen erhalten grundsätzlich eine Wärmerückgewinnung mit einer Rückwärmezahl größer als 0,7 bei trockenem Betrieb und einem Massenstromverhältnis von 1. Die Luftmengen sind entsprechend den Anforderungen der einschlägigen DIN-Norm zu minimieren. Die für die RLT-Anlage insgesamt aufgewendete maximale elektrische Leistung darf den „Grenzwert Elektroenergiebedarf“ (GWE) von 1.800 W pro m³/s nicht übersteigen. Der Gesamtwirkungsgrad der RLT-Anlage bis 5.000 m³/h darf 50 % nicht unterschreiten. Oberhalb 5.000 m³/h ist ein Gesamtwirkungsgrad von 55 % zu erreichen.

Eine bedarfsabhängige Steuerung der RLT-Anlagen mit Integration von Meldungen wie z.B. Präsenzmelder, Feuchtigkeitssensoren, Luftqualitätssensoren sowie Zeitplan ist vorzusehen. Das Regelungskonzept ist in der Planung ausführlich zu beschreiben und der Gebäudewirtschaft- Energiemanagement im Zuge der energiewirtschaftlichen Stellungnahme vorzulegen.

Die Kühlung von Sonderzonen ist nur in Ausnahmen gestattet und auf ein Minimum zu begrenzen. Generell ist zu prüfen, ob die Wärmelasten durch natürliche Luftwechsel abgeführt werden können oder eine mechanische Nachtlüftung zur kontrollierten Nachtauskühlung ohne Anforderungen an die Geräusch- und Zugfreiheit ausreicht. Gegebenenfalls sind alternative Kühlsysteme einzusetzen. Eine gleichzeitige Heizung und Kühlung ist durch geeignete technische Maßnahmen zu verhindern.

Bei der Planung von Kälteanlagen ist für die Winter- und Übergangsmonate die Möglichkeit der freien Kühlung über die Kondensatoren ohne Einsatz der aktiven Kälteerzeugung vorzusehen. Eine ausreichend große Dimensionierung der Kondensatoren zur Einhaltung einer möglichst geringen Druckdifferenz ist einzuplanen. Es sind ausschließlich elektronische Einspritzventile zulässig.

Die einwandfreie Einregulierung der raumlufttechnischen Anlage hinsichtlich Volumenstrom und Temperatur ist nach Fertigstellung durch ein Einregulierungsprotokoll zu dokumentieren.

5 Gebäudeautomation

Die Automationsstationen (AS) in den Gebäuden und die zentrale Management- und Bedieneinrichtung (MBE) sind ein Teil der Gebäudeautomation (GA) und maßgeblich für den effizienten Einsatz der Energie verantwortlich. Damit dieser Teil der GA seine Aufgaben erfüllen kann, ist es notwendig, Mindestanforderungen an Geräten und Funktionalitäten zu fordern (beschrieben im Anhang „Anforderungen Gebäudeautomation“).

Die Hauptaufgabe der Gebäudeautomation ist die Regelung, Steuerung, Kontrolle und Überwachung der betrieblichen Anlagen (BTA) zum Zwecke der optimalen Betriebsführung und die sich daraus ergebene Sicherstellung des effizienten Energieeinsatzes. Es ist dringend darauf zu achten, dass die verschiedenen BTA Gewerke übergreifend in die Gebäudeautomation integriert werden.

Alle BTA werden zum Zwecke der optimalen Betriebsführung durch die Automationsstationen (AS) überwacht, geregelt, gesteuert etc. Zusätzliche externe Regelungs- und Steuereinheiten sind zu vermeiden. (siehe hierzu auch Anhang „Anforderungen Gebäudeautomation“)

Die AS werden zur bereits bestehenden MBE der Gebäudewirtschaft der Stadt Köln nach Vorgaben der „Anforderungen Gebäudeautomation“ aufgeschaltet. Als Kriterium für die Aufschaltung der AS gilt die Leistung der/des Wärmeerzeuger/s:

Leistung	**Aufschaltung**	**Prüfung Energiemanagement**
kleiner 100 kW	nein	nein
100 bis 250 kW	nach Prüfentscheid	ja, vor Leistungsverzeichnis
größer 250 kW	ja	nein

Ausnahmen sind im Einzelfall mit der Gebäudewirtschaft- Energiemanagement abzuklären. Bei der Berechnung der Leistung ist die Gesamtwärmeleistung des jeweiligen Objekts maßgebend (alle Wärmeerzeuger einer Wirtschaftseinheit)

Bei Erweiterungs- oder Neubauten auf dem Gelände des Objekts bzw. bei Erweiterungen der betrieblichen Anlage (BTA) ist grundsätzlich zu prüfen, ob die bestehende AS des Objekts ausgebaut bzw. erweitert werden kann. Hierzu muss die AS des Bestands bei Planungsbeginn auf die Erweiterungsmöglichkeit geprüft werden. Sofern die AS des Bestandes erweitert wird, ist eine Abstimmung mit der Gebäudewirtschaft- Energiemanagement erforderlich.

Die Planung und Ausführung der Gebäudeautomation erfolgt u.a. nach VDI 3814 und DIN EN ISO 16484 in den aktuellsten Fassungen.Die Steuer-, Regelungs- und Optimierungsprogramme müssen aus dem Ergebnis der Vorplanung bereits ersichtlich werden. Das Ergebnis der Vorplanung ist mit der Gebäudewirtschaft-Energiemanagement abzustimmen.

6 Wassereinsparung

Wasserversorgung

Die Versorgung einzelner Nutzungsgruppen erfolgt über einen gemeinsamen Wasserverteiler. Jede Nutzungsgruppe ist mit geeichten Wasserzwischenzählern auszustatten, damit eine nutzungsspezifische Verbrauchskontrolle erfolgen kann.

WC-Spülungen sind auf 6 l zu begrenzen und mit einer handbetätigten Sparfunktion mit entsprechendem Hinweisschild auszustatten. Urinale sind als Trockenurinale mit Trennmembrane auszuführen. Sind im Einzelfall Spülurinale wirtschaftlicher, so sind diese mit berührungslosen Spülarmaturen auszustatten. An Waschtischen ist der Zapfstellendurchfluss auf 6 l/min, bei Duschen auf 9 l/min zu begrenzen. An verbrauchsintensiven Abnahmestellen (z.B. Duschen, etc.) sind Selbstschlussarmaturen vorzusehen. Die Auslaufzeit ist bei Duschen auf 20 Sekunden, bei Waschtischen auf 5 Sekunden einzustellen.

Die Bereitung von Trinkwarmwasser erfolgt über Edelstahlspeicher mit Speicherladesystem und Desinfektionsraum. Der Anschluss der Zirkulationsleitung ist in den Zulauf zum Lade-Wärmetauscher zu legen. Die Maßnahmen gegen Legionellenkontamination müssen dem DVGW-Arbeitsblatt W551 bzw. W553 entsprechen. Der Warmwasserbedarf wird nach DIN 4708 ermittelt. Davon abweichend erhalten Einfach-Turnhallen nur jeweils 2 Duschplätze für Frauen und Männer, die über elektronische Durchlauferhitzer versorgt werden. Bei dezentralem Warmwasserbedarf sind Klein-Durchlauferhitzer anstelle von Untertisch-Speichern einzusetzen.

Die technische Nutzung von Trinkwasser (z.B. in Rückkühlwerken) ist zu minimieren. Ausreichend dimensionierte Trockenluftkühler sind zu bevorzugen.

Entwässerung - Regenwassernutzung

Zur Minimierung der Flächenabwässer sind Hof- und Wegeflächen als Versickerungsflächen auszuführen. Bei Dachentwässerungen ist zum Zwecke des Boden- und Grundwasserschutzes, der Kanalentlastung und der Gebührenreduzierung die Versickerungsmöglichkeit auf dem Grundstück zu prüfen und wenn möglich umzusetzen.

Eventuell ist bei größeren Außen- bzw. Grünflächen in Verbindung mit entsprechend großen Dachflächen eine Zwischenspeicherung und spätere Verwendung zur Bewässerung als Ersatz von Sprengwasser in Trinkwasserqualität sinnvoll.

7 Elektrotechnik

Generell ist bei der Planung von Beleuchtungsanlagen auf eine hohe Nutzung von Tageslicht zu achten. Die Beleuchtungsanforderungen der entsprechenden Normen (DIN EN 12464, DIN 66233, DIN 66234, EN 12193) sind einzuhalten, jedoch nicht zu überschreiten. Dabei ist die Beleuchtungs- und Tageslichtplanung mit dem/der Architekten/Architektin abzustimmen. Es ist eine Beleuchtungsberechnung vorzulegen. Das Ergebnis ist nach Inbetriebnahme durch Messungen zu überprüfen.

Räume mit hohen Reflexionsgraden erzielen gute Raumhelligkeitswerte. Leuchten mit hohem Wirkungsgrad sind prinzipiell zu bevorzugen. Die installierte Beleuchtungsleistung pro Fläche ist nach dem Stand der Beleuchtungstechnik zu minimieren. Es sind elektronische Vorschaltgeräte einzusetzen.

Eine Steuerung bzw. Regelung ist so gestalten, dass eine nutzergerechte Betriebsweise möglich ist. Es sind nur Schalter mit Einzelwippen vorzusehen. Neben der Standardbeleuchtung sind alternative Vorschläge zur Beleuchtungsoptimierung (z.B. Arbeitsplatzbeleuchtung) zu machen und im Ergebnis zu erläutern.

Für Hinweisbeleuchtung, Notbeleuchtung etc. sind LED-Leuchten zu verwenden.

Die zu installierende Leistung ist in der Planungsphase detailliert zu berechnen, wobei folgende Zielwertvorgaben anzusetzen sind:

Beleuchtungsstärke	**Installierte Leistung**
Lux	W/m²
100	3,5
300	7,5
500	11
750	16
1000	21

Weitere Angaben zu Beleuchtungsstärken und Ausführungen für Sonderräume sind den Raumbuchblättern zu entnehmen.

Die Einhaltung der Werte als Summenwert über Flächen und Beleuchtungsstärke ist nachzuweisen. Seitens des Energiemanagements wird dafür eine Berechnungstabelle zur Verfügung gestellt. Als Ergebnis muss der in der Tabelle berechnete Grenzwert eingehalten werden.

Für die Berechnungen nach EnEV sind für die einzelnen Nutzungsbereiche die Angaben nach DIN 18599V über die Art der Beleuchtung vorzulegen.

Als Referenz werden direkte, stabförmige Leuchten mit elektronischem Vorschaltgerät angesetzt.

Beleuchtungssteuerung

Insbesondere bei komplexen Beleuchtungssystemen sind intelligente Steuerungen vorzusehen. Dabei ist großer Wert auf einfache Bedienung und Integration in das Gesamtkonzept der Steuerungssysteme zu legen.

Für jeden Typ der Raumnutzung ist ein eigenes Konzept zur Beleuchtungssteuerung vorzulegen. Dabei ist jeweils die Integration in das gesamte Steuerungs- und Bedienkonzept zu erläutern.

Die Beleuchtungssteuerung ist in die Gebäudeautomation einzubinden.

Beleuchtungskonzepte für spezielle Nutzungen

a) Büroräume:

Die Schaltung der Beleuchtung in Büroräumen erfolgt über Präsenzmelder. Darüber hinaus ist eine stufenlose, tageslichtabhängige Regelung vorzusehen. Über Taster sind Handeingriffe für die Funktionen „AN“, „AUS“ zu ermöglichen.

b) Unterrichtsräume:

Die Schaltung der Beleuchtung in Klassenräumen erfolgt über Präsenzmelder. Darüber hinaus ist eine stufenlose, tageslichtabhängige Regelung vorzusehen. Über Taster sind Handeingriffe für die Funktionen „AN“, „AUS“, „HELLER“, „DUNKLER“ zu ermöglichen.

Für spezielle Unterrichtsräume (z.B. Naturwissenschaften) sind eigene Beleuchtungskonzepte aufzustellen, die mindestens den Anforderungen an normale Klassenräume genügen.

c) Sporthallen:

Grundsätzlich ist die Beleuchtung für Sporthallen bedarfsgerecht zu konzipieren. Bereiche wie Hallen, Umkleiden, Sanitärräume und Flure sind über Präsenzmelder zu steuern. Je nach Tageslichteinfall ist dabei eine tageslichtabhängige Regelung vorzusehen. In den Umkleiden, Sanitärräumen und Fluren ist die Beleuchtung so zu gestalten, dass durch Steuerung über Präsenzmelder auf separate Lichtschalter in diesen Bereichen verzichtet werden kann.

Für die Halle sind je Hallenbereich eigene Präsenzmelder vorzusehen. Die Beleuchtung ist hier so auszulegen, dass sowohl die Maximalforderung für Beleuchtung (z.B. Wettkämpfe) als auch reduzierte Forderungen, je nach Nutzungsart, einfach geschaltet werden können. Diese Schaltung muss eine Bedienung von mehreren Stellen zulassen.

Zusätzlich zu der Regelung über Präsenzmelder sind Handschaltungen für die Funktionen „AN“, “AUS“, „STUFE 1 – x“ (je nach Anzahl) vorzusehen. Über Präsenzmelder wird dabei jeweils die kleinste Beleuchtungsstufe aktiviert.

Neben der Beleuchtungssteuerung werden die Signale der Präsenzmelder auch für die Steuerung der Raumlufttechnische Anlagen genutzt. Dies gilt sowohl für kleine Lüfter (z.B. Sanitärbereich) als auch für komplette raumlufttechnische Anlagen.

Die Signale sind entsprechend in die Gebäudeautomation einzubinden.

d) Verkehrswege:

In Fluren und selten genutzten Räumen (Toilette, Teeküche, Kopierer, Lager, Technik, Keller, usw.) ist die Beleuchtung über Präsenzmelder zu schalten. Ausnahmen davon sind zu begründen.

Die Außenbeleuchtung ist über Dämmerungsschalter und Zeitprogramm, evtl. zusätzlich über Bewegungsmelder zu schalten. Es sollen bevorzugt LED-Leuchten (**L**icht **e**mittierende **D**ioden) eingesetzt werden.

Bei Objekten mit einem Stromanschlusswert größer 30 kW (63 A) sind zusätzlich zu den EVU-Zählern eigene Zähler mit Leistungsmessung vorzusehen. Objekte

mit einem Gesamtanschlusswert über 50 kW erhalten Maßnahmen zur automatischen Spitzenlastreduzierung sowie eine Anzeige für Leistung und Ganglinie im Objekt. In beiden Fällen ist ein Anschluss für die Zähler-Fernauslesung vorzusehen.

Die Blindleistung ist auf den vom örtlichen EVU zugelassenen Leistungsfaktor (cos phi) zu begrenzen. Gegebenenfalls sind Kompensationsanlagen (als Einzel-, Gruppen- oder Zentralkompensation) einzubauen.

Elektrogeräte

Die einzusetzenden Elektrogeräte sind in energiesparender Ausführung vorzusehen. Dabei sind Geräte mit Energielabel-Prädikat (www.energielabel.de) bzw. Energieeffizienzklasse A+ einzusetzen. Diese Vorgabe gilt auch für aufgestellte Geräte Dritter im oder am Gebäude.

Elektroheizungen sind nicht zulässig.

Elektrische Antriebe sind als Energiespar-Motoren auszuführen (ab 750 h/a: eff2-Motoren, ab 1500 h/a: eff1-Motoren).

8 Konzeption Energiezähler

Generell ist pro Energieträger jeweils nur ein Zähler zum EVU vorzusehen. Komplexe Anlagenteile wie z.B. Kantinen, Sporthallen, Räume für Fremdvermietungen, etc. sind mit Unterzählern für alle Energieträger auszurüsten. Bei Erweiterungen/ Anbauten ist der Anschluss an vorhandene Energiezähler zu bevorzugen.

Alle neuen Zähler sind als Smart-Metering-Zähler auszuführen.

Sowohl Leistungserhöhungen als auch neue Anschlüsse sind bei Planungsbeginn mit der Gebäudewirtschaft- Energiemanagement abzustimmen.

Anlage 1, Tabelle 1

Referenzgebäude EnEV 2009 und „Standard Köln“ für Nichtwohngebäude

Zeile	Bauteil / System	***Eigenschaft (zu Zeilen 1.1 bis 1.11)***	*Referenzausführung EnEV 2009 (Maßeinheit)*	**Standard Köln**
			Raum-Solltemperaturen im Heizfall von ≥ 19°C	Raum-Solltemperaturen im Heizfall von ≥ 19°C
1.1	Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U = 0,28 W/(m²K)*	**U = 0,18 W/(m²K)**
1.2	Vorhangfassade (siehe auch Zeile 1.12)	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U = 1,4 W/(m²K)*	**U = 1,4 W/(m²K)**
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_{\perp}$	*0,48*	**0,48**
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65}	*0,72*	**0,72**
1.3	Wand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer Bauteile nach 1.4)	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U = 0,35 W/(m²K)*	**U = 0,25 W/(m²K)**
1.4	Dach (soweit nicht unter Zeile 1.5), oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U = 0,20 W/(m²K)*	**U = 0,14 W/(m²K)**
1.5	Glasdächer	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U_W = 2,7 W/(m²K)*	**U_W = 1,7 W/(m²K)**
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_{\perp}$	*0,63*	**0,63**
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65}	*0,76*	**0,76**
1.6	Lichtbänder	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U_W = 2,4 W/(m²K)*	**U_W = 1,3 W/(m²K)**
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_{\perp}$	*0,55*	**0,55**
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65}	*0,48*	**0,48**
1.7	Lichtkuppeln	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U_W = 2,7 W/(m²K)*	**U_W = 1,5 W/(m²K)**
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_{\perp}$	*0,64*	**0,64**
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65}	*0,59*	**0,59**

Zeile	Bauteil / System	*Eigenschaft (zu Zeilen 1.1 bis 1.11)*	*Referenzaus-führung EnEV 2009 (Maßeinheit)*	Standard Köln
1.8	Fenster, Fenstertüren (siehe auch Zeile 1.14)	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U_W = 1,3 W/(m²K)*	**U_W = 1,1 W/(m²K)**
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_⊥$	*0,60*	**0,60**
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65}	*0,78*	**0,78**
1.9	Dachflächenfenster (siehe auch Zeile 1.14)	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*U_W = 1,40 W/(m²K)*	**U_W = 1,1 W/(m²K)**
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_⊥$	*0,60*	**0,60**
		Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65}	*0,78*	**0,78**
1.10	Außentüren	*Wärmedurchgangskoeffizient*	*1,8 W/(m²K)*	**1,6 W/(m²K)**
1.11	Bauteile in Zeilen 1.1 , 1.3 bis 1.10	*Wärmebrückenzuschlag*	*ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²K)*	**ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²K)**
1.12	Gebäudedichtheit	*Bemessungswert n_{50}*	*Kategorie I (nach Tabelle 4 der DIN V 18599-2 : 2007-02)*	**Wie EnEV**
1.13	Tageslichtversorgung bei Sonnen- und/oder Blendschutz	*Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers,SA}$ nach DIN V 18599-4 : 2007-02*	*• kein Sonnen- oder Blendschutz vorhanden: 0,70* *•Blendschutz vorhanden: 0,15*	**Wie EnEV**
1.14	Sonnenschutzvorrichtung	*Für das Referenzgebäude ist die tatsächliche Sonnenschutzvorrichtung des zu errichtenden Gebäudes anzunehmen; sie ergibt sich ggf. aus den Anforderungen zum sommerlichen Wärmeschutz nach Nr. 4.* *Soweit hierfür Sonnenschutzverglasung zum Einsatz kommt, sind für diese Verglasung folgende Kennwerte anzusetzen:* *• anstelle der Werte der Zeile 1.2* *- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_⊥$ 0,35* *- Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65} 0,58* *• anstelle der Werte der Zeilen 1.8 und 1.9:* *- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_⊥$ 0,35* *- Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65} 0,62*		**Es ist ein außenliegender Sonnenschutz zu verwenden. Ansonsten wie EnEV.**

Zeile	Bauteil / System	*Referenzausführung EnEV 2009 (Maßeinheit)*	Standard Köln
2.1	Beleuchtungsart	*- in Zonen der Nutzungen 6 und 7[1)] : wie beim ausgeführten Gebäude* *- ansonsten: direkt/indirekt jeweils mit elektronischem Vorschaltgerät und stabförmiger Leuchtstofflampe*	**- Direkt, jeweils mit elektronischem Vorschaltgerät und stabförmiger Leuchtstofflampe**
2.2	Regelung der Beleuchtung	*Präsenzkontrolle:* *- in Zonen der Nutzungen 4, 15 bis 19, 21 und 31[1)] mit Präsenzmelder* *- ansonsten manuell* *tageslichtabhängige Kontrolle:* *-..manuell* *Konstantlichtregelung (siehe Tabelle 3 Zeile 5):* *- in Zonen der Nutzungen 1 bis 3, 8 bis 10, 28, 29 und 31[1;)]:* *-..mit Präsenzmelder* *- ansonsten keine*	**Präsenzkontrolle:** **- in Zonen der Nutzungen 1, 2, 3, 4, 8, 9, 11,12,15 bis 21, 24, 26 und 30 bis 33 [1)] :** **- mit Präsenzmelder** **- ansonsten: manuell** **tageslichtabhängige Kontrolle:** **- automatisch** **Konstantlichtregelung:** **-..in den Zonen 1,2,3,4,8,9,12-15**
3.1	Heizung - Wärmeerzeuger	*Brennwertkessel „verbessert" nach DIN V 18599-5 : 2007-02, Gebläsebrenner, Heizöl EL, Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle, Wasserinhalt > 0,15 l/kW*	**wie beim ausgeführten Gebäude**
3.2	Heizung - Wärmeverteilung	*- <u>bei statischer Heizung und Umluftheizung (dezentrale Nachheizung in RLT-Anlage):</u>* *Zweirohrnetz, außen liegende Verteilleitungen im unbeheizten Bereich,* *innen liegende Steigstränge, innen liegende Anbindeleitungen, Systemtemperatur 55/45 °C, hydraulisch abgeglichen, Δp konstant, Pumpe auf Bedarf ausgelegt, Pumpe mit intermittierendem Betrieb, keine Überströmventile, für den Referenzfall sind die Rohrleitungslängemit 70 vom Hundert der Standardwerte und die Umgebungstemperaturen gemäß den Standardwerten nach DIN V 18599-5 : 2007-02 zu ermitteln.* *- <u>bei zentralem RLT-Gerät:</u>* *Zweirohrnetz, Systemtemperatur 70/55 °C, hydraulisch abgeglichen, Δp konstant, Pumpe auf Bedarf ausgelegt, für den Referenzfall sind die Rohrleitungslänge und die Lage der Rohrleitungen wie beim zu errichtenden Gebäude anzunehmen*	**Wie EnEV**

Zeile	Bauteil / System	*Referenzausführung EnEV 2009 (Maßeinheit)*	Standard Köln
3.3	Heizung - Wärmeübergabe	*- <u>bei statischer Heizung und Raumhöhen ≤ 4 m:</u> freie Heizflächen an der Außenwand mit Glasfläche mit Strahlungsschutz, P-Regler (1K), keine Hilfsenergie. - <u>bei statischer Heizung und Raumhöhen > 4 m:</u> Warmwasser-Deckenstrahlplatten, P-Regler (1K), keine Hilfsenergie. - <u>bei Umluftheizung (dezentrale Nachheizung in RLT-Anlage):</u> Regelgröße Raumtemperatur, hohe Regelgüte.*	**Umluftheizungen sind nur in begründeten Ausnahmefällen einzusetzen**
4.1	Warmwasser - zentrales System	*Wärmeerzeuger: Solaranlage nach DIN V 18599-8 : 2007-02 Nr. 6.4.1, mit - Flachkollektor: Ac = 0,09 · (1,5 · ANGF)0,8 - Volumen des (untenliegenden) Solarteils des Speichers: - Vs,sol = 2 · (1,5 · ANGF)0,9 - bei ANGF > 500 m² „große Solaranlage“ (ANGF: Nettogrundfläche der mit zentralem System versorgten Zonen) Restbedarf über den Wärmeerzeuger der Heizung Wärmespeicherung: indirekt beheizter Speicher (stehend), Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle Wärmeverteilung: mit Zirkulation, Δp konstant, Pumpe auf Bedarf ausgelegt, für den Referenzfall sind die Rohrleitungslänge und die Lage der Rohrleitungen wie beim zu errichtenden Gebäude anzunehmen.*	**Wie EnEV, wird jedoch für das Referenzgebäude nach den Vorgaben der Kölner Energieleitlinie für den Heizungswärmeerzeuger Fernwärme, BHKW's oder ein Energieträger mit ähnlich geringem Primärenergiefaktor eingesetzt, so wird dieser bei zentralen Systemen auch zur Warmwasserbereitung eingesetzt. In diesen Fällen ist der zusätzliche Einsatz einer Solarthermischen-Anlage im Kölner-Referenzgebäude nicht notwendig.**
4.2	Warmwasser - dezentrales System	*elektrischer Durchlauferhitzer, eine Zapfstelle und 6 m Leitungslänge pro Gerät*	**Bei Standard-Handwaschbecken in WC-Anlagen ist kein Warmwasser vorzusehen. In Ausnahmefällen sind für die dezentrale Warmwasserversorgung elektronische geregelte Durchlauferhitzer vorzusehen.**
5.1	Raumlufttechnik - Abluftanlage	*spezifische Leistungsaufnahme Ventilator P_{SFP} = 1,0 kW/(m³/s)*	**Wie EnEV**

Zeile	Bauteil / System	*Referenzausführung EnEV 2009 (Maßeinheit)*	Standard Köln
5.2	Raumlufttechnik - Zu- und Abluftanlage ohne Nachheiz und Kühlfunktion	*spezifische Leistungsaufnahme* *- Zuluftventilator P_{SFP} = 1,5 kW/(m³/s)* *- Abluftventilator P_{SFP} = 1,0 kW/(m³/s)* *Zuschläge nach DIN EN 13779 : 2007-04 (Abschnitt 6.5.2) können nur für den Fall von HEPA-Filtern, Gasfiltern oder Wärmerückführungsklassen H2 oder H1 angerechnet werden.* *- Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager Kreuzgegenstrom,* *Rückwärmzahl η_t= 0,6* *Druckverhältniszahl f_P = 0,4* *Luftkanalführung: innerhalb des Gebäudes*	**spezifische Leistungsaufnahme** **- Zuluftventilator P_{SFP} = 1,0 kW/(m³/s)** **- Abluftventilator P_{SFP} = 0,8 kW/(m³/s)** **Zuschläge nach DIN EN 13779 : 2007-04 (Abschnitt 6.5.2) können nur für den Fall von HEPA-Filtern, Gasfiltern oder Wärmerückführungsklassen H2 oder H1 angerechnet werden.** **- Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager Kreuzgegenstrom,** **Rückwärmzahl η_t= 0,6** **Druckverhältniszahl f_P = 0,4** **Luftkanalführung: innerhalb des Gebäudes**
5.3	Raumlufttechnik - Zu- und Abluftanlage mit geregelter Luftkonditionierung	*spezifische Leistungsaufnahme* *- Zuluftventilator P_{SFP} = 1,5 kW/(m³/s)* *- Abluftventilator P_{SFP} = 1,0 kW/(m³/s)* *Zuschläge nach DIN EN 13779:2007-04 (Abschnitt 6.5.2) können nur für den Fall von HEPA-Filtern, Gasfiltern oder Wärmerückführungsklassen H2 oder H1 angerechnet werden* *- Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager Kreuzgegenstrom,* *Rückwärmzahl η_t= 0,6,* *Zulufttemperatur: 18°C* *Druckverhältniszahl f_P = 0,4* *Luftkanalführung: innerhalb des Gebäudes*	**spezifische Leistungsaufnahme** **- Zuluftventilator P_{SFP} = 1,0 kW/(m³/s)** **- Abluftventilator P_{SFP} = 0,8 kW/(m³/s)** **Zuschläge nach DIN EN 13779:2007-04 (Abschnitt 6.5.2) können nur für den Fall von HEPA-Filtern, Gasfiltern oder Wärmerückführungsklassen H2 oder H1 angerechnet werden** **- Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager Kreuzgegenstrom,** **Rückwärmzahl η_t= 0,6,** **Zulufttemperatur: 18°C** **Druckverhältniszahl f_P = 0,4** **Luftkanalführung: innerhalb des Gebäudes**

Zeile	Bauteil / System	*Referenzausführung EnEV 2009 (Maßeinheit)*	Standard Köln
5.4	Raumlufttechnik - Luftbefeuchtung	*für den Referenzfall ist die Einrichtung zur Luftbefeuchtung wie beim zu errichtenden Gebäude anzunehmen*	**nur in begründeten Ausnahmefällen einzusetzen, dann Ausführung nach EnEV**
5.5	Raumlufttechnik - Nur-Luft-Klimaanlagen	*als Variabel-Volumenstrom-System ausgeführt:* *Druckverhältniszahl $f_P = 0,4$* *Luftkanalführung: innerhalb des Gebäudes*	**nur in begründeten Ausnahmefällen einzusetzen.** **In der Regel sind Wasserführende System einzusetzen**
6	Raumkühlung	*- Kältesystem:* *Kaltwasser Fan-Coil, Brüstungsgerät* *Kaltwassertemperatur 14/18°C;* *- Kaltwasserkreis Raumkühlung:* *Überströmung 10%; spezifische elektrische Leistung der Verteilung $P_{d,spez} = 30\ W_{el}/kW_{Kälte}$* *hydraulisch abgeglichen, geregelte Pumpe, Pumpe hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung*	**nur in begründeten Ausnahmefällen einzusetzen, dann Ausführung nach EnEV**
7	Kälteerzeugung	*Erzeuger:* *Kolben/Scrollverdichter mehrstufig schaltbar, R134a, luftgekühlt* *Kaltwassertemperatur:* *- bei mehr als 5000 m² mittels Raumkühlung konditionierter Nettogrundfläche, für diesen Konditionierungsanteil 14/18 °C* *- ansonsten 6/12°C* *Kaltwasserkreis Erzeuger inklusive RLT Kühlung:* *Überströmung; 30%* *spezifische elektrische Leistung der Verteilung $P_{d,spez} = 20\ W_{el}/kW$Kälte* *hydraulisch abgeglichen, ungeregelte Pumpe, Pumpe hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb der konditionierten Zone.* *Der Primärenergiebedarf für das Kühlsystem und die Kühlfunktion der raumlufttechnischen Anlage darf für Zonen der Nutzungsarten 1 bis 3, 8, 10, 16 bis 20 und 31 [1)] nur zu 50 % angerechnet werden.*	**Erzeuger:** **Kolben/Scrollverdichter mehrstufig schaltbar, R134a, wassergekühlt** **Kaltwassertemperatur:** **- bei mehr als 5000 m² mittels Raumkühlung konditionierter Nettogrundfläche, für diesen Konditionierungsanteil 14/18 °C** **- ansonsten 10/16°C** **Kaltwasserkreis Erzeuger inklusive RLT Kühlung:** **Überströmung; 30%** **spezifische elektrische Leistung der Verteilung $P_{d,spez} = 20\ W_{el}/kW$Kälte** **hydraulisch abgeglichen, ungeregelte Pumpe, Pumpe hydraulisch entkoppelt, saisonale sowie Nacht und Wochenendabschaltung, Verteilung außerhalb der konditionierten Zone.** **Der Primärenergiebedarf für das Kühlsystem und die Kühlfunktion der raumlufttechnischen Anlage darf für Zonen der Nutzungsarten 1 bis 3, 8, 10, 16 bis 20 und 31 [1)] nur zu 50 % angerechnet werden.**

1) Nutzungen nach Tabelle 4 der DIN V 18599-10 : 2007-02

Anlage 1,Tabelle 2

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden EnEV 09 und „Standard Köln“.

Zeile	Bauteil	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten, bezogen auf den Mittelwert der jeweiligen Bauteile	
		Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall > 19 °C	**Standard Köln**
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	*U = 0,35 W / (m²K)*	**U = 0,25 W / (m²K)**
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen den Zeilen 3 und 4 enthalten	*U = 1,90 W / (m²K)*	**U = 1,3 W / (m²K)**
3	Vorhangfassade	*U = 1,90 W / (m²K)*	**U = 1,4 W / (m²K)**
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	*U = 3,10 W / (m²K)*	**U = 2,0 W / (m²K)**

Anlage 2

Sollwerte für Raumlufttemperaturen für städtische Gebäude während der Nutzungszeiten in der Heizperiode

Raumart / Funktion	Raumtemperatur	Fußnote
allgemeine Räume (Arbeitsstätten)		
Aufenthaltsräume	20 °C	
Umkleideräume	22 °C	
Waschräume, Duschräume	22 °C	
Toilettenräume	15 °C	1)
Sanitätsräume, med. Untersuchungsräume	24 °C	
Flure, Treppenhäuser	12-15 °C	1)
Nebenräume	10 °C	1)
Büroräume und büroähnliche Räume		
Büroräume	20 °C	2)
Sitzungs- und Besprechungszimmer	20 °C	2)
Schulen und Unterrichtsstätten		
Unterrichtsräume	20 °C	2)
Aulen	20 °C	3)
Leseräume	20 °C	2)
Büchermagazine	15 °C	
spezielle Unterrichtsräume		
Lehrküchen	18 °C	bei Nutzungsbeginn
Werken	18 °C	
Fachräume (Physik, Chemie, Biologie, etc.)	20 °C	2)
Hörsäle	20 °C	3)
Sportstätten/Innenanlagen		
Turnhallen	17 °C	5)
Gymnastikräume	17 °C	4)
Lehrschwimmhallen	2 K über Wassertemperatur, (jedoch höchstens 30 °C)	
Werkstätten und Bauhöfe		
Reparaturwerkstätten		
- bei überwiegend schwerer körperlicher Tätigkeit	12 °C	
- bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit	17 °C	

- bei überwiegend sitzender Tätigkeit	20 °C	
Fahrzeughallen	5 °C	4)
Museen, Theater, Stadthallen		
Ausstellungsräume	18 °C	
Zuschauerraum	20 °C	bei Nutzungsbeginn
Künstlergarderobe	22 °C	
Foyer	18 °C	
Magazine, Abstellräume, Nebenräume	10 °C	1)
1) die Beheizung ist erst erforderlich, wenn die jeweils vorgegebene Raumtemperatur unterschritten wird, da in der Regel durch den Wärmegewinn der beheizten Nachbarräume ausreichende Raumtemperaturen erreicht werden; Flure und Treppenhäuser bei zeitweiligem Aufenthalt 15 °C		
2) während der Nutzung (19 °C bei Nutzungsbeginn)		
3) während der Nutzung (17-19 °C bei Nutzungsbeginn, je nach Belegung)		
4) in Sonderfällen höhere Werte		
5) bei außerschulischer Nutzung 15 °C, in Sonderfällen z.B. heilpädagogisches Turnen bis 20 °C		
6) Beheizung nach örtlichen Gegebenheiten in Einklang mit den Nutzern. Eine Minimierung ist anzustreben.		

Anlage 3

Wirtschaftlichkeitsnachweis mit Hilfe der Gesamtkostenberechnung
Erläuterungen zur Anwendung

Oberster Planungsgrundsatz bei Neubau, Unterhaltung und Betrieb von Gebäuden ist es, im Sinne der Nachhaltigkeit die Gesamtkosten (Summe aus Investitionskosten, Betriebskosten und Folgekosten) bei gegebener Nutzungsqualität zu minimieren. Die Schwierigkeit besteht darin, dass es zwischen den einzelnen Kostenarten zahlreiche Abhängigkeiten gibt.

Um vergleichbare Berechnungen zu erhalten, soll für die Stadt Köln ein einheitlicher Rechenweg angewendet werden. Als Basis dafür dient das vom Energiemanagement des Hochbauamtes der Stadt Frankfurt a.M. entwickelte Rechenmodell. Dieses Verfahren zur Gesamtkostenberechnung wurde als Excel-Arbeitsmappe programmiert und steht bei der Gebäudewirtschaft der Stadt Köln als Datei zur Verfügung. Dieses Verfahren soll für alle Kostenschätzungen und -berechnungen **ab 100.000 €** angewendet werden.

Nur die weißen Felder auf den Formularen sind Eingabefelder. Die hier einzufügenden Werte müssen der Planung bzw. den beigefügten Hilfe-Tabellen entnommen werden. Bei den grau unterlegten Feldern hingegen handelt es sich um Ausgabefelder. Damit die Excel-Berechnung leichter nachvollziehbar ist, wurde die Rechenvorschrift jeweils in der Kopfzeile angegeben. Damit die Werte aus unterschiedlichen Projekten miteinander vergleichbar sind, werden in allen Berechnungsblättern spezifische Werte berechnet. Sie ergeben sich aus der Division des absoluten Wertes durch die Energie-Bezugsfläche bzw. die Personenzahl.

1. Gesamtkosten

In diesem Formular können für verschiedene Varianten der Bauausführung die Gesamtkosten berechnet werden. Diese setzen sich aus den Kapitalkosten, den Betriebskosten und den Umweltfolgekosten zusammen. Zur Charakterisierung des Gebäudes sind darüber hinaus wesentliche Kenngrößen des Gebäudes mit aufgeführt, die Grundlage für die Gesamtkostenermittlung waren. Damit fasst dieses Blatt alle wesentlichen Ergebnisse der anderen Rechenblätter zusammen.

Zunächst ist der Betrachtungszeitraum, der Kapitalzins und die Preissteigerungsrate einzugeben. Der Betrachtungszeitraum kann der VDI 2067 oder der dem Verfahren beigegebenen Hilfetabelle entnommen werden. Mit dem Verfahren können bis zu fünf verschiedene Varianten betrachtet werden. Bei den Kenngrößen müssen nur die Bezugsfläche (Nettogeschossfläche) und die mittlere Personenzahl während der Nut-

zungszeit eingegeben werden. Die übrigen Kenngrößen (spez. Heizwärmebedarf, Heizzahl, spez. Strombezug, spez. CO_2-Emissionen und spez. Trinkwasserbezug) werden in den übrigen Blättern berechnet.
Anschließend werden die Kapitalkosten der Varianten berechnet. Dazu werden die Investitionskosten aus dem entsprechenden Rechenblatt abzüglich eventueller Zuschüsse mit dem Annuitätsfaktor multipliziert und schließlich auf die Fläche bezogen. Dann werden die heutigen Betriebskosten (Wartungs- und Instandhaltungskosten, Heizkosten, Stromkosten, Wasserkosten) aus den anderen Rechenblättern übertragen. Zusätzlich können hier die Kosten für Personal, Reinigung, Verwaltung und Versicherung eingetragen werden. Wenn man die Summe der heutigen Betriebskosten mit dem Mittelwertfaktor multipliziert, erhält man die mittleren Betriebskosten über den Betrachtungszeitraum. Diese Werte werden wiederum auf die Fläche bezogen.
Schließlich können mit dem Verfahren auch Umweltfolgekosten berücksichtigt werden. Für Köln gelten 50 € pro eingesparte Tonne CO_2.
Außerdem wird die dynamische Amortisationszeit der Mehrkosten gegenüber der Variante 1 berechnet.

2. Kosten und U-Werte von Bauteilen

In diesem Hilfs-Blatt wird für jedes Außenbauteil der Schichtenaufbau mit den Parametern Dicke, Preis/Volumen und die Wärmeleitfähigkeit λ eingetragen. Daraus wird der spezifische Bauteilpreis in €/m², und der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) berechnet. Für jede Variante wird ein eigenes Blatt angelegt (2.1, 2.2, ...).

3. Investitions- und Wartungskosten

In diesem Blatt werden die Baukosten nach DIN 276 zusammengestellt. Die Kosten der Bauteile sind das Produkt aus den Bauteilflächen und den spezifischen Preisen. Dabei werden die spezifischen Preise der Außen-Bauteile direkt aus dem 2. Blatt übertragen. Die Kosten werden zum Vergleich mit anderen Projekten wiederum auf die Fläche bezogen. Außerdem wird ein prozentualer Ansatz für die jährlichen Wartungskosten gemacht. Dafür stehen wiederum entsprechende Hilfe-Tabellen zur Verfügung.

4. Heizwärmebedarf

In diesem Blatt wird der Heizwärmebedarf des Gebäudes berechnet. Das Rechenverfahren wurde aus dem Leitfaden Heizenergie im Hochbau des Landes Hessen übernommen. Zunächst wird die Transmission als Produkt aus Flächen, U-Werten, Außenluftfaktor und Gradtagszahl berechnet. Die Flächen und U-Werte für die Außenbauteile können direkt aus den vorigen Rechenblättern übernommen werden. Nur die

Fensterflächen je nach Orientierung und die zugehörigen U-Werte müssen hier noch eingegeben werden.
Die Lüftungswärmeverluste ergeben sich als Produkt aus Nettovolumen, Luftwechselzahl, spezifischer Wärme und Gradtagszahl. Hier muss neben der mittleren Raumhöhe nur die Luftwechselzahl aus den Hilfetabellen übernommen werden. Mit diesen Werten kann bereits der Wärmebedarf nach DIN EN 12831 berechnet werden.
Die freie Wärme ergibt sich aus der Abwärme durch Elektrizität und Personen sowie die solare Einstrahlung. Hier muss nur die mittlere Aufenthaltsdauer der Personen und der Fenster-g-Wert eingetragen werden. Alle übrigen Parameter stammen aus Standard-Werten oder den übrigen Berechnungsblättern (z.B. Stromverbrauch).
Aus den genannten Daten kann dann der spezifische Heizwärmebedarf berechnet werden. Gleichzeitig erfolgt eine Überprüfung, ob der Grenzwert des Leitfadens (für die meisten öffentlichen Gebäude: 75 kWh/m²a) eingehalten werden kann.

5. Heizzahl, Heizkosten und Heizemissionen

Im nächsten Blatt wird die Heizzahl, also der Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage berechnet. Zusammen mit dem Heizenergiebedarf aus dem letzten Berechnungsblatt können daraus die Heizungskosten und Heizungsemissionen berechnet werden.
Hier muss zunächst der Warmwasserbedarf (sofern die Erwärmung mit der Heizungsanlage erfolgt) eingegeben werden (Hilfetabellen stehen zur Verfügung). Die Daten zum Speicher, zur Heizungs- und zur Warmwasserverteilung können der Planung entnommen werden. Daraus folgt der Verteilungsverlust.
Danach kann ein Blockheizkraftwerk berücksichtigt werden. Die Wärmeleistung und die Vollbenutzungsstunden müssen der Planung entnommen werden. Die Kesselleistung wird direkt aus dem Wärmebedarf (s. voriges Blatt) übernommen. Mit den daraus errechneten Vollbenutzungsstunden für den Kessel können der Betriebsverlust und der Bereitschaftsverlust berechnet werden. Dann wird aus den vorherigen Daten der Endenergieverbrauch für BHKW und Kessel berechnet (im Beispiel: Erdgas). Dafür wird die Gas-Leistung des BHKW benötigt.
Im nächsten Schritt wird die Heizzahl für Kessel und Verteilung berechnet und mit dem Grenzwert nach Leitfaden verglichen. Mit den Konditionen des Energieversorgers (Leistungspreis und Arbeitspreis) werden dann die Heizkosten berechnet.
Schließlich werden mit den tabellierten Emissionsfaktoren nach www.gemis.de noch die Emissionen des Heizsystems berechnet.

6. Strombedarf, Stromkosten und Stromemissionen

In diesem Blatt werden der Strombedarf, die Stromkosten sowie die resultierenden äquivalenten CO_2-Emissionen im Kraftwerk berechnet. Die Systematik der Berechnung wurde aus dem "Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau" des Landes Hessen

entnommen. Der Strombedarf ergibt sich stets als Produkt aus Leistung und Volllaststunden. Wie in den anderen Formblättern kann der spezifische Strombedarf wieder als Quotient aus dem jährlichen Strombedarf und der Energiebezugsfläche errechnet werden.

Für die Beleuchtung wurden die spezifischen Installationsleistungen (in W/m²) und die Volllaststunden für typische Fälle aus dem Leitfaden in die Hilfetabellen übernommen. Außerdem existieren hier Grenz- und Zielwerte deren Einhaltung überprüft werden kann.

Für die Lüftung und Klimatisierung sind ebenfalls Richtwerte für die Volllaststunden in den Hilfetabellen hinterlegt. Für die Kombination aus Lüftung und Klimatisierung existieren wiederum Grenz- und Zielwerte.

In analoger Weise werden die Bereiche diverse Haustechnik (z.B. Transport und Kommunikation), Arbeitshilfen (z.B. PCs und Kaffeemaschinen), zentrale Dienste (z.B. Küchen) und elektrische Warmwasserbereitung erfasst.

Im nächsten Schritt kann die Eigenstromerzeugung z.B. durch ein BHKW oder eine Photovoltaikanlage berücksichtigt werden, wobei angegeben werden muss, welcher Teil im Hausnetz verbraucht wird und welcher Teil in das Netz des Versorgers (EVU) rückgespeist wird. Für die Berechnung der bezogenen Leistung aus dem EVU-Netz wird ein Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt.

Mit den Konditionen des Stromversorgers (Leistungspreis, Arbeitspreis HT und NT, Einspeisevergütung) können dann die Stromkosten berechnet werden. Die CO_2-Emissionen lassen sich wieder einfach über den vorgegebenen Emissionsfaktor berechnen.

7. Wasserbedarf und Wasserkosten

Für die Berechnung von Wasserbedarf und Wasserkosten steht ein weiteres Kalkulationsblatt zur Verfügung. Der Wasserbedarf und die Wasserkosten werden im Gegensatz zu den anderen Werten nicht auf die Fläche, sondern auf die Personenzahl bezogen.

Der Bedarf für die Toilettenspülung berechnet sich als Produkt aus der Spülmenge (l/Sp.), der Spülhäufigkeit (Sp./P,d), den Nutzungstagen (d/a) und der Personenzahl (P). Typische Werte für die Spülhäufigkeit sind in den Hilfetabellen enthalten. Analog kann der Bedarf für Urinale, Handwaschbecken, Duschen, Waschmaschine, Spülmaschine, Ausgussbecken und Freiflächenbewässerung berechnet werden.

Weiterhin kann das Wasserangebot durch Regenwassernutzung (die Dachfläche wird automatisch übernommen) und sonstige Quellen (z.B. Brunnen) berücksichtigt werden.

Mit den Konditionen des Wasserversorgers (Trinkwasserpreis und Kanaleinleitungsgebühr) ergeben sich die Wasserkosten.

Fazit

Mit der Gesamtkostenberechnung steht ein differenziertes, aber leicht zu bedienendes Verfahren für Wirtschaftlichkeitsanalysen in allen Bereichen des Facility-Management zur Verfügung.

Das entsprechende Excel-Tool kann bei der Gebäudewirtschaft- Energiemanagement der Stadt Köln für das jeweilige Projekt angefordert werden.