



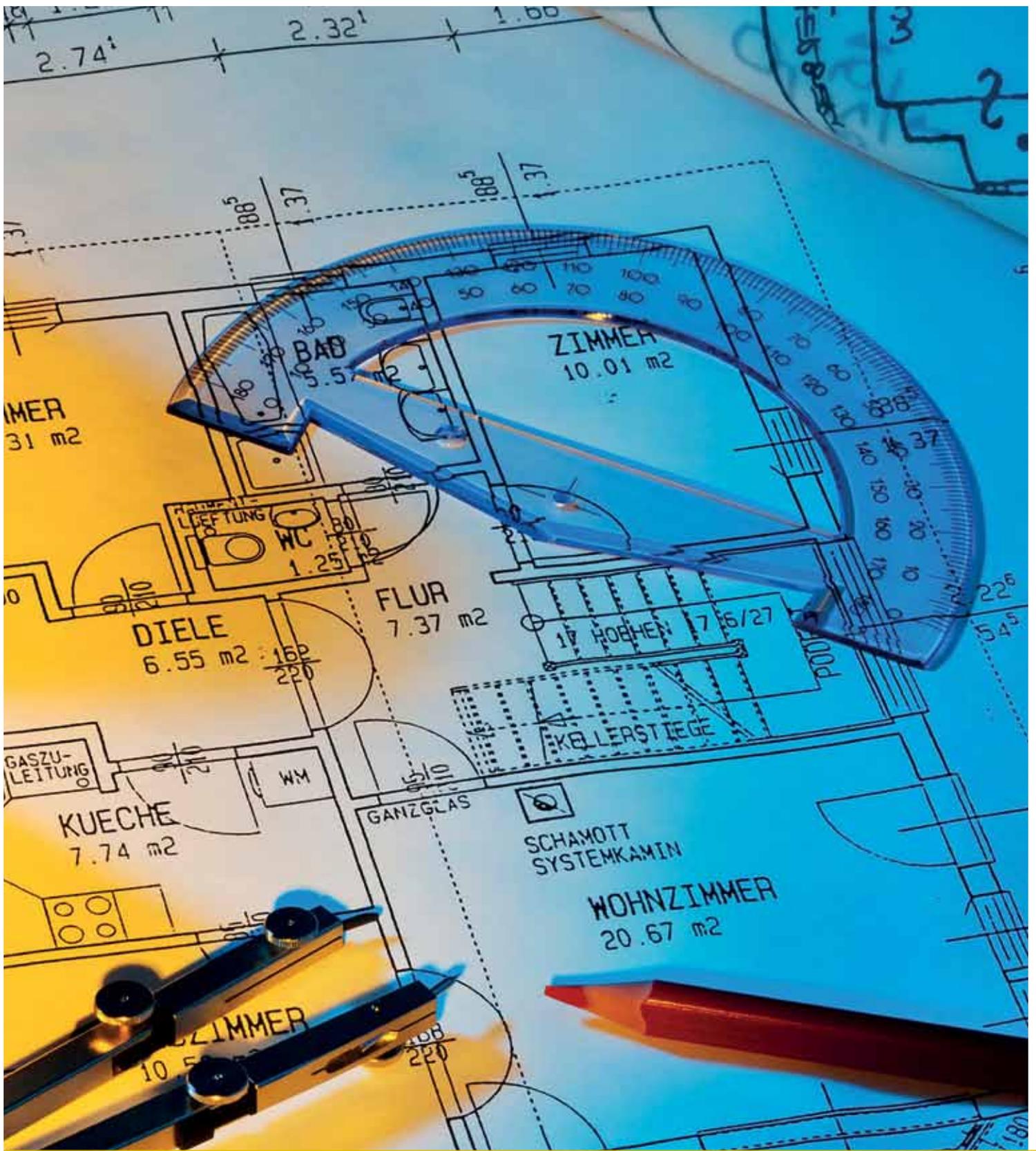
Aachener Planungs- bausteine

**Leitlinien zum nachhaltigen
Bauen kommunaler
Gebäude**

© Ingo Bartussek – Fotolia.com

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Einleitung | 4 |
| Allgemeine Planungsgrundsätze | 5 |
| Weitere Planungsgrundsätze | 5 |
| | |
| Gebäude | 7 |
| Neubau | 7 |
| Vorplanung und Entwurf – Energetische Definition | 7 |
| Ausführung – Energetische Definition | 8 |
| Gesetzliche Grundlagen | 9 |
| Ausführung – Details | 9 |
| Sanierung | 15 |
| Grundsätzliches | 15 |
| Gesetzliche Grundlagen – Aachener Standard | 15 |
| Bestandsaufnahme Ist-Zustand, Bilanzrechnung | 16 |
| Benchmarks | 17 |
| Ausführung – Details | 18 |
| Weitere Planungsbausteine | 25 |
| Grundlagen der Raumakustik | 25 |
| Solares Bauen | 29 |
| Barrierefreies Bauen | 33 |
| | |
| Baustoffe und Bauteile | 35 |
| | |
| Gebäudetechnik | 39 |
| Heizungstechnik | 39 |
| Lüftungstechnik | 42 |
| Klimatechnik | 44 |
| Sanitärtechnik | 45 |
| Elektrotechnik | 47 |
| Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeleittechnik | 48 |
| Kommunikationstechnik | 50 |
| | |
| Quellenverzeichnis | 51 |
| | |
| Anhang | |



Die nachfolgenden Leitlinien gelten für alle Neubau- und Sanierungsvorhaben der kommunalen Gebäude der Stadt Aachen.

Einleitung

Die nachfolgenden Leitlinien gelten für alle Neubau- und Sanierungsvorhaben der kommunalen Gebäude der Stadt Aachen.

Ziel dieser Planungshinweise ist die Definition und Vorgabe verbindlicher Qualitätskriterien, sowohl für Neubau- als auch für Umbau- und Sanierungsmaßnahmen. Diese dienen als Unterstützung für alle am Bauprozess städtischer Gebäude Beteiligten sowie vor allem zur Entwicklung eines an Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit orientierten Gebäudebestandes.

Die drei Säulen wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauens sind:

- die ökonomische Säule
- die ökologische Säule
- die soziale und kulturelle Säule

1. Ökonomische Betrachtung

Bei der ökonomischen Betrachtung der Nachhaltigkeit werden über die Anschaffungs- bzw. Errichtungskosten hinausgehend insbesondere auch die Baufolgekosten betrachtet, die über die gesamte Nutzungs- bzw. Lebensdauer anfallen. Die Errichtungskosten beinhalten die Kosten für das Grundstück, Planungskosten, Kosten zur Errichtung des Gebäudes etc. Die darauf folgenden Nutzungskosten beinhalten die Medienverbräuche sowie Abwasser und die Kosten für Reinigung, Wartung, Instandhaltung und Modernisierung. Ein weiterer Bestandteil der ökonomischen Ziele ist die Minimierung von Rückbaukosten, die jedoch im Verhältnis zu den Errichtungs- und Nutzungskosten lediglich in relativ geringem Maß beeinflussbar sind (Vermeidung von Verbundstoffen) und in der Gesamtbetrachtung eine untergeordnete Rolle spielen.

2. Ökologische Betrachtung

Bei der ökologischen Betrachtung der Nachhaltigkeit wird eine Ressourcenschonung durch einen optimierten Einsatz von Baumaterialien und Bauprodukten sowie eine Minimierung der Medienverbräuche (z.B. Heizen, Strom, Wasser und Abwasser) angestrebt. Damit ist in der Regel gleichzeitig eine Minimierung der Umweltbelastung (z.B. Treibhausgase etc.) verbunden. Darüber hinaus sind die relevanten Umweltaspekte bei der Beschaffung im Baubereich zu berücksichtigen, z.B. bei Produkten aus Holz und Holzwerkstoffen sind die Materialanforderungen entsprechend Blauer Engel RAL-ZU 38 „Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen“.

3. Soziale und kulturelle Dimension der Nachhaltigkeit

Bei der sozialen und kulturellen Dimension der Nachhaltigkeit sind neben den Fragen der Ästhetik und Gestaltung insbesondere die Aspekte des Gesundheitsschutzes und der Behaglichkeit von Bedeutung. Durch eine Optimierung des Gebäudeentwurfs, der Materialauswahl, der Baukonstruktion und der Anlagentechnik lassen sich diese Aspekte bereits in der Planungsphase erreichen. Eine wesentliche Rolle spielt hier auch die Barrierefreiheit. Diese hat direkten Einfluss auf die Nutzbarkeit von Gebäuden für Personengruppen mit eingeschränkter Bewegungsfähigkeit. Indirekt erhöht sie für diese Nutzer die Behaglichkeit und reduziert die Gesundheitsgefährdung. Unter Berücksichtigung des demografischen Wandels erhöht ein barrierefreies Gebäude die flexible Anpassbarkeit an unterschiedliche Nutzeransprüche.

Gesundheitliche Gefährdungen durch Problemstoffe oder durch Einwirkung aus der Umwelt oder aus dem Gebäude (z.B. Lärm, Zugluft, unzureichende Beleuchtung) müssen zuverlässig ausgeschlossen werden.

Voraussetzung zum Erreichen dieser Ziele ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit aller an der Planung Beteiligten. Hierdurch sollen Lösungen erreicht werden, die sowohl durch architektonische, städtebauliche, konstruktive und gestalterische Qualitäten überzeugen als auch durch Funktionalität, Wirtschaftlichkeit, Gesundheitsverträglichkeit, Behaglichkeit und ökologische Qualität.

Ziel dieser Planungshinweise ist die Definition und Vorgabe verbindlicher Qualitätskriterien, sowohl für Neubau- als auch für Umbau- und Sanierungsmaßnahmen.

Allgemeine Planungsgrundsätze:

- **Bedarfshinterfragung Neubau**
Ist zur Deckung eines Raumbedarfs ein Neubau erforderlich oder kann auf den Bestand zurückgegriffen werden?
- **Optimierung des Raumprogramms**
Ist das Raumprogramm auf den tatsächlich notwendigen Bedarf ausgelegt? Unterstützt die vorgesehene Raumzuordnung die Arbeitsprozesse (Wegbeziehungsoptimierung)?
- **Grundstücksbezogene Auswirkungen beachten**
Unterstützt das Grundstück die Ansprüche an Ökonomie und Ökologie (Verkehrsströme, Flächenrecycling, Bauen auf kontaminierten Flächen und Ökonomie)?
- **Gebäudeentwurf optimieren**
Optimierung des Entwurfs im Hinblick auf Ökologie, Ökonomie, Funktionalität und Gestaltung
- **Lange Nutzungsdauer von Bauwerken**
Dauerhaftigkeit der Gebäude, Möglichkeit zur Mehrfachnutzung/Umnutzung bei Wegfall der bisherigen Nutzung
- **Dauerhaftigkeit von Baustoffen und Bauteilen**
Zur Verlängerung der Lebensdauer der Gebäude und Reduzierung des Unterhalts- und Erneuerungsaufwandes
- **Optimierung der Bauteilgeometrie**
Zur Erhöhung von Nutzwert und sozialer Transparenz, zur größeren Verwendungsbreite, besseren Weiter- und Wiederverwendung und einfacheren Wartung/Inspektion
- **Vermeiden von schwer trennbaren Verbundbaustoffen und -teilen**
Zur besseren Recyclingfähigkeit und planmäßigen Förderung der Aufarbeitung und Weiter- und Wiederverwertung gebrauchter Stoffe/Teile
- **Geringe Schadstoffbelastung der Baustoffe/-teile**
Zur leichteren Weiter- und Wiederverwendung, einfachen Entsorgung nicht verwendbarer Reststoffe und zum Schutz des Bodens und des Grundwassers vor schädlichen Stoffeinträgen
- **Kontrollierter Rückbau bei Wegfall jeglicher Nutzungsmöglichkeit**
Zur Trennung von Stoffgruppen und weitestgehender hochwertiger Weiter- und Wiederverwendung

Weitere Planungsgrundsätze:

Grundsätzlich ist bei der Neuplanung bzw. der Sanierung von Gebäuden und deren technischer Ausrüstung auf folgende Punkte zu achten:

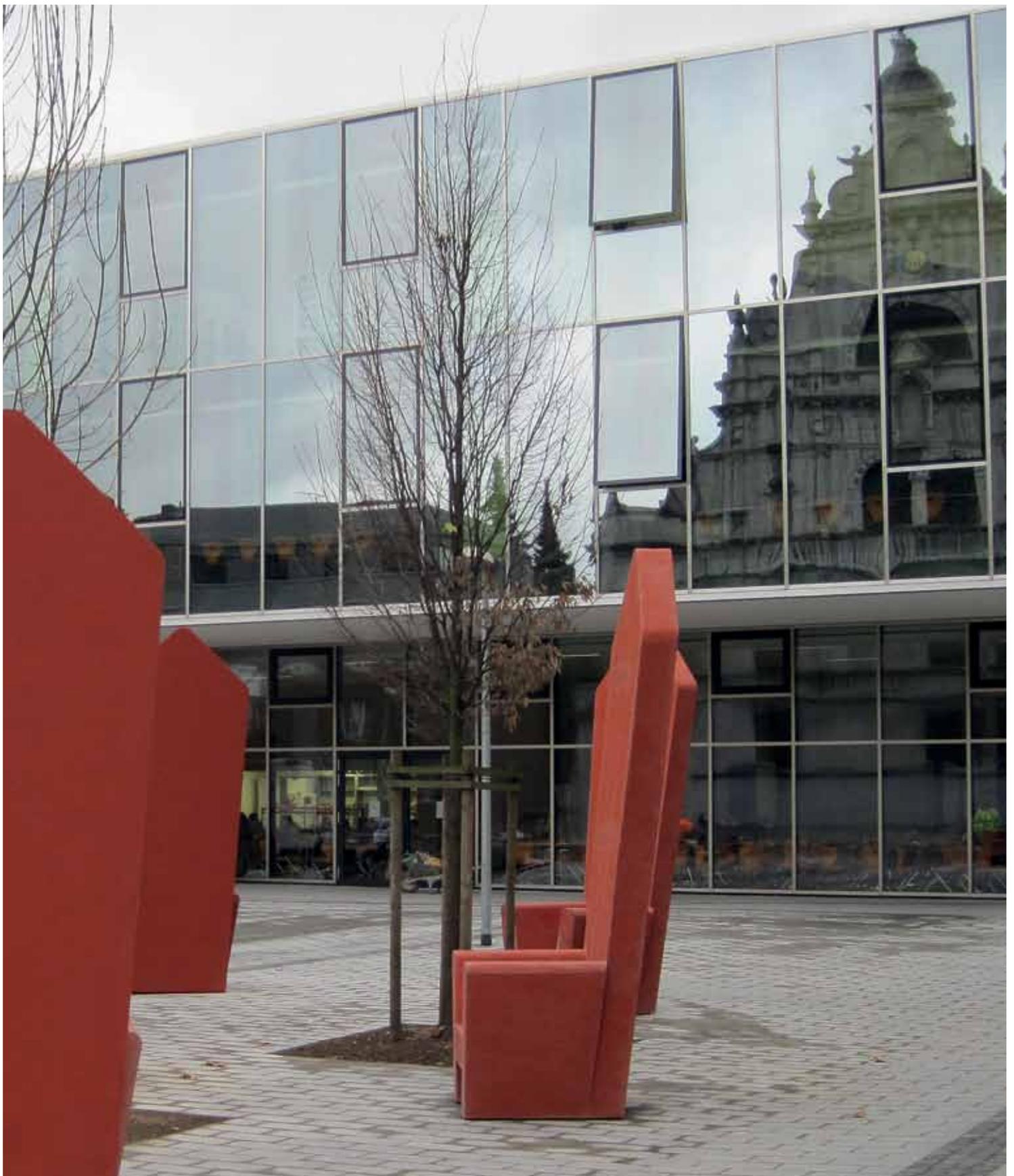
- die Erfüllung der funktionellen und gestalterischen Anforderungen
- die angemessene Gestaltung als Grundlage einer positiven Identifikation der Nutzer mit dem Gebäude
- die Gewährleistung von Gesundheit und Behaglichkeit in der Nutzungsphase
- die weitestgehende Herstellung der Barrierefreiheit

Grundsätzlich ist der Begriff „barrierefrei“ als soziale Dimension zu verstehen, der den schwellenlosen und stufenfreien Zugang zu allen öffentlichen Gebäuden betrifft, darüber hinaus aber auch, dass alle Gebäude und Einrichtungen für alle Menschen, unabhängig vom Alter und mit jeder Einschränkung oder Behinderung, ohne technische oder soziale Abgrenzung nutzbar sind.

- die angemessene Berücksichtigung des Schallschutzes sowie der Innenraumakustik

Die aktuelle DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen und mittleren Räumen“ berücksichtigt aufgrund der zwischenzeitlich vorliegenden umfassenderen Kenntnisse über die psychoakustischen Auswirkungen der Nachhallzeit und der Schallverteilung auf die Sprachverständlichkeit nunmehr auch Personen mit eingeschränktem Hör- oder Konzentrationsvermögen, also auch Personen, die ganz besonders auf gute Sprachverständlichkeit angewiesen sind (auch dies ist ein Bestandteil des „Barrierefreien Bauens“).

- die Reduktion von CO₂-Emissionen als lokalem Beitrag zum globalen Klimaschutz
- die Minimierung des Energie-, Betriebs- und Unterhalts- und Reinigungsaufwandes
- die Optimierung des Inspektions-, Wartungs- und Unterhaltungsaufwandes
- die Reduzierung des Materialeinsatzes und des Primärenergiebedarfs der Baustoffe
- die Reduzierung nutzerbedingter Verkehrsströme
- die Dauerhaftigkeit und Rückbaufähigkeit der Konstruktionen und Bauteile



Leitsatz:
Gute Architektur entspricht der Funktion!

Gebäude Neubau

Vorplanung und Entwurf – Energetische Definition

Neubauten kommunaler Gebäude der Stadt Aachen werden nach Aachener Standard geplant. Dieser entspricht in etwa einem Passivhaus, ist jedoch definiert mit einem Heizwärmebedarf von max. 20 kWh/(m²a). Hier wird auf eine Zertifizierung als Passivhaus mit max. 15 kWh/(m²a) verzichtet, um der Nachhaltigkeit aller Bauteile gegenüber technisch noch nicht ausgereiften Produkten erste Priorität einzuräumen.

Der Aachener Standard beinhaltet eine wirtschaftliche und nachhaltige Konzeption mit sehr guter Wärmedämmung, Minimierung von Wärmebrücken und einer Lüftungsanlage mit hohem Wärmerückgewinnungsgrad.

Die Gebäudehüllfläche ist nach Raumprogramm und Architektur zu optimieren bzw. zu minimieren. Eine kompakte Bauform ist dem Gebäudevolumen mit großer Oberfläche, vielen Erkern und Rücksprüngen, energetisch überlegen. Das heißt natürlich nicht, dass nur würfelförmige Gebäude als Bauform infrage kommen. Jedoch muss das Wissen um die energetischen Auswirkungen eines ungünstigen Oberflächen-/Volumen-Verhältnisses die Entwurfsidee beeinflussen.

Um schon im Entwurfsstadium des Architekturwettbewerbes die energetischen Qualitätsmaßstäbe berücksichtigen zu können, werden grundsätzlich Bewertungstools wie z.B. das IEAA-Bewertungstool der TU Graz eingesetzt.

Bei VOF-Verfahren sind Erfahrungen mit wirtschaftlichem, energieeffizientem und nachhaltigem Bauen abzufragen und zu bewerten.

Die Gebäudeorientierung, als einer der wichtigsten Entwurfsparameter, soll eine passive Solarnutzung im Winter ermöglichen, ohne zu einer Überhitzung der Räume zu führen. Hier stehen außer dem Sonnenschutz Verschattungselemente zur Verfügung. Eine Gebäudekühlung ist aus energetischen Gründen im Allgemeinen ausgeschlossen. Räume mit hohen internen Lasten (z.B. Serverräume, Küchen etc.) sollten daher möglichst an der Nordseite geplant werden.

Räume mit ähnlichen Nutzungskonditionen sollten zusammengefasst werden (thermische Konditionierung).

Vor Haupteingängen sind möglichst unbeheizte Windfänge als Pufferzonen zu planen.

Technikräume, insbesondere Lüftungszentralen, sind möglichst zentral innerhalb der versorgten Bereiche anzuordnen.

Integrale Planung

Das hochwertige Gebäudekonzept Aachener Standard macht es notwendig, dass alle Planer zusammen arbeiten. Der Architekt muss den anderen an der haustechnischen und bauphysikalischen Planung Beteiligten seine Planung im Vorentwurfsstadium vorstellen.

Das Zusammenbringen der Ziele: Gute Architektur- und Nutzungsqualität, wirtschaftliche Bauweise und angestrebter energetischer Standard sind nur zu erreichen, wenn sie von Anfang an parallel berücksichtigt werden.

Energetischer Nachweis

Für alle Neubauten nach Aachener Standard wird ein Nachweis nach Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) nach Prof. W. Feist erstellt.

Die Anforderungen sind insbesondere folgende:

- Jahresheizwärmebedarf: $\leq 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Primärenergiebedarf: $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
(inkl. gesamter Betriebsstrombedarf)
- Wärmebrücken ΔU_{WB} : $< 0,05 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Drucktestluftwechsel n50: $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$



Mindestanforderungen für Wärmedurchgangskoeffizienten Neubauten

Mit folgenden U-Werten $W/(m^2K)$ bzw. Dämmstärken sind im Passivhaus ähnlichem Neubau die oben genannten Ziele erfahrungsgemäß zu erreichen. Diese müssen jedoch nach PHPP berechnet werden.

Opake Außenbauteile: $\leq 0,15 W/(m^2K)$
Wände, Dach, Sohle

Verglasungen U_g : $\leq 0,7 W/(m^2K)$
nach EN 673 bei hohem Gesamtenergiedurchlassgrad ($g \geq 50\%$ nach EN 410)

Fenster U_w : $\leq 1,0 W/(m^2K)$
nach DIN EN ISO 10077

Ausführung – Energetische Definition

Energetisch hochwertige Gebäude, so auch Gebäude nach Aachener Standard, müssen folgende generelle Ausführungsprinzipien erfüllen:

Ausführungsprinzipien:

Hüllflächenprinzip

Eine kompakte Bauform ist energetisch günstig.

Eine einfache Geometrie der beheizten Zonen des Gebäudes und eine klare Definition des beheizten Volumens ist entscheidend für die energetische Konzeption. Nicht beheizte Volumen bzw. Pufferzonen wie z.B. unbeheizte Treppenhäuser liegen außerhalb der Hüllfläche.

Homogenitätsprinzip

Eine umlaufende homogene Dämmqualität muss sein.

Eine möglichst einheitliche Dämmqualität ist wichtig. Die Übergangsdetails wie z.B. die Einbausituation der Fenster, der Attiken oder der Sockelpunkte erfordern eine besonders sorgfältige Planung.

Wärmebrückenfreiheit

Es wird Wärmebrückenfreiheit angestrebt.

Der außenmaßbezogene Wärmebrückenverlustkoeffizient von Anschlüssen und Bauteilübergängen sollte kleiner gleich $0,01 W/(m K)$ ausfallen. Damit gilt er rechnerisch als wärmebrückenfrei und kann vernachlässigt werden.

Luftdichtheit

Die luftdichte Ebene muss lückenlos sein.

Das Prinzip innen dicht, außen diffusionsoffen ist entscheidend für die energetische Qualität, für die Schadensfreiheit und auch für die Behaglichkeit. Die konsequente bauliche Umsetzung in der Ausführung ist im Hinblick auf Material- bzw. Gewerkübergänge und nachträgliche Installationen ein komplexes Thema.

Solare Gewinne

Passive solare Gewinne müssen genutzt werden.

Die Wechselwirkung von solaren Gewinnen und Verlusten aufgrund der gegenüber Wandquerschnitten schlechteren Wärmeleitfähigkeiten ist im Sinne einer optimalen Nutzung auszubalancieren. Dabei ist darauf zu achten, dass Überhitzungen unbedingt vermieden werden sollen. Technische Kühlung ist kein energetisch geeignetes Instrument, um mit zu hohen Raumtemperaturen umzugehen.

Gesetzliche Grundlagen

EnEV 2009/2014

Die zurzeit noch gültige Energieeinsparverordnung EnEV 2009 sieht für Wohn- und Nichtwohngebäude nur drei Nachrüstverpflichtungen vor:

- Austausch von Heizkesseln, Baujahr vor Oktober 1978
- Dämmung der zugänglichen Wärmeverteilungsleitungen in unbeheizten Räumen
- Dämmung oberster zugänglicher Geschossdecken

Selbstverständlich ist, dass eine energetische Sanierung den energetischen Zustand auf keinen Fall verschlechtern darf.

Die EnEV 2014 wird am 1. Mai 2014 in Kraft treten. Sie sieht eine maßvolle Anhebung der Mindesteffizienzstandards zum 1. Januar 2016 vor. Diese Maßgaben werden jedoch durch den Aachener Standard übertroffen. Die mit der EnEV verfolgten Ziele – die Verbesserung der Energieeffizienz und des Klimaschutzes unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten – werden von den kommunalen Spitzenverbänden begrüßt.

Die Bestätigung des energetischen Zustands bei Baubeginn und nach der Abnahme durch einen Energieausweis nach §§ 16 ff. wird ersetzt durch eine Bestätigung des Energiemanagements, dass der Entwurf bzw. das fertiggestellte Gebäude nach Passivhaus-Projektierungs-Paket diesem Qualitätsstandard mindestens entspricht (Anhang 4). Der Passivhausnachweis ersetzt den Energieausweis nach EnEV für kommunale Gebäude der Stadt Aachen im bauordnungsrechtlichen Verfahren. Nach Fertigstellung des Bauvorhabens wird ein Energieausweis aus den Daten des PHPP-Nachweises generiert.

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes gilt für alle Neubauten ab Bauantragsdatum 01.11.2011. Der Inhalt des Gesetzes ist, den Wärmebedarf anteilig aus erneuerbaren Energien zu decken.

Die Neubauten der Stadt Aachen werden vorrangig an das örtliche Fernwärmenetz angeschlossen, das einen hohen Anteil Kraft-Wärme-Kopplung enthält und als Ersatzmaßnahme nach EEWärmeG gilt.

Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz kann alternativ durch einen höheren energetischen Standard (z.B. den Aachener Standard) erfüllt werden.

Ausführung – Details

Bauteil Fenster

Planung Fensterflächen

Bei der Planung von Neubauten ist ein gutes Verhältnis von Fenster- und Wandflächen, also transparenten und opaken Fassadenflächen unter den Gesichtspunkten guter Tageslichtnutzung, natürlicher Belüftung, Wärmeschutz, geeigneter Blickbeziehungen, moderater Sonnenschutzmaßnahmen sowie Absturzsicherungen zu berücksichtigen. Folgende Fensterflächenanteile sind anzustreben:

| | |
|-----------------|--------|
| Nordseiten: | 20–30% |
| Ost-Westseiten: | 30–40% |
| Südseiten: | 40–60% |

Eine ausreichende natürliche Belichtung kann auch ergänzend über fest verglaste Fenster hergestellt werden. Die Glasflächen sollen so ausgelegt sein, dass eine natürliche Belichtung ohne Überhitzung möglich ist. Die Größe der zu öffnenden Fenster muss neben der Architektur sorgfältig den Funktionen Belüftung und möglicherweise Fluchtweg unter Berücksichtigung der Unfallvorschriften angepasst werden.

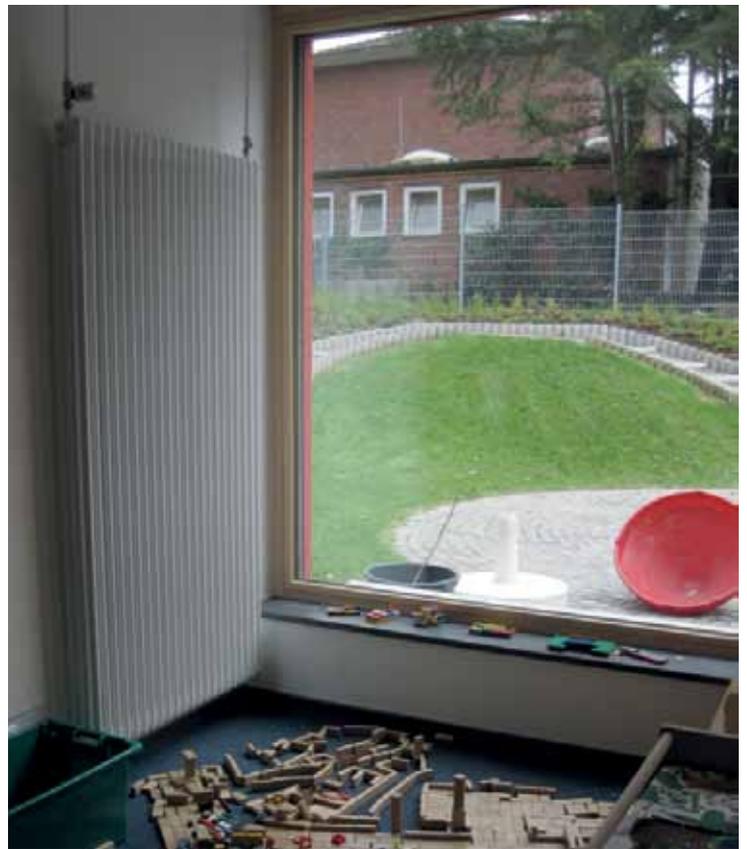
Fensterreinigung

Eine sinnvolle kostengünstige Reinigung der Fensterflächen in Schulen und Kindertagesstätten ist zu beachten, dabei ist der Einsatz von Hubsteigern zu vermeiden.



Fenstergriffhöhen außen

Fenstergriffhöhen innen



Fensterbrüstungshöhen in der Kindertagesstätte

Fenster als Lüftungselement

Der effiziente Austausch verbrauchter Raumluft ist entscheidend für einen sparsamen Energieverbrauch. Das gilt für Gebäude mit und ohne Lüftungsanlage. Eine Lüftungsanlage kann ausfallen oder der Betrieb kann im Sommer eingeschränkt werden. Daher muss eine ausreichend große Fensteröffnungsfläche vorhanden sein, um einen vollständigen Luftaustausch in möglichst kurzer Zeit zu gewährleisten. Als Maßgaben dienen wahlweise die Fensteröffnungsflächen nach Arbeitsstättenrichtlinien A3.6 oder die Vorgaben der Stadt Aachen. Die nachfolgende Tabelle vergleicht die Angaben der ASR A3.6 (auf die Fläche bezogen) mit der Maßgabe der Stadt Aachen (auf das Volumen bezogen).

Arbeitsstättenrichtlinien A3.6

Einseitige Lüftung, Fenster in einer Außenwand

| Freie Fläche von der Grundfläche in % | Raumhöhe in Meter | Freie Fläche vom Raumvolumen in % |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 10,5 | 2,5 | 4,2 |
| 10,5 | 3,0 | 3,5 |
| 10,5 | 3,5 | 3,0 |
| 10,5 | 4,0 | 2,6 |

Arbeitsstättenrichtlinien A3.6

Querlüftung, Fenster in gegenüberliegenden Außenwänden

| Freie Fläche von der Grundfläche in % | Raumhöhe in Meter | Freie Fläche vom Raumvolumen in % |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 6,0 | 2,5 | 2,4 |
| 6,0 | 3,0 | 2,0 |
| 6,0 | 3,5 | 1,7 |
| 6,0 | 4,0 | 1,5 |

Vorgaben der Stadt Aachen

Die Fensteröffnungsfläche soll unabhängig von Raumhöhe und Fensterseitenzahl 3 % des Raumvolumens betragen.

Zum nächtlichen Abführen zu warmer Raumluft haben sich Fensterflügel mit geeignetem Einbruch-, Schlagregen- und Insektenschutz bewährt.

Fensterbrüstungs- und griffhöhen

Die ideale Brüstungshöhe in der Kindertagesstätte liegt bei ca. 30–40 cm. Die innere Fensterbank kann dann gleichzeitig als Sitzbank oder Spielfläche genutzt werden. Bodentiefe Fenster sind ebenfalls möglich, höhere Brüstungen sind mit Rücksicht auf die Blickbeziehungen von Kindergartenkindern (unter 3 Jahren) nicht sinnvoll.

In Schulen muss die Brüstungshöhe bzw. die abgewinkelte Höhe Fußboden bis Fensterrahmenhöhe aus Sicherheitsgründen in den Obergeschossen nach Schulbaurichtlinien mind. 1,10 m betragen. Die Fenstergriffe sollten von Schülern der entsprechenden Altersstufe erreichbar sein.

Fensterprofile

Das ausschließlich verwendete Profilmaterial für Fenster ist Holz mit einem äußeren Abdeckprofil aus Aluminium, das die Holzkonstruktion vor Witterungseinflüssen schützt. Zusammengesetzte Sandwichprofile, Holz – weiche Dämmung – Holz, werden aus Gründen der Nachhaltigkeit nicht eingesetzt, obwohl damit bessere U_f-Werte zu erreichen sind. Eine widerstandsfähige Dämmung zwischen Holz und Alu jedoch ist möglich. In Ausnahmefällen werden auch reine Alukonstruktionen eingesetzt. Die Gebrauchstauglichkeit von Fensterprofilen für hoch beanspruchte Nutzungen soll nach den Qualitätsmaßstäben des RAL-Gütezeichens beschrieben werden. Es sind zertifizierte Fenstersysteme zu bevorzugen (Passivhausinstitut, Darmstadt).

Wärmeschutzglas

Für die Erreichung des Aachener Standards ist eine Dreifach-Verglasung notwendig. Bei Fensterflügeln, die von kleineren Kindern bewegt werden sollen, ist zu berücksichtigen, dass das Glasgewicht durch die Dreifach-Verglasung um ca. 10 kg/m^2 erhöht ist. Die Größe der Fensterflügel ist dem anzupassen, eine Quetschgefahr ist zu vermeiden. Außerdem ist die erhöhte mechanische Belastung der Fensterflügel zu berücksichtigen.

Die U_w -Werte für Fenster werden auf max. $1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ festgelegt. Dieser Wert bezieht sich auf die Normgröße: $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$. Bei größeren Fenstern fällt der Wert mit gleichen Materialien besser aus, bei kleineren Fenstern schlechter. Jeder Flügel, jedes Kämpferprofil, jede Sprosse verschlechtert darüber hinaus den Wert.

Abstandhalter im Wärmeschutzglas

Der thermisch verbesserte Abstandhalter aus Kunststoff oder Edelstahl, als „warme Kante“ bezeichnet, stellt gegenüber dem aus Aluminium mit hoher Wärmeleitfähigkeit eine Verringerung der Wärmebrücke dar. Dieses Konstruktionsdetail ist mittlerweile obligatorisch. Neben dem positiven thermischen Effekt wird hierdurch eine Kondensation am Scheibenrand verhindert. Bei der Dreifach-Verglasung hat die „warme Kante“ wegen des breiteren Randverbundes eine noch größere Bedeutung.

Sonnenschutz

Alle besonnten Fensterflächen erhalten einen hinterlüfteten, außen liegenden Sonnenschutz (Durchlassfaktor $b < 0,2$ nach VDI 2078), der für Windgeschwindigkeiten von mind. 13 m/s ausgelegt ist. Er wird grundsätzlich automatisch betrieben, muss aber manuell übersteuerbar sein. Der Sonnenschutz muss so einstellbar sein, dass auch bei voller Schutzfunktion auf künstliche Beleuchtung verzichtet werden kann. Hierzu sind beispielsweise tageslichtoptimierte Systeme einzusetzen, bei denen sich der obere und der untere Teil unabhängig voneinander einstellen lassen. Während der untere Teil für einen blendfreien Arbeitsplatz sorgt, reflektieren die oberen Lamellen das Sonnenlicht gegen die Decke und leuchten den Raum damit aus.

Zur Vermeidung der sommerlichen Überhitzung müssen ausreichende Speichermassen eingeplant werden (z.B. Verzicht auf abgehängte Decken unter Wahrung der akustischen Vorgaben, Einbau massiver Innenwände, Latentwärmespeicher etc.) und ebenso entsprechende bauliche Vorbereitungen für eine Nachtkühlung. Ebenfalls sind zu sichernde Fensterlüftungsmöglichkeiten für eine Nachtlüftung sehr sinnvoll und wenn möglich einbruchgeschützt und regensicher vorzusehen.

Einbau Fenster/Außentüren

Der Fenster- und Türeinstbau muss neben der statischen Kraftübertragung und der Regendichtigkeit einen Wärmeschutz in Fensterebene und eine absolute Luftdichtigkeit von innen gewährleisten. Insgesamt sind 3 Abdichtungsebenen herzustellen. Es sind inzwischen Abdichtungssysteme auf dem Markt, die zwei Funktionen mit einem Material erfüllen (z.B. die mittlere und innere Abdichtung). Auf jeden Fall müssen alle Funktionen gewährleistet sein. Es sind nur bewährte Abdichtungssysteme zu verwenden.

Äußere Abdichtung

Wetterschutz, schlagregendichte Abdichtung, diffusionsoffen

Mittlere Abdichtung

Optimaler Wärmeschutz zwischen Element und Mauerwerk

Innere Abdichtung

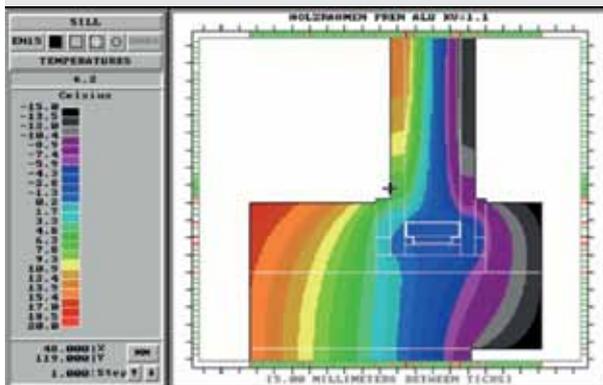
Luftdichte Abdichtung

Der Einbau der Elemente hat gemäß Leitfaden zur Montage von Fenstern und Haustüren, Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim zu erfolgen.

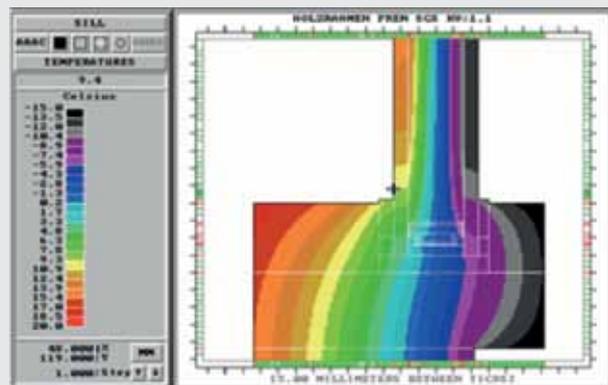
Windfang/Tür

Haupteingangstüren sollten mit einem unbeheizten Windfang witterungsgeschützt werden. Dieser muss eine funktionierende Schleuse darstellen. Das heißt, dass jeweils eine der beiden Türen geschlossen sein muss.

Abstandhalter aus Aluminium



Abstandhalter als warme Kante (Kunststoff od. V2A)



Planung Wandflächen

Bei der Planung der Wandflächen als opakes Bauteil muss unabhängig von der Bauart monolithischer Massivbau oder Misch-Bauweisen eine sinnvolle Kombination nachhaltiger Bau- und Dämmstoffe gewählt werden. Es sollen möglichst langlebige, recyclinggerechte Konstruktionen verwendet werden.

Zur Stabilisierung des Raumklimas im Sommer sollen auch entsprechende speicherfähige Wandmaterialien als thermische Speichermassen eingesetzt werden.

Energetischer Standard

Die Fläche der Außenwand stellt neben den Dachflächen den größten Anteil der Hüllfläche des Gebäudes dar. Daher ist besonders in den Übergangsbereichen auf eine wärmebrückenfreie Konstruktion zu achten (nach Definition Passivhaus Institut, Darmstadt).

Die opaken Bauteilflächen nach Aachener Standard sollten mit einem max. Wärmedurchgangskoeffizienten von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ geplant werden. In Abhängigkeit von den Qualitäten der Wandkonstruktion und des gewählten Dämmstoffs ist das mit Dämmstärken von ca. 16–20 cm zu erreichen.

Die Unterkante der Dämmung der Außenwand sollte grundsätzlich bis ca. 30 cm unter die Kellerdecke des unbeheizten Untergeschosses reichen bzw. als Perimeterdämmung bis zur Sohle ausgeführt werden.

Für vorgehängte belüftete Fassadensysteme sind nur Unterkonstruktionen zu verwenden, deren Wärmedurchgang durch thermische Trennelemente extrem reduziert ist (Wärmebrückenzuschlag für die Unterkonstruktion ca. $0,01 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$).

Reinigungskosten/ Beschädigungen

Im Bereich der vom Nutzer, Kindergarten- bzw. Schulkind zu erreichenden Flächen ist auf eine unempfindliche und kostengünstig zu pflegende Oberfläche an den Außen- und Innenseiten zu achten.

Thermohaut

Die sogenannte Thermohaut, ein Wärmedämmverbundsystem, bei dem eine massive Mauerwerkswand mit Dämmplatten oder -lamellen beklebt und mit mehrschichtigen armierten Putzschichten bekleidet wird, ist trotz der vielen Arbeitsgänge (mind. 4–6) eine der preiswertesten gedämmten Wandkonstruktionen.

Es dürfen nur thermisch getrennte Dübel zur Stabilisierung einer Thermohaut eingesetzt werden. Bei einer Ausführung mit nicht thermisch getrennten Dübeln kann es langfristig zu einer anderen Verfärbung der Putzflächen als über dem Dübelteller kommen (siehe Foto). Zur Vermeidung von Algenbildung sollten nur Mineral- oder Silikatputze oder fungizid eingestellte Kunstharzputze eingesetzt werden.

Nicht unproblematisch ist das Verhalten des Materials im Brandfall trotz vorbeugender Maßnahmen wie z.B. der Sturzausbildung mit schwer entflammablem Dämmmaterial. Im Brandfall entwickelt z.B. Polystyrol eine große Rauch- und Rußentwicklung, verflüssigt sich und wird dadurch u. U. zur Gefahr für den flüchtenden Nutzer.

Planung Dachflächen

Die Dachflächen eines Gebäudes nach Aachener Standard sind mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von max. $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ zu planen. Ein Flachdach als Warmdach wird entsprechend ein Dämmpaket von ca. 30 cm haben, ein Steildach ist nur in Kombination von Zwischen- und Aufsparren- oder Untersparrendämmung in diesem Standard zu erreichen. Bei Nutzflächen in Dachgeschossen unter Dachschrägen ist bei der Wahl der Dämmstoffe besonders auf den sommerlichen Wärmeschutz zu achten. Hier haben Zellulosedämmstoffe Vorteile.

Entwässerung

Grundsätzlich sind innen liegende Entwässerungen wegen eventueller langfristiger Schäden nicht zulässig, sondern als frei zugänglich an der Fassade herab zu führen. Flachdächer sind mit mind. 2% Gefälle auszuführen.

Dübel zeichnen sich in der Putzfläche ab



Solare Nutzung

Bei der Planung von Dachflächen, die nicht durch Bäume oder andere Bauwerke verschattet sein werden, ist statisch und konstruktiv eine solare Nutzung vorzusehen. Dabei ist von einem Flächengewicht von ca. 25 kg/m² auszugehen. Die Leitungsführung sollte weitestgehend außerhalb des Gebäudes liegen.

RWA-Anlagen

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sollten – wenn möglich – vertikal geplant werden. Einerseits um das Schadensrisiko Wassereintrich bei Störungen zu mindern, andererseits um die solare Nutzung nicht zu beeinträchtigen.

Planung Sohlen/Kellerdecken

Der untere horizontale Abschluss der beheizten Gebäudehülle, je nachdem ob ein Kellergeschoss vorhanden ist als Sohle oder als Kellerdecke, muss die energetischen Anforderungen erfüllen. Ein sinnvoller Wärmedurchgangskoeffizient von max. 0,15 W/m²K kann im Fall des nicht unterkellerten Gebäudes bzw. beheizten Untergeschosses zusammen mit einem bewährten schwimmenden Estrichaufbau entweder durch eine Last abtragende Perimeterdämmung oder auch durch eine Glasschaumschotterschicht erreicht werden.

Im Fall des nicht beheizten Kellers bildet die Kellerdecke die untere Hüllfläche. Hier ist ein guter Wärmeschutz nur durch entsprechende unterseitige Dämmschichten zusammen mit einem hochwertigen Fußbodenaufbau des Erdgeschosses zu erreichen.

Bei Stahlbetondecken, die aus statischen Gründen größere Stärken haben müssen, kann unter Umständen auf einen schwimmenden Estrich aus Schallschutzgründen verzichtet werden. In diesem Fall kann bzw. muss der Wärmeschutz allein durch Perimeterdämmung bzw. die Dämmung unter der Kellerdecke gewährleistet werden. Der Vorteil liegt hier in einer massiven Speichermasse.

Ausnahmen vom Aachener Standard Neubau

Für Gebäude, deren Nutzflächen entweder besonders klein sind, deren Nutzungsdauer extrem kurz ist oder deren Raumtemperaturen z.B. als Nebengebäude deutlich unterhalb des allgemein üblichen Niveaus liegen, gelten die Abweichungen vom Aachener Standard entsprechend der Energieeinsparverordnung.

Definition:

Raumtemperatur: ≤ 19 Grad*

Nutzfläche: ≤ 50 m² Nutzfläche*

Nutzungsdauer: ≤ 5 Jahre*

Tägliche Beheizung: ≤ 4 Stunden

In dieser Gebäudekategorie (Gebäude ≤ 19°C). sind mindestens folgende Wärmedurchgangskoeffizienten einzuhalten:

| | EnEV09/14 W/(m ² K) | Aachen W/(m ² K) |
|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Außenwände: | 0,24 | 0,24 |
| Fenster: | 1,30 | 1,30 |
| Dachfenster: | 1,40 | 1,40 |
| Glasdächer: | 2,00 | 2,00 |
| Steildächer: | 0,24 | 0,24 |
| Flachdächer: | 0,20 | 0,20 |
| Decken nach unten: | 0,24 | 0,24 |

Infrage kommen zum Beispiel kleinflächige Pavillons (< 50 m² Nutzfläche) als Erweiterungsbauten von Schulen oder Umkleidehäuser an Sportplätzen.

Sporthallen werden mit ≤ 19 Grad Raumtemperatur ausgelegt und entsprechend nach dem Aachener Standard geplant. Darüber hinaus sollte grundsätzlich für diese einfache Bauaufgabe und naturgemäß kompakte Bauform geprüft werden, ob eine Realisierung mit südlich geneigtem Pultdach als Plusenergie-Gebäude möglich ist.

Abnahmen

Die Herstellung einer funktionstüchtigen Luftdichtheit ist wichtiger und unabdingbarer Qualitätsmaßstab. Dabei sind alle Bauteilübergänge planerisch und ausführungstechnisch sorgfältig zu bearbeiten.

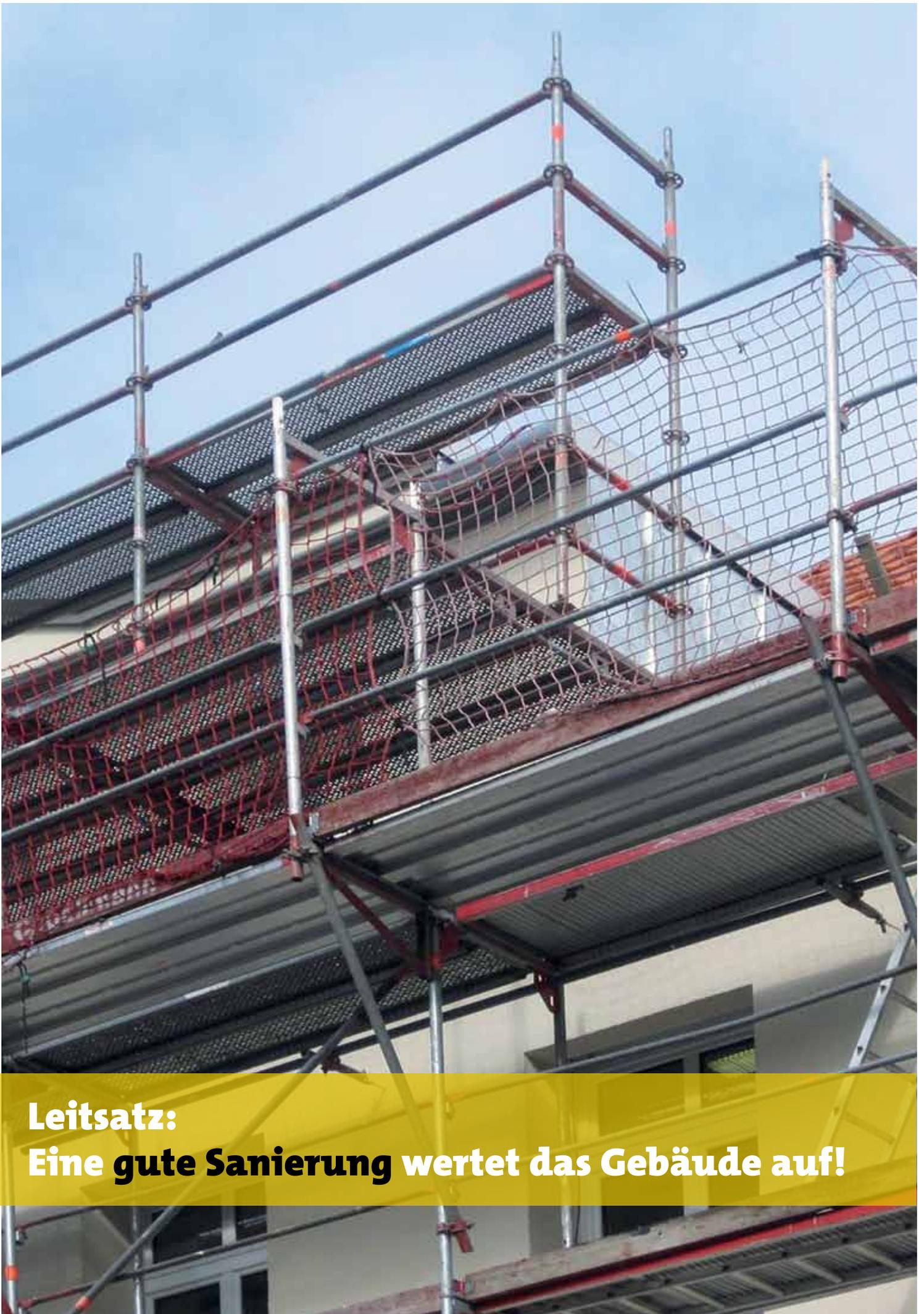
Die Fugendurchlässigkeit außen liegender Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster muss je nach Geschosszahl des Gebäudes Klasse 2 bzw. 3 nach DIN EN 12207-1 entsprechen. Der Nachweis kann nur mit einem Blower-Door-Test geführt werden. Die EnEV verlangt einen Zielwert von 3,0 h-1 für Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen, 1,5 h-1 für Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen. Die Blower-Door-Messung sollte idealerweise vor der bautechnischen Endabnahme durchgeführt werden, weil z.B. Undichtigkeiten zwischen Fensterflügel und -rahmen offensichtlich werden und dann bemängelt werden können.

Für Neubauten nach Aachener Standard ist ein Zielwert von 0,6 h-1 einzuhalten. Der gemessene Wert ist dem Energiemanagement zu übermitteln. Bei Übergabe des Gebäudes an die Nutzer erhalten diese eine persönliche Einweisung in die Besonderheiten des Gebäudes und eine schriftliche Nutzeranleitung durch das Energiemanagement.

Nutzerbeteiligungen

Die Zufriedenheit der Nutzer und des Betriebspersonals wird anhand eines standardisierten Fragebogens abgefragt (Muster, Anhang 1). Ziel ist, die Zufriedenheit des Nutzers unter dem Bewusstsein der eigenen Verantwortlichkeit. In diesem Zusammenhang wurden verantwortliche Nutzer (Schul-/Kitaleitungen, Hausmeister) mit dem Energiemonitoring-System E-View vertraut gemacht.

*Energieeinsparverordnung 2009/14



Leitsatz:
Eine gute Sanierung wertet das Gebäude auf!

Gebäude Sanierung

Grundsätzliches

Auch bei der Sanierung der Aachener kommunalen Gebäude wird ein hochwertiger und nachhaltiger Standard angestrebt. Der erreichbare Standard wird beeinflusst durch die baulichen Gegebenheiten des Bestandsgebäudes, wie z.B. das vorliegende eventuell ungünstige Flächen-/ Volumenverhältnis oder den Denkmalschutz. Wenn mit der Entwurfsidee zu vereinbaren, sollte das Volumen-/Flächenverhältnis optimiert werden z.B. durch Überbauung eines Innenhofes. Vor Haupteingängen sind möglichst unbeheizte Windfänge als Pufferzonen zu planen.

Werden Bauteile saniert, gelten die folgenden Wärmeleitkoeffizienten bzw. Dämmstärken, falls nicht bauliche Details gegen die Einhaltung sprechen.

Beim Einbau von neuen (dichteren) Fenstern ist ein Lüftungskonzept zu erstellen, um eine Verschlechterung der Raumluftqualität und damit verbundene Feuchteschäden zu vermeiden. Die sicherste Lösung ist hier eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung.

Gesetzliche Grundlagen – Aachener Standard

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen EnEV 2009 und EnEV 2014

EnEV Anlage 3, Tabelle 1, Nichtwohngebäude mit Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$

| | | EnEV 09/14 W/(m ² K) | Aachen W/(m ² K) |
|-------------------------------|---|--|---|
| Außenwände: | Außendämmung: | 0,24 | 0,20 z.B. Dämmstärke: 16 cm Wärmeleitfähigkeit W/(m K): 0,032 |
| | Innendämmung: (inkl. Wandkonstruktion) | 0,35 (EnEV 09) | 0,35 z.B. Dämmstärke: 6 cm Wärmeleitfähigkeit W/(m K): 0,035 |
| | Kerndämmung: Anforderungen gelten als erfüllt, wenn der vorhandene Zwischenraum mit Dämmstoff ausgefüllt ist. | | |
| Fenster/Fenstertüren: | | 1,30 U _w W/(m ² K) Ausnahmen gelten bei Denkmalschutz | 1,00 U_w W/(m²K) |
| Verglasungen: | | 1,10 U _g W/(m ² K) Bei beweglichen Flügeln in Kitas 2-fach-Verglasung | 0,80 U_g W/(m²K) |
| Vorhangfassaden: | | 1,50/1,40 U W/(m ² K) | 1,30 U W/(m²K) |
| Dachflächenfenster: | | 1,40 U _w W/(m ² K) | 1,10 U_w W/(m²K) |
| Dächer: | Steildächer Abseitenwände (mit ungestörter Dämmschicht) | 0,24/0,20 | 0,15 z.B. Dämmstärke: 22 cm Wärmeleitfähigkeit W/(m K): 0,035 |
| | Flachdächer | 0,20 | 0,15 Dämmstärkenberechnung nach DIN EN ISO 6946 |
| Oberste Geschossdecke: | | 0,24 | 0,15 z.B. Dämmstärke: 22 cm Wärmeleitfähigkeit W/(m K): 0,035 |
| Kellerdecke: | Dämmung von unten: | 0,30 | 0,24 z.B. Dämmstärke: 10 cm Wärmeleitfähigkeit W/(m K): 0,025 |
| | Fußbodenaufbau: Dämmung von oben bzw. Sohle: | 0,50 | 0,35 z.B. Dämmstärke: 5 cm Wärmeleitfähigkeit W/(m K): 0,022 + Dämmstärke 2 cm Wärmeleitfähigkeit W/(m K): 0,035 |
| | | | |

Alle oben genannten Dämmstärken geben den U-Wert ohne Berücksichtigung der vorhandenen Konstruktion wieder (Ausnahme: Wandinnendämmung).

EnEV 2009/2014

Die zz. noch gültige Energieeinsparverordnung EnEV 2009 sieht für Wohn- und Nichtwohngebäude nur drei Nachrüstverpflichtungen vor:

- Austausch von Heizkesseln, Baujahr vor Oktober 1978
- Dämmung der zugänglichen Wärmeverteilungsleitungen in unbeheizten Räumen
- Dämmung oberster zugänglicher Geschossdecken

Selbstverständlich ist, dass eine energetische Sanierung den energetischen Zustand auf keinen Fall verschlechtern darf.

Die EnEV 2014 wird am 1. Mai 2014 in Kraft treten. Sie sieht eine maßvolle Anhebung der Mindesteffizienzstandards zum 1. Januar 2016 vor.

Diese Maßgaben werden jedoch durch den Aachener Standard übertroffen.

Die mit der EnEV verfolgten Ziele – die Verbesserung der Energieeffizienz und des Klimaschutzes unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten – werden von den kommunalen Spitzenverbänden begrüßt.

Die Bestätigung des energetischen Zustands bei Baubeginn und nach der Abnahme durch einen Energieausweis nach §§ 16 ff wird ersetzt durch eine Bestätigung des Energiemanagements, dass der Entwurf bzw. das fertiggestellte Gebäude nach Passivhaus-Projektierungs-Paket diesem Qualitätsstandard mindestens entspricht (Muster siehe Anhang). Der Passivhausnachweis ersetzt den Energieausweis nach EnEV für kommunale Gebäude der Stadt Aachen im bauordnungsrechtlichen Verfahren. Nach Fertigstellung des Bauvorhabens wird ein Energieausweis aus den Daten des PHPP-Nachweises generiert (unter Berücksichtigung der teilweise unterschiedlichen Berechnungsansätze).

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

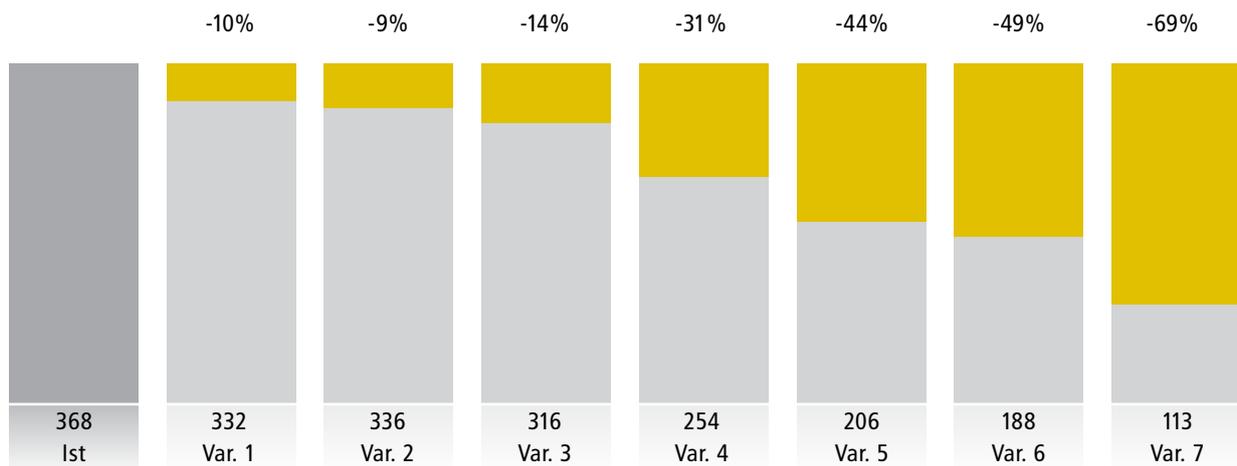
Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes vom 28. Juli 2011 kam erstmals für die Kommunen auch für Sanierungen eine besondere Vorbildfunktion zu. Diese Verpflichtung gilt, wenn die Heizungsanlage ausgetauscht oder umgestellt wird und zusätzlich mindestens 20% der Gebäudehülle saniert wird. In diesem Fall muss die Kommune einen Anteil der Energieversorgung mit regenerativen Energien decken, alternativ als Ersatzmaßnahme die Gebäudehülle besonders ertüchtigen. Der 140% -Wert des maximalen Transmissionswärmeverlustes muss um 20% unterschritten werden. Dies ist nicht ohne umfassende Sanierung der gesamten Gebäudehülle zu erreichen. Diese Qualität ist jedoch nach Aachener Standard erreicht, wenn der Neubaustandard nach EnEV 2009/2014 (gefordert ab 3 Sanierungsmaßnahmen) eingehalten wird.

Bestandsaufnahme Ist-Zustand, Bilanzrechnung

Als Grundlage jeder energetischen Sanierung muss die genaue Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes stehen. Dazu gehören die Auswertung der Planunterlagen, die Abklärung bereits erfolgter Sanierungen und die Öffnung der nicht einsehbaren Bestandskonstruktionen, wie z.B. das Aufschneiden der Flachdachabdichtung mit Feststellung der Dämmstärke und des Zustandes der Dämmung oder das Überprüfen der Luftschichtstärke in der zweischaligen Wandkonstruktion. Natürlich ist die Behebung zuvor festgestellter Durchfeuchtungen eine Grundvoraussetzung jeder erfolgreichen Sanierung.

Eine Bilanzrechnung des Ist-Zustandes und der geplanten Sanierungsmaßnahmen ist eine Grundvoraussetzung bei umfangreichen Sanierungen. Dabei wird der Ist-Zustand unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verbrauchswerte mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen verglichen.

Endenergiebedarf q_E pro m^2 [kWh/m²a]



Nach Aachener Standard-Sanierung ist ab einer Sanierung von mindestens 3 Bauteilen das energetische EnEV-Niveau 2009 für Bestandsgebäude anzustreben. Bei vollständigen Sanierungen aller Bauteile und der Haustechnik ist auch das EnEV-Niveau 2009/2014 für Neubauten zu erreichen.

Mithilfe der Energiebilanz kann die Effizienz unterschiedlicher Bauteilqualitäten ermittelt werden, um eine Hilfestellung bei Materialentscheidungen zu haben. Die Bilanz wird im Entwurfsstadium erstellt und dient als Unterstützung der Kosten- und Ausführungsplanung sowie der Ausschreibung bevor alle Materialentscheidungen feststehen.

Benchmarks

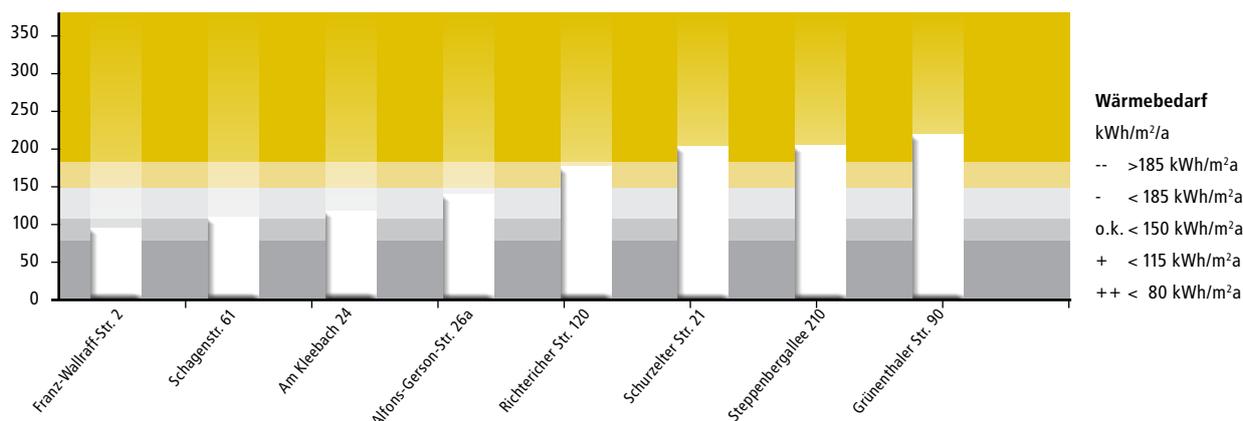
Nur im direkten Vergleich ähnlicher Gebäude werden Unterschiede sichtbar.

Differenzen im Wärmeenergiebedarf können verschiedene Ursachen haben: Materialunterschiede, haustechnische Ursachen, unterschiedliches Nutzerverhalten. Nach zweijähriger vielfältiger Beratung und Motivation der Nutzer in Schulen und Kindertagesstätten wurde festgestellt, dass durch den Einfluss des Nutzerverhaltens ca. 5–8 % eingespart werden können. Deutlich effektiver sind natürlich die investiven Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Hüllfläche und der Haustechnik.



Auch bei jüngeren Objekten sehr ähnlicher Bauart unterscheidet sich der Verbrauch, hier der Wärmeverbrauch, oft stark. Die Wärmeenergiekennzahlen liegen beispielsweise bei diesem Bautyp Kindertagesstätten der 90er Jahre zwischen 95 und 220 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr.

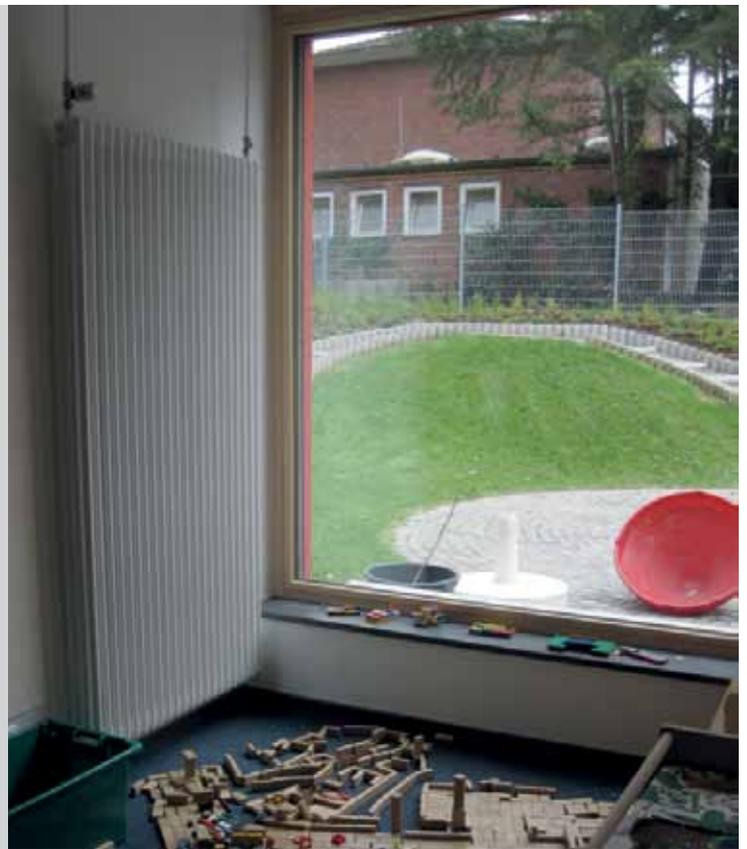
Erdgeschossiger Baukörper mit Satteldach 90er Jahre





Fenstergriffhöhen außen

Fenstergriffhöhen innen



Fensterbrüstungshöhen in der Kindertagesstätte

Ausführung – Details

Bauteil Fenster

Aufteilung/Gliederung des Fensters

Beim Austausch vorhandener Fenster ist in jedem Fall die Gliederung auf ihre Sinnfälligkeit zu überprüfen. Das Fenster muss folgende vielfältige Funktionen erfüllen: Belichtung, Lüftung, Wärmeschutz, Gestaltung, Bedienungshöhe Griff, Unfallschutz, Fensterreinigung, eventuell Schallschutz und Fluchtweg.

Fensterreinigung

Eine sinnvolle kostengünstige Reinigung der Fensterflächen in Schulen und Kindertagesstätten ist zu beachten, dabei ist der Einsatz von Hubsteigern zu vermeiden.

Fenster als Lüftungselement

Der effiziente Austausch verbrauchter Raumluft ist entscheidend für einen sparsamen Energieverbrauch. Das gilt für Gebäude mit und ohne Lüftungsanlage. Eine Lüftungsanlage kann ausfallen oder der Betrieb kann im Sommer eingeschränkt werden. Daher muss eine ausreichend große Fensteröffnungsfläche vorhanden sein, um einen vollständigen Luftaustausch in möglichst kurzer Zeit zu gewährleisten. Als Maßgaben dienen wahlweise die Fensteröffnungsflächen nach Arbeitsstättenrichtlinien A3.6 oder die Vorgaben der Stadt Aachen. Die nachfolgende Tabelle vergleicht die Angaben der ASR A3.6 (auf die Fläche bezogen) mit der Maßgabe der Stadt Aachen (auf das Volumen bezogen).

Arbeitsstättenrichtlinien A3.6

Einseitige Lüftung, Fenster in einer Außenwand

| Freie Fläche von der Grundfläche in % | Raumhöhe in Meter | Freie Fläche vom Raumvolumen in % |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 10,5 | 2,5 | 4,2 |
| 10,5 | 3,0 | 3,5 |
| 10,5 | 3,5 | 3,0 |
| 10,5 | 4,0 | 2,6 |

Arbeitsstättenrichtlinien A3.6

Querlüftung, Fenster in gegenüberliegenden Außenwänden

| Freie Fläche von der Grundfläche in % | Raumhöhe in Meter | Freie Fläche vom Raumvolumen in % |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 6,0 | 2,5 | 2,4 |
| 6,0 | 3,0 | 2,0 |
| 6,0 | 3,5 | 1,7 |
| 6,0 | 4,0 | 1,5 |

Die Fensteröffnungsfläche soll unabhängig von Raumhöhe und Fensterseitenzahl 3% des Raumvolumens betragen.

Vorgaben der Stadt Aachen

Fensterbrüstungs- und griffhöhen

Die ideale Brüstungshöhe in der Kindertagesstätte liegt bei ca. 30–40 cm. Die innere Fensterbank kann dann gleichzeitig als Sitzbank oder Spielfläche genutzt werden. Bodentiefe Fenster sind ebenfalls möglich, höhere Brüstungen sind mit Rücksicht auf die Blickbeziehungen von Kindergartenkindern (unter 3 Jahren) nicht sinnvoll.

In Schulen muss die Brüstungshöhe bzw. die abgewinkelte Höhe Fußboden bis Fensterrahmenhöhe aus Sicherheitsgründen in den Obergeschossen nach Schulbaurichtlinien mind. 1,10 m betragen. Die Fenstergriffe sollten von Schülern der entsprechenden Altersstufe erreichbar sein.

Fensterprofile

Das ausschließlich verwendete Profilmaterial für Fenster ist Holz mit einem äußeren Abdeckprofil aus Aluminium, das die Holzkonstruktion vor Witterungseinflüssen schützt. Zusammengesetzte Sandwichprofile, Holz – weiche Dämmung – Holz, werden aus Gründen der Nachhaltigkeit nicht eingesetzt, obwohl damit bessere U_f -Werte zu erreichen sind. Eine widerstandsfähige Dämmlage zwischen Holz und Alu jedoch ist möglich. Die Gebrauchstauglichkeit von Fensterprofilen für hoch beanspruchte Nutzungen soll nach den Qualitätsmaßstäben des RAL-Gütezeichens beschrieben werden. Es sind zertifizierte Fenstersysteme zu bevorzugen (Passivhausinstitut, Darmstadt).

Wärmeschutzglas

Für die Erreichung des Aachener Standards ist eine Dreifachverglasung notwendig. Bei Fensterflügeln, die von kleineren Kindern bewegt werden sollen, ist zu berücksichtigen, dass das Glasgewicht durch die Dreifachverglasung um ca. 10 kg/m² erhöht ist. Die Größe der Fensterflügel ist dem anzupassen, eine Quetschgefahr ist zu vermeiden. Außerdem ist die erhöhte mechanische Belastung der Fensterflügel zu berücksichtigen.

Die U_w -Werte für Fenster werden auf max. 1,00 W/(m²K) festgelegt. Dieser Wert bezieht sich auf die Normgröße: 1,23 m x 1,48 m. Bei größeren Fenstern fällt der Wert mit gleichen Materialien besser aus, bei kleineren Fenstern schlechter. Jeder Flügel, jedes Kämpferprofil, jede Sprosse verschlechtert darüber hinaus den Wert.

Abstandhalter im Wärmeschutzglas

Der thermisch verbesserte Abstandhalter aus Kunststoff oder Edelstahl, als „warme Kante“ bezeichnet, stellt gegenüber dem aus Aluminium mit hoher Wärmeleitfähigkeit eine Verringerung der Wärmebrücke dar. Dieses Konstruktionsdetail hat sich mittlerweile allgemein durchgesetzt. Neben dem positiven thermischen Effekt wird hierdurch eine Kondensation am Scheibenrand verhindert. Bei der Dreifachverglasung hat die „warme Kante“ wegen des breiteren Randverbundes eine noch größere Bedeutung.

Sonnenschutz

Alle besonnten Fensterflächen erhalten einen hinterlüfteten, außen liegenden Sonnenschutz (Durchlassfaktor $b < 0,2$ nach VDI 2078), der für Windgeschwindigkeiten von mind. 13m/s ausgelegt ist. Er wird grundsätzlich automatisch betrieben, muss aber manuell übersteuerbar sein. Der Sonnenschutz muss so einstellbar sein, dass auch bei voller Schutzfunktion auf künstliche Beleuchtung verzichtet werden kann. Hierzu sind beispielsweise tageslichtoptimierte Systeme einzusetzen, bei denen sich der obere und der untere Teil unabhängig voneinander einstellen lassen. Während der untere Teil für einen blendfreien Arbeitsplatz sorgt, reflektieren die oberen Lamellen das Sonnenlicht gegen die Decke und leuchten den Raum damit aus.

Zur Vermeidung der sommerlichen Überhitzung müssen ausreichende Speichermassen eingeplant werden (z.B. Verzicht auf abgehängte Decken unter Wahrung der akustischen Vorgaben, Einbau massiver Innenwände, Latentwärmespeicher etc.) und ebenso entsprechende bauliche Vorbereitungen für eine Nachtkühlung. Ebenfalls sind zu sichernde Fensterlüftungsmöglichkeiten für eine Nachtlüftung sehr sinnvoll und wenn möglich einbruchgeschützt und regensicher vorzusehen.





Kita Am Höfling, Beispiel Wanddämmung Thermohaut



Kita Stolberger Straße 126, Beispiel Trespa-Fassade

Einbau Fenster/Außentüren

Der Fenster- und Türereinbau muss neben der statischen Kraftübertragung und der Regendichtigkeit einen Wärmeschutz in Fensterebene und eine absolute Luftdichtigkeit von innen gewährleisten.

Insgesamt sind 3 Abdichtungsebenen herzustellen. Es sind inzwischen Abdichtungssysteme auf dem Markt, die zwei Funktionen mit einem Material erfüllen (z.B. die mittlere und innere Abdichtung). Auf jeden Fall müssen alle Funktionen gewährleistet sein. Es sind nur bewährte Abdichtungssysteme zu verwenden.

Äußere Abdichtung

Wetterschutz, schlagregendichte Abdichtung, diffusionsoffen

Mittlere Abdichtung

Optimaler Wärmeschutz zwischen Element und Mauerwerk

Innere Abdichtung

Luftdichte Abdichtung

Der Einbau der Elemente hat gemäß Leitfaden zur Montage von Fenstern und Haustüren, Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim zu erfolgen.

Windfang/Tür

Haupteingangstüren sollten mit einem unbeheizten Windfang witterungsgeschützt werden. Dieser muss eine funktionierende Schleuse darstellen. Das heißt, dass überwiegend eine der beiden Türen geschlossen sein muss.

Wanddämmung

Die äußere Dämmung ist eine der effektivsten Sanierungsmaßnahmen für die Wandflächen. Vorgehängte Außenwanddämmungen aus diversen nachhaltigen Materialien sind für Schulen und Kindergärten geeignet. Unterkonstruktionen, die thermisch getrennt als Wärmebrücken reduziert gelten, sind unumgänglich, um einen energetisch hochwertigen Standard einhalten zu können (siehe Fotos).

Putz ist im unteren Sockel- bzw. im unteren Wandbereich in Schulen wegen der hohen mechanischen Belastungen nur bedingt geeignet.

Der untere Abschluss der Außenwanddämmung liegt bei 30 cm unter Unterkante Kellerdecke. Sollte sich dieser Bereich im Erdreich befinden, ist dieser Abschnitt mit verrottungsfester Perimeterdämmung auszuführen.

Thermohaut

Die sogenannte Thermohaut, ein Wärmedämmverbundsystem, bei dem eine massive Mauerwerkswand mit Dämmplatten oder -lamellen beklebt und mit mehrschichtigen armierten Putzschichten bekleidet wird, ist trotz der vielen Arbeitsgänge (mind. 4–6) eine der preiswertesten gedämmten Wandkonstruktionen.

Es dürfen nur thermisch getrennte Dübel zur Stabilisierung einer Thermohaut eingesetzt werden. Bei einer Ausführung mit nicht thermisch getrennten Dübeln kann es langfristig zu einer anderen Verfärbung der Putzflächen als über dem Dübelteller kommen. Zur Vermeidung von Algenbildung sollten nur Mineral- oder Silikatputze eingesetzt werden.

Nicht unproblematisch ist das Verhalten des Materials im Brandfall trotz vorbeugender Maßnahmen wie z.B. der Sturzausbildung mit schwer entflammablem Dämmmaterial. Im Brandfall entwickelt z.B. Polystyrol eine große Rauch- und Rußentwicklung, verflüssigt sich und wird dadurch u. U. zur Gefahr für den flüchtenden Nutzer.

Die äußeren Laibungen an Fenstern sind möglichst mit 3 cm Dämmstärke zu dämmen, um hier Wärmebrücken zu mindern.

Innendämmung

Kommt eine Außendämmung z.B. aus Gründen des Denkmalschutzes nicht in Betracht, sollten die Außenwände von innen gedämmt werden. Bis vor etwa 10 Jahren galt die Innendämmung als bauphysikalisch problematisch. Diese Bedenken sind inzwischen durch zahlreiche Untersuchungen widerlegt. Die Ausführung muss jedoch in allen Punkten dem Stand der Technik entsprechen und es müssen bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sein:

- Die Wand darf nicht durchfeuchtet sein, sonst ist Innendämmung ausgeschlossen.
- Die Dämmstärke einer Innendämmung sollte max. 6–8 cm betragen.
- Diffusionsoffene Innendämmmaterialien sind zu bevorzugen.
- Die Innendämmung darf an keiner Stelle lufthinterspült werden.
- Die Konstruktion ist wärmebrückenfrei zu planen (Aufschlag max. 0,05 W/(m²K)).
- Innenwände und Geschossdecken stellen weiterhin Schwachstellen dar.
- Eine detaillierte bauphysikalische Prüfung ist unbedingt notwendig.

Es stehen diverse Materialien zur Verfügung. Eine Liste befindet sich in Anhang 2.

Laibungsdämmung

Werden ausschließlich die Fenster bei einer Sanierung erneuert, ohne dass die Außenwände eine Außendämmung erhalten, müssen die Laibungen mindestens folgendermaßen gedämmt werden:

Dämmstärke: z.B. 15 mm
Wärmeleitfähigkeit: 0,028 W/(m K)

Materialien wie zum Beispiel Calciumsilikatplatten oder auch speziell für diesen Zweck entwickelte Laibungsplatten aus verschiedenen Materialien können hier eingesetzt werden. Eine Liste mit geeigneten Materialien befindet sich in Anhang 2.

Dächer/ Flachdächer

Kindergärten, Schulen und Turnhallen sind häufig mit Flachdächern abgedeckt, deren Warmdach kostengünstig energetisch saniert werden kann, falls die vorhandene Konstruktion nicht durch Wassereintritt geschädigt wurde. Vorab sind die bauphysikalischen Rahmenbedingungen zu überprüfen. Eine Möglichkeit besteht in einer Zusatzdämmung mit erneuter Abdichtungsebene. Eine kostengünstige Variante ist die lose Verlegung einer geeigneten geschlossenzelligen Dämmung auf einer bereits bestehenden intakten Dachabdichtung in Form eines „Plusdaches“.

Um einen U-Wert von 0,15 W/(m²K) zu erreichen, muss mindestens eine Dämmstärke von ca. 22 cm mit einem Dämmstoff einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/mK aufgebracht werden.

Vorsicht: Die Dämmstärke einer Gefälledämmung ist nicht das arithmetische Mittel, sondern muss nach der DIN EN ISO 6946 berechnet werden. Das Energiemanagement ist gerne behilflich.

Laibungsdämmung vor der Ausführung





Kriechkeller



Fenstereinbau mit Dichtfolie

Entwässerung

Grundsätzlich sind innen liegende Entwässerungen wegen eventueller langfristiger Schäden nicht zulässig, sondern zugänglich an einer Außenfassade zu verlegen. Flachdächer sind mit mind. 2 % Gefälle auszuführen.

Lichtkuppeln

Bei jeder Flachdachsanierung sollte überprüft werden, welche älteren Lichtkuppeln entfallen und welche durch neuwertige ersetzt werden können. Die Lichtkuppeln stellen in jedem Fall eine Qualitätsminderung der Hüllfläche dar und eventuell auch eine Schadensquelle, im Gegenzug bringen sie natürliches Licht in den Raum und sparen unter Umständen damit Strom. Auf dem Markt sind eingeführte Produkte als Lichtkuppeln mit einem Uw-Wert von $< 1,1- 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Dieser Wert bezieht sich auf die Rohbauöffnung und nicht auf die Abwicklungsfläche.

RWA-Anlagen

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sollten – wenn möglich – vertikal geplant werden. Einerseits um das Schadensrisiko Wassereintrich bei Störungen zu mindern, andererseits um die solare Nutzung nicht zu beeinträchtigen.

Steildächer

Um die erforderlichen Dämmstärken im Sparrendach unterzubringen, ist es in den meisten Fällen notwendig, eine Kombination aus Zwischensparren- und Auf- oder Untersparrendämmung zu wählen. Selbstverständlich ist der bauphysikalisch richtige Aufbau – Dachpfannen, diffusions-offene Unterspannbahn, Dämmung, Dampfsperre – einzuhalten. Eine lückenlose Verlegung der Dampfsperrebene ist unbedingt wichtig, um die Wirkung der Wärmedämmung nicht einzuschränken und Schadensfreiheit zu gewährleisten.

Solare Nutzung

Bei der Planung von Dachflächen, die nicht durch Bäume oder andere Bauwerke verschattet sein werden, ist statisch und konstruktiv eine solare Nutzung vorzusehen. Dabei ist von einem Flächengewicht von ca. $25 \text{ kg}/\text{m}^2$ auszugehen. Die Leitungsführung sollte weitestgehend außerhalb des Gebäudes liegen.

Oberste Decke

Die obersten Geschossdecken in Nichtwohngebäuden über beheizten Räumen unterliegen seit 2009 einer Nachrüstverpflichtung nach EnEV 2009. Daher wurden sie bereits saniert. Im Allgemeinen erreichen sie einen Wärmedämmkoeffizienten von $0,15 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Kellerdecke von unten:

Die nachträgliche Dämmung der Betonkellerdecke stellt wegen der oft nur geringfügigen oder sogar nicht vorhandenen Dämmstärken im Fußbodenaufbau und den damit verbundenen geringen Oberflächentemperaturen vor allem in Kindergärten eine wichtige funktionelle Sanierungsmaßnahme dar. Regelmäßig befinden sich Abwasser-, Wasser-, Heizungs- und Stromleitungen unter Kellerdecken. Diese sind optimalerweise in das Dämmpaket zu integrieren oder, wenn nicht anders möglich, auszusparen.

Die Dämmung der Kellerdecke kann auch von belüfteten Kriechkellern aus angebracht werden. Ein Preisaufschlag ist hier zu erwarten. Ab einer Dämmstärke von 12 cm kann von einer Flankendämmung der Innen- bzw. Außenwände abgesehen werden, weil die Wärmebrückenverluste durch die Dämmstärke aufgehoben werden.

Kellerdecke von oben bzw. Sohle:

Der Neuaufbau des Fußbodens ist nur unter Berücksichtigung des vorhandenen Meterrisses wirtschaftlich möglich. Im Sanierungsfall ist der von der EnEV vorgeschriebene Wärmedurchgangskoeffizient von $0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ mit einem Aufbau mit hocheffizienter Hartschaumdämmung, Trittschalldämmung und Trockenestrich ab einer Aufbauhöhe von 10 cm zu erreichen. Ist der vorhandene Fußbodenaufbau höher, sind diese Werte noch zu verbessern. In jedem Fall sollte die Dämmung von unten, falls möglich, der Dämmung im Fußbodenaufbau vorgezogen werden.

Luftdichtheit

Auch bei umfangenden Sanierungen der Gebäudehülle ist die perfekte Luftdichtheit ein wichtiges anzustrebendes Qualitätsmerkmal für eine erfolgreiche Sanierung. Das Prinzip innen dicht, außen diffusionsoffen ist entscheidend für die energetische Qualität, für die Schadensfreiheit und auch für die Behaglichkeit. Die konsequente bauliche Umsetzung in der Ausführung ist im Hinblick auf Material- bzw. Gewerkeübergänge und nachträgliche Installationen ein komplexes Thema. Das ausgetauschte Fensterelement stellt dabei ein wichtiges Detail eines Luftdichtheitsystems dar (siehe Foto).

Denkmalschutz

Auch für Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen, bestehen sinnvolle energetische Ertüchtigungen, die den historischen Wert nicht beeinträchtigen. Dazu gehört im Allgemeinen die Dämmung des Daches, eventuell der Rückseitenwände und der Kellerdecken. In jedem Fall besteht in der Sanierung der Haustechnik eine effektive Sanierungsvariante. Die Gestaltung der Fenster muss mit dem Amt für Denkmalpflege abgestimmt werden. Die Einhaltung des U_w -Wertes von $1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ist mit Kämpferprofilen, Zweiflügeligkeit und Sprossen nicht immer möglich.

Abnahmen

Die Herstellung einer funktionstüchtigen Luftdichtheit ist wichtiger und unabdingbarer Qualitätsmaßstab. Dabei sind alle Bauteilübergänge planerisch und ausführungstechnisch sorgfältig zu bearbeiten.

Die Fugendurchlässigkeit außen liegender Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster muss je nach Geschosszahl des Gebäudes Klasse 2 bzw. 3 nach DIN EN 12207-1 entsprechen. Der Nachweis kann nur mit einem Blower-Door-Test geführt werden. Die EnEV verlangt einen Zielwert von $3,0 \text{ h-1}$ für Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen, $1,5 \text{ h-1}$ für Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen. Die Blower-Door-Messung sollte idealerweise vor der bautechnischen Endabnahme durchgeführt werden, weil z.B. Undichtigkeiten zwischen Fensterflügel und -rahmen offensichtlich werden und dann bemängelt werden können.

Für Sanierungen nach Aachener Standard ist ein Zielwert von $1,5 \text{ h-1}$ einzuhalten. Der gemessene Wert ist dem Energiemanagement zu übermitteln.

Bei Übergabe des Gebäudes an die Nutzer nach erfolgter Sanierung erhalten diese eine persönliche Einweisung in die Besonderheiten des Gebäudes und eine schriftliche Nutzeranleitung durch das Energiemanagement.

Nutzerbeteiligungen nach Sanierungen

Die Zufriedenheit der Nutzer und des Betriebspersonals wird anhand eines standardisierten Fragebogens abgefragt (Muster, Anhang 1). Ziel ist die Zufriedenheit des Nutzers unter dem Bewusstsein der eigenen Verantwortlichkeit. In diesem Zusammenhang wurden verantwortliche Nutzer (Schul-/Kitaleitungen, Hausmeister) mit dem Energiemonitoring-System E-View vertraut gemacht.

Baudenkmal Grundschule Michaelsberg





Die innenraumakustischen Bedingungen werden bei der Planung oder der Sanierung häufig unterschätzt und in der Ausführung vor allem unter gestalterischen Aspekten bewertet. Dies führt immer wieder zu großen Schwierigkeiten in der Nutzung von Räumen und zu berechtigten Beschwerden der Nutzer.

Gebäude

Weitere Planungsbausteine

Grundlagen der Raumakustik

Die DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ wurde zuletzt im Jahr 2003 grundlegend überarbeitet. Aufgrund der bis dahin vorliegenden, umfassenderen Kenntnisse über die psychoakustischen Auswirkungen der Nachhallzeit und der Schallverteilung auf die Sprachverständlichkeit, berücksichtigt sie nunmehr Personen mit z.B. eingeschränktem Hör- oder Konzentrationsvermögen, also auch Personen, die ganz besonders auf gute Sprachverständlichkeit angewiesen sind. Dieser Aspekt nimmt auch in der aktuellen DIN 18040 „Barrierefreies Bauen“ einen zunehmenden Stellenwert ein.

Die innenraumakustischen Bedingungen werden bei der Planung oder der Sanierung häufig unterschätzt und in der Ausführung vor allem unter gestalterischen Aspekten bewertet. Dies führt immer wieder zu großen Schwierigkeiten in der Nutzung von Räumen und zu berechtigten Beschwerden der Nutzer.

Auch die Beauftragung von Sachverständigen für Schall- und Wärmeschutz, wie bei größeren Bauvorhaben üblich, führt nicht immer zu den gewünschten Ergebnissen, da mitunter die in Abhängigkeit von der Nutzung akustischen Anforderungen nicht ausreichend definiert werden, was zwangsläufig zu falschen Auslegungen und Empfehlungen führt. Eine exakte Definition der akustischen Anforderungen an die Räume ist wesentliche Voraussetzung für eine nutzungsgerechte Einordnung in die Systematik der DIN 18041 und der hierin enthaltenen verbindlichen Vorgaben oder auch Empfehlungen.

Auf dieser Basis können die jeweils vorgeschriebenen bzw. empfohlenen Nachhallzeiten nach bestimmten Formeln ermittelt, die erforderlichen Schallabsorptionsflächen im Raum berechnet und die tatsächlichen Absorptionsflächen in Abhängigkeit von der Schall-Absorptionsklasse der Materialien ausgewählt werden.

Mit diesen Anwendungen und Berechnungen können die wesentlichen Standardräume z.B. in der Renovierung, der Sanierung und im Neubau von Schulen aber auch von anderen Bauvorhaben und Nutzungen beurteilt werden. Dies ersetzt jedoch nicht die Einzelfallbetrachtung durch einen Sachverständigen, z.B. bei besonderen akustischen Anforderungen, bei denen über die quantitative und qualitative Ermittlung von Absorptionsflächen ein besonderer Wert auf die Steuerung von Schallwellen gelegt wird oder sonstige weiterführende Anforderungen gelten.

Eine gute Raumakustik unterliegt vielfältigen Einflüssen und wird vor allem von der Nachhallzeit und der Schallabsorption bestimmt.

Die Nachhallzeit T

Die Nachhallzeit ist die Zeitspanne, in der ein Schalldruckpegel nach Abschalten der Schallquelle in einem Raum um 60 dB abfällt. Sie ist wesentlich von 3 Faktoren abhängig:

- vom Volumen des Raumes
- von den Raumbooberflächen
- von den Einrichtungsgegenständen

Grundsätzlich gilt:

- Je größer der Raum, desto länger ist in der Regel die Nachhallzeit
- Je mehr Schallabsorption im Raum, desto kürzer die Nachhallzeit

Die Schallabsorption

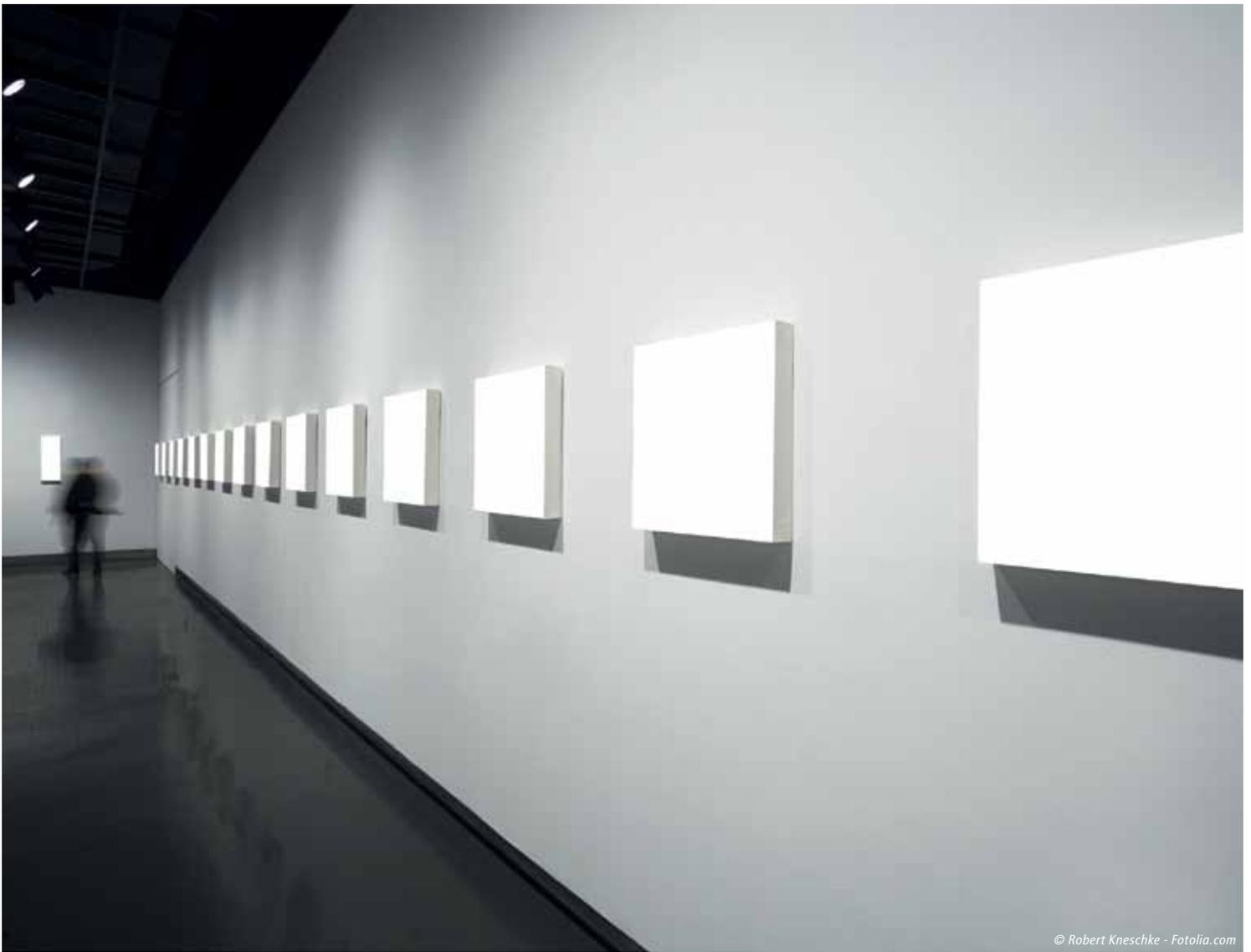
Der Schallabsorptionsgrad beschreibt die Reduzierung von Schallenergie.

Der Schallabsorptionsgrad α

Der Schallabsorptionsgrad α gibt auf einer Skala von 0 bis 1 an, wie gut Materialien Schall absorbieren können. Dabei entspricht der Wert 0 einer totalen Reflexion, der Wert 1 einer totalen Absorption. Für weitere Berechnungen werden aber meist nur die Absorptionsgrade von 6 Frequenzwerten (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz) verwendet.

Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w

Zur Ermittlung einer konkreten Einzelangabe für alle Produkte wird der „bewertete Schallabsorptionsgrad“ nach einer festgelegten Beurteilungsprozedur ermittelt und entspricht dem ermittelten Wert bei 500 Hz. Multipliziert mit 100 erhält man den Wert in %. Z.B.: $\alpha_w = 0,75$ bedeutet 75% Schallabsorption, demzufolge 25% Schallreflexion. Zur Klassifizierung des bewerteten Absorptionsgrades α_w werden die Absorptionsklassen A bis E unterschieden, wobei A die beste, E die schlechteste Klasse darstellt.



© Robert Kneschke - Fotolia.com

Die DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“

Kleine bzw. mittelgroße Räume werden in der DIN 18041 wie folgt festgelegt:

Kleine Räume:

bis 250 m² (hierunter fallen z.B. Schulklassen)
Für kleine Räume bis 250 m² strebt man heute Nachhallzeiten an, die so kurz sein sollten, wie handwerklich-praktisch durchführbar ist.

Mittelgroße Räume:

bis 5.000 m² (z.B. Speiseräume, Mensen)

Kommunikation findet im Wesentlichen über die Sprache statt. Damit alle, auch Hörgeschädigte oder z.B. Schüler mit Konzentrationsschwächen, an der Kommunikation teilhaben können, sind geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit erforderlich. Eine gute Sprachverständlichkeit hängt in hohem Maße vom vorhandenen Geräuschpegel ab. Neben den Schallschutzanforderungen der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, welche die Schallübertragung z.B. aus anderen Räumen regelt, fordert die DIN 18041, die Nachhallzeiten in den Räumen entsprechend ihrer Nutzung durch Verkürzung der Nachhallzeiten zu begrenzen. Sie unterscheidet hierbei zwischen zwei Anwendungsbereichen:

Räume der Gruppe A:

„Hörbarkeit über mittlere bis größere Entfernungen“

Hierzu gehören Räume für Musik, Sprache, Unterricht, Meeting, Sport. Die DIN 18041 fordert hier maximal zulässige Nachhallzeiten, zusätzlich für die beschriebenen Hörschädigungen bzw. Aufmerksamkeitsstörungen nochmals um 20% verringerte Werte. Diese lassen sich durch spezielle Formeln in Abhängigkeit vom Raumvolumen ermitteln und hieraus wiederum die Schallabsorptionsflächen ableiten. Für Räume bis ca. 250 m² ist gemäß DIN 18041 mit einer Überdämpfung nicht zu rechnen.

Räume der Gruppe B:

„Hörbarkeit über geringe Entfernungen“

Hierzu gehören zum Beispiel Verkaufsräume, Werkräume, Call-Center, Großraumbüros, Schalterhallen, Bürgerbüros, Krankenzimmer, aber auch Speisegaststätten, Kantinen bis zu 50 m² oder auch Ausstellungsräume.



Die DIN 18041 gibt zu Räumen der Gruppe B lediglich Empfehlungen, die eine der Raumnutzung angepasste Sprachkommunikation über eine geringe Entfernung ermöglichen sollen. Die Einhaltung von Soll-Nachhallzeiten ist gem. DIN 18041 nicht gefordert. Durch geeignete Schallabsorptionsmaßnahmen sollen der Schalldruckpegel und die Nachhallzeit im Raum so weit wie möglich gesenkt werden. Die Berechnung erfolgt wiederum nach speziellen Formeln in Abhängigkeit von Größe bzw. Oberfläche des betrachteten Raumes. Die Absorptionsflächen werden analog zu dem oben angeführten Beispiel unter „Räume der Gruppe A“ ermittelt.

Tabellarische Auflistung exemplarischer Deckensysteme und deren Eigenschaften

Über die akustischen Anforderungen hinaus gibt es natürlich noch weitere Anforderungen an Deckensysteme, von der Gestaltung über den Brandschutz bis hin zur Vermeidung der KMF-Problematik in Deckenplatten und -auflagern. Beigefügt ist eine Tabelle, in der die gängigsten auf dem Markt verfügbaren Deckenmaterialien unter den wesentlichen Kriterien gegenübergestellt wurden, die für die Wahl einer Decke relevant sind (Material, Hersteller, Fabrikat, System, KMF-Problematik, Baustoffklasse, Absorptionsklasse mit und ohne Mineralwolle, Anwendung und Preis-Stand 2012).

Anhand dieser Tabelle kann jeder Planer den jeweiligen Prioritäten und Anforderungen entsprechend eine geeignete Decke auswählen. Natürlich gibt es noch andere Faktoren, die sich in der Akustik bemerkbar machen, wie Wandabsorber, verschiedene Bodenmaterialien und auch die Nutzer selber, jedoch würden diese Betrachtungen den Rahmen an dieser Stelle sprengen. Es kann auf jeden Fall festgehalten werden, dass die Deckenflächen schon aufgrund ihrer Größe die maßgebliche Einheit zur Schaffung eines raumakustischen Komforts darstellen.

Die Auflistung dieser Tabelle wurde exemplarisch erstellt und soll möglichst viele Anwendungsfälle abdecken, sie erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Auch innerhalb der Produktpalette einzelner Hersteller wurden nur exemplarische Beispiele ausgewählt (Anhang 5).



Nur mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien unter Berücksichtigung der Erkenntnisse des „Solaren Bauens“ ist ein klimagerechtes Bauen in Zukunft möglich.

Solares Bauen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Verbesserung der Effizienz müssen sich „entgegenkommen“, sagt Prof. Georg Sahner. Dieser Satz trifft das Thema „Solares Bauen“ auf den Punkt. Nur mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien unter Berücksichtigung der Erkenntnisse des „Solaren Bauens“ ist ein klimagerechtes Bauen in Zukunft möglich.

Das Potenzial der Globalstrahlung ist mehr als ausreichend. Es muss nur intelligent genutzt werden. Zum Beispiel beträgt die Globalstrahlung auf Hamburg 689 GWh/a, der Energiebedarf der Millionenstadt dagegen beträgt nur 83 GWh/a, entspricht also 12 % der Globalstrahlung. Auf die Verluste der Gebäudehülle bezogen, können die solaren Gewinne unter günstigen Bedingungen mehr als die Hälfte der Verluste betragen. Das heißt, dass der Energiebedarf eines Gebäudes durch die intelligente Nutzung der solaren Gewinne halbiert werden kann.

Solare Gewinne

Mit der vertikalen Südverglasung sind die Gewinne im Winter bei flachem Sonnenstand besonders hoch. Im Sommer dagegen, wenn die Sonne hoch steht, ist die Einstrahlung und damit die Erhitzung der Fensterscheiben nicht so deutlich. Eine vertikale Südverglasung wirkt sich demnach positiv auf die Effizienz des Gebäudes aus.

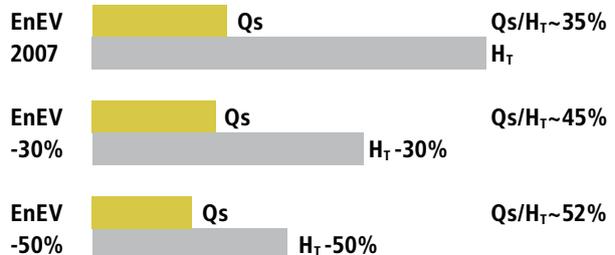
Die Horizontalverglasung z.B. als Oberlicht wirkt genau umgekehrt, im Winter minimale, im Sommer maximale Einstrahlung verbunden mit der Erwärmung des Gebäudes. Daher sind Oberlichter nur aus Gründen der notwendigen natürlichen Belichtung innen liegender Räume zu empfehlen. Auf eine übermäßige Erwärmung des Gebäudes sollte verzichtet werden, künstliche Kühlung erfordert einen deutlich größeren Energieverbrauch als die Erwärmung eines Gebäudes, ist also im energieeffizienten Gebäude ausgeschlossen.

Passive Sonnenschutzsysteme

Die passiven solaren Gewinne über Kollektoren, Speichermassen und Dämmung sollten in einem optimierten Verhältnis zueinander stehen. Nicht nur nach Süden geneigte Dachflächen eignen sich für Kollektoren. Auch Ausrichtungen in Ost- und Westrichtung werden zunehmend solar genutzt. Die Speichermasse der Bauteile wirkt sich positiv auf die Stabilität der Innenraumtemperatur aus. Je schwerer ein Baumaterial ist, je eher kann es die Temperaturschwankungen ausgleichen und die Wärmespitzen des Tages aufnehmen und in der Nacht bei sinkenden Temperaturen wieder abgeben.

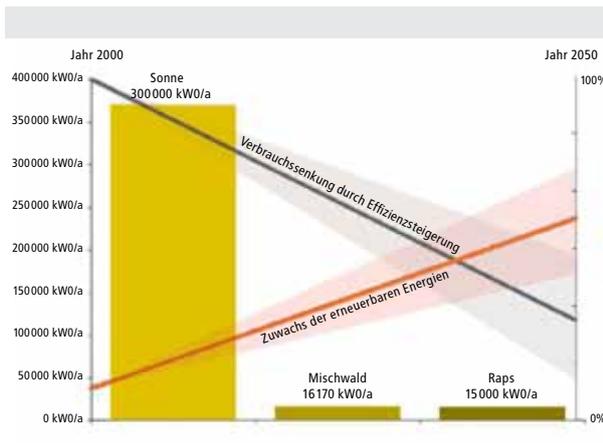
In speziellen Bereichen ist der Einsatz von PCM-Material (Phase Change Material) möglich. PCM beginnt bei 22 Grad Celsius seinen Aggregatzustand von fest zu flüssig zu wechseln. Für diesen Prozess benötigt das Material enorme Mengen an thermischer Energie, die aus der Raumluft absorbiert und in das Material eingespeichert werden (Latentwärmespeicher). Dadurch kommt es zu einer Stabilisierung der Raumtemperatur, d.h. einer passiven Klimatisierung. Bei sinkenden Raumtemperaturen kristallisiert das Material unter 22 Grad Celsius aus und gibt die gespeicherte Wärmeenergie wieder frei. Dieser Effekt kann für die Unterstützung der Klimatisierung von Räumen z.B. in abgehängten Decken verwendet werden.

Verhältnis der Solaren Gewinne zu den Verlusten aus der Hülle



Qs = Solare Gewinne

Hr = Wärmeverluste über die Gebäudehülle



Solarpotenzial



Globalstrahlung auf Hamburg: 689 GWh/a = 100%

Energiebedarf Hamburg: 83 GWh/a = 12%
der einfallenden Globalstrahlung

Quelle: Prof. Manfred Hegger, TU Darmstadt



Temporärer Wärmeschutz

Außen liegender Sonnenschutz ist in jedem Fall einem innen liegenden vorzuziehen. Der nicht sichtbare Teil der Sonnenstrahlen mit Wellenlängen aus zwischen 800 und 2500 nm beträgt ungefähr die Hälfte aller Sonnenstrahlen. Für diesen Anteil ist das Fensterglas relativ gut durchlässig. Die Oberflächen im Raum absorbieren die Strahlen, wandeln sie um und geben sie als Wärmestrahlung in einem Wellenlängenbereich von 5000 bis 50.000 nm wieder ab. Für diese langwelligen Strahlen ist das Fensterglas nahezu undurchlässig. Die Wärme bleibt im Raum.

Nur der außen liegende Sonnenschutz kann diese Wärmefälle mindern, indem er die Strahlen zum Teil absorbiert. Die restliche Strahlung wird entweder durchgelassen oder reflektiert. Die langwelligen Infrarotstrahlen, die der Sonnenschutz dann abgibt, entstehen vor der Verglasung bzw. werden von dieser abgehalten in den Raum einzudringen.

Ein weiterer Planungsparameter sollte in der richtigen Auswahl der Verglasungsart (eventuell mit Sonnenschutzeffekt) liegen.

Blendschutzsysteme

Vor allem bei Räumen mit Bildschirmnutzung und bei Sporthallen unter Wettkampfbedingungen ist der Blendschutz zu berücksichtigen. Dabei sollte die Vermeidung von zu hohen Leuchtdichtekontrasten durch Lichtdämpfung bzw. -streuung im Fokus stehen. Gleichzeitig ist eine ausreichende Tageslichttransmission zur Vermeidung von Kunstlicht anzustreben. Das steht z.T. im Widerspruch.

Raffstores, Rollos, transluzente Verglasungen sind die erprobten Hilfsmittel. Auf thermotrope (Gläser, die bei Temperaturzunahme milchig weiß werden) oder elektrochrome Gläser (Gläser, deren Strahlungsdurchlässigkeit mit elektrischer Spannung regelbar ist) sollte aus wirtschaftlichen Überlegungen verzichtet werden.

Lichtlenkung

Die Lichtlenkung kann unter speziellen Anforderungen eine energieeffiziente Lösung darstellen. Sonnenschutzsysteme, die den Direktanteil des Sonnenlichts umlenken, senken das Tageslichtniveau in Fassadennähe und erhöhen es in der Raumtiefe. Sie tragen damit zu einer Homogenisierung der Beleuchtungsverhältnisse bei. Die Kämpferlamelle bzw. das Lightshelf gehört zu dieser Kategorie. Die lichtreflektierenden Oberflächen dieser Systeme sind empfindlich gegen Verschmutzung. Unter diesem Aspekt ist eine geschützte Anordnung im Zwischenraum der Verglasung einem außenliegenden System vorzuziehen.

Feststehende verspiegelte Lamellen im Zwischenraum der Verglasung wirken bei entsprechend optimierter Lamellenform als solargeometrisch selektiver Sonnenschutz, erhöhen die Beleuchtungsstärke in der Raumtiefe jedoch nur bei wenigen Sonnenständen und können den Ausblick ins Freie stark einschränken.

Einige Lamellensysteme können abhängig von ihrer Neigung einfallendes Tageslicht in den Innenraum lenken oder in den Außenraum zurück reflektieren. Mithilfe der Lamellenstellung können so der Gesamtenergiedurchlassgrad und das Beleuchtungsniveau variiert werden. Eine präzise Justage hilft, die Blendung zu vermeiden.

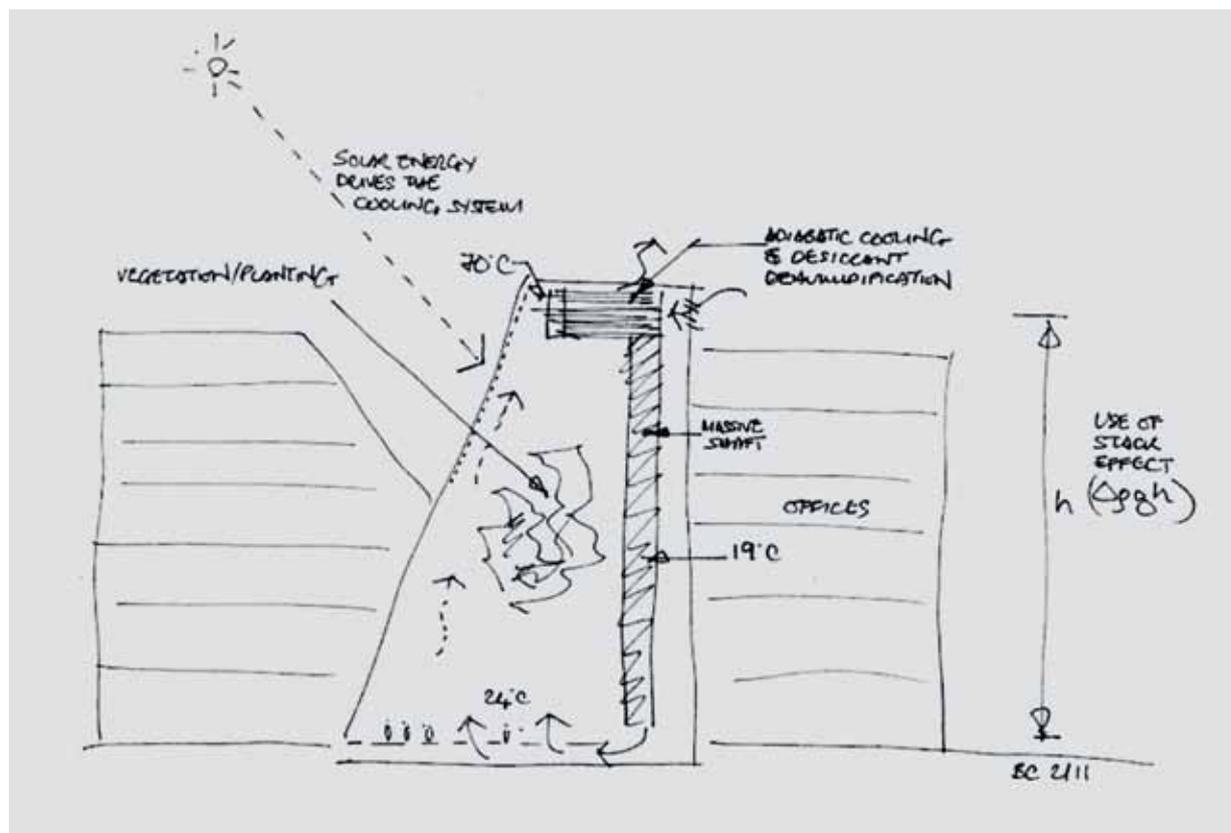
Solares Bauen – Zusammenfassung

Was ist Energieeffizienz?

Professor Brian Cody sagt dazu: „Das Verhältnis zwischen der Qualität des Raumklimas und der Quantität der aufgewendeten Energie.“

Das Raumklima ist einerseits für den Nutzer ein sehr wichtiger Parameter, andererseits ist es für die Energieeffizienz maßgebend. Das Energy Design sollte Energieeinflüsse im Umfeld des Gebäudes nutzen, um optimale thermische und lufttechnische Konditionen zu schaffen.

Klimakonzept eines Parlamentsgebäudes in Albanien
Coop Himmelblau





Der Bedarf an barrierefreiem Bauen in öffentlichen Gebäuden wird sich in den nächsten 50 Jahren unter anderem durch den demografischen Wandel verdoppeln.

Barrierefreies Bauen

Die Grundlage, um in Schulen und Kindergärten barrierefrei zu bauen, liegt in der Inklusion. Im Dezember 2006 hat die Generalversammlung der Vereinten Nationen (UN) das Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderung verabschiedet. Ziel der UN-Konvention ist es, ihnen die Teilhabe an allen gesellschaftlichen Prozessen zu garantieren. Dieses Menschenrecht in den Alltag umzusetzen ist nun Aufgabe der UN-Mitgliedsstaaten.

In Deutschland ist diese Vereinbarung im März 2009 in Kraft getreten und nun wird die Inklusion, die vollumfängliche Einbeziehung behinderter Menschen in die Gesellschaft, in die bauliche Realität umgesetzt werden. Die Bundesländer sind daher verpflichtet, ihre Schulgesetze anzupassen und Voraussetzungen für den gemeinsamen Unterricht zu schaffen. Theoretisch besteht diese Verpflichtung schon mit dem Grundgesetz, das die Benachteiligung von Menschen mit Behinderung verbietet (Art. 3 Abs. 3).

In der Bauordnung des Landes NRW § 55 wird die Barrierefreiheit öffentlich zugänglicher baulicher Anlagen konkret beschrieben. Zum Beispiel werden die Durchgangsbreiten von Türen, die Steilheit von Rampen und die Beschaffenheit von Sanitärräumen definiert. Dabei müssen z.B. nicht alle Schulklassen einer Schule barrierefrei zu erreichen sein, sondern nur in den dem allgemeinen Besucherverkehr dienenden Teilen.

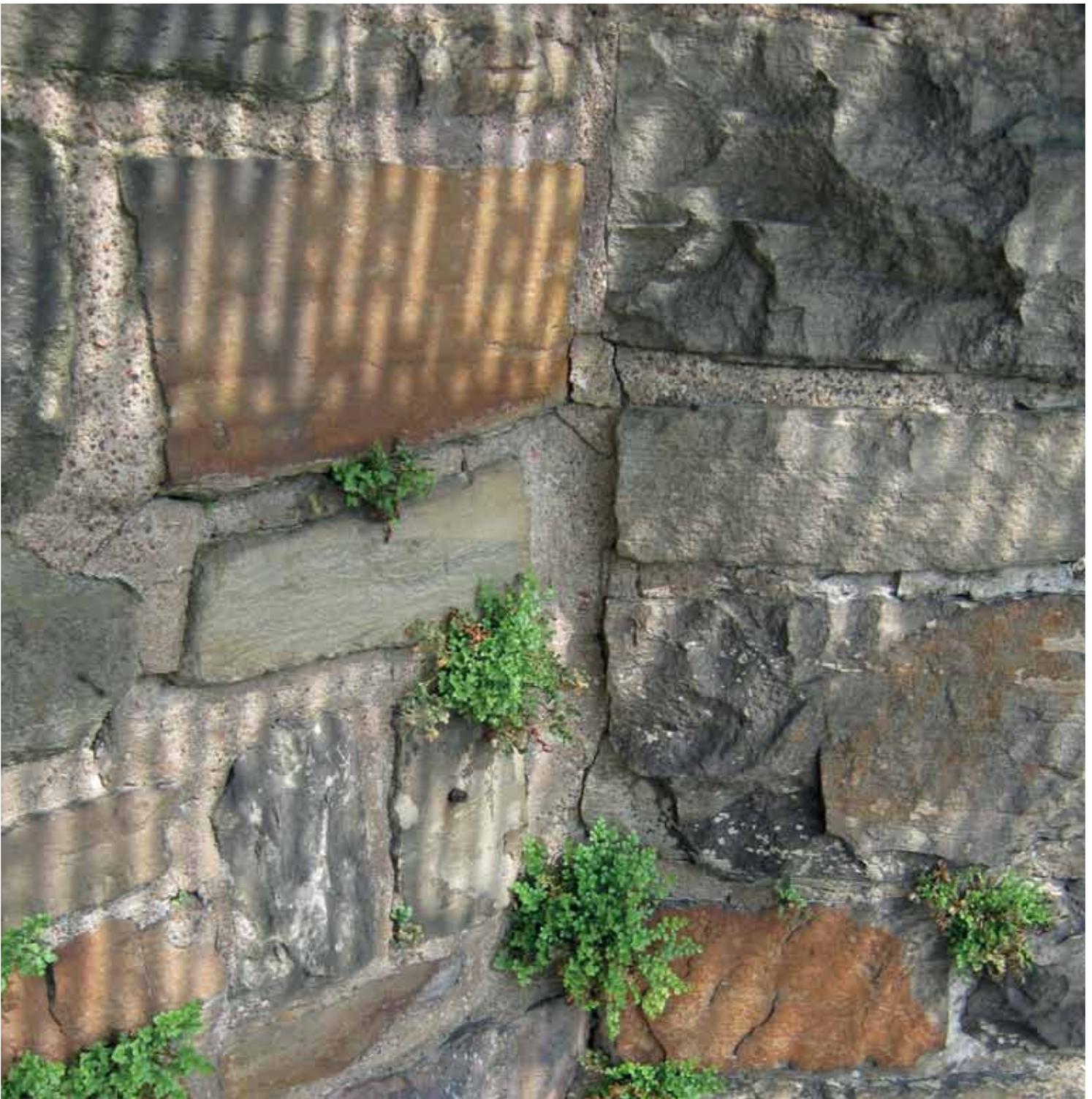
Die barrierefreie Gestaltung umfasst zahlreiche funktionale und soziale Bedürfnisse.

Welche Barrieren gilt es zu überwinden?

- Vertikale Barrieren:
Stufen, Ausstieg aus der Dusche
- Horizontale Barrieren:
Zu geringe Durchgangsbreiten von Türen und Fluren
- Räumliche Barrieren:
Zu geringe Bewegungsflächen in Sanitärräumen
- Sensorische Barrieren:
Unzureichende Beleuchtung, schlecht lesbare Informationen
- Ergonomische Barrieren:
Fehlende Handläufe und Haltegriffe
- Physikalische Barrieren:
Griffe zu hoch, zu kleine Schalter

Die bauliche Umsetzung im öffentlichen Raum wird in Zukunft durch die DIN-Normen 18040-1 (öffentlich zugängliche Gebäude) und 18040-3 (Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen für den öffentlichen Verkehrs- und Freiraum) geklärt. Sie gelten für Neubauten und sinngemäß für die Planungen von Umbauten und Modernisierungen.





Bei der Ausführung und Konstruktion ist darauf zu achten, dass besonderer Wert auf eine Bauausführung aus langlebigen und unterhaltsfreundlichen Materialien gelegt wird.



Baustoffe und Bauteile

Bei der Ausführung und Konstruktion ist darauf zu achten, dass besonderer Wert auf eine Bauausführung aus langlebigen und unterhaltsfreundlichen Materialien gelegt wird. Diese sollen sich weiterhin durch geringe Schadstoffemission bei der Herstellung, Verarbeitung und im Gebrauch auszeichnen. Weiterhin ist eine Wiederverwertbarkeit bzw. die Nutzung von recycelten Materialien anzustreben. Es dürfen nur schadstoffarme, lösemittelarme, nicht sensibilisierend wirkende und geruchsneutrale Produkte und Materialien verwendet werden.

Zu vermeiden sind:

- PVC-haltige Bauteile wie z.B. Fenster, Dachbahnen, Bodenbeläge, Kabel etc.
- Farben, Lacke, Kleber und andere Oberflächenbehandlungsmittel, die Lösungsmittel enthalten, oder aber zumindest nicht als schadstoffarm klassifiziert sind (z.B. „Blauer Engel“)
- künstliche Mineralfasern mit Kontakt zur Innenraumluft, diese sind gegen den Innenraum abzudichten bzw. die Mineralfasern sind mit Folie zu ummanteln, die Freizeichnungskriterien bezogen auf die Biolöslichkeit sind einzuhalten
- chemischer Holzschutz, dieser ist auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken, in Innenräumen komplett zu vermeiden; die Möglichkeiten des konstruktiven Holzschutzes sind auszuschöpfen und zu bevorzugen
- Bauteile und Produkte aus nicht zertifizierten (FSC) tropischen bzw. subtropischen Hölzern
- chemische Produkte, die in ihrer Zusammensetzung gefährlich sind bzw. schädliche Verbindungen enthalten
- Bitumenanstriche und Kleber mit dem Giscode BBP 40–70
- Epoxidharzprodukte mit dem Giscode RE 4–9
- Polyurethanharzprodukte mit dem Giscode 20–80
- DD-Lacke (Giscode DD1- DD2*)

** Giscodes basieren auf dem Gedanken, Produkte mit vergleichbaren Gesundheitsgefährdungen und demzufolge identischen Schutzmaßnahmen zusammenzufassen. Dadurch wird eine Vielzahl chemischer Produkte auf wenige Produktgruppen reduziert. Die Codierung selbst, die auf den Herstellerinformationen (Sicherheitsdatenblätter, Technische Merkblätter) und auf den Gebindeetiketten aufgebracht ist, ordnet das eingesetzte Produkt eindeutig einer Produktgruppe zu. Eine einfache Hilfe ist hierzu unter www.gisbau.de zu finden.*



© Gina Sanders - Fotolia.com

Neben den Stoffen, die zu vermeiden sind, haben sich in der Vergangenheit andere Baustoffe und Bauteile bewährt, die auch in künftigen Neubau- bzw. Sanierungsmaßnahmen eingesetzt werden sollten. Hierzu gehören Holz-Aluminium-Fenster- und Türanlagen, bestehend aus tragenden inneren Holzprofilen und äußeren Deckschalen aus Aluminium. Ausnahmen hierzu sind im Bereich des Denkmalschutzes denkbar. Hier kann auf Eiche bzw. zertifiziertes Tropenholz zurückgegriffen werden. Zusammengesetzte Sandwichprofile, Holz-Dämmung-Holz, werden aus Gründen der Nachhaltigkeit nicht eingesetzt, obwohl damit bessere U-Werte zu erreichen sind. Eine Dämmlage zwischen Holz- und Aluschale ist jedoch möglich.

Für das gewählte System ist ein gültiger Eignungsnachweis erforderlich. Die Konstruktion soll den Angaben der Systembeschreibung (RAL-RG 424-2) entsprechen. Der Dampfdruckausgleich zwischen Holz und Aluminium muss durch Prüfung nach der „Richtlinie für Anforderung und Prüfung des Verbundes zwischen Aluminium- und Holzprofilen von Aluminium-Holzfenstern“ nachgewiesen sein.

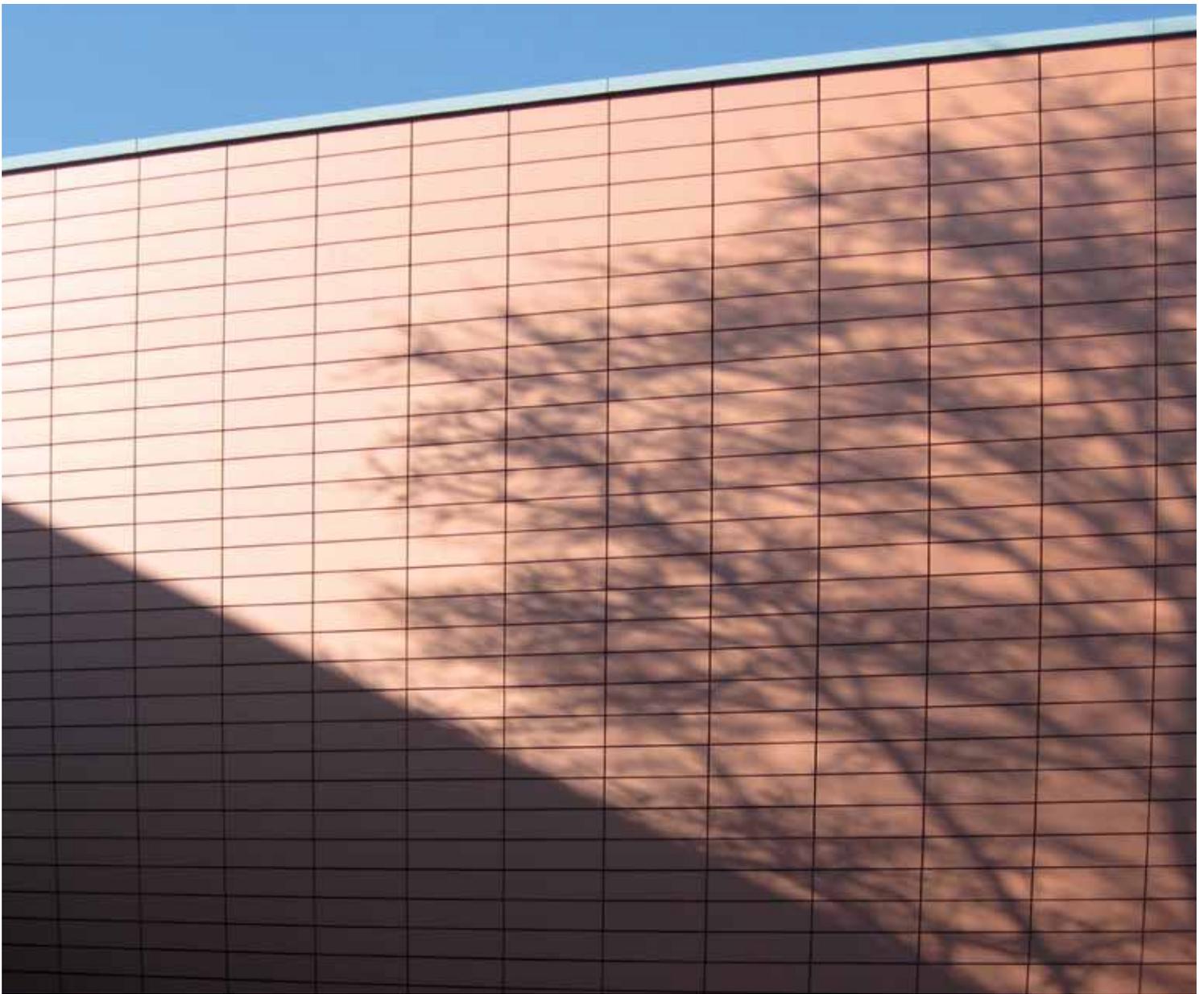
Für den Einbau gelten die Einbaurichtlinien für „Aluminium-Holzfenster“. Als Holzart sind Hölzer aus nachhaltiger Forstwirtschaft (z.B. Lärche, Kiefer) vorzusehen. Die Behandlung der Holzoberflächen erfolgt im Tauch-Spritzverfahren mit

wasserverdünnbaren Lasurlacken auf Acryl-Harzbasis. Die Auftragsstärke beträgt nach Trocknung und Zwischenschliff mind. 80 µm.

Die vorgesehenen Markenbeschläge müssen den zu erwartenden Belastungen entsprechend ausgebildet und die verwendeten Werkstoffe gegen Korrosion geschützt sein. Wartung und Instandsetzung der Beschläge muss problemlos möglich sein.

Grundsätzlich ist für das nachhaltige Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden eine fundierte Beurteilung und Auswahl von Bauprodukten eine Kernaufgabe. Um dieser umfassenden Aufgabe gerecht zu werden, ist die Nutzung von entsprechenden Informationsportalen unumgänglich und notwendig.

Als Erstes sei hier die Seite www.wecobis.de des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung genannt. Wecobis bietet für die Betrachtung der Lebenszyklusphasen von Bauproduktgruppen Informationen zu Rohstoffwahl, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Nachnutzung. Hier sind umfassende, strukturiert aufgearbeitete, herstellerebene Informationen zu gesundheitlichen und ökologischen Aspekten von Grundstoffen und Bauproduktgruppen abrufbar.



Grundstoffe: Bindemittel, Zuschläge, Kunststoffe, Metalle

Bauproduktgruppen: Bauplatten, Bodenbeläge, Dämmstoffe, Dichtungen, Abdichtungen, Klebstoffe, Holz- und Holzwerkstoffe, Massivbaustoffe, Mörtel + Estrich, Oberflächenbehandlungen, Verglasungen

Weiterhin sind hier Online-Verknüpfungen mit weiteren Informations- und Datenquellen (z.B. www.wingis-online.de, Gefahrenstoffproblematik etc.) ermöglicht.

Eine weitere umfassende Informationsquelle im Informationsportal Nachhaltiges Bauen des BMVBS stellt die Ökobau.dat dar. Mit dieser Baustoffdatenbank für die Bestimmung globaler ökologischer Wirkungen, steht den Nutzern eine einheitliche Datenbasis für ökologische Bewertungen von Bauwerken zur Verfügung. Die Ökobau.dat wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes der Forschungsinitiative ZukunftBau durch den Forschungsnehmer PE International GmbH mit Unterstützung der Deutschen Baustoffindustrie entwickelt.

Hier stehen zurzeit ca. 950 Datenblätter aus folgenden Kategorien zur Verfügung:

Mineralische Baustoffe

Dämmstoffe

Holzprodukte

Metalle

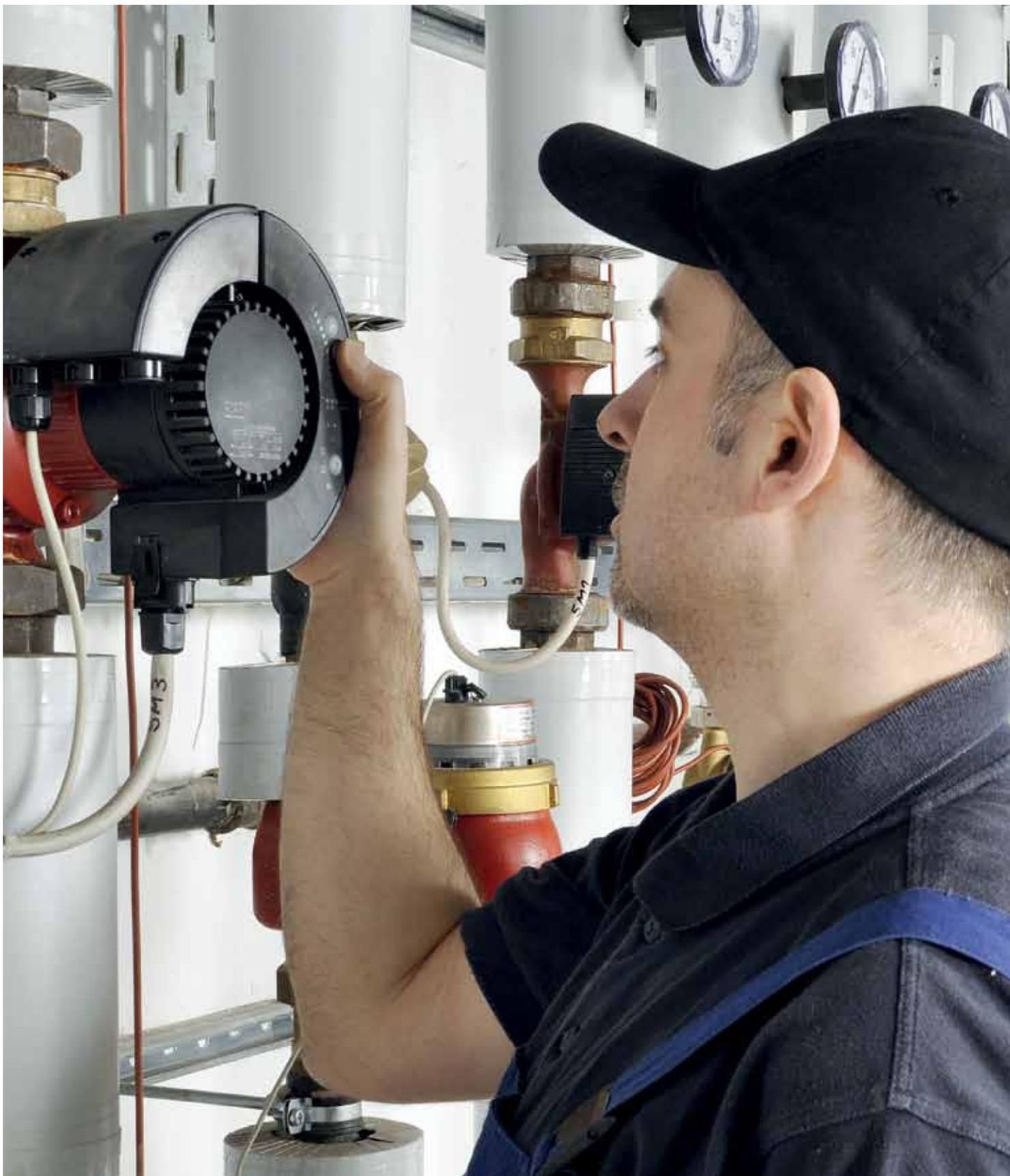
Anstrich und Dichtmassen

Bauprodukte aus Kunststoffen

Komponenten von Fenstern

Türen und Vorhangfassaden

Gebäudetechnik und Sonstiges



**Nutzung, Gebäude und Gebäudetechnik
müssen harmonisieren!**

Gebäudetechnik

Grundsätzliches

Die Haustechnik hoch effizienter Gebäude muss integral geplant werden. Das heißt, die Planung der Kostengruppe 400 kann nicht erst nach dem Bauantrag beginnen, sondern die Ingenieure der Haustechnikgewerke müssen schon ab dem Vorentwurf in die Planung einbezogen werden.

Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist im Neubau und bei umfassenden Sanierungen (also bei energetisch hochwertigen und dichten Gebäuden) unbedingt notwendig, um eine gesunde Raumluft zu gewährleisten. Die Fensterlüftung alleine reicht nicht aus.

Das Energiemanagement entscheidet über die Auswahl des Energieträgers unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. Die Fernwärme bietet sich dabei aus ökologischen Gründen an und wird favorisiert.

Die Planungskonzepte der Gebäudetechnik sind mit dem Energiemanagement abzustimmen. Konzepte, die die Gebäudetechnik und deren Steuerung intelligent minimieren, sind anzustreben.

Zeitlich abweichende Nutzungsanforderungen (z.B. Verwaltungsräume in Schulen) sind mit getrennten Heizkreisen zu versorgen, um eine separate Regelung möglich zu machen.

Die technischen Gewerke übernehmen die Verantwortung für das Abdichten und Dämmen der Leitungsführungen der technischen Medien und Durchdringungen in der thermischen Gebäudehülle. Diese Dichtheit wird mit der Blower-Door-Messung geprüft.

Es sind möglichst recyclinggerechte und leicht demontierbare Rohre, Kanäle und Leitungen zu verwenden.

Für alle wartungsbedürftigen technischen Anlagen sind Wartungsverträge gemäß AMEV-Muster über die rechnerische Anlagenlebensdauer (mind. 4 Jahre) mit auszusprechen bzw. abzufragen. Die Gesamtkosten (Anlage- und Wartungskosten) entscheiden über die Wirtschaftlichkeit. Für Lohn und Material ist eine Preisgleitklausel vorzuziehen.

Heizungstechnik

Energieträger

Beim Neubau und Austausch von Heizungsanlagen sind alternative Versorgungsvarianten hinsichtlich ihrer Gesamtwirtschaftlichkeit aus Investitions- und Betriebskosten, ihres Primärenergieverbrauches und der CO₂-Emissionen zu vergleichen. Vorrangig wird Fernwärme (in Aachen aus Kraft-Wärme-Kopplung) eingesetzt. Die Fernwärme in Aachen erfüllt die Vorgaben in Bezug auf den regenerativen Anteil hinsichtlich des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes. Ist der Einsatz von Fernwärme nicht möglich, wird sowohl die Grund- als auch die Spitzenlast durch ein Erdgas-Brennwertgerät gedeckt.

Elektroheizungen

Elektroheizungen sind nur bei extrem kurzen Nutzungszeiten (baustellen- oder schadensbedingte Auslagerungen) zulässig. Mindestanforderung an die Regelung sind Raumthermostate und eine zentrale Wochenschaltuhr.

Bei Nutzungszeiten ab 1 Jahr ist die Installation von Erdgas-thermen oder der Anschluss an bestehende Heizkreise auf Wirtschaftlichkeit zu prüfen.

Auslegung der Nennleistung

Bei Neubauten sind die Randbedingungen nach Beiblatt 1 der DIN EN 12831 (Juli 2008) zu berücksichtigen. Die ermittelte Nennleistung sollte nicht überschritten werden, um die Investitionskosten und die Bereitschaftsverluste zu minimieren.

Beim Austausch von Kesseln muss die Kesselleistung ebenfalls dem tatsächlichen Wärmebedarf des Gebäudes entsprechen. Dabei sind nach dem Baujahr erfolgte Sanierungsarbeiten der Gebäudehülle zu berücksichtigen. Beim Einbau von neuen Wärmeerzeugern im Bestand ist die gemessene, die aus dem Verbrauch über die Vollnutzungsstunden ermittelte oder nach EN 12831 berechnete Heizlastermittlung zugrunde zu legen.

Standort Wärmeerzeuger

Wenn nach Raumprogramm möglich, sollte der Wärmeerzeuger innerhalb der thermischen Hülle liegen, damit die Abwärme genutzt werden kann.

Hydraulischer Abgleich

Das Durchführen eines hydraulischen Abgleichs ist bei jedem Neubau und bei jedem Austausch einer Heizungsanlage obligatorisch. Zur Abnahme der Heizung muss das Protokoll des hydraulischen Abgleichs vorliegen.



Solarthermie

Die Nutzung von solarthermischen Anlagen für Sport- bzw. Schwimmhallen mit zu erwartendem höheren Warmwasserverbrauch ist technisch und wirtschaftlich zu prüfen.

Holzheizungen

Holzheizungsanlagen müssen die Emissionsgrenzwerte des „Blauen Engel“ einhalten (www.blauer-engel.de RAL ZU 111/112, Emissionswerte Staub unter 20 mg/m³ Abgas, CO unter 400 mg/m³ Abgas). Bei größeren Anlagen ab ca. 100 kW Nennleistung ist der Einsatz eines Staubfilters zu prüfen. Anlagen ab 500 kW Nennleistung müssen eine Emission von weniger als 15 mg/m³ einhalten.

Erdgasheizungen

Bei kleineren Nennleistungen sind Brennwertthermen einzusetzen, bei größeren Anlagen ab ca. 300 kW Nennleistung sollte die Grundlast mit einem Brennwert-Wärmeerzeuger abgedeckt werden. Diese investive Maßnahme ist gegenüber alternativen Heizungen mit einer Nutzungsdauer > 15 Jahre auf Amortisation zu prüfen.

Heizungsverteilung

Bei abweichenden zeitlichen Nutzungen in Schulen oder Verwaltungsgebäuden (z.B. Sitzungsräume, die abends genutzt werden) sind separate Heizkreise zu verlegen, damit getrennt nach Nutzungseinheiten gesteuert werden kann. Für Räume in ungedämmten Altbauten, die eine zeitlich differenzierte Nutzung haben, ist zu prüfen, ob Einzelraumregelungen eine wirtschaftliche Lösung sind.

Neue Heizkörper sind höchstens mit Auslegungstemperaturen von 60°C/40°C auszulegen. Zur Vereinfachung der Bodenreinigung sind vorzugsweise an der Wand hängende Heizkörper einzusetzen, die über eine Wandinstallation angeschlossen sind.

Röhrenradiatoren sind Konvektoren vorzuziehen.

Die Installation von Heizkörpern vor Glasflächen ist nicht zulässig.

Bei Neubauten nach Aachener Standard können Heizkörper auch an Innenwänden installiert werden.

Bei Neubauten nach Aachener Standard besteht ausschließlich Heizbedarf bei Nutzungsanforderungen über 17 Grad Raumtemperatur (in Gruppenräumen in Kitas oder in Klassenräumen).

Alle Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen sind entsprechend EnEV 2009 Anlage 5, Tabelle 1 zu dämmen.

Umwälzpumpen

Grundsätzlich sind nur Heizungsumwälzpumpen der Energieeffizienzklasse A bei Neubauten und im Austausch von vorhandenen zu verwenden.

In Heizkreisen mit wechselndem Bedarf sind Umwälzpumpen mit Synchron- oder Dauermagnetmotor (Hocheffizienzpumpen) einzubauen, die differenzdruck- oder temperaturgeführt geregelt werden können. In Gebäuden, die der Gebäudeleittechnik angeschlossen werden, sind die Umwälzpumpen mit einem Eingang für extern Ein/Aus und einem Ausgang für Störmeldungen auszustatten. Auch die Störmeldungen der Pumpensteuerung sind auf die Gebäudeleittechnik aufzuschalten.

Thermostatventile

In allen städtischen Gebäuden sind blockierte Behördenmodelle (z.B. Heimeier Thermostatkopf B) einzusetzen. Bei den Ventilunterteilen muss der kv-Wert voreingestellt werden.

Die Behördenventilköpfe sind wie folgt einzustellen und dies zu protokollieren:

Max. = Solltemperatur

Die Min-Solltemperatur ist vorgegeben.

Die Maximalbegrenzung darf nur vom Hausmeister bzw. vom Gebäudemanagement eingestellt werden. Jeder Hausmeister hat ein entsprechendes Werkzeug (Anhang 3).

Heizungsregelung

Die Ausführung der Regelung ist mit dem Energiemanagement abzustimmen. Heizungsregelungen werden grundsätzlich auf die Gebäudeautomation des E26 aufgeschaltet.

Die Regelung ist mit einem Optimierungsprogramm auszustatten bzw. mit einer Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung zu versehen. Außerhalb der Nutzungszeiten sind oberhalb einer Außentemperatur von 20°C die Kessel- und Heizkreisumpen nach dem Wärmebedarf der Regelung abzuschalten. Die Pumpensteuerung der Frostüberwachung und Pumpenstörung erfolgt über Automationsstationen der Gebäudeleittechnik. Die örtlich angemessene Einstellung ist bei der Abnahme/Übergabe zu prüfen.

Abnahme

Das Protokoll über den durchgeführten hydraulischen Abgleich muss bei der Abnahme jedes Neubaus und jeder Heizungsanierung vorliegen. Die Leistung muss im Leistungsverzeichnis gesondert aufgeführt werden, auch wenn sie eine Nebenleistung nach VOB darstellt.

Bei der Einregulierung der Anlagen sind während der Nutzungszeit die Heizsolltemperaturen der AMEV-Richtlinie Heizbetrieb 2001 einzustellen (z.B. Büro-, Unterrichts- und Gruppenräume 20°C).

Die Regelung der Heizung ist so einzustellen, dass erst bei einer einstellbaren Heizgrenztemperatur (At) der Heizbetrieb möglich wird (AMEV-Heizbetrieb 2001).

Bei der Abnahme ist die Aktivierung aller Regelungsfunktionen zu überprüfen, insbesondere sind die Nutzungszeiten in Abstimmung mit dem Nutzer einzustellen und zu dokumentieren.

Jeder Hausmeister erhält im Neubau oder beim Austausch jeder Heizungsanlage eine Einweisung zur Funktion und Bedienung der Heizungsanlage und Regelungstechnik.





Lüftungstechnik

Grundsätzliches

In allen Neubauten und umfassenden energetischen Sanierungen nach Aachener Standard (Schulen, Kitas, Verwaltungsgebäuden) bzw. in sich abgeschlossenen Nutzungseinheiten als Nutzungserweiterungen werden grundsätzlich Lüftungsanlagen eingebaut, Auslegung nach DIN EN 13779 IDA 4, mit einer Wärmerückgewinnung von mind. 75 %. Empfohlen wird ein Wärmebereitstellungsgrad $> 80\%$.

Die Schadstoffkonzentrationen in Räumen mit hoher Personenbelegung (Unterrichts- und Gruppenräume, Sitzungssäle) sind unter den empfohlenen Grenzwerten zu halten ($\text{CO}_2 < 1.000 \text{ ppm}$). Dies ist in der Regel nur mit einer kontrollierten Be- und Entlüftung möglich.

Eine ausreichende natürliche Belüftung der Räume über das Öffnen der Fenster sollte jedoch möglich sein, damit die Lüftungsanlage außerhalb der Heizungsperiode abgeschaltet werden kann.

Die Luftmenge und der Außenluftanteil ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken (i.d.R. IDA 4 nach DIN EN 13779, d.h. $5,5 \text{ l/s}$ je Pers. bzw. $20 \text{ m}^3/\text{h}$ je Pers.). Die Auslegung sollte die typische Nutzeranzahl berücksichtigen. Die Steuerung der Lüftungsanlage erfolgt ausschließlich durch CO_2 -Fühler.

Durch diese relativ geringen Luftmengen kann die Luftfeuchte auch ohne zusätzliche Befeuchtung im Bereich von $40\text{-}60\%$ gehalten werden. Daher ist auf Kühlung und Befeuchtung grundsätzlich zu verzichten (Ausnahmen: konservatorische oder medizinische Nutzungen).

Zur Lüftung von Duschen, WCs, Fluren etc., bei denen die CO_2 -Konzentration der Luft eine untergeordnete Rolle spielt, sollte, soweit hygienisch und vom Brandschutz möglich, überströmende Abluft aus anderen Nutzungsbereichen wie Klassenräumen, Umkleiden etc. verwendet werden.

Die Lüftungsanlage dient nur der Bereitstellung des hygienisch erforderlichen Luftwechsels. Abgesehen von der Wärmerückgewinnung und Filterung erfolgt keine Konditionierung der Zuluft. Evtl. verbleibender Heiz-/Kühlbedarf wird über statische Heiz-/Kühlflächen gedeckt.

Innen liegende Räume für Putzmittel bzw. Putzwerkzeuge müssen eine mechanische Entlüftung erhalten.

Sanitärräume erhalten nach Bedarf eine Lüftungsanlage, auch wenn Fenster vorhanden sind (Luftwechsel gemäß Arbeitsstättenrichtlinien).

Brandschutz

Das Brandschutz- und Lüftungskonzept ist als integrierte Planung zu realisieren, um die Zahl von notwendigen Brandschutzklappen zu minimieren.

Zentral/Dezentral

Bei der Sanierung von Schulklassen haben sich dezentrale Lösungen bewährt. In jedem Fall sind die Gesamtkosten (Bau- und Folgekosten) vorab zu ermitteln und wirtschaftlich zu bewerten.

Energieeffizienz

Lüftungsanlagen haben im Betriebszustand die Effizienzklasse SFP 1 oder SFP 2 nach DIN 13779 einzuhalten, der Druckverlust des Kanalnetzes nach Tabelle A4 und A5 soll normal bis niedrig sein.

Der spezifische Lüfterstrombedarf für eine Anlage mit WRG soll entsprechend PHPP $< 0,45 \text{ Wh je m}^3$ transportierte Luft liegen.

Regenerative Wärmerückgewinnung

Aus hygienischen Gründen wird keine regenerative Wärmerückgewinnung und kein Umluftbetrieb in Schulen und Kindertagesstätten eingesetzt, um die Gefahr der Übertragung von Schadstoffen zwischen Zu- und Abluft zu vermeiden.

Steuerung von Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen werden in der Regel über Zeitprogramme und bedarfsabhängige CO₂- Sensoren unabhängig von der Heiz- bzw. Nichtheizperiode gesteuert. Eventuell können zur Steuerung die Präsenzmelder der Beleuchtung genutzt werden. Bedarfstaster für den Nutzer sind auf eine sinnvolle Zeitdauer von max. 3 Stunden zu begrenzen (in Fachklassen auf 45 Minuten).

Die Sollwerte der Raumtemperatur und Feuchte sind in Abhängigkeit der Außentemperatur gleitend vorzugeben.

Bei stark variierender Nutzerzahl (z.B. in Aulen) sollte eine spontane Anpassung an den tatsächlichen Bedarf bzw. die Personenzahl durch Drehzahlregelung der Motoren für den Betreiber in einfacher Weise möglich sein. Die normale Regelung besteht jedoch über die CO₂-Steuerung.

Die Lüftung von Bädern und Duschräumen sollte über Hygrostaten erfolgen, die von WCs über Präsenzmeldung mit Zeitnachlauf.

Thermische Isolierung

Die thermische Isolierung [U]/Wärmebrückenfaktor [Kb] sollte bei Lüftungsgeräten mindestens T3/TB3, bei Außengeräten mindestens T2/TB2 entsprechen.

Abnahme

Eine Lüftungsanlage ist erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll für die Messung des Wärmebereitstellungsgrades, der Luftmengen, der elektrischen Leistungsaufnahme und des Geräuschpegels in ausgewählten Räumen vorliegt. Diese Leistung ist im Leistungsverzeichnis separat darzustellen. Bei der Abnahme ist die Aktivierung aller Regelungsfunktionen zu überprüfen. Insbesondere sind die Nutzungszeiten in Abstimmung mit dem Nutzer einzustellen und zu dokumentieren.

Wartung

Die Wartung jeder Lüftungsanlage muss einmal jährlich, eine Inspektion halbjährlich durchgeführt werden. Sichergestellt werden muss, dass ein halbjährlicher Filterwechsel (Zu- und Abluftfilter) durchgeführt wird. Dies ist zu protokollieren. Diese Wartung erfolgt in Anlehnung an die AMEV. Die auszufüllenden Protokollblätter werden vom Gebäudemanagement ausgegeben.



Klimatechnik

Grundsätzliches

Aktive Kühltechnik als Mittel gegen die Überhitzung von Gebäuden ist aus energetischen Gründen zu vermeiden durch sinnvolle Fenstergrößen, Sonnenschutz, Speichermassen, adiabatische Kühlung (Nachtlüftung), Verringerung oder Verlagerung interner Lasten, Verlegung von kühlenden Einrichtungen in nördlich orientierte Außen- oder Kellerräume.

Räume mit potenziellem Kühlbedarf (wie z.B. Serverräume) sollen eine separate Zuluft ohne WRG erhalten.

Regenerative Energien

Muss Kälte mithilfe von Kompressionskältemaschinen (für den Ausnahmefall) erzeugt werden, ist der Einsatz von Erdsonden oder Solarenergie zu prüfen. Der Kühlbetrieb ist nur zu ermöglichen, wenn in den entsprechenden Räumen der Sonnenschutz aktiviert ist und die Fenster geschlossen sind.

Beim Einsatz von Fernwärme oder BHKWs soll der Einsatz von Absorptionskältemaschinen geprüft werden.

Kältemittel

Es dürfen nur Kältemittel verwendet werden, die weder halogeniert noch teilhalogeniert sind.

Zulässig sind z.B. Wasser, Kohlendioxid oder Ammoniak.

Steuerung

Bei Komfort-Lüftung ist die Raum-Solltemperatur gleitend mit der Außentemperatur anzuheben (ab 26°C Raumtemperatur: Raumsolltemperatur = Außentemperatur - 3K, Toleranz +/- 10°C, Sommerkompensation).

Bei konservatorischen Anforderungen (z.B. im Museum) sollen die Sollfeuchte und die Solltemperatur jahreszeitlich gleiten. Die Veränderungsgeschwindigkeit für Temperatur und Feuchte ist nach Nutzungsanforderung auf < 1%/Tag zu begrenzen.

Abnahme

Die Abnahme erfolgt angelehnt an das Pflichtenheft zur Gebäudeautomation der Stadt Aachen. Es gelten ähnliche Kriterien.



Sanitärtechnik

Grundsätzliches

Handwaschbecken in Schulen sind nur mit Kaltwasser auszustatten.

Mit Warmwasser auszustatten sind in Schulen und Kindertagesstätten folgende Räume bzw. Objekte:

Küchen, Putzmittelräume, Duschen, WCs-Personal, Waschtische an Wickelauflagen, Wickelkommoden mit Kleinkindbadewannen, höhenverstellbare Waschtische, Kinderspülen in Gruppenräumen.

Die übrigen Waschbecken in Sanitärräumen von Kindertagesstätten erhalten Warmwasser je nach Lage der oben benannten mit Warmwasser versorgten Objekte. Bei günstiger Leitungsführung mit kurzen Wegen werden die Waschtische mitversorgt, bei Sanitärräumen ohne Wickelmöglichkeit wird auf Warmwasser verzichtet.

Warmwasserbereitung

Warmwasserspeicher sind entsprechend dem Bedarf auszulegen, vorzugsweise zentral. Grundsätzlich ist eine Zirkulationsleitung vom Speicher bis zur Zapfstelle vorzusehen.

Dezentral

Bei größeren Entfernungen ist der Einsatz von elektronischen Warmwassererzeugern wirtschaftlich zu prüfen.

Materialien

Zu- und Abwasserleitungen aus PVC dürfen innerhalb von Gebäuden nicht verwendet werden. Trinkwasserleitungen sind in Edelstahl, PE oder Kupfer auszuführen.

Verlegung

Rohrleitungen sind zur Vereinfachung der Wartung und für den späteren Austausch gut zugänglich zu installieren. Wegen künftig zu erwartenden, heftigen Starkregenereignissen ist für die Entwässerung eine Rückstauenebene 20 cm über der Straßenoberkante ab Straßenkanalanschluss einzuplanen.



© Daumiu – Fotolia.com

Objekte

Sanitärobjekte sind zur Minimierung der Reinigungskosten grundsätzlich an der Wand hängend auszuführen.

WC-Sitze sollen mit stabiler Befestigung und durchgehender Edelstahl-Scharnierwelle eingebaut werden.

Urinale müssen mit separater Sensorsteuerung ausgerüstet sein (keine Reihensteuerung).

Nur Spülkästen mit Stoptaste oder separater Kleinmengentaste mit Benutzerhinweis dürfen verwendet werden.

An Waschtischarmaturen müssen Strahlregler eingebaut werden (3- max. 5l/min.).

Duscharmaturen sollen mit einem Strahlregler mit fülligem Strahl (max. 8l/min.) ausgestattet sein.

Bei Handwaschbecken und Duschen sollen Selbstschlussarmaturen eingesetzt werden. Die Laufzeit ist bei Handwaschbecken auf 5 sec. und bei Duschen auf 40 sec. zu begrenzen.

Bei Neubauten und bei der Sanierung von Turnhallen müssen in Duschen zur Legionellenprophylaxe zentrale Warmwasserbereitungsanlagen im Durchlaufverfahren oder Durchlauferhitzer vorhanden sein. Die Wassermenge in den Rohrleitungen zwischen dem Wärmetauscher und dem Duschkopf sollte nicht über 3 l liegen. Auf eine Regelung nach den Wärmetauschern kann verzichtet werden.

Trinkwasserspeicher sind bei Frischwasserstationen überflüssig. Falls bei Neubauten zur Spitzenlastabdeckung Heizwasserspeicher erforderlich sind, so sind diese nur für

den nachgewiesenen Bedarf auszuliegen (keine Sicherheitszuschläge) und möglichst verbrauchernah anzuordnen. Im Bestand sollen vorher Messungen zur Ermittlung des Warmwasserbedarfes durchgeführt werden.

Die Erwärmung von Kaltwasserleitungen soll zur Vermeidung des Legionellenwachstums vermieden werden (kleine Querschnitte).

Speicher-Ladepumpen und Zirkulationspumpen sind in Energieeffizienzklasse A auszuführen (ohne elektronische Regelung) und sollen über eine Schaltuhr eventuell auch über ein Thermostat gesteuert werden.

Bei großen Kesseln oder langen Wärmeleitungen und geringem Warmwasserbedarf ist eine separate Wärmeerzeugung für die Warmwasserbereitung zu prüfen.

Bei zentraler Warmwasserbereitung soll grundsätzlich ein Unterzähler mit M-Bus-Schnittstelle für die Messung der Warmwassermenge (im Kaltwasserzulauf zum Warmwasserbereiter) eingesetzt werden.

Untertischspeicher sind aufgrund hoher stand-by-Verluste zu vermeiden, Kleinst-Durchlauferhitzer sind zu bevorzugen.

Folgende Trinkwasseruntersuchungen müssen durch ein zugelassenes Labor durchgeführt und protokolliert werden:
Kaltwasser: Eisen, Blei, Cadmium, Nickel, Mikrobiologie
Warmwasser: Legionellen

Abnahme

Vor der Abnahme muss das gesamte System auf Dichtigkeit überprüft und ein Druckprotokoll muss erstellt werden.

Elektrotechnik

Grundsätzliches

Elektroleitungen und Verlegematerialien aus PVC dürfen nicht verwendet werden. Es sind grundsätzlich halogenfreie Kabel und Installationsmaterialien einzusetzen. Es dürfen keine Schwermetalle eingesetzt werden (z.B. keine Cadmium-Tellurid-PV-Module).

Energieversorgung

Vor der Vergrößerung eines Elektroanschlusses oder einer Trafostation ist zu prüfen, ob durch Einsparmaßnahmen im Bestand eine Leistungserhöhung vermieden werden kann (z.B. durch den Austausch der Beleuchtung mit energieeffizienteren Leuchtmitteln, durch die Begrenzung der Spitzenlast oder durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung).

Beleuchtungsplanung

Bei größeren Sanierungsmaßnahmen sind ältere Leuchtstofflampen, KVG oder andere nicht energieeffiziente Leuchtmittel, zu ersetzen.

Grundsätzlich ist eine weitgehende und optimierte Nutzung der natürlichen Beleuchtung anzustreben. Die Tageslichtnutzung soll durch hohe Reflexionsgrade der raumumschließenden Oberflächen unterstützt werden (Decke > 0,5, Wände > 0,5, Boden > 0,2).

Für Räume mit einer notwendigen Beleuchtungsstärke >300 lux sind Tageslichtquotienten nach DIN 5034 von mehr als 3% für Verkehrsflächen von mindestens 1% zu erreichen. In der Regel werden diese Beleuchtungsstärken erreicht ab 15% Fensterfläche (von der Bodenfläche) bei Raumtiefen bis 7 Meter.

Bei Raumtiefen über 5 Meter muss die fensternahe Leuchtenreihe separat schaltbar sein. Elektrische Beleuchtung sollte tageslichtabhängig (automatisch) dimmbar sein und dem modernsten Stand energietechnischer Beleuchtungstechnik entsprechen (EU Energieeffizienzklasse A, Leuchtmittel mit Lichtausbeute >75lm/W).

In der Regel sind daher Leuchtstofflampen bzw. Kompaktleuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten, LEDs oder anderen ebenso effizienten Leuchtmitteln vorzusehen. Glühlampen (auch Halogenglühlampen) haben einen sehr hohen Strombedarf und eine geringe Lebensdauer, sind daher für eine funktionale Beleuchtung ungeeignet.

Bei der Beleuchtungsplanung ist darauf zu achten, dass die erforderliche Beleuchtungsstärke nach EN 12464 bzw. DIN EN 12193 auf die Nutzung ausgelegt ist. Als Berechnungsgrundlage dient eine Berechnung mit einem entsprechend geprüften Programm. Die vorhandene Beleuchtungsstärke ist im Rahmen der Abnahme zu messen und zu dokumentieren.

Die installierte Leuchtenleistung wird gemäß DIN 18599 auf die erforderliche Nennbeleuchtungsstärke bezogen. Der Grenzwert beträgt einschließlich Vorschaltgerät 2,5 W/m²100lx, Zielwert 2 W/m²100lx. Die Werte gelten für sämtliche vorhandene Leuchtmittel.

Beispiel: Klassenraum mit 300 lux
Grenzwert: 7,5 W/m², Zielwert: 6 W/m²

Diese Werte können erreicht werden, wenn Leuchtmittel mit einer Lichtausbeute von mindestens 75 Lumen/Watt sowie einem Betriebswirkungsgrad von mind. 80% eingesetzt werden.

In Schulturnhallen ist für den Schul- und Trainingsbetrieb eine Beleuchtungsstärke von 300 lux vorzusehen. Unter Wettkampfbedingungen kann mit Schlüsselschalter auf 500 lux zugeschaltet werden.

Für die Auslegung reicht nach aller Erfahrung ein Wartungsfaktor von 0,8. Ein Randstreifen von 0,5 m kann bei Berechnung der Nennbeleuchtungsstärke und der Gleichmäßigkeit unberücksichtigt bleiben.

Notbeleuchtung ist, wenn technisch möglich, mit LED-Technik auszuführen.

Beleuchtungssteuerung

Der Einsatz einer präsenzmelder- und tageslichtabhängigen Lichtsteuerung ist grundsätzlich vorzunehmen, wenn die Wirtschaftlichkeit in einer entsprechenden Betrachtung nachgewiesen werden kann.

Beleuchtungsanlagen in Hauptnutzungsbereichen, die mit Präsenzmeldern ausgestattet werden, sollten im Halbautomatik-Modus betrieben werden (Einschalten der Beleuchtung manuell – Ausschalten präsenzabhängig).

Beleuchtungen in Nebennutzungsbereichen (z.B. WC-Räumen, Fluren und Treppenträumen) sollen im vollautomatischen Modus gesteuert werden.

Die Beleuchtung für Sanitärräume und Umkleiden ist über Präsenzmelder zu steuern. Für innen liegende Toiletten, Umkleiden etc. ohne Tageslicht sollten Präsenzmelder ggf. mit Akustiksensoren eingesetzt werden.

Wenig frequentierte Nebenräume (Lager- und Kellerräume) müssen mit Präsenzmeldern mit zentraler Abschaltung ausgestattet werden.



Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeleittechnik

Bei größeren Leuchtengruppen (Klassenräume, Turnhallen) müssen grundsätzlich Präsenzmelder und tageslichtabhängige Regelungen angebracht werden.

Außenbeleuchtung ist über einen Dämmerungsschalter und eine Schaltuhr (sofern keine Verkehrssicherungspflicht) oder eventuell zusätzlich über Bewegungsmelder zu bedienen.

Außenbeleuchtungen und innen liegende Räume (die aufgrund von schlechten Lichtverhältnissen permanent beleuchtet sind) müssen über Dämmerungsschalter, Schaltuhr und in Verbindung mit einem Bewegungsmelder gesteuert werden.

Die Blindleistung ist auf den vom örtlichen EVU zugelassenen Leistungsfaktor ($\cos \phi$) zu begrenzen. Ggf. müssen Kompensationsanlagen (als Einzel-, Gruppen- oder Zentralkompensation) eingebaut werden.

Bei USV-Anlagen sind nur Geräte der Wirkungsgradklasse 3 nach EN 62040-3 einzusetzen.

Neue Haushaltsgeräte sollen der Effizienzklasse A++ entsprechen.

Informationen: www.spargerwaerme.de

Alle großen städtischen Gebäude, mit einem erheblichen Energieverbrauch, wie z. B. Schulen oder Schwimmhallen, sind in Aachen an ein Gebäudemanagementsystem angeschlossen. Dabei werden alle Systemdaten des Objektes, wie z.B. die Raum- oder die Vorlauftemperaturen auf der Systemplattform Desigo und Visonek Insight der Firma Siemens und Neutrino-GLT der Firma Kieback & Peter erfasst.

Diese Daten sind Grundlage der Steuer- und Regelungstechnik und damit ist eine zentrale Betriebsführung und eine Optimierung erst möglich.

Die genauen Vorgaben werden noch in einem Pflichtenheft GLT niedergelegt.

Alle Gewerke sind daher grundsätzlich so zu planen, dass sie auf ein gemeinsames Prozessvisualisierungssystem aufgeschaltet werden können.

Für die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ist eine Integrationsplanung für alle technischen Gewerke sicherzustellen. Die Anzahl der Datenpunkte ist möglichst gering zu halten.

Bei der Planung der Gebäudeleittechnik ist das übergeordnete Funktionsschema, die Funktionsliste (GA-FL) und für jede Anlage ein Automationsschema nach DIN EN ISO 16484-3 zu erstellen und mit dem Energiemanagement, Abteilung Gebäudeautomation abzustimmen.

In Abstimmung mit dem Energiemanagement ist ein Verbrauchszählerkonzept für Strom, Heizenergie und Wasser zu entwickeln und in die Planung umzusetzen. Dabei sind nicht nur Fremdverbraucher/nutzer zu berücksichtigen, sondern auch die Möglichkeiten einer begleitenden Verbrauchserfassung zur Überprüfung der Gebäudequalität. Die Zählwerte werden über M-Bus gesammelt und die Daten werden an einen Server übermittelt. Das Zählerkonzept wird vom Energiemanagement freigegeben und nach Ausführung abgenommen.

Für jedes abgeschlossene Gebäude und für jeden Nutzer innerhalb eines Gebäudes (z.B. Betreiber einer Mensa) sind je ein Verbrauchszähler für Strom, Heizenergie und Wasser anzuordnen.

Alle Verbrauchszähler (EVU-Verrechnungszähler und Unterzähler) sind mit M-Bus-Ausgängen zur zentralen Erfassung auszustatten. Raumsensoren sind an einer ungestörten Stelle im Raum zu platzieren (min. 2m Abstand zu Fenstern, Türen, Zuluftöffnungen, Wärmequellen ...).

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

DDC-Unterstationen sollen zur Verknüpfung auf der Automationsebene über eine einheitliche, herstellerunabhängige Schnittstelle (Bacnet over IP) verfügen.

Abnahme

MSR- und GLT-Anlagen sind erst abzunehmen, wenn ein ausführliches Protokoll über einen 1:1-Datenpunkttest (Kalibrierung sämtlicher Fühler und korrekte Anzeige der Werte auf der DDC und GLT) die Funktionsbeschreibung, ein zweiwöchiger fehlerfreier Testbetrieb, die Dokumentation und Programmstände vorliegen bzw. erfolgt sind. Insbesondere ist zu überprüfen, ob die DDC-Stationen auch bei Ausfall der Managementebene (GLT) mit vollem Funktionsumfang störungsfrei weiterarbeiten und nach Netzausfällen selbsttätig den vollen Betrieb wieder aufnehmen.

Der Punkt ist separat als Position im Leistungsverzeichnis aufzunehmen.

Alle Sensoren und Aktoren sind vor Ort, in der DDC und in der GLT mit der Betriebsmittel-Kennzeichnung zu beschriften (schwarze Schrift, weißer Grund). Der Schlüssel der Betriebsmittel-Kennzeichnung ist im Pflichtenheft der Gebäudeautomation enthalten.





Kommunikationstechnik

IT und Bürogeräte sollen die Kriterien der Energy- und der Office-Top-Ten einhalten.

Siehe: www.eu-energystar.org.de bzw.
www.energieeffizienz-im-service.de/it-geraete.html

Zur sicheren Trennung vom Netz sind Peripheriegeräte mit schaltbaren Steckerleisten auszustatten. Bei EDV-Räumen ist eine zentrale Abschaltung vorzusehen.

Quellenverzeichnis

Energiesparende Konstruktionsdetails, BKI Deutsche Architektenkammern GmbH, 2011

Leitfaden zur Montage von Fenstern und Türen, Institut für Fenstertechnik, Rosenheim

Informationsportal Nachhaltiges Bauen

Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2012, Stadt Frankfurt

Ökologisches Bauen - Anforderungen an Baumaßnahmen, Senatsverwaltung Berlin

Drei Säulen der Nachhaltigkeit, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

Ökobilanzbasierte Umweltindikatoren im Bauwesen, PE International

Prof. Georg Sahner, Vortrag: Räumliche Qualität in energieeffizienten Konzepten

Lehrstuhl Baukonstruktion 2, RWTH Aachen, Klimagerechtes Bauen

Baunetzwissen PCM-Material

Brian Cody, Vortragsmaterial

Barrierefreies Planen und Bauen, F. Opper und V. Schmitz

Anhang

Anhang 1 Nutzerbefragung zur neuen Lüftungsanlage

Anhang 2 Materialien für Innendämmung

Anhang 3 Das Prinzip der Heizungsregelung in der Schule

Anhang 4 Antrag Aachener Standard Energie – Energieausweis

Anhang 5 Akustikdecken: Fabrikate, Anwendungen, Eigenschaften

Nutzerbefragung zur neuen Lüftungsanlage

Anhang 1

Sehr geehrter Teilnehmer,
zur Verbesserung der Luftqualität in der Kita / Schule _____
wurde seit _____ eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert.

Um zu erfahren, ob sich die neue Anlage bewährt hat, sind wir an Ihrer Meinung als Nutzer interessiert. Sie leisten damit einen Beitrag zur Optimierung der Lüftungs- und Klimaanlage in städtisch betriebenen Gebäuden. Ihre Angaben werden anonym behandelt.

Falls Sie Fragen nicht beantworten können, lassen Sie sie gerne offen.

Wir danken Ihnen für Ihre Teilnahme.

Bitte kreuzen Sie die Art des Raumes an, den Sie bewerten. Falls es Besonderheiten der Nutzung gibt, die nicht aus den angekreuzten Feldern hervorgehen, können Sie dies auf den Linien eintragen.

- Schlafraum _____
- Gruppenraum _____
- Klassenraum _____
- Bewegungsraum _____
- Weiterer Raum _____

Welche Art der Belüftung bevorzugen Sie in dem Raum?

- Zur Sommerzeit Fenster/Türen Lüftung Lüftung + Fenster/Türen
- Zur Winterzeit Fenster/Türen Lüftung Lüftung + Fenster/Türen

Wie sind Sie mit der neuen Lüftung zufrieden?

- 😊 😐 ☹️

Wie sehr stimmen Sie folgenden Aussagen zu:

Die Wärmeregulierung ist durch die neue Lüftung eher schwierig

stimme zu stimme teilweise zu stimme weniger zu stimme nicht zu

Aufgrund der neuen Lüftung ist es öfters zu kalt

stimme zu stimme teilweise zu stimme weniger zu stimme nicht zu

Trotz der neuen Lüftung ist es öfters zu warm

stimme zu stimme teilweise zu stimme weniger zu stimme nicht zu

Die Geräusche der neuen Lüftung stören

stimme zu stimme teilweise zu stimme weniger zu stimme nicht zu

Die neue Lüftung war notwendig

stimme zu stimme teilweise zu stimme weniger zu stimme nicht zu

Durch die neue Lüftung ist die Sauerstoffregulierung in den Räumen verbessert

stimme zu stimme teilweise zu stimme weniger zu stimme nicht zu

Die neue Lüftung ist besser als die alte

stimme zu stimme teilweise zu stimme weniger zu stimme nicht zu

Gibt es noch etwas, was Sie bezüglich der neuen Lüftung anmerken möchten?

Positives:

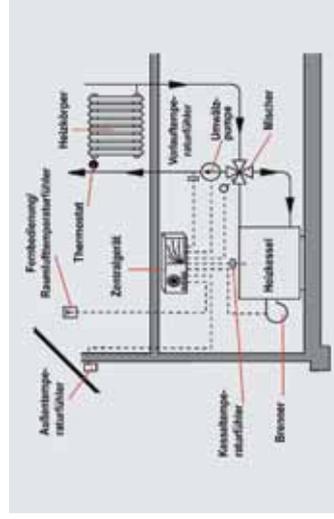
Negatives:

Materialien für Innendämmung

Anhang 2

| Produktbezeichnung | Internet | dampfdicht/ nicht dampfdicht | Material | Wärmeleitfähigkeit $\lambda = \text{W/mK mm}$ | Dämmstoffstärken |
|------------------------------|--|---------------------------------|---|--|---------------------------|
| Foamglas | www.foamglas.de | dampf- und diffusionsdicht | geschäumtes Glas | 0,04 | 40,60,80 |
| Pura Mineraldämmplatte | www.redstone.de | diffusionsoffen | zellstoffverstärktes Kalziumsilikat | 0,045 | 50,60,80,100,120 |
| Pura Mineralschaumplatte | www.redstone.de | diffusionsoffen | wie oben, höhere Festigkeit | 0,045 | 25 |
| Inthermo HFD-Interior Klima | www.inthermo.de | diffusionsoffen | Holzfaserdämmstoff | 0,045 | 40-100 |
| Aerorock ID-VP | www.rockwool.de | sd-Wert $\geq 3,00$ m | Steinwolle + Aerogel + GK | 0,019 | 50 |
| Aerorock ID-VPK | www.rockwool.de | sd-Wert $\geq 3,00$ m | Steinwolle + Aerogel + GK | 0,019 | 14 und 21 |
| Aerorock ID-VPK | www.rockwool.de | sd-Wert $\geq 3,00$ m | Steinwolle + Aerogel + GK | 0,019 | 20 |
| Keim iPor-Mineraldämmplatte | www.keimfarben.de | diffusionsoffen | mineralische Dämmplatte aus Weißkalkhydrat + Siliciumdioxid | 0,042 | 50,60,80,100,120 |
| Keim Mycal-CS-Laibungsplatte | www.keimfarben.de | diffusionsoffen | Calciumsilikat | | 15 |
| Getifix ID-ambio | www.getifix.de | diffusionsoffen | Weißkalkhydrat + Siliciumdioxid + Protein | 0,045 | 50,60,80,100,120 |
| Getifix ID-fovio | www.getifix.de | diffusionsdicht | Vakuumdämmung mit Luftpolyesterfolie | 0,012 | 30 |
| Getifix ID-fovio plus | www.getifix.de | diffusionsoffen | Calciumsilikat | 0,35 | 60,80,100,120,150 |
| Getifix Laibungsplatte | www.getifix.de | diffusionsoffen | Calciumsilikat | 0,059 | 15 |
| Regitherm 032 WI | www.regips.de | mit und ohne Dampfbremse | Vorsatzschale mit Verbundplatte+EPS | 0,032 | 40,60,80 |
| Regitherm 040 WI | www.regips.de | mit und ohne Dampfbremse | Vorsatzschale mit Verbundplatte+EPS | 0,04 | 20,30,40,50 |
| Regitherm MF | www.regips.de | mit und ohne Dampfbremse | Vorsatzschale mit Verbundplatte+MW | 0,04 | 20,30,40,50 |
| Regips Laibungsdämmplatte | www.regips.de | dampfdicht | Polyurethan + Alukaschierung | 0,024 | 20,30 |
| Remmers iQ-Therm | www.remmers.de | diffusionsoffen | PUR-Hartschaumplatte | 0,031 | 30,50,80 |
| Remmers iQ-Therm L15 | www.remmers.de | diffusionsoffen | PUR-Hartschaumplatte | 0,028 | 15 |
| Ytong Multipor WI | www.ytong-silka.de | diffusionsoffen | Calciumsilikat | 0,42 | 50,60,80,100,120,140 etc. |
| Poroton WDF | www.poroton-wdf.de | diffusionsoffen | Tonziegel und Perlit aus Vulkungestein | 0,06 | 120 |

Das Prinzip der Heizungsregelung in der Schule



Die Heizungsregelung in einem Schulgebäude ist ein komplexes System. Das Zentralgerät im Gebäude erfasst die Außen- und die Raumtemperaturen und steuert entsprechend der Nutzungszeiten die einzelnen Komponenten der Heizungsanlage. Das Gebäudemanagement der Stadt Aachen erfasst alle Daten des Zentralgerätes, steuert nach Bedarf zusätzlich und wertet die Daten aus. Dadurch wird die bestmögliche energetische Effektivität erreicht.

Die Temperatur in der Schulklasse wird beeinflusst durch die Anzahl der Personen, die sich in der Klasse aufhalten, durch die Sonneneinstrahlung je nach Lage des Raumes zur Himmelsrichtung und durch die Abwärme der Beleuchtung. Das Thermostatventil, als Komponente der Heizungsregelung, erfasst diese Wärmequellen und steuert den Zufluss des Heizungswassers.

Im Kopf des Thermostatventils ist ein Ausdehnungselement vorhanden, das sich bei hohen Temperaturen ausdehnt. Dadurch wird der Zulauf des Heizkörpers geschlossen. Sinkt die Temperatur in der Klasse wieder ab, zieht sich das Ausdehnungselement zusammen und gibt den Zulauf mit warmem Heizungswasser wie-

der frei. Das Thermostatventil ‚denkt‘ also mit. Daher ist es nicht sinnvoll, die einmal gewählte Einstellung, die der gewünschten idealen Raumtemperatur entspricht, häufig zu verändern. Nur wenn der Wunsch nach einer anderen Raumtemperatur besteht, sollte man die Einstellung am Thermostatventil verändern. Für öffentliche Gebäude wie Schulklassen setzt man daher spezielle Thermostatventile ein, sogenannte ‚Behördenventile‘, die nicht alle paar Minuten verstellt werden sollen.

Sollte es in einer Schulklasse dennoch häufig zu warm sein, kann das Behördenventil genau wie ein anderes Thermostatventil nachjustiert werden.

Dazu muss der Hausmeister das Köppchen des Thermostatventils lösen. Anschließend kann er mit einem speziellen Schraubenzieher die gewünschte Stufe einstellen. Normalerweise steht ein Thermostatventil auf der Stufe 3. Das entspricht einer Raumtemperatur von 20° Celsius.

Gebäudemanagement – E26 – Lagerhausstraße 20, 52058 Aachen

Stadt Aachen
Fachbereich Bauaufsicht FB 63
Lagerhausstraße 20
52064 Aachen

| | |
|--------------|---------------------------------|
| Auskunft | Ulrike Leidinger |
| Mein Zeichen | E 26/34 |
| Gebäude | Lagerhausstraße 20 |
| Zimmer | 527 |
| Telefon | +49 (0) 241 / 432-2792 |
| Telefax | +49 (0) 241 / 413 541 279 |
| E-Mail | ulrike.leidinger@mail.aachen.de |
| Internet | www.aachen.de |
| Sachkonto | |
| Datum | |

Anhang 4

Projekt:

Energetischer Standard: Aachener Standard Energie

Hiermit wird bestätigt, dass das o.g. Gebäude dem Aachener Standard Energie (entsprechend Beschlussvorlage März 2010) entspricht.

Nachweise zur EnEV (Energieausweis) sind dem Bauantrag nicht beigelegt.

Auf § 4 der UVO zur EnEV wird Bezug genommen.

Es handelt sich um ein Vorhaben, welches der Stadt Aachen als Gebietskörperschaft im Sinne des § 4 EnEV-UVO zugerechnet wird. Dass den Zielen der EnEV 2009/2014 Genüge getan wird, wurde in eigener Verantwortung des Antragstellers geprüft und wird hiermit bestätigt.

Nach Fertigstellung des Bauvorhabens wird ein Energieausweis zur Information im Gebäude öffentlich ausgehängt.

.....
Stadt Aachen

E26/34

Kontoverbindung

BIC: AACSD33

IBAN: DE68 3905 0000 0000 0354 44

UST-IdNr.: DE121689815

Kaufmännische Geschäftsführerin

Technischer Geschäftsführer

Dipl.-Kaufrau Vera Bortz

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. (FH) Klaus Schavan

Akustikdecken:

Fabrikate, Anwendungen, Eigenschaften

Anhang 5

| Hersteller | Fabrikat | Material | System | KMF | Baustoffkl. | Absorptionskl. | Absorptionskl. mit Mineralwolle | Anwendung | Preis / m ² netto |
|--|----------------|--|-------------|------|-------------|----------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| HWL-Platten (Holzwolle-Leichtbauplatten) | Heraklith | Holzwolle zementgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | B | Putzträger, Innenausbau | 35,00 € |
| | Knauf | Holzwolle magnesitgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | B | Unterdecken, Wandverkl. | 40,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | A - B | Unterdecken, Wandverkl. | 40,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | D | Unterdecken, Wandverkl. | 45,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | D | Unterdecken, Wandverkl. | 45,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | B - C | Unterdecken, Wandverkl. | 45,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | C | Unterdecken, Wandverkl. | 45,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb. | Rasterdecke | Nein | B1 | D | D | Unterdecken, Wandverkl. | 45,00 € |
| ML-Platten (Mehrschicht-Leichtbauplatten) | Heraklith | Holzwolle zementgeb., Dämmstoff Mineralfaser | Rasterdecke | Ja | B1 | B | B | Putzträger, Innenausbau | 40,00 € |
| | Knauf | Holzwolle magnesitgeb., Dämmst. Mineralfaser | Rasterdecke | Ja | B1 | B - C | B - C | Unterdecken, Wandverkl. | 45,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb., Dämmst. Mineralfaser | Rasterdecke | Ja | B1 | A | A | Unterdecken, Wandverkl. | 45,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb., Dämmst. Mineralfaser | Rasterdecke | Ja | B1 | D | D | Unterdecken, Wandverkl. | 50,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb., Dämmst. Mineralfaser | Rasterdecke | Ja | B1 | D | D | Unterdecken, Wandverkl. | 50,00 € |
| | | Holzwolle magnesitgeb., Dämmst. Mineralfaser | Rasterdecke | Ja | B1 | D | D | Unterdecken, Wandverkl. | 50,00 € |
| Melaminharz-Platten | Pinta acoustic | Melaminharzschaum mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Nein | B1 | B | B | Unterdecken, Wandverkl. | 65,00 € |
| | | Melaminharzschaum mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Nein | B1 | A | A | Unterdecken, Wandverkl. | 70,00 € |
| | | Melaminharzschaum mit Vlieskaschierung | Segel | Nein | B1 | | | Deckensegel | 135,00 € |
| | Illbruck | Melaminharzschaum mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Nein | A2 | B | B | Unterdecken, Wandverkl. | 70,00 € |
| Steinwolle-Platten | Rockfon | Kunsthartzgeb. Steinwolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A1 | A - B | A - B | Unterdecken | 50,00 € |
| | | Kunsthartzgeb. Steinwolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A2 | A - B | A - B | Unterdecken | 50,00 € |
| | | Kunsthartzgeb. Steinwolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A1 | A - B | A - B | Unterdecken | 55,00 € |
| | | Kunsthartzgeb. Steinwolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A2 | A - B | A - B | Unterdecken, Hygiene | 65,00 € |

Akustikdecken:

Fabrikate, Anwendungen, Eigenschaften

| Hersteller | Fabrikat | Material | System | KMF | Baustoffkl. | Absorptionskl. | Absorptionskl. mit Mineralwolle | Anwendung | Preis / m ² netto |
|----------------------|------------------|---|----------------|---------|-------------|----------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Glaswolle-Platten | Ecophon | geb. Glaswolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A2 | A - B | | Unterdecken | 60,00 € |
| | | geb. Glaswolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A2 | A | | Unterdecken | 60,00 € |
| | | geb. Glaswolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A2 | A - B | | Unterdecken | 60,00 € |
| | | geb. Glaswolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | B1 | A | | Unterdecken, Hygiene | 65,00 € |
| | | geb. Glaswolleplatten mit Vlieskasch. | Rasterdecke | Ja | A2 | A | | Unterdecken, stoßsicher | 70,00 € |
| Mineralfaser-Platten | OWA coustic | Mineralfolienplatten mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Ja | A2 | C | | Unterdecken | 25,00 € |
| | | Mineralfolienplatten mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Ja | A2 | C | | Unterdecken | 25,00 € |
| | | Mineralfolienplatten mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Ja | A2 | C | | Unterdecken | 25,00 € |
| | | Mineralfolienplatten mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Ja | A2 | B | | Unterdecken | 30,00 € |
| | | Mineralfolienplatten mit Vlieskaschierung | Rasterdecke | Ja | A2 | B | | Unterdecken | 30,00 € |
| Gipskarton-Platten | Knauf / Rigips | GK-Platten mit Vlies, ca 15%, MW-Auflager | geschlossen | Nein/Ja | A2 | C | B | Unterdecken | 60,00 € |
| | | GK-Platten mit Vlies, ca 15%, MW-Auflager | geschlossen | Nein/Ja | A2 | C | B | Unterdecken | 60,00 € |
| | | GK-Platten mit Vlies, ca 20%, MW-Auflager | geschlossen | Nein/Ja | A2 | B - C | B | Unterdecken | 65,00 € |
| | | GK-Platten mit Vlies, ca 10%, MW-Auflager | geschlossen | Nein/Ja | A2 | D C | | Unterdecken | 60,00 € |
| | Rigips | quadratische Lochung | Rasterdecke | Nein | A2 | B-C | | Unterdecken | 36,00 € |
| | | sechseckige Lochung | Rasterdecke | Nein | A2 | B | | Unterdecken | 38,00 € |
| Kassetteneinlage | Rockwool | Mineralfolie 40 mm | Auflager 40 mm | Ja | B1 | | | Auflagen | 10,00 € |
| | | Mineralfolie 40 mm in Folie | Auflager 40 mm | Nein/Ja | B1 | | | Auflagen | 12,50 € |
| | Pinta / Illbruck | Melaminharzschäum | Auflager 5 mm | Nein | B1 | D | | Auflagen | 17,00 € |
| | | Melaminharzschäum | Auflager 10 mm | Nein | B1 | C-D | | Auflagen | 25,00 € |
| | | Melaminharzschäum | Auflager 20 mm | Nein | B1 | B-C | | Auflagen | 42,00 € |
| | | Melaminharzschäum | Auflager 30 mm | Nein | B1 | A | | Auflagen | 50,00 € |
| | | Melaminharzschäum | Auflager 50 mm | Nein | B1 | A | | Auflagen | 65,00 € |

Aufgestellt: Mai 2012 Gerd Gerards



© Ingo Bartussek – Fotolia.com

Aachener Planungsbausteine

Stadt Aachen

Der Oberbürgermeister
Gebäudemanagement

Lagerhausstraße 20, 52064 Aachen
Fon 0241 432-2792
Fax 0241 28121
gebäudemanagement@mail.aachen.de

www.aachen.de