

Energieeffiziente Bürogebäude

Energiehaushalt und Nutzwert optimieren.
Effizient planen und wirtschaften.





Auftraggeberin

NRW.URBAN GmbH & Co. KG
Projektmanagement
Karl-Harr-Straße 5
44263 Dortmund
Telefon 02 31/43 41-0
Telefax 02 31/43 41-320
www.nrw-urban.de

Dr.-Ing. Martina Eichenauer
martina.eichenauer@nrw-urban.de
Anja Walther
anja.walther@nrw-urban.de

in Zusammenarbeit mit der Stadt Gelsenkirchen
Rathaus GE-Buer
Goldbergstraße 12
45875 Gelsenkirchen
Telefon 02 09/1 69-0
<http://grafbismarck.gelsenkirchen.de>

Ingo Stapperfenne (Projektleitung/Stadtplanung)
ingo.stapperfenne@gelsenkirchen.de
Rainer Schiffkowski (Stabsstelle Wirtschaftsförderung)
rainer.schiffkowski@gelsenkirchen.de

Verfasser

Gertec GmbH
Ingenieurgesellschaft
Geschäftsbereich Energiekonzepte und Beratung
Martin-Kremmer-Straße 12
45327 Essen
Telefon 02 01 / 245 64-0
Telefax 02 01 / 245 64-20
www.gertec.de

Dortmund/Gelsenkirchen 2011

Bürogebäude

Energiehaushalt und Nutzwert optimieren

Bauherren, die heute vor der Aufgabe stehen, ein modernes, innovatives und zukunftsweisendes Bürogebäude zu errichten, stehen vor einem komplexen Vorhaben. Viele Faktoren gilt es im Blick zu halten und schon sehr früh bei der Planung eines Projektes werden weitreichende Entscheidungen getroffen, die die Qualitäten und Fähigkeiten eines Gebäudes über viele Jahre festlegen.

Diese Broschüre bietet einen Leitfaden zur Entscheidungsfindung an und zwar im Hinblick auf die angestrebte Qualität, Ausstattung und die technische Ausrüstung eines Gebäudes. Die verschiedenen Lösungsansätze, Parameter und deren Wechselwirkungen werden transparent gemacht. Dabei geht es den Autor/innen nicht um die „einzig richtige Lösung“, sondern um eine bewusste Nutzung der Gestaltungsmöglichkeiten und Rahmenbedingungen.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) in der aktuellen Fassung vom 1. Oktober 2009 und das am 1. Januar 2009 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) bringen neue, zum Teil weitreichende Rahmenbedingungen, die die architektonische Gestaltung, die haustechnische Konzeption und den Betrieb von Gebäuden wesentlich beeinflussen. Diese neuen Anforderungen führen auch dazu, dass neue Ziele und Steuergrößen entstehen. Erneuerbare Energien haben mit der EnEV 2009 und dem EEWärmeG an Stellenwert gewonnen. Ihr Einsatz wird im Wärmegesetz für Neubauten zur teilweisen Deckung des Energiebedarfs gefordert. Eine Befreiung von dieser Nutzungspflicht ist nur mit der Erfüllung von Ersatzmaßnahmen oder der Übererfüllung des EnEV-Standards möglich. Entsprechend gilt es im Planungsprozess neue architektonische Entwürfe, neue Energiekonzepte und neue Betriebskonzepte gemeinsam mit dem Bauherren zu entwickeln und umzusetzen. Wie in jedem Investitionsprozess gilt es zunächst Ziele und Steuergrößen zu definieren und auf dieser Basis ein Finanzierungskonzept, ein Energiekonzept und ein

Betriebskonzept für das zukünftige Gebäude zu entwickeln.

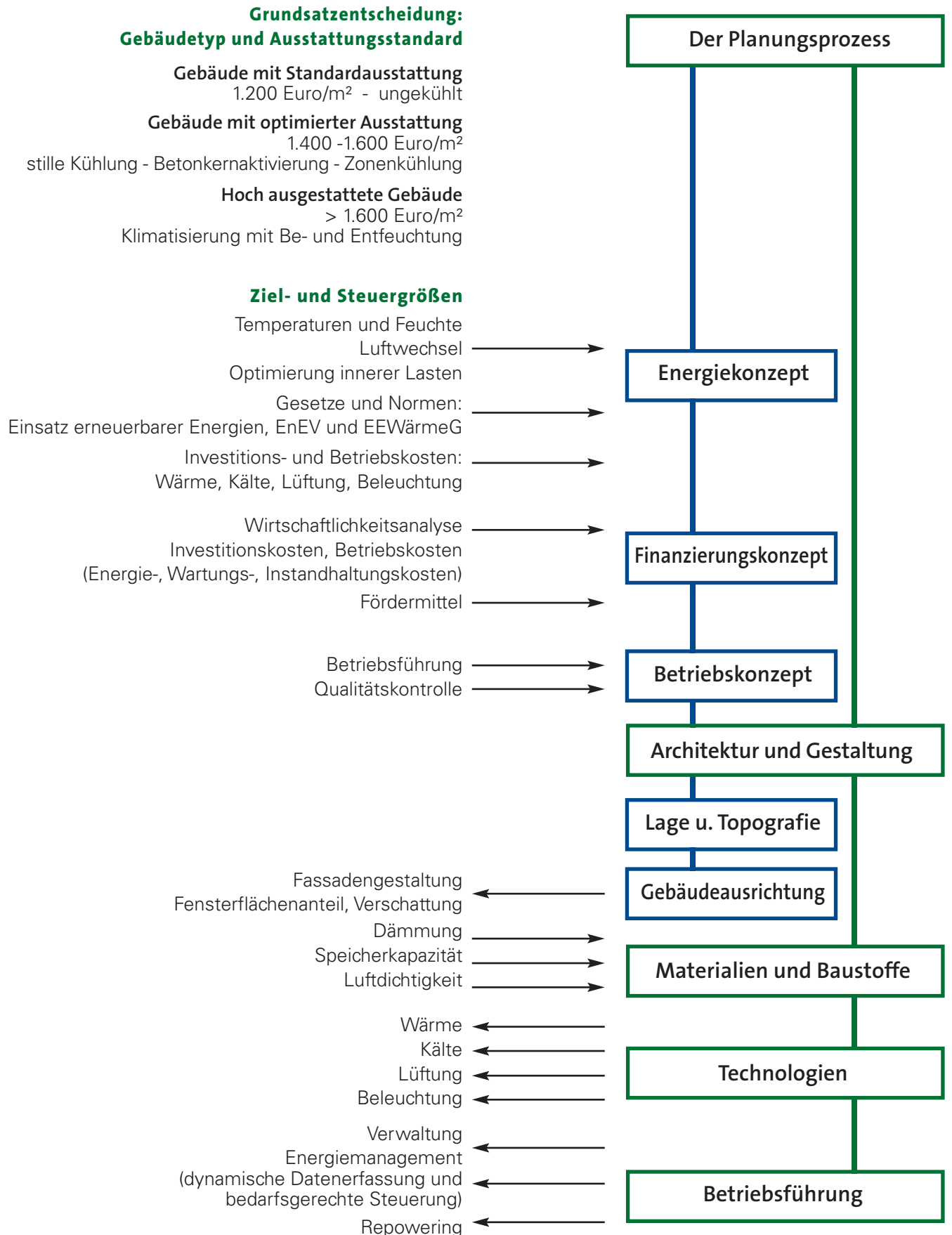
Die Zertifizierung von Bürogebäuden wird von Bauherren immer häufiger in Anspruch genommen. Ein zertifiziertes Gebäude durchläuft einen integralen Planungsprozess, bei dem die Planungsgruppe aus Architekt und Fachplanern in Rücksprache mit den Nutzern ein nachhaltiges Gebäudekonzept entwickelt. Dabei fließen Kriterien wie Ressourcenbedarf bei der Erstellung und Nutzung des Gebäudes, Gesundheit und Wohlbefinden in der Nutzungsphase bis hin zu Fragen nach der Anbindung an den örtlichen Nahverkehr in das Zertifizierungsergebnis mit ein. Aktuell international anerkannte Zertifizierungslabel sind BREEAM und LEED, das deutsche Gütesiegel der DGNB wurde 2009 eingeführt.

Die Gebäudezertifizierung kann eine Vermarktungshilfe sein, denn neben ökologischen Aspekten werden bei der Bewertung ebenfalls Kriterien wie Wirtschaftlichkeit, Nutzungskosten und Werterhalt des Gebäudes berücksichtigt.

**Abb. Energon, Software AG
Stiftung, Darmstadt und Asset
Manager ProjektM Real Estate
GmbH, Frankfurt**



Strukturierte Projektplanung



Der Planungsprozess

Wird ein Gebäude geplant, so steht am Anfang die Grundsatzentscheidung darüber, welcher Gebäudetyp und welcher Ausstattungsstandard realisiert werden soll. Die gewählte Qualität: Standardausstattung, optimierte oder hohe Ausstattung, bestimmt die Höhe des Budgets für das Bauvorhaben. Die Möglichkeiten für das Konzept zur technischen Gebäudeausstattung sind natürlich bei hoch ausgestatteten Gebäuden mit Kosten von über 1.600 Euro/m² umfangreicher als bei Gebäuden mit Standardausstattung und Kosten von ca. 1.200 Euro/m².

Einfach strukturierte Standardgebäude können vor dem Hintergrund des entsprechenden Budgets in der Regel nur ohne mechanische Kühlung errichtet werden und müssen daher mit architektonischen und technischen Konzepten so ausgestattet sein, dass sie dennoch im Hochsommer nutzbar sind. Gebäude mit mittlerer Ausstattung können bei Kosten von 1.400 bis 1.600 Euro/m² durchaus eine stille Kühlung, Betonkernaktivierung oder auch Zonenkühlungen haben und damit energetisch optimierte Energiekonzepte.

Ein integraler Planungsprozess, bei dem Architekt, Fachplaner und Bauherr gemeinsam ein nachhaltiges Konzept erarbeiten, sollte stets das Ziel der Umsetzung eines zu errichtenden Bürogebäudes sein.

Energiekonzept

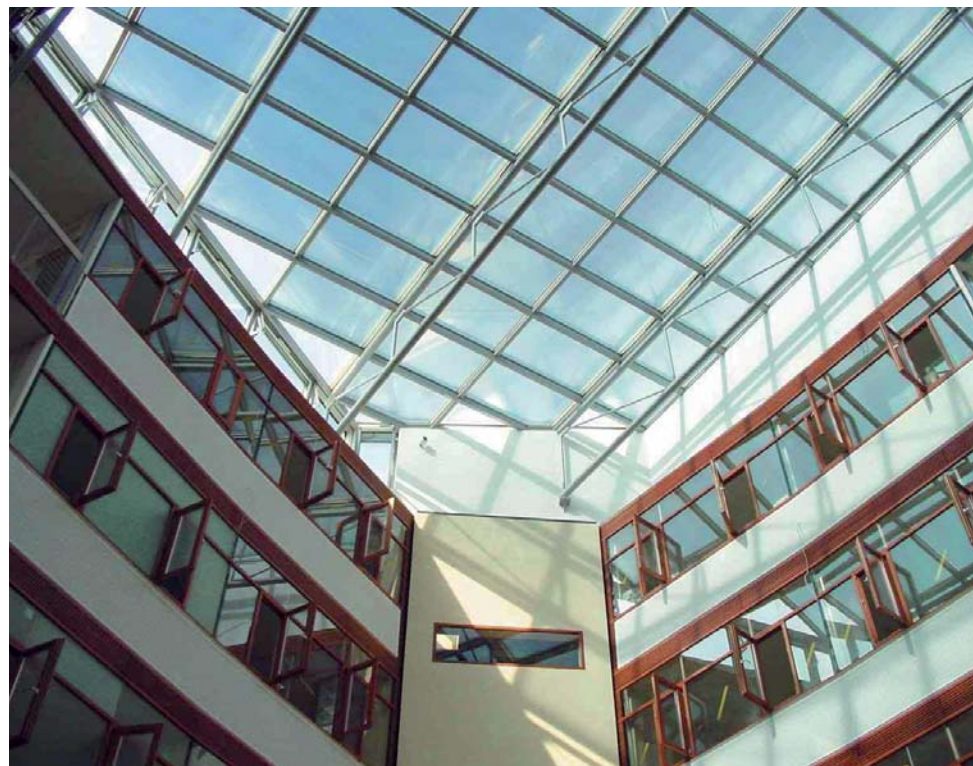
Im Rahmen des Energiekonzeptes werden zu Beginn des Planungsprozesses Zielgrößen festgelegt und Rahmenbedingungen definiert. Es gilt zunächst Temperaturen und Feuchte sowie Luftwechsel entsprechend der Nutzung und der Anforderung des Bauherren zu definieren und für den weiteren Planungsprozess festzulegen. Dabei sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen wie geltende EnEV und das EEWärmeG einzubeziehen und für die späteren Phasen des Planungsprozesses verbindlich zu definieren. Im Rahmen der Festlegungen des Energiekonzeptes für

die Bereiche Wärme, Kälte, Lüftung und Beleuchtung ergibt sich ein erster Überblick über die Investitions- und die späteren Betriebskosten. Hier ist die Schnittstelle zwischen Energiekonzept und Finanzierungskonzept. Die wirtschaftlichen Rahmendaten können nun festgelegt werden. Investitionskosten, künftige Betriebskosten sowie Fördermittel werden einbezogen und erlauben es, für das Bauprojekt langfristig wirtschaftliche Maßnahmen wie innovative Kühlkonzepte, energiesparende Beleuchtung oder optimierte Betriebsführungs- und Energiecontrolling-Systeme zu realisieren. Im Betriebskonzept wird die Qualitätskontrolle des architektonischen und des haustechnischen Konzeptes definiert sowie die spätere Betriebsführung. Mit den sorgfältig ermittelten Eckdaten aus Betriebs-, Finanzierungs- und Energiekonzept kann der erste entscheidende Schritt des Planungsprozesses gemacht werden.

Architektur und Gestaltung

Ausgehend von den Rahmendaten zu den Nutzungsanforderungen, dem Energie-, Finanzierungs- und dem Betriebskonzept

Abb. Energon, Software AG
Stiftung, Darmstadt und Asset
Manager ProjektM Real Estate
GmbH, Frankfurt



Strukturierte Projektplanung

werden zu Beginn der architektonischen Gestaltung zunächst Lage und Topografie des möglichen Baufeldes zu untersuchen sein. Die Ausrichtung des Gebäudes - die Zonierung der Innenräume hinsichtlich der Himmelsrichtungen entsprechend ihrer späteren Nutzung - die Fassadengestaltung und das Energiekonzept müssen eine Einheit bilden und entsprechend aufeinander abgestimmt sein. Bei der Gebäudezonierung und der sich daraus ergebenden Fassadengestaltung hat der Bauherr vielfältige Einflussmöglichkeiten, um den Energiebedarf zu optimieren.

Abb. OÖ Energiesparverband

Die Fassade, die in der Regel auch repräsentativen Anforderungen genügen muss, sollte unbedingt so gestaltet werden, dass

im Sommer keine Überhitzung entsteht, im Winter jedoch der Wärmeeintrag der Sonne für den Innenraum genutzt werden kann.

Dabei gilt grundsätzlich: Die tief stehende Sonne an der Ost- und Westfassade braucht einen effizienten außen liegenden Sonnenschutz, der gleichzeitig eine ausreichende Tageslichtversorgung im Innenraum gewährleistet. Hierfür kommen beispielsweise lammellenförmige Jalousien in Frage, die im oberen, deckennahen Bereich separat ausrichtbare Lamellen aufweisen. Diese reflektieren das Sonnenlicht gegen die Raumdecke und ermöglichen auf diese Weise eine ausreichende Tageslichtnutzung trotz heruntergelassenem Sonnenschutz.

Die hoch stehende Mittagssonne lässt sich durch einfache Sonnenschutzmaßnahmen, wie beispielsweise horizontal auskragende Bauteile oder Markisen, abwehren. Diese Art von Sonnenschutz ermöglicht dennoch eine gute Tageslichtversorgung und den visuellen Bezug der Nutzer zum Außenraum.

Materialien und Baustoffe

Aus der architektonischen Gestaltung des Gebäudes ergeben sich Anforderungen an die Dämmung, die entsprechend der EnEV mit dem dort definierten Referenzgebäude zu vergleichen ist. Baustoffe mit einer hohen Wärmespeicherkapazität ermöglichen es, auch in den Sommermonaten ein angenehmes Innenraumklima mit geringen Kühllasten und ohne Gebäudekühlung zu erzielen.

Technologien

Abschließend geht es um Fragen zur Wärme- und Kälteenergieumwandlung, zur Lüftungssystematik und zu Anwendungssystemen wie Beleuchtung, EDV-Ausstattung und anderen Nutzungen. Entsprechend dem Verlauf des Planungsprozesses werden jetzt die Maßgaben des Energiekonzeptes realisiert: Architekturgestaltung, Baustoffe und Technologie als Teile eines Gesamtkonzeptes garantieren ein zukunftsfähiges Bürogebäude.



EnEV - die Energie-Einsparverordnung und EEWärmeG - das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz

Zur Berechnung des Primärenergiebedarfs eines Nichtwohngebäudes gemäß EnEV gilt die Referenzgebäude-Systematik: für jeden Entwurf eines zu errichtenden Gebäudes ist ein Referenzgebäude gleicher Gestalt mit den in der EnEV geforderten Bauteil- und Anlagenparametern abzubilden. Der Energiebedarf des geplanten Gebäudes darf den des Referenzgebäudes nicht übersteigen.

Am 1. Januar 2009 trat das EEWärmeG in Kraft, das die anteilige Deckung des Wärmeenergiebedarfs eines Gebäudes durch erneuerbare Energien vorschreibt oder die Durchführung entsprechender Ersatzmaßnahmen. Zusammen mit der novellierten EnEV vom 1. Oktober 2009 bildet das EEWärmeG eine Reihe von Anforderungen an den Standard eines zu errichtendes Gebäudes.

Die Nutzung von Strom aus Erneuerbaren Energien wird bei der Berechnung des Endenergiebedarfs eines zu errichtenden Gebäudes beim Vergleich mit dem Referenzgebäude der EnEV berücksichtigt. Ein Energieausweis muss geführt und in stark frequentierten, öffentlich zugänglichen Ge-

bäuden gut sichtbar angebracht werden. Die in der EnEV 2009 gestellten Anforderungen an den Wärmeschutz eines Gebäudes sind technisch sowie architektonisch in jedem Fall lösbar. Die Anforderungen an die Brauchwassererwärmung (Solaranlagen, Brennwertechnik) und die Optimierung der Warmwasserverteilung im Referenzgebäude bilden den zeitgemäßen und technisch wirtschaftlichen Stand ab. Die zur Kühlung notwendige Energie wird zur Hälfte beim Referenzgebäude in Ansatz gebracht. Das bedeutet, dass 50 Prozent der zur Kühlung notwendigen Energie des neuen Gebäudes bei der Heizenergie einzusparen sind, etwa durch eine besonders effiziente Dämmung oder Energieversorgung. Auch für Gebäude im Bestand gilt, dass bei Modernisierungen wesentlich stärkere Anforderungen an deren energetische Effizienz gestellt werden. Als wirkungsvolles Instrument liegt der EnEV die DIN 18599 zugrunde, die präzise die Berechnungsmethoden, je nach Art der Gebäudenutzung, vorschreibt.

Die EnEV 2009 führt zum ersten Mal einen mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten ein. Dieser garantiert eine Mindestqualität verschiedener Bauteilgruppen. Die in der Referenzausführung gesetzten U-Werte müssen nämlich nicht einzeln eingehalten werden, sondern können durchaus unter-

Allgemeine Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

Bauteil/System	Wärmedurchgangskoeffizient Referenzausführung	Höchstwert des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten wärmeübertragender Umfassungsflächen
Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	.....U = 0,28 W/(m²K)	U _{mittel} = 0,35 W/(m²K)
Wand gegen Erdreich Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	.....U = 0,35 W/(m²K)	U _{mittel} = 0,35 W/(m²K)
Dach, oberste Geschossdecke Wände zu Abseiten	.....U = 0,20 W/(m²K)	U _{mittel} = 0,35 W/(m²K)
Glasdächer	.....U = 2,70 W/(m²K)	U _{mittel} = 3,10 W/(m²K)
Fenster, Fenstertüren	.....U = 1,30 W/(m²K)	U _{mittel} = 1,90 W/(m²K)
Dachflächenfenster	.....U = 1,40 W/(m²K)	U _{mittel} = 1,90 W/(m²K)
Vorhangfassaden	.....U = 1,40 W/(m²K)	U _{mittel} = 1,90 W/(m²K)

Neue rechtliche Anforderungen an Bürogebäude

schritten werden und mit der Übererfüllung anderer Anforderungen der EnEV kompensiert werden. Mit der Festlegung eines maximalen mittleren U-Wertes ist diesem Erfüllungsfreiraum eine Grenze gesetzt. Zusätzlich zu den Anforderungen der EnEV muss das EEWärmeG erfüllt werden. Zur Deckung des Wärmebedarfs wird ein bestimmter Anteil erneuerbarer Energien vorgeschrieben. Je nach Energieart fällt dieser Deckungsanteil unterschiedlich hoch aus.

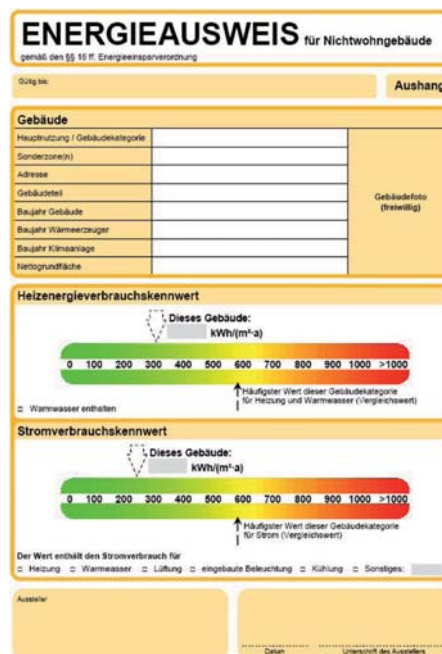
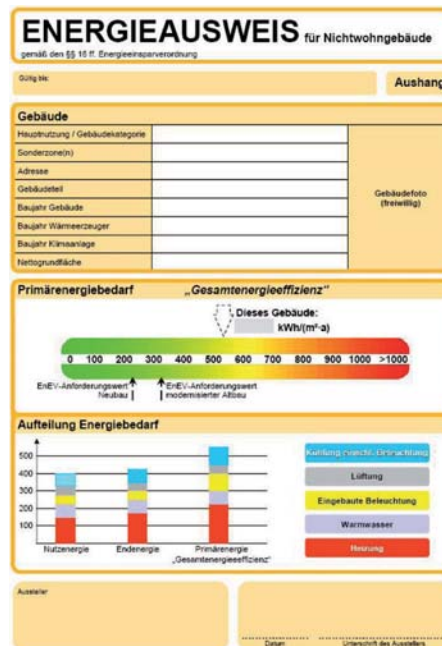
Deckungsanteil erneuerbarer Energien in Nichtwohngebäuden gemäß EEWärmeG:

Energieart	Deckungsanteil
solare Strahlungsenergie	15%
gasförmige Biomasse	30%
flüssige Biomasse	50%
feste Biomasse	50%
Geothermie	50%
Umweltwärme	50%

Der Bauherr kann entscheiden, ob er der Pflicht erneuerbare Energien zu nutzen nachkommt oder alternative Ersatzmaßnahmen gemäß EEWärmeG durchführt, mit denen das Wärmegesetz ebenfalls als erfüllt gilt.

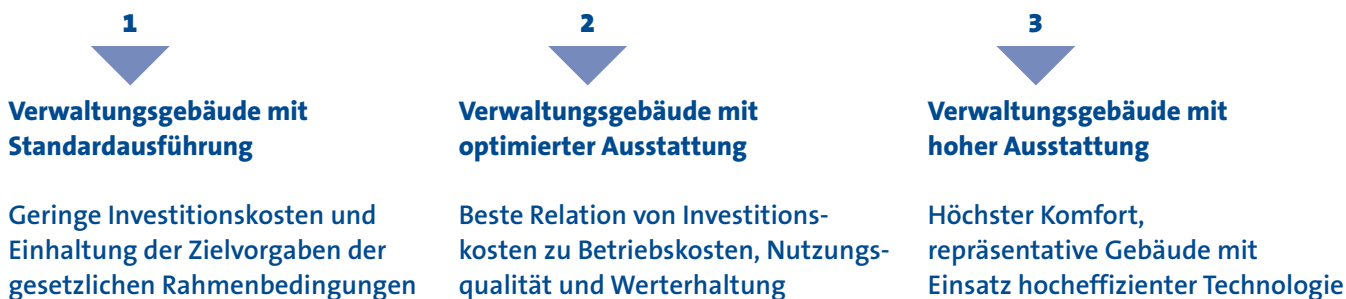
Ersatzmaßnahmen anstelle der anteiligen Deckung des Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien sind:

- **Abwärme nutzen:** durch Wärmepumpen, durch raumluftechnische Anlagen Wärmerückgewinnungsgrad mind. 70%
- **Kraft-Wärme-Kopplung:** durch Einsatz hocheffizienter KWK-Anlagen
- **Energiespar-Maßnahmen:** Unterschreitung der EnEV-Anforderungen an den Primärenergiebedarf und an die Wärmedämmung der Gebäudehülle um mind. 15%
- **Anschluss an Nah- oder Fernwärmenetz:** die bezogene Wärme aus dem Nah- oder Fernwärmenetz muss zu einem wesentlichen Anteil aus erneuerbaren Energien stammen oder die bezogene Wärme stammt mindestens zur Hälfte aus Anlagen zur Abwärmenutzung oder aus KWK-Anlagen



Gebäudetyp Ausstattungsstandard

Gebäude- und Ausstattungstypen werden hier in drei Kategorien eingeteilt:



Moderne Verwaltungs- und Bürogebäude erfüllen viele Aufgaben. Sie dienen als Arbeitsplätze für Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die viele funktionale Anforderungen erfüllen müssen, und darüber hinaus der Repräsentation des Unternehmens.

Die Grundlagen für die weiteren Arbeitsschritte im Planungsprozess und die architektonische Gestaltung entstehen aus der Definition des Gebäudetyps, basierend auf dem Finanzierungs- und Nutzungskonzept und der Einbeziehung der zukünftigen Betriebskosten.

Verwaltungsgebäude mit Standardausstattung und spezifischen Kosten von 1.200 Euro/m² können bei einem optimiertem Einsatz von Architektur, Baustoffen und Technologien effizient beheizt werden und können in der Regel ohne Kühlung auskommen, sofern der interne Wärmeeintrag 300 Watt pro Person nicht übersteigt.

Für optimiert ausgestattete Verwaltungsgebäude liegt die Investition pro Quadratmeter in der Regel 200 bis 400 Euro höher. Hier befindet man sich in einer anderen Nutzungs- und Effizienzklasse. Die aktuellen rechtlichen Vorgaben lassen sich mit diesem Gebäudetyp bereits unterschreiten. Die Gebäude haben eine hohe Nutzungsqualität, können ökonomisch optimiert betrieben werden und sind langfristig werthaltig.

Ein hoch ausgestattetes, repräsentatives Verwaltungsgebäude verlangt Investitions-

kosten zwischen 1.600 und 3.000 Euro pro Quadratmeter und verfügt über eine innovative, intelligente Technik, die mit modernen Systemen eine sehr gute Effizienz und eine hohe Energieeinsparung erreicht. Grundsätzlich gilt natürlich, dass energieeffiziente Verwaltungsgebäude mit optimierten inneren Lasten geringere Investitionskosten erzeugen, da auf teure Klimatechnik verzichtet werden kann. Auch im Vergleich der Betriebskosten weisen Gebäude mit kontrollierten inneren Wärmelasten - gegenüber einem klimatechnisch voll ausgestatteten Gebäude mit Lüftungsanlage, Be- und Entfeuchtung und einer außertemperaturunabhängigen Klimatisierung - ein Einsparpotenzial von 30 bis 40 Prozent auf.

Gebäude stellen eine langjährige Investition dar. Planungsentscheidungen haben nachhaltige Wirkungen und Fehlentscheidungen lassen sich meist nur mit hohem Aufwand korrigieren. Komfort, Nutzungstauglichkeit und Bewirtschaftungskosten entscheiden über die dauerhafte Vermietbarkeit und über den zukünftigen Veräußerungswert eines Gebäudes.

Angaben unten: Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Dt. BM für Verkehr, Bau und Wohnungswesen

Betriebskosten senken – Umwelt schonen

optimierte Betriebskosten je Hauptnutzungsfläche (HNF)

Strom/Kühlen	15 - 40 EUR / m ² a
Reinigung	15 - 35 EUR / m ² a
Inspektion und Wartung	5 - 35 EUR / m ² a
werterhaltender Bauunterhalt	5 - 15 EUR / m ² a
Heizen	5 - 15 EUR / m ² a

Gebäudetyp

Ausstattungsstandard

Nutzungsanforderungen

Bürogebäude sollen für ihre Nutzer/innen die besten Bedingungen für ein kreatives und produktives Arbeitsklima schaffen. Defizite in der Gebäudequalität bewirken Leistungseinschränkungen, gesundheitliche Beeinträchtigungen und nicht zuletzt Motivationsverlust der hoch qualifizierten MitarbeiterInnen.

Das Klima ändert sich

Die aktuell veröffentlichten Studien und Prognosen sind sich einig: Der globale Klimawandel wird sich in Zukunft auch bei uns spürbar bemerkbar machen und die durchschnittlichen Temperaturen in den nächsten Jahrzehnten um 2 oder 3°C ansteigen lassen. Damit wird deutlich, dass wir auch klimatechnisch vor einer neuen Aufgabenstellung stehen, insbesondere was die Sommertauglichkeit der Gebäude anbelangt.

Raumtemperatur und Ökonomie

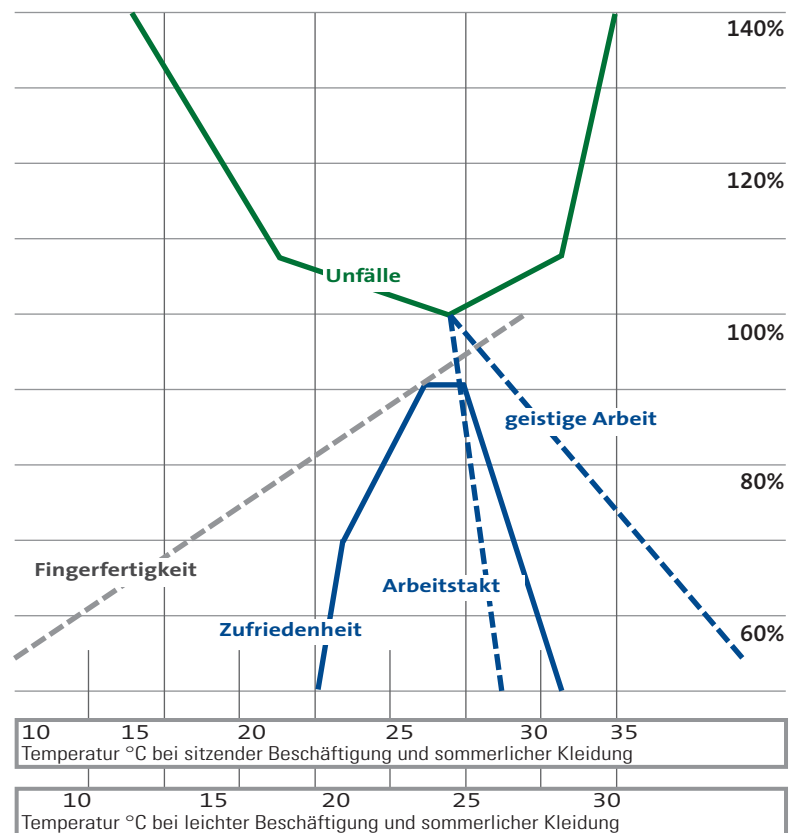
Bereits bei einer um 4°C erhöhten Raumtemperatur reduziert sich die Konzentrationsfähigkeit und damit die Produktivität einer Person um 15 bis 20 Prozent!

In Gebäuden, deren Innentemperaturen im Sommer die Außentemperaturen deutlich übersteigen, kann das zu einem Produktivitätsverlust von 37 Stunden pro Jahr pro Person führen. Daraus ergibt sich bei einem Gebäude mit 100 Arbeitsplätzen und einem Stundensatz von 70 Euro ein Verlust von 259.000 Euro pro Jahr für ein Unternehmen.

Eine weitere Steigerung der Energiepreise ist absehbar. Mit Beginn des Jahres 2008 wurde beim Ölpreis erstmals pro Barrel die 100 Euro-Marke erreicht und auch die 200 Euro-Marke ist in der Diskussion; offen ist lediglich, zu welchem Zeitpunkt dieses Preisniveau erreicht werden wird.

Wissenschaftliche Prognosen zeigen, dass

- sich die Anzahl der Sommertage pro Jahr mit über 25 Grad Celsius verdoppeln wird
- die Anzahl der Hitzetage pro Jahr mit über 30 Grad Celsius sich vervierfachen wird
- die Anzahl der Frosttage um 50 Prozent zurückgehen wird



Quelle: Wyon, D. P., The effects of indoor climate on productivity and performance. A review. WS and Energy (1986)

Gebäudetyp

Ausstattungsstandard

Investitionen ersetzen Energiekosten

Wenn ein Gebäude heute mit 15 kWh/m²·a geheizt werden kann, liegt es bei einem Fünftel eines Gebäudes nach EnEV-Standard und kann in Kombination mit dem Einsatz erneuerbarer Energien soweit optimiert werden, dass zukünftigen Öl- und Gaspreisentwicklungen gelassen entgegen gesehen werden kann. Für den Planungsprozess moderner und ökonomisch langfristig tragbarer Bürogebäude kann also die Erfolgsstrategie nur sein:

Die Investitionskosten von heute ersetzen die Energiekosten von morgen.

Zukunftsfähigkeit: CO₂-Optimierung

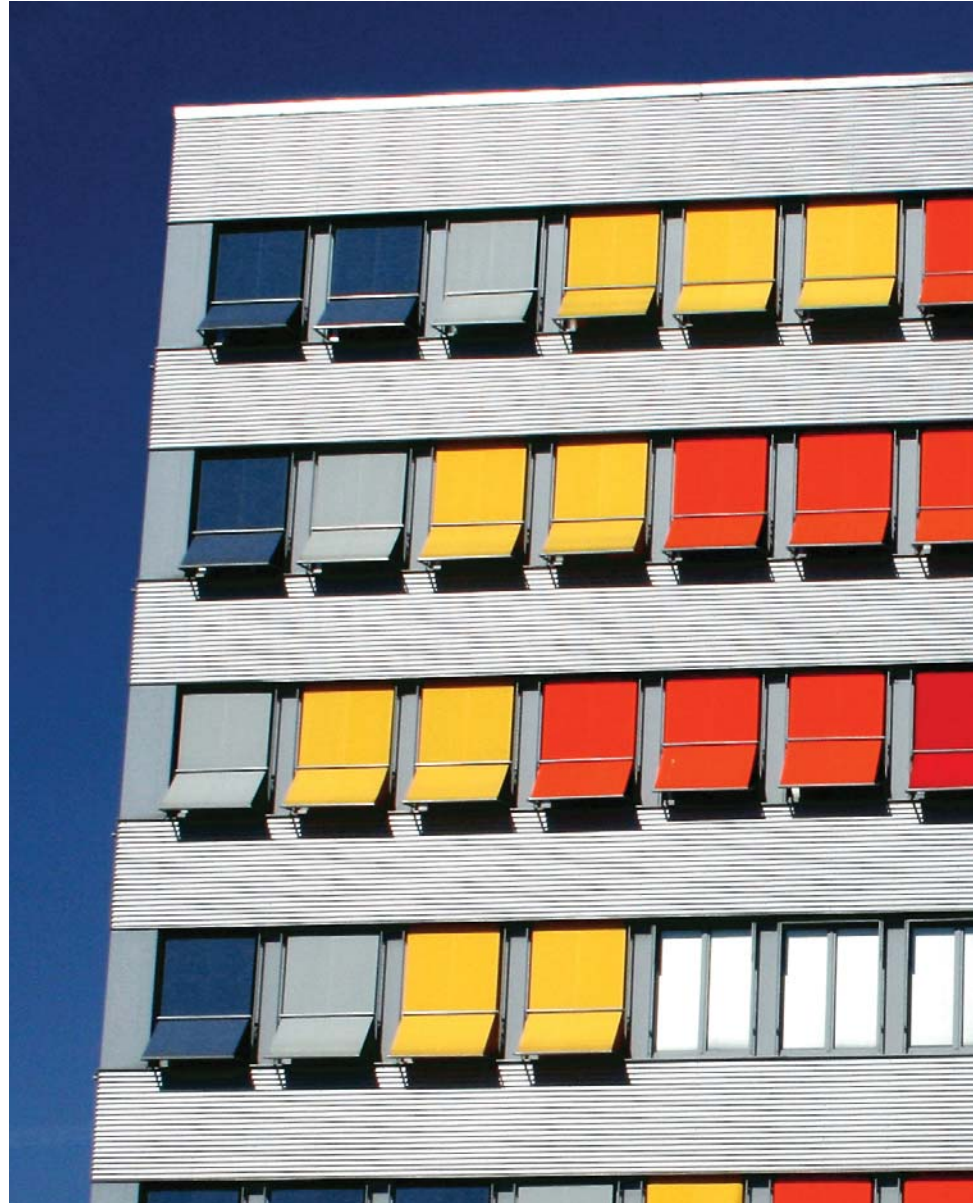
Schon jetzt ist absehbar, dass das wesentliche Gestaltungsinstrument im europäischen Raum die Steuerung der Kosten für CO₂-Emissionen sein wird. Bereits heute können gesparte Tonnen CO₂-Emissionen monetär bewertet werden – in Europa derzeit in der Größenordnung von 15 bis 25 Euro pro Tonne CO₂.

Zukunftsfähigkeit durch Energieeffizienz

Der Energieverbrauch eines neuen Verwaltungsgebäudes entsteht durch:

- Heizung
- Licht
- Lüftung
- Kühlung
- Geräte
- Warmwasser.

Die tatsächlichen Energieverbräuche werden von der Qualität der Gebäudehülle, von der technischen Ausrüstung des Gebäudes und vom Nutzerverhalten bestimmt. Die Beheizung stellt nach wie vor den größten Teil der Gesamtenergiebilanz. Bei der erkennbaren Tendenz zu steigenden, sommerlichen Außentemperaturen kann man allerdings erwarten, dass der Anteil des Energiebedarfs für Kühlung deutlich steigen wird.



Entscheidungskriterien für das Finanzierungskonzept durch Ökonomisierung von Klimaschutz

Durch die Berücksichtigung der beschriebenen ökonomischen Größen entstehen im Finanzierungskonzept eines zu errichtenden Gebäudes neue Faktoren, die zusammen mit den reduzierten Energiekosten und dem hohen Nutz- und Verkaufswert des Gebäudes völlig neue Entscheidungskriterien bereitstellen.

Ausgehend von den zuvor beschriebenen Steuergrößen im Energiekonzept (siehe Grafik auf Seite 2):

- Zieltemperatur und Feuchte
- Luftqualität und Luftwechsel
- Optimierung der inneren Lasten,
- Wahl der Materialien und Baustoffe (Speichermassen)

und des Gebäude- und Ausstattungstyps haben Architektur und Gestaltung großen Einfluss auf die Energiebilanz eines Gebäudes.

Lage und Topographie entscheiden über die Gebäudeausrichtung und die Fassadengestaltung. Durch solar optimiertes Bauen werden sommerliche Wärmelasten vermindert und winterliche Energieeinträge durch Solarenergie genutzt.

Auch in dieser ersten Phase des Planungsprozesses können dem Planungsteam Zielgrößen und Vorgaben angetragen werden. Beispielsweise liefert eine dynamische Ge-

bäudesimulation wichtige Entscheidungsgrundlagen. Jede Veränderung bei Dämmung, Luftwechsel, Verglasung, Nutzung und Geräteeinsatz hat berechenbare Auswirkungen auf Investitions- und Betriebskosten. Im Rahmen der dynamischen Gebäudesimulation kann durch Einbeziehung vieler Faktoren der zukünftige Energiebedarf eines Gebäudes ebenso berechnet werden wie mögliche Überhitzungstage im Sommer. Damit lässt sich die Nutzungsqualität gut einschätzen.

Grundsätzlich gilt:

- Dämmstandard maximieren
- Luftwechsel optimieren (zwischen 0,5- und 1,5-fachen Luftwechsel pro Stunde und Raum)
- Beschattung optimieren
- Tageslichtnutzung optimieren
- Innentemperatur und Luftfeuchte optimieren
- innere Quellen reduzieren (auf 300 Watt pro Person)

Die Kosten einer dynamischen Gebäudesimulation liegen bei 3.000 bis 5.000 Euro für ein Gebäude mit 1.000 bis 2.000 m².

Materialien und Baustoffe

Die in der Ausführung des Referenzgebäudes gesetzlich geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für einzelne Bauteile sind für die Wahl der Baustoffe ein wesentlicher Anhaltspunkt. Diese können in Teilabschnitten zwar unterschritten werden, sind aber mit der Definition eines maximalen mittleren U-Wertes je Bauteil gedeckelt und müssen ggf. mit der Überfüllung anderer Anforderungen kompensiert werden.

Ein zweiter Aspekt, der bei der Materialwahl zusätzlich betrachtet werden muss, ist der sommerliche Wärmeschutz. Es gilt, Gebäude mit Speicherkapazität und Masse auszustatten, um sommerliche Überhit-

Abb. © Stihl024 / pixelio.de



zung zu reduzieren oder ganz zu vermeiden. Neben der Wahl von Baustoffen mit hoher Dichte und hoher Speicherkapazität, wie z. B. Beton, Ziegel oder Lehm bieten sich heute moderne und innovative Baustoffe an, wie z.B. Phase-Change-Materials (PCM). PCM, so genannte Latentwärmespeicher, optimieren die Speichermasse eines Baustoffes - beispielsweise Gipskartonplatten - durch den Zusatz von Salzen oder Paraffinen.

Ein Latentwärmespeicher nimmt Raumwärme auf, wechselt dabei von der festen Phase zur flüssigen und kann somit sehr viel Wärmeenergie aufnehmen. Dieser Vorgang ist reversibel, beim Erstarren während des Abkühlvorgangs gibt das PC-Material die aufgenommene Wärme wieder an den Raum ab. Auf diese Weise kann über den Tagesverlauf hinweg einem Raum Wärme entzogen, im PCM zwischengespeichert und mit Hilfe einer Nachtlüftung an die Außenluft abgeführt werden. Die natürliche Lüftung erfolgt ohne das Zuschalten von Kühl- oder Lüftungsgeräten. Die Räume werden in der Nacht mehrere Stunden lang über Lüftungsluken mit kühler Außenluft durchspült.

Bei der Baustoffwahl ist auf deren Umweltverträglichkeit zu achten. So genannte Ökolabels zertifizieren die Ökobilanz eines Baustoffes von der Beschaffung der nötigen Rohstoffe bis zu seiner Entsorgung oder seinem Recycling und sagen somit neben der Umweltverträglichkeit auch etwas über die Nachhaltigkeit des Baustoffes aus.

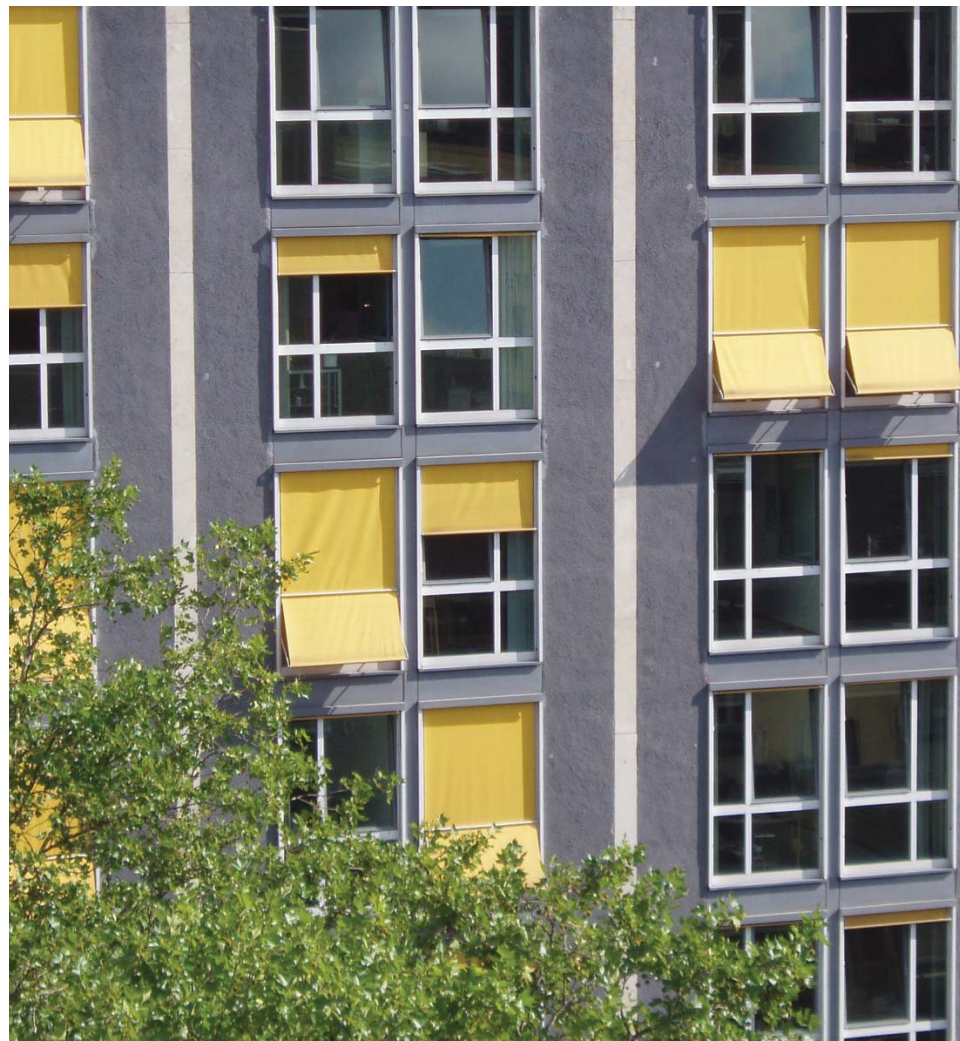
Beim Thema Materialien und Baustoffe kommt es nicht nur auf die Architektur, sondern auch auf die Bauausführung an. Das Qualitätsmanagement muss von Anfang an in den Bauprozess integriert sein. Alle ausführenden Unternehmen müssen wissen, dass die Bauüberwachung unter Gesichtspunkten der Energie-Effizienz stattfindet.

Luftdichtigkeitsprüfung von Gebäuden

Ein wirksames Instrument zur Qualitätsüberwachung vor Abnahme eines Bauwerkes ist die Prüfung der Luftdichtigkeit der Konstruktionen. Entsprechend der baurechtlichen Anforderungen an die Luftdichtigkeit eines Gebäudes kann vor der Abnahme die Gebäudehülle geprüft (Blower-Door-Test) und mit der so genannten Luftwechselrate n_{50} qualifiziert werden.

Bei der Prüfung wird das Gebäude unter einen Über- oder Unterdruck gestellt - der Luftwechsel darf bei einem Gebäude mit einer mechanischen Lüftungsanlage bei einem Druck von 50 pa den Wert von maximal 1,5/h nicht überschreiten.

Abb. © Stihl024 / pixelio.de



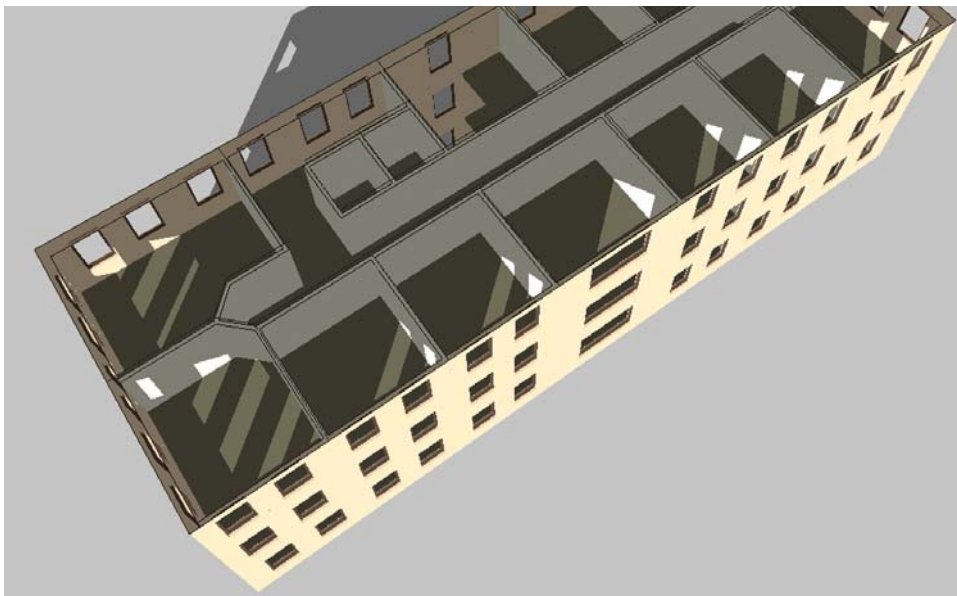
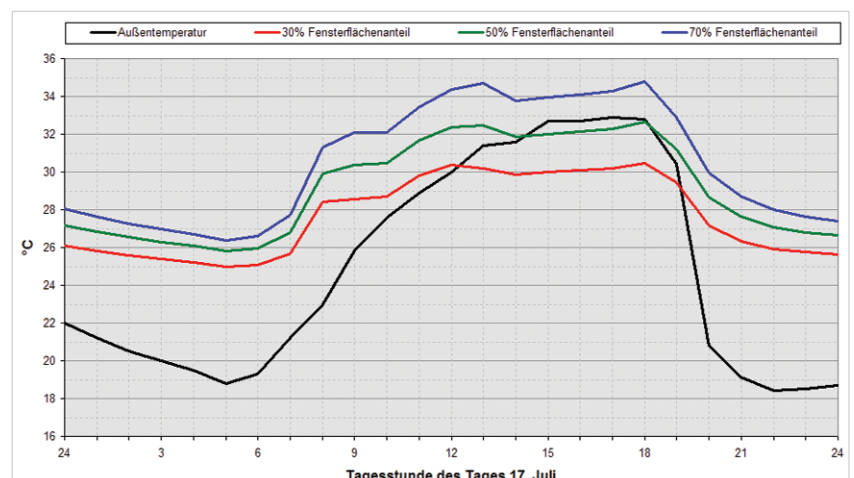


Abb. oben: Gebäudesimulation. Prüfung der Auswirkung der Sonneneinstrahlung auf die Innenräume im Simulationsmodell

Abb. unten: Die Grafik zeigt, wie sich innerhalb von 24 Stunden die Temperatur im Innenraum verändert - relativ zum Fensteranteil der Gebäudefassade. Als Beispiel dient der Tagesverlauf eines südwestorientierten Eckbüros

Temperaturkurve über 24 Stunden



Technologien

Nach Festlegung der Zielgrößen im architektonischen Konzept und Wahl der Materialien und Baustoffe steht der Technologieeinsatz zur Entscheidung. Es gilt:

Energiesparen (Energie-Effizienz der Gebäudehülle) kommt vor effizienter Energieerzeugung

Zunächst gilt es, das Gebäude so zu optimieren, dass möglichst geringer Wärme- und Kühlbedarf entsteht. Erst jetzt wird der Einsatz innovativer Technologien zur Deckung des Energiebedarfs zum Thema. Das heißt u.a.

- Optimieren der inneren Quellen wie PCs, Drucker und Server
- Zielgröße für die „inneren Lasten“ ist maximal 300 Watt pro Person
- Optimieren der Beleuchtung (mit tageslichtabhängiger Steuerung und effizienter Technologie).
- Optimieren des solaren Eintrags in ein Gebäude durch außen liegenden Sonnenschutz
- Optimieren des Lüftungsverhaltens (auf 0,5- bis 1,5-fachen Luftwechsel pro Stunde)

Je nach Ausstattungstyp und Lage des Gebäudes stehen unterschiedliche Technologien zur Beheizung und Kühlung bei den Entscheidungen im Planungsprozess zur Disposition, auch baurechtliche Vorschriften sind relevant.

Der Energieausweis als Qualitätsmerkmal

Der Energieausweis für Nicht-Wohngebäude dokumentiert nach den baurechtlichen Vorgaben, welcher Effizienzklasse das Gebäude angehört. Er wird langfristig für die Vermietbarkeit und Werthaltigkeit des Gebäudes von entscheidender Bedeutung sein.

Der Energieausweis

- ist ein Energie-Typenschild für ein Gebäude
- schafft ein Gütesiegel für die Energiequalität von Gebäuden
- macht den Energiebedarf und die Energieeffizienz von Gebäuden sichtbar
- ermöglicht mehr Transparenz, Vergleichbarkeit und Wettbewerb für PlanerInnen und ErrichterInnen, für EigentümerInnen und VermieterInnen, für Kauf- und MietinteressentInnen



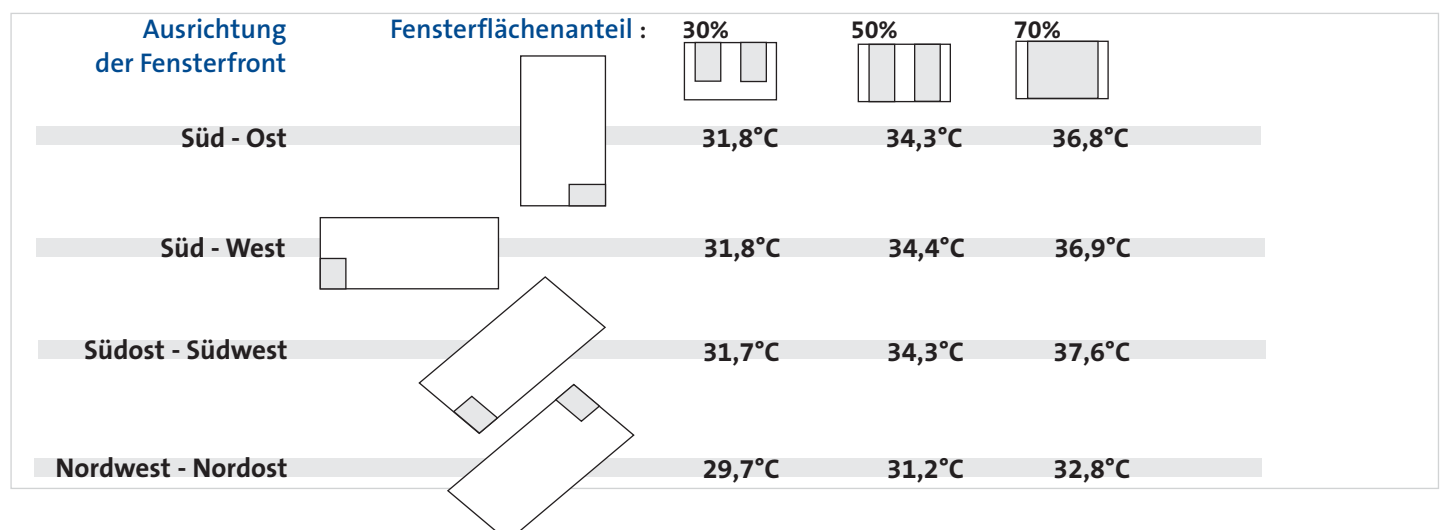
Abb. Christophorus Haus
OÖ Energiesparverband

Wirkung der Sonneneinstrahlung

Mit einem Simulationsmodell, wie auf Seite 12 abgebildet, wird die Innenwirkung der Sonneneinstrahlung im Raum - bei Arbeitsräumen besonders wichtig - geprüft. Dadurch lässt sich mit relativ wenig Aufwand vorausschauend planen.

Abb. unten:
Angegeben sind Maximaltemperaturen in Büroräumen bei einer Außentemperatur von 32°C. Fenster mit außen liegendem Sonnenschutz, Fensterlüftung (Spaltlüftung nachts), mittlere Belegdichte.

Abhängigkeit des Innenraumklimas von den Einflussfaktoren Himmelsrichtung und Verglasungsanteil



Steuerung des Energiebedarfs

Einflussgrößen

Gebäude-Ausrichtung

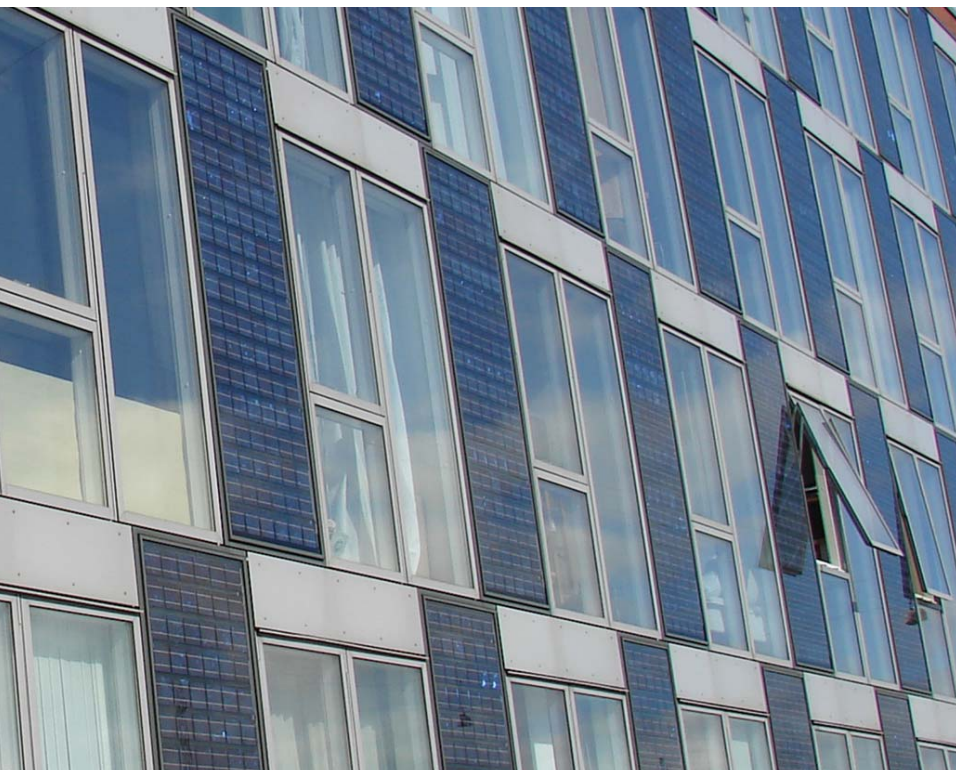
Für das Erreichen der gesetzlichen Zielvorgaben und zur Erlangung einer möglichst guten Klassifizierung im Energieausweis sind verschiedene Faktoren von Bedeutung, darunter die Ausrichtung des Gebäudes. Nicht immer lassen sich Baugrundstück oder Erschließung frei gestalten und Gebäude sich nach energetischen Gesichtspunkten ausrichten. Allerdings ist es immer möglich, über die Anordnung der unterschiedlich genutzten Räume im Gebäude eine Optimierung vorzunehmen.

Nordfenster sind für Bürogebäude aus energietechnischer Sicht optimal. Das Tageslicht ist weitgehend blendfrei und eine Überwärmung im Sommer weit weniger wahrscheinlich als in nach Ost oder West orientierten Räumen. In diesen Räumen ist im Sommer ein außen liegender Sonnenschutz, der effizient die niedrig stehende Vormittags- und Nachmittagssonne abwehrt notwendig, um eine Überhitzung des Innenraumes zu vermeiden.

Abb. © Stihl024 / pixelio.de

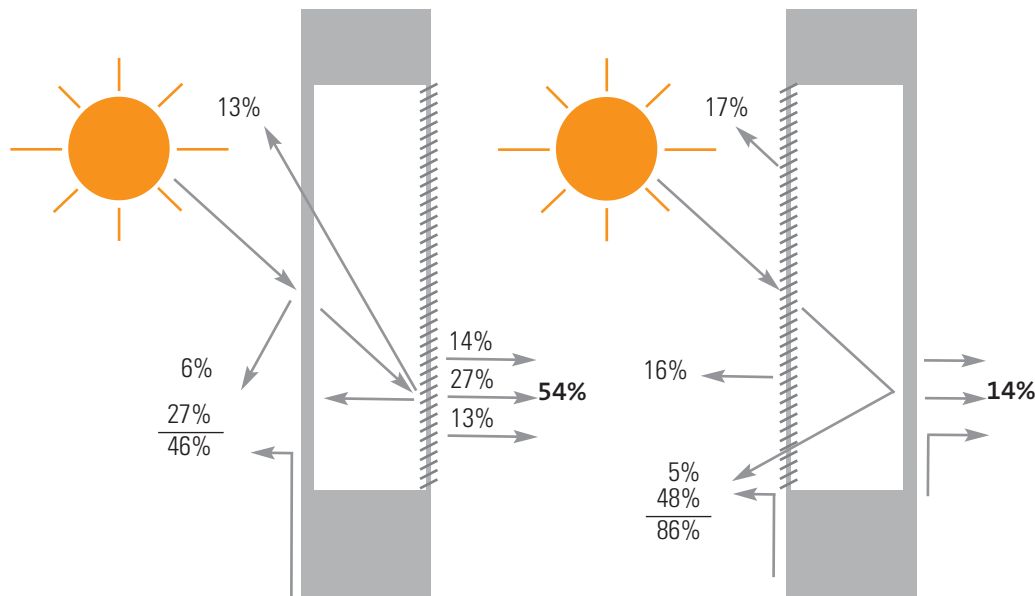
Südlich ausgerichtete Räume stellen keine besondere Schwierigkeit dar, da die Sonne im Sommer zur Mittagszeit sehr hoch steht und mit entsprechendem Sonnenschutz in diese Räume nicht einfällt.

Für die Gebäudeausrichtung und -gestaltung bietet sich zur Optimierung des Sonnenschutzes bei gleichzeitiger Tageslichtnutzung also eine unterschiedliche Gliederung der Fassaden, je nach Himmelsrichtung, an. Energieeffiziente und speicher-massenoptimierte Gebäude mit optimaler Tageslichtnutzung bei gleichzeitigem Sonnenschutz haben nach Norden größere Fenster als nach Süden und nach Osten und Westen kleinere Fensterflächen mit außen liegendem Sonnenschutz. Nach diesem Grundsatz entworfene Fassaden genügen allen Aspekten eines energieeffizienten Gebäudes.



Steuerung des Energiebedarfs

Einflussgrößen



Strahlungsbilanz am Fenster

Die Grafik oben zeigt links eine innen liegende Jalousie, rechts eine außen liegende. (Handbuch der passiven Kühlung)

Abb. © Stihl024 / pixelio.de

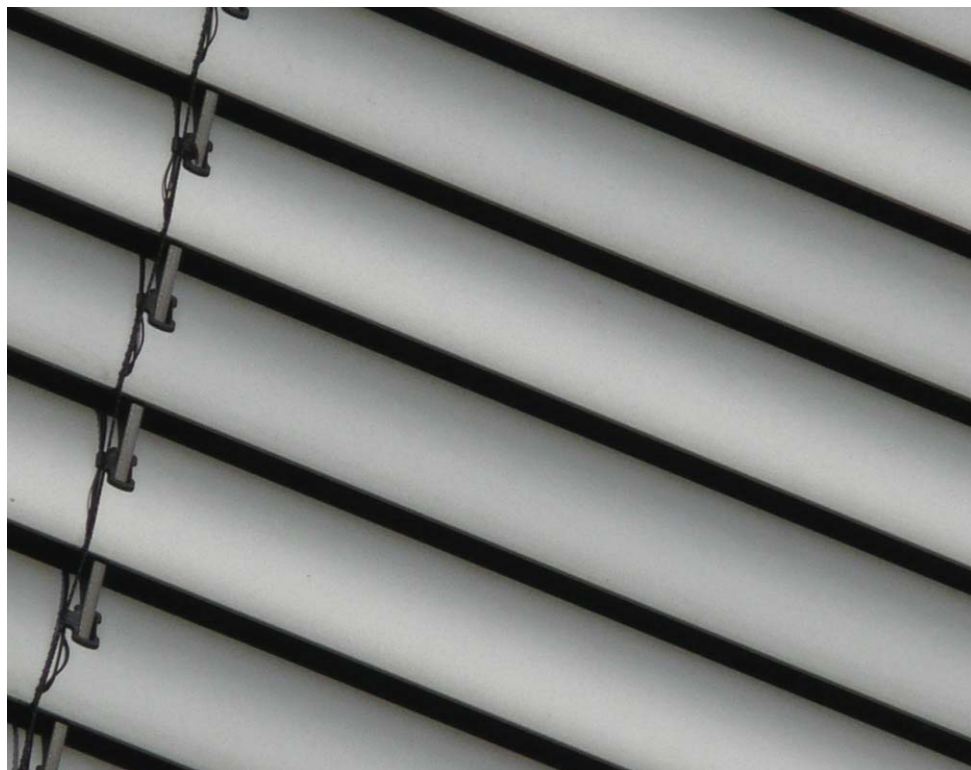
Sonnenschutz ist notwendiger Bestandteil moderner Bürogebäude

Sonnenschutzsysteme untergliedern sich in:

- passiven feststehenden Sonnenschutz
- aktiven beweglichen Sonnenschutz.

Als passiver Sonnenschutz dienen feststehende Überstände, Auskragungen und Schilde über den Fenstern. Diese Maßnahmen wirken aufgrund ihres Einstrahlwinkels nur an der Südfassade effizient, auf anderen Fassadenflächen verhindern sie die Sonneneinstrahlung nicht vollständig, sondern mindern nur den Tageslichteintrag.

Aktive Sonnenschutzsysteme können sich vor der Fassade, im Scheibenzwischenraum oder innenraumseitig befinden. Allerdings können nur außenseitig angebrachte Sonnenschutzsysteme die Energiebilanz des Gebäudes wirkungsvoll beeinflussen, da sie den Wärmeeintrag der Sonnenstrahlen schon vor der Gebäudehülle abwehren. Die Schutzleistung der Sonnenschutzvorrichtung variiert je nach Wölbung, Einstellwinkel und Reflektionsgrad der Lamellen.



Steuerung des Energiebedarfs Einflussgrößen

Innere Wärmegewinne - ein Schlüsselaspekt

Die inneren Wärmegewinne sind ein Schlüsselaspekt hinsichtlich des zu erwartenden sommerlichen Innenraumklimas. Je dichter ein Bürogebäude mit Mitarbeitern belegt wird, desto schwieriger ist es, auf eine unterstützende Kühlung zu verzichten. Modellrechnungen haben gezeigt, dass ein Platzangebot von 10 m² Bürofläche pro MitarbeiterIn (bei üblicher Gebäudeausstattung) die Grenze darstellt, bis zu welcher ein Büroraum nur mit nächtlicher Fensterlüftung in einem heißen Sommer bestehen kann.

Die nächtliche Fensterlüftung beruht auf folgendem Prinzip: Den Tag über laden innere Quellen und äußere Wärmegewinne die aktiven Speichermassen des Raumes auf. In der Nacht können diese dann in den Raum abgestrahlt werden und durch den Luftaustausch der Fensterlüftung an die kühlere Nachtluft abgegeben werden. So ist das Büro morgens wieder abgekühlt und die Speichermassen können im Lauf des Tages erneut Wärme aufnehmen.

Reichen die Speichermassen jedoch nicht aus, um die anfallende Wärme aufzunehmen oder kann in zu heißen Sommernächten keine ausreichende Auskühlung stattfinden, heizt sich das Gebäude über eine Arbeitswoche stetig auf und ab Mittwoch oder Donnerstag sind die Räume in ihrer

Nutzbarkeit eingeschränkt. Sie erreichen dann Innenraumtemperaturen, die deutlich über den Außentemperaturen liegen.

300 Watt pro Person maximaler Wärmeeintrag

Um ein Gebäude mit einfacher Ausstattung ohne Klima- und Kühlaggregate im Sommer betreiben zu können, ist eine Optimierung der inneren Lasten zwingend. Nur wenn 300 Watt Wärmeeintrag pro Person nicht überschritten werden, kann mit der Nachtauskühlung die eingetragene Energie wieder abgegeben werden. Das bedeutet, dass innere Lasten optimiert werden müssen und bei der Wahl der Materialien und Baustoffe hohe Speicherkapazitäten in den Vordergrund rücken.

Tabellenwerte Energiebilanz:
Gertec GmbH
Abb. Energon, Software AG
Stiftung, Darmstadt und Asset
Manager ProjektM Real Estate
GmbH, Frankfurt

Mensch 100 W	300 W
Ladegeräte 10-30 W	
PC 50-90 W	
Beleuchtung 20-55 W	
Drucker 15-20 W	
Bildschirm 15-20 W	
Fax - Kopierer Kaffeemasch.	



Steuerung des Energiebedarfs

Einflussgrößen

Unter Einbeziehung der menschlichen Abwärme von 80 bis 100 Watt erreicht ein Büro mit einem PC, einem Bildschirm, einem Ladegerät und einer Beleuchtung von 50 Watt leicht die Grenze von 300 Watt pro Person und muss damit bereits im Planungsprozess optimiert werden.

Effiziente Beleuchtung für Büroräume

Ein wesentlicher Schlüssel zum Schutz vor sommerlicher Überhitzung und zur Einhaltung der Zielgröße von 300 Watt innerer Lasten pro Person in einem Verwaltungsgebäude ist eine effiziente Beleuchtung. Das richtige Licht ist wichtig für Wohlbefinden und Geschäftserfolg und beeinflusst maßgeblich die Qualität der geleisteten Arbeit.

Rund 30 Prozent des Stromverbrauches in einem Verwaltungsgebäude werden durch Beleuchtung verursacht. Daher ist die Wahl eines effizienten Beleuchtungssystems von großer Bedeutung, um die Energieeffizienz von Bürogebäuden zu sichern.

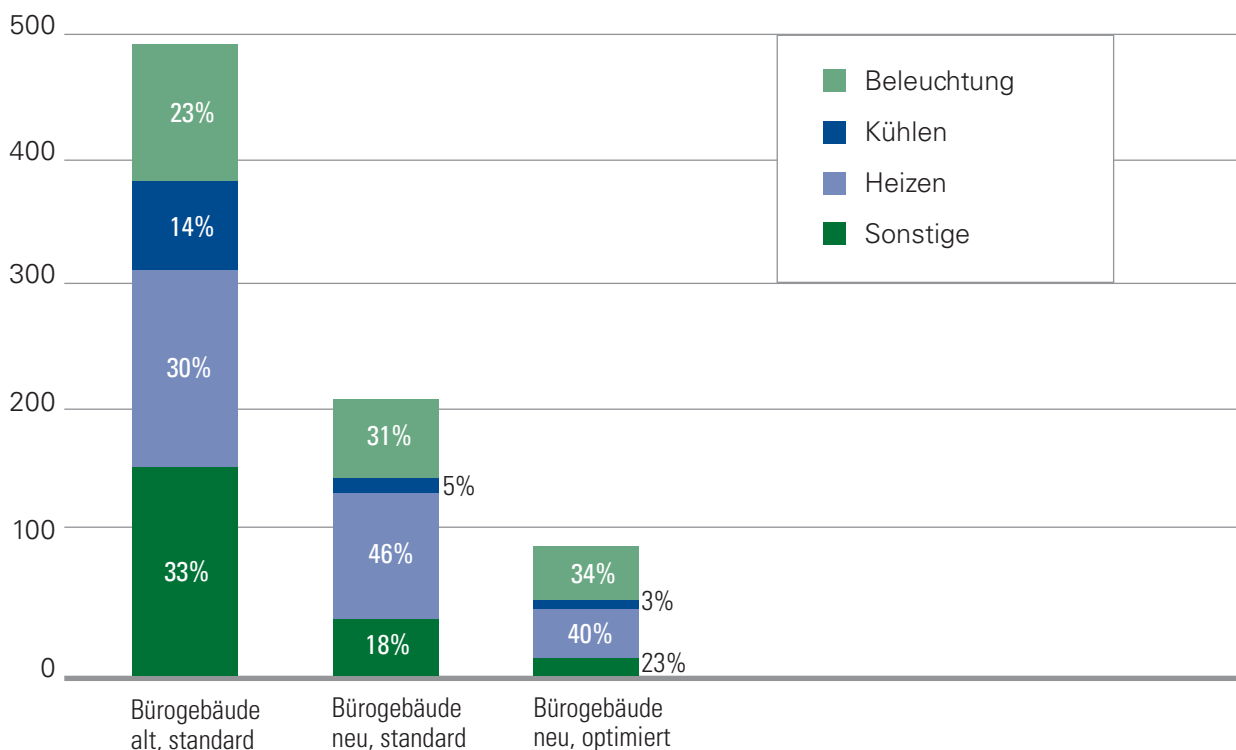
Gute und effiziente Beleuchtung von Büroräumen basiert auf folgenden Prinzipien:

- Weitestgehende Tageslichtnutzung
- hohe Beleuchtungsqualität (z.B. Vermeidung von Blendung, Flimmern und großen Beleuchtungsunterschieden)
- Normgerechte Beleuchtung für die jeweilige Arbeitsaufgabe
- effiziente Steuerung der Beleuchtung (tageslichtabhängige Steuerung, Präsenzsteuerung)

Stellenwert der Beleuchtung am Primärenergiebedarf eines Beispiel-Bürogebäudes

BINE Themeninfo 1/05, Tageslichtnutzung in Gebäuden, Fachinformationszentrum Karlsruhe, Bonn

kWh/m²a



Exkurs

Effiziente Bürobeleuchtung

Seit April 2009 gilt die EU Ökodesign-Verordnung für Beleuchtungsprodukte (EuP). Sukzessive werden die erhöhten Anforderungen an Effizienz, Gebrauchseigenschaften und Hersteller-Produktinformationen von Lampen, Vorschaltgeräten und Leuchten in Kraft treten.

Betroffen von der Verordnung für Nicht-Haushaltsbeleuchtung sind Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät und Hochdruckentladungslampen sowie die zu deren Betrieb notwendigen Leuchten und Vorschaltgeräte. Es werden Anforderungen an den Lampenwirkungsgrad (Lichtausbeute), die Lampenleistung (Lampenlichtstromerhalt, Lebensdauer) und die Produktinformation zur Lampe gestellt. Für Vorschaltgeräte wird eine Mindest-Energieeffizienz, ein Mindest-Wirkungsgrad und ebenfalls bestimmte Produktinformationen (Energieeffizienzindex) gefordert. Lampen müssen in ihrer Bauart so ausgeführt werden, dass sie mit Vorschaltgeräten kompatibel sind, die Produktinformation muss über bestimmte effizienzrelevante Parameter informieren. Das Inkrafttreten der Verordnung geht gestaffelt vonstatten, nach einem Jahr, nach drei Jahren und nach acht Jahren werden nach und nach alle Forderungen zu erfüllen sein.

Schlüsselement: Energieeffiziente Lampen

Das effizienteste aktuell verfügbare System ist die T5-Leuchtstofflampe (16mm Durchmesser, auch T16 genannt), die gegenüber dem alten T8-Standard 25 bis 45 Prozent mehr Lichtausbeute bringt. Künftig darf

dieser Lampentyp jedoch nicht mehr in bestimmten Lichtfarben zum Kauf angeboten werden, da diese den verschärften Anforderungen an Mindesteffizienz und Farbwiedergabe nicht mehr genügen (siehe Tabelle Seite 19). In der EuP-Richtlinie wird somit nicht nur der Energieeffizienz der Leuchtmittel Rechnung getragen, auch die optische Behaglichkeit am Arbeitsplatz ist mit ein Bewertungskriterium für zeitgemäße Beleuchtung.

Schlüsselement: Effiziente Leuchten

Optimale Leuchtenreflektoren und ein möglichst hoher Direktanteil des Lichts bestimmen den Leuchtenbetriebswirkungsgrad. Die richtige Wahl ist entscheidend für den Gesamtenergiebedarf.

Vorschaltgeräte

Die zur Zündung und Strombegrenzung erforderlichen Vorschaltgeräte weisen in alten Bauformen (KVG - konventionelles Vorschaltgerät) noch Verlustleistungen von 13 Watt aus, moderne elektronische Vorschaltgeräte (EVG) können die Anschlussleistung des Systems sogar unter die

Tageslichtnutzung planen, auf Blendfreiheit und richtigen Sonnenschutz achten

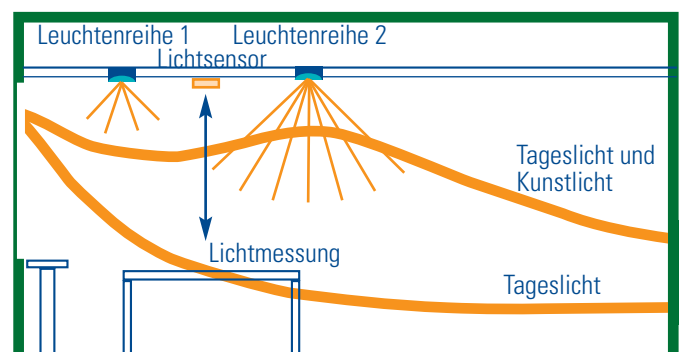
Effiziente Lampen, Leuchten und Vorschaltgeräte, Präsenzmelder und Tageslichtsensoren vorsehen

Richtwert für den Energiebedarf für Beleuchtung in Bürogebäuden: 30 kWh/m²a

Leuchten

Leuchten-Betriebswirkungsgrad

Leuchte mit opaler Abdeckung, alt	50%
Leuchte mit prismatischer Abdeckung, alt	55%
Leuchte mit Prismenoptik, neu	77%
direkt/indirekte Sekundärreflektorleuchte, neu	67%
BAP-Leuchte mit hochglänzendem Parabolspiegelraster, neu	83%



Exkurs

Effiziente Bürobeleuchtung

Nennleistung der Lampe reduzieren. Um die neue EU-Verordnung für Nicht-Haushaltsbeleuchtung zu erfüllen, dürfen eingesetzte Vorschaltgeräte künftig nur noch 1 Watt und in der letzten Anforderungsstufe nur noch 0,5 Watt Verlustleistung aufweisen. EVGs sollten bei einer Kapitalrückflusszeit der Mehrinvestition von unter 1,5 Jahren in einem modernen Bürogebäude unbedingt Einsatz finden.

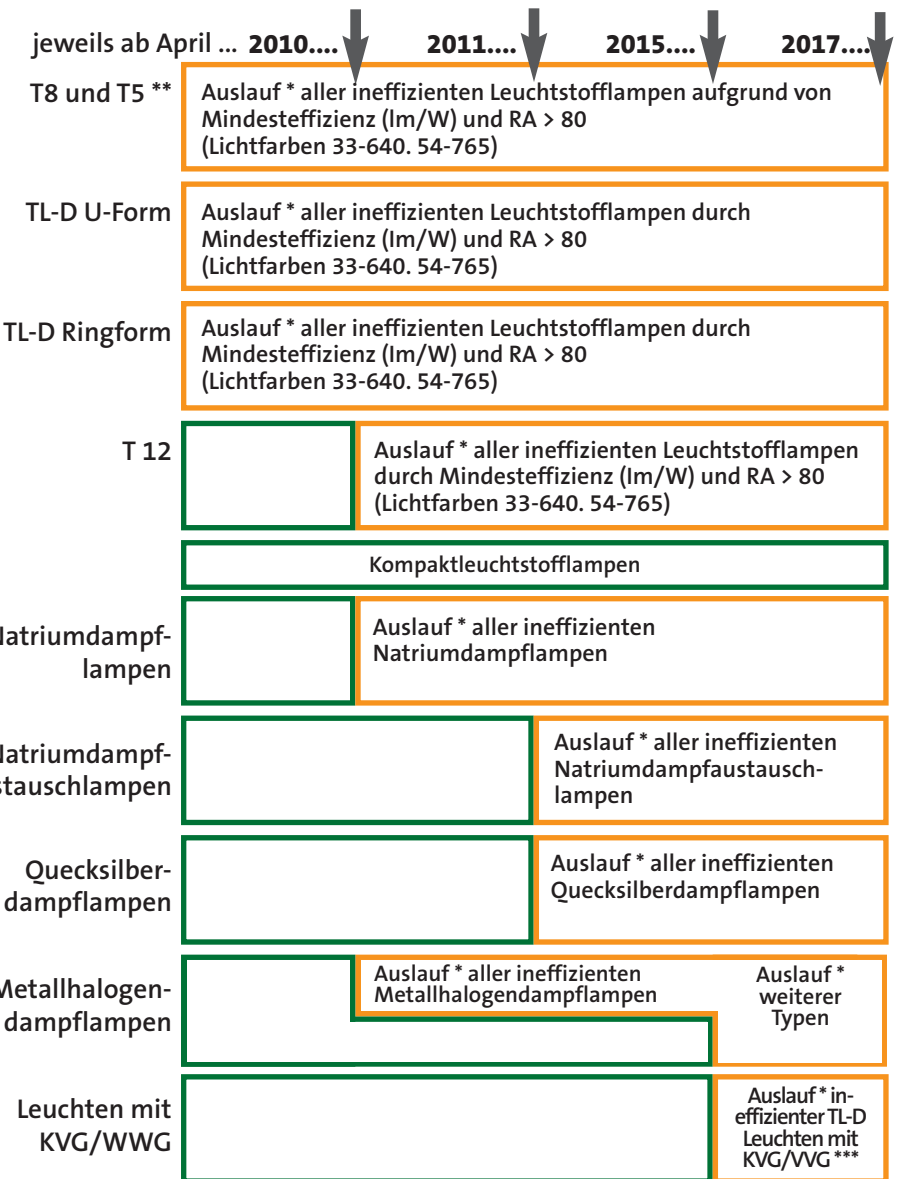
Lichtmanagement

Neben der manuellen Bedienung der Beleuchtung ist eine automatisierte Steuerung ein wesentlicher Schlüssel für ein effizientes Gesamtsystem.

Es handelt sich dabei um:

- bewegungsaktive Regelungen und Präsenzmelder
- tageslichtabhängige Regelungen mit Lichtsensoren und Tageslichtlenkung
- zentrale Lichtsteuerungen durch Einbindung der Beleuchtung in die Gebäudetechnik, automatisierte Schalt-, Steuer-, Regel- oder BUS-Systeme.

Konsequenzen EuP für Büro, Industrie und Straßenbeleuchtung (tertiär) Zeitplan für den Auslauf ineffizienter Lampen und Leuchtensysteme:



■ erlaubt ■ Auslauf

* Austausch Lampen/Leuchten mit KVG/VVG dürfen nicht mehr in den Verkehr gebracht werden. Alte Lagerbestände dürfen aufgebraucht werden.

** Ausgenommen sind Leuchtstofflampen < 13W und ≥80W

*** KVG = Konventionelles Vorschaltgerät
VVG = Verlustarmes Vorschaltgerät

Lampenart	Wärme	Licht	Lichtausbeute (Lumen/Watt)	Lebensdauer (Stunden)
Glühlampe	95%	5%	8 - 15	~ 1.000
Halogenlampe	93%	7%	12 - 25	~ 2.000
IRC Halogenlampe	91%	9%	25 - 30	~ 5.000
Energiesparlampe	75%	25%	38 - 66	~ 6 - 12.000
Standard-Leuchtstofflampe	71%	29%	47 - 83	~ über 8.000
T5-Leuchtstofflampe	67%	33%	67 - 104	~ 16.000

Exkurs Effiziente Bürogeräte

Effiziente Bürogeräte für effiziente Büros

Ineffiziente Bürogeräte kosten doppelt: Der höhere Stromverbrauch schlägt sich negativ bei den Betriebskosten nieder und ihre Abwärme trägt zur sommerlichen Überwärmung der Räume bei, die durch Kühlung und Klimatisierung energieintensiv abgeführt werden muss. Bei der Anschaffung eines Büro-Gerätes sollte auf Energie-Effizienz geachtet werden: Hilfe dabei bietet das ENERGY STAR®-Label. Die Kriterien für PC, Drucker, Kopierer, Multifunktionsgeräte, Scanner und Fax bieten eine gute Entscheidungshilfe. In der ENERGY STAR®-Datenbank sind die Modelle mit dem niedrigsten Stromverbrauch und der ENERGY STAR®-Norm aufgeführt (www.eu-energystar.org).

Der meiste Strom wird von Bürogeräten nicht im eigentlichen Betrieb, sondern im Bereitschaftsmodus, dem „Stand-by“ verbraucht. Der Bereitschaftsbetrieb macht bei manchen Geräten über 90 Prozent des Strombedarfs aus. Deshalb sollte bei Bürogeräten ganz besonders auf den Stromverbrauch in den verschiedenen Betriebszuständen geachtet werden. Bei der Beschaffung von Bürogeräten sollten die in der Tabelle angegebenen Richtwerte der maximalen Leistungsaufnahme nicht überschritten werden - es ist zu empfehlen, diese Werte in die Ausschreibungen für Bürogeräte aufzunehmen.

Format	S/m*	max. Verbrauch Sleep-Modus** Laser color | s-w	Übergangszeit Sleep-Modus Laser color | s-w	max. Verbr. Off-Modus***
Drucker A3/A4	1 - 10	6 | 4 W	< 30 | < 5 min	1 W
	11 - 20	6 | 4 W	< 60 | < 15 min	1 W
	21 - 30	6 | 5 W	< 60 | < 30 min	1 W
	31 - 44	15 | 9 W	< 60 | < 60 min	1 W
	> 44	20 | 13 W	< 60 | < 60 min	1 W
Multifunktionsgeräte A3/A4	1 - 10	14 W	< 15 min	1 W
	11 - 20	14 W	< 30 min	1 W
	21 - 30	16 W	< 60 min	2 W
	31 - 44	20 W	< 60 min	2 W
	> 44	24 W	< 60 min	2 W
Fax		3 W	< 5 min	2 W
Kopiergeräte A3/A4	1 - 20	14 W	< 15 min	1 W
	21 - 30	16 W	< 15 min	1 W
	31 - 44	20 W	< 15 min	1 W
	> 44	24 W	< 15 min	1 W

*S/m = Anzahl der DIN A4 Seiten pro Minute, ein DIN A3 Ausdruck entspricht 2 DIN A4 Ausdrucken

**Gerät befindet sich in "Warteposition"

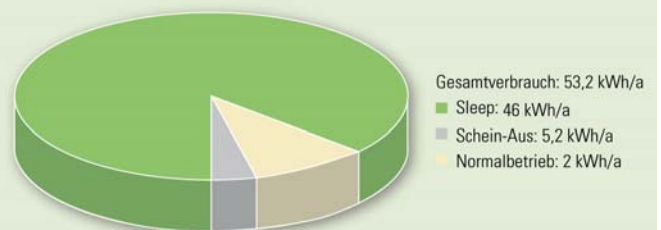
***Gerät wurde ausgeschaltet und erfüllt keine Funktion (aber nicht vollständig vom Netz getrennt)

max. Leistungsaufnahme/W	On-Modus	Sleep-Modus*	OffModus**
Desktop PC			
Standard-Büroanwendung	50	3,0	2,0
Hochleistungsanwendung	90	3,0	2,0
Monitore			
15/16 Zoll	23	2,0	1,0
17 Zoll	30	2,0	1,0
18/19 Zoll	35	2,0	1,0
20/21/22 Zoll	53	2,0	1,0
Notebook			
Standard-Büroanwendung	14	1,7	1,0
Hochleistungsanwendung	22	1,7	1,0

*Gerät befindet sich in "Warteposition"

**Gerät ausgeschaltet ohne Funktion (aber nicht vom Netz getrennt)

Anteil der Betriebszustände am gesamten Stromverbrauch



Anteil der Betriebszustände am gesamten Stromverbrauch eines durchschnittlichen Scanners pro Jahr.

Auch bei optimaler Planung können Gebäudeentwurf und Baukonstruktion das angestrebte Innenraumklima nicht ohne entsprechende technische Ausrüstung realisieren. Beheizung, Beleuchtung und ggf. auch Kühlung müssen im Rahmen eines integralen Energiekonzeptes auf die spezifischen Bedingungen des Gebäudes abgestimmt werden.

Heizung

Auch wenn die Gebäudehülle optimal gedämmt ist, bleibt für den Winter ein Heizwärmebedarf, der die Energiebilanz des Gebäudes wesentlich bestimmt. Die Art der Wärmeerzeugung ist auch von den Rahmenbedingungen des Standorts abhängig. Entsprechend der geltenden Gesetze ist der Eigentümer eines zu errichtenden Gebäudes verpflichtet, den Wärmeenergiebedarf des Gebäudes durch die anteilige Nutzung erneuerbarer Energien zu decken, wenn die Nutzfläche des Gebäudes 50 m² überschreitet.

Je nach gewählter Energieart müssen unterschiedlich hohe Deckungsgrade eingehalten werden:

- 15-prozentige Deckung bei Nutzung solarer Strahlungsenergie
- 30-prozentige Deckung bei Nutzung gasförmiger Biomasse (Biogas)
- 50-prozentige Deckung bei Nutzung fester oder flüssiger Biomasse
- 50-prozentige Deckung bei Nutzung von Geothermie oder Umweltwärme

Wärmeerzeugung

Grundsätzlich bestimmen neben den gesetzlichen Vorgaben die am Standort verfügbaren Energieträger die Möglichkeiten der Heizwärmeerzeugung. Aus ökologischer Sicht ist der Anschluss an ein Fern- oder Nahwärmenetz interessant. Unter bestimmten Voraussetzungen lässt das EEWärmeG als Ersatzmaßnahme für die Nichteinhaltung des Nutzungsgebots erneuerbarer Energien zur Wärmebedarfsdeckung alternativ den Wärmebezug aus Nah- und Fernwärmenetzen zu. Diese Wärmenetze müssen ihre Wärme dann mindestens zu 50 Prozent aus Abwärmennutzung, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) oder einer Kombination dieser beiden Optionen beziehen.

In Graf Bismarck steht eine leitungsgebundene Wärmeversorgung nicht zur Verfügung, somit kann an diesem Standort das EEWärmeG mit der Maßnahme Nah- oder Fernwärmenutzung nicht umgesetzt werden.

Wenn mit fossilen Brennstoffen geheizt wird, sollte die beste verfügbare Technologie verwendet werden, um einen hohen Nutzungsgrad zu erzielen und damit Schadstoffe und Brennstoffverbrauch zu reduzieren. Hier bieten sich Brennwertgeräte mit hohen Wirkungsgraden an.

Wärmepumpen zur Beheizung nutzen die Umgebungswärme und elektrischen Strom zur Wärmeerzeugung. Um die Effizienz der Wärmepumpe zu bestimmen, verwendet man die Leistungs- und Arbeitszahl. Die Leistungszahl COP gibt das Verhältnis von

Die Tabelle zeigt die Mindestanforderungen an die Jahresarbeitszahl elektrisch betriebener Wärmepumpen gemäß EEWärmeG.

Pumpensystem	Anwendung	JAZ
Luft-/Wasser-WP	Wärme	3,5
Luft-/Luft-WP	Wärme	3,5
alle anderen WP	Wärme	4,0
Luft-/Wasser-WP	Wärme u. Warmwasser	3,3
Luft-/Luft-WP	Wärme u. Warmwasser	3,3
alle anderen WP	Wärme u. Warmwasser	3,8

Integrale Planung

Gebäudeentwurf und Technikkonzept

abgegebener Wärmeleistung zu der dafür erforderlichen elektrischen Leistung an. Die Arbeitszahl bezeichnet das Verhältnis von abgegebener Wärmemenge zu eingesetzter Energiemenge.

Während die Leistungszahl eine Momentaufnahme (Leistung) darstellt, macht die Jahresarbeitszahl (JAZ) eine genauere Aussage über die tatsächliche Effizienz der Wärmepumpen im realen Betrieb. Zu achten ist darauf, dass eine Mindest-Jahresarbeitszahl erreicht wird. Diese ist nach der Richtlinie VDI 4650 zu ermitteln. Sie sollte mindestens 4 bei Erdwärmepumpen oder Wasserwärmepumpen betragen. Die Jahresarbeitszahl kann mit dem Wärmemengenzähler und dem Stromzähler für die Wärmepumpe und deren Hilfsantrieben einfach festgestellt werden.

KWK- Anlagen und Anlagen zur Nutzung von Abwärme sind gemäß EEWärmeG ebenfalls gültige Alternativen zum Nutzungsgebot erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung.

Auch das EEWärmeG folgt dem Grundsatz „Energieeinsparung vor effizienter Energieerzeugung“ und lässt Maßnahmen zur Einsparung von Energie ebenfalls als Ersatzmaßnahme zu. Durch eine 15-prozentige Unterschreitung des Jahres-Primärenergiebedarfs nach EnEV und die Übererfüllung der Dämmforderungen gemäß EnEV um 15 Prozent erübrigt sich der Einsatz erneuerbarer Energien im zu errichtenden Gebäude.

Schon vor dreitausend Jahren arbeitete man mit dem Prinzip Verdunstungskälte. Hier das Bild eines gekühlten Rastplatzes in Ägypten.



Wärmeverteilung

Geringe Vorlauftemperaturen bei Nieder-temperatur-Heizsystem begünstigen den Einsatz erneuerbarer Energieträger (z.B. Geothermie, solare Strahlungsenergie etc.) und sind daher grundsätzlich erstrebenswert. In Abhängigkeit von den eingesetzten Energieträgern erfolgt die Wärmeverteilung in der Regel über das Medium Wasser.

Kühlung: Grundlagen

Die Diskussion um angemessene Kühlsysteme und zukunftsfähige, energieeffiziente Versorgungsformen wird zunehmend nicht nur von TechnikerInnen und ArchitektInnen geführt sondern auch von den EntscheidungsträgerInnen bei Investoren und in Unternehmen. Für diese Entscheidungen ist eine Grundkenntnis der Begriffe und technischen Möglichkeiten erforderlich.

Wie in vielen anderen technologischen und wirtschaftlichen Bereichen lassen sich verschiedene Systeme gruppieren und in ihrer Leistungsfähigkeit unterscheiden. Die Kältetechnik und -anwendung unterscheidet im Wesentlichen zwischen

- passiven baulichen Systemen
- stiller Kühlung mit Umweltenergien
- aktiven Kühlsystemen mit Lüftung und
- aktiven Kühlsystemen mit Klimatisierung.

Passive Kühlung

Passive Kühlung erfolgt ohne mechanische Antriebssysteme und gründet ausschließlich auf baulichen Maßnahmen wie Optimierung der Fassade, Beschattung, Nutzung von Speichermassen, Nachtauskühlung und Gestaltung des Mikroklimas, beispielsweise durch Begrünung oder die Einplanung von Wasserflächen. Zunächst gilt es, das zu errichtende Gebäude baulich zu optimieren, d. h. passive Systeme der Kühlung zum Einsatz bringen. Die Ausrichtung des Gebäudes, der Fensterflächenanteil und die Fensterausrichtung sind we-

sentliche Steuergrößen für die Minimierung des später entstehenden Kühlbedarfes. Der Einsatz moderner Baustoffe und die Optimierung der Speicherkapazität sind entscheidend für die Kälteeffizienz eines Gebäudes. Durch die Optimierung der Ausstattung gilt es, die inneren Lasten des Gebäudes zu optimieren und damit so weit einzuschränken, dass 300 Watt pro Person nicht überschritten werden.

Stille Kühlsysteme: Energieeffizienz und Komfort

Mit den Maßnahmen der stillen Kühlung, z. B. der Betonkernaktivierung, einer Fußbodenkühlung oder einer Kapillardecken- oder Wandflächenkühlung wird dem Gebäude Energie mit Wasser abgeführt. Vorteil dieser stillen Systeme ist, dass sie auch zur Beheizung der Räume genutzt werden können. Als Wärme- oder Kältepotenzial können Erdsonden oder Erdkollektoren unter dem Gebäude oder unter der unversiegelten Parkplatzfläche dienen. Auch Brunnenanlagen mit Zug- und Schluckbrunnen, bei denen das ganzjährig konstant temperierte Grundwasser im Sommer direkt zur Kühlung (im Winter mit Hilfe einer Wärmepumpe zur Beheizung) genutzt werden kann, erlauben eine Temperierung des Gebäudes

ohne den Einsatz einer Kältemaschine. Zu den stillen Systemen gehört auch die geregelte Nachtauskühlung durch Fensterlüftung, die es erlaubt, unter Beachtung der sicherheitstechnischen Aspekte und der möglichen Schlagregen in der Nacht eine Entladung der Speicherkapazitäten des Gebäudes in der Nacht zu gewährleisten.

Aktive Kühlsysteme: hohe Leistungsfähigkeit bei gehobener Ausstattung

Aktive Systeme untergliedern sich im Wesentlichen in wassergeführte und luftgeführte Kälteversorgung. Wassergeführter Kälte transport führt zu leistungsfähigen Systemen: Kühldecken, Kühlsegel aber auch Betonkernaktivierung und Kapillardecken kommen zum Einsatz. Luftgeführte Systeme transportieren einen wesentlichen Teil der Wärme- und Kälteenergie durch die mechanische Zu- und Abluft. Unterschieden werden Teilklimaanlagen ohne Befeuchtung und Vollklimaanlagen, in denen auch die Feuchte der Räume geregelt werden kann.

Die aktiven Systeme der Kühlung können mit unterschiedlichen Systemen versorgt werden. Zum Einsatz kommen Verdichter auf der Basis von Hubkolben, Schrauben,

	Passive Kühlsysteme	Stille Kühlung	Aktive Kühlung und Klimatisierung
Energietransport im Raum	<p>Optimierung der äußeren Lasten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fensterflächen und Qualitäten - Wandflächen und Qualitäten - Sonnenschutz <p>Optimierung der inneren Lasten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausstattungen (PC, Bildschirme, Geräte, . . .) <p>Optimierung der Speichermassen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zugang zu Massen (abgeh. Decken) <p>Innovative Baustoffe (PCM)</p> <p>Nachtauskühlung</p>	<p>Energietransport im Raum mit geringen Temperaturniveaus (12-17°C)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betonkernaktivierung - Kapillardecken und -wände - Fußbodenkühlung (über Fußboden-Heizsysteme) - Kühlsegel 	<p>Stille System- und Luftkonditionierung über Zu- und Abluftsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> - ohne Befeuchtung - mit Befeuchtung (+30% Eigenbedarf) - mit Wärmerückgewinnung bei Lüftungszentralen <p>Deckengeräte (Kassetten)</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit Kaltwasserversorgung - mit Kältemittelversorgung (Split)
Energie-Umwandlung		<p>Umweltpotentiale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erdsonden - Erdkollektoren - Brunnen - Flüsse und Seen - Kühltürme (Hybride Systeme mit Befeuchtung) 	<p>Technische Kälte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kompressionskältemaschinen

Integrale Planung

Gebäudeentwurf und Technikkonzept

Scroll oder Turbomaschinen, die in Kombination mit einem Rückkühlwerk die Kälte zur Verfügung stellen. Im optimierten Einsatz kann auch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, d.h. die gleichzeitige Erzeugung von Kälte und Wärme, eine wirtschaftliche Versorgungsvariante darstellen.

Ab- und Adsorptionskältemaschinen nutzen Umweltenergien. Im Absorptionsprozess kann z. B. Solarenergie eingesetzt werden und zusammen mit der Absorptionskältemaschine ein Gesamtkonzept der solaren Kühlung entstehen.

Kapillarheizung

Das Kapillar-Heizungssystem wird als ein Netz von Kunststoffrohren auf die Rohbau-Wandfläche aufgebracht und eingeputzt. Ähnlich wie die Betonkernaktivierung nutzt die Kapillar-Heizung die Speicherfähigkeit des Gebäudes, allerdings in geringerem Maße. Die Kapillarheizung ist dafür schneller regelbar, auch in der Sanierung einsetzbar und somit ein leistungsfähiges System. Die Integration in den Bauablauf erfordert einen höheren Aufwand, auch die Kosten liegen deutlich über denen der Betonkernaktivierung. Reicht die Kälte- oder Heizleistung der Kapillarwand nicht aus, kann sie durch eine Baffel, einen Deckenkonvektor, ergänzt werden und so in der Summe ein gut regelbares System ergeben.

Fußbodenkühlung

Eine Fußbodenkühlung, die im Prinzip wie eine Fußbodenheizung funktioniert, stellt deutlich weniger Kühlleistung bereit. Mit 15 bis 20 W/m² kann sie bei erheblich geringeren Investitionskosten Wärme abtransportieren und ist gut regelbar. Sie kann bedarfsgerecht sowohl zur Heizung als auch zur Kühlung genutzt werden. Es bestehen lediglich Bedingungen bei der Wahl des Bodenbelages, der eine gute Wärme- bzw. Kälteleitfähigkeit aufweisen muss. Ideal an der Fußbodenkühlung ist die sofortige Aufnahme der einfallenden Sonnenenergie, ohne dass eine Temperaturerhöhung im Raum entsteht. Bei auftretenden Behaglichkeitseinschränkungen (Fußkälte) kann die Fußbodenkühlung auch im reinen Nachtbetrieb gefahren werden.

Kühldecke

Kühldecken zählen zu den leistungsfähigsten Kühlsystemen in der Büronutzung - allerdings auch zu den teuersten. Mit einem Leistungspotential von 80 bis 120 W/m² lassen sie sich in moderne Bürogebäude integrieren und sind hervorragend regelbar.

Kühlsegel

Speziell in der Sanierung können 'Kühlsegel' eingesetzt werden: Dies sind Flächenheiz- bzw. Kühlkörper, die von der Decke abgehängt werden. Mit Kälteleistungen von 60 bis 80 W/m² und einer guten Regelbarkeit sind sie ein leistungsfähiges System, das für einen üblichen Büroraum

Tabellen auf dieser Doppelseite:
Gertec Ingenieurgesellschaft

Spezifische Kosten für Kältemaschinen mit Rückkühlwerk, ohne Verrohrung

	0-250 kW	250-500 kW	500-1000 kW	1000-3000 kW	3000-9000 kW
Scroll	480 €/kW				
Hubkolben	300 €/kW	280 €/kW	240 €/kW	220 €/kW	160 €/kW
Schraube ab 125 kW	265 €/kW	250 €/kW	210 €/kW	175 €/kW	160 €/kW
Turbo				195 €/kW	145 €/kW
Absorber	2000 €/kW	1500 €/kW	1400 €/kW	1340 €/kW	1400 €/kW

zu Kosten von 2.000 bis 2.500 Euro je Raum bzw. je Kühlsegel führen kann. Je nach Montage müssen sie auf das Beleuchtungskonzept abgestimmt werden. Kühlsegel können wesentlich zur Verbesserung der Raumakustik beitragen.

Betonkernaktivierung mit Lüftung

Die eingeschränkte Regelbarkeit der Betonkernaktivierung lässt sich durch die Ergänzung mit einer Lüftungsanlage optimieren. Grundsätzlich sind Lüftungsanlagen für die Lufthygiene in Innenräumen von besonderer Bedeutung. Durch die Einspeisung der Zuluft kann sowohl Wärme als auch Kühle in den Raum geführt werden. Damit lässt sich die Innenraumtemperatur bei vorhandener Wärmegrundlast, verursacht durch Menschen, Beleuchtung und Geräte, durch die Betonkernaktivierung kurzfristig und individuell anpassen.

Heizen und Kühlen mit Luft

Wird aus Gründen der Lufthygiene eine zentrale Lüftungsanlage eingebaut, so kann die Erwärmung bzw. Kühlung der Innenräume durch temperierte Zuluft bereitgestellt werden. Als einzige Heiz- bzw. Kühlquelle ist das allerdings nur bei extrem gut gedämmten Passivgebäuden ausreichend.



Foto © Bardewyk / pixelio.de

Spezifische Kosten für Kühldecken, Bauteilaktivierung und Gebläsekonvektoren in Kassettengeräten

Kühldecken	ohne Verteilung			125-150 €/kW
Bauteilaktivierung	ohne Verteilung			40-50 €/kW
Kassettengeräte	komplett mit Verrohrung und Kälteerzeugung, ohne Elektro			1300-1500 €/kW
Splitgeräte	Decken-/Kassettengeräte	07-14 kW	520 €/kW	Heizen und Kühlen
	Wand-/Deckengeräte	02-14 kW	420 €/kW	nur Kühlen
	Wand-/Deckengeräte	08-14 kW	450 €/kW	Heizen und Kühlen
	Fensterklimageräte	02-08 kW	265 €/kW	nur Kühlen

Exkurs Solarenergienutzung

Solarenergie

Die größte nutzbare Energie auf der Erde ist die Sonnenenergie, die in Form von Strahlung auf die Erdatmosphäre einfällt und rund 1.360 W/m^2 Leistung in sich birgt. Auf dem Weg durch die Atmosphäre wird die Sonnenenergie durch Absorptionsströme und Reflektion reduziert, die tatsächliche Einstrahlung auf der Erdoberfläche beträgt noch etwa 1.000 W/m^2 . Solarenergie kann auch in den Planungsprozess von energieeffizienten Bürogebäuden einbezogen werden. Passive Solarnutzung erfolgt über bauliche Maßnahmen, indem die Wärmegewinne in der Winterzeit genutzt werden und Tageslicht zur Ausleuchtung der Räume herangezogen wird. Aktive Solarenergienutzung erfolgt entweder über solarthermische Nutzung oder über Photovoltaik.

Solarthermie zur Heizung und Kühlung

Die Nutzung von Solarenergie in solarthermischen Anlagen ist technisch ausgereift und zur Brauchwassererwärmung in privaten Haushalten eine Standardlösung. Auch im Verwaltungsbereich lassen sich mit solarthermischen Anlagen sehr wirtschaftlich Warmwasserversorgungssysteme herstellen, die Anwendung finden können, wenn

- Warmwasserbedarf für Duschen
- Warmwasserbedarf für Küchen
- oder auch zu Reinigungszwecken

im Gebäude entsteht. Die Einbindung von solarthermischen Anlagen in die Beheizung von Gebäuden kann immer dann sinnvoll sein, wenn Niedertemperatur-Systeme in einem Gebäude installiert sind. Das heißt: Fußboden- und Wandheizung und Betonkernaktivierung können in der Übergangszeit aus der Solaranlage gespeist werden. Daneben bieten sich auch innovative Möglichkeiten, wie die solare Kühlung.

In Kombination mit einer Absorptionskältemaschine können Verwaltungsgebäude durch die Umwandlung der Solarenergie im Absorber zu Kälteenergie über Flächenkühlungen, wie Kapillarkühlungen und Betonkernaktivierungen, mit durch Solarenergie erzeugter Kälte versorgt werden.

Photovoltaik

Solarenergie lässt sich mittels der Photovoltaik direkt in elektrische Energie umwandeln. Der größte Ertrag wird in Deutschland bei Südorientierung und einer Neigung von rund 30° erzielt. Abweichungen nach Südost oder Südwest (45°) mindern den Ertrag aber nur um 5-10 Prozent. Fassadenintegrierte Systeme können - neben der Energiegewinnung - auch als Gestaltungs- und Verschattungselement eingesetzt werden und bringen den Umweltspruch eines Unternehmens deutlich

Foto: OÖ Energiesparverband



zum Ausdruck. Die Investitionskosten bei kleinen Anlagen (1-5 kW_{peak} Leistung) liegen bei rund 2.500 - 2.800 Euro/kW_p, mit zunehmender Anlagengröße sinken die spezifischen Kosten stark. Derzeit besteht eine Förderung für PV-Anlagen in Form einer Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Mit den letzten Novellierungen der EnEV und des EEG erhielt die Eigennutzung von PV-Strom einen neuen Stellenwert. Die EnEV räumt die Möglichkeit ein, den durch erneuerbare Energien generierten Strom in der Nachweisberechnung des Endenergiebedarfs eines Gebäudes anzurechnen. Voraussetzung für die Anrechnung ist, dass die Stromgenerierung am Gebäude selbst oder in unmittelbarer Nähe zum Gebäude erfolgt und der Strom vorrangig in besagtem Gebäude genutzt wird.

Die Vergütung für selbst genutzten PV-Strom ist mit der EEG-Novellierung 2009 in Kraft getreten. Hintergrund hierfür ist das Ziel der Bundesregierung, die Energieversorgung zu dezentralisieren. Seither geht die Tendenz dahin, dass der Vergütungssatz für selbst genutzten Strom PV-Anlagen deutlich weniger von der gesetzlich vorgeschriebenen Degression betroffen ist als der Satz der Einspeisevergütung. Eine Prüfung der Option, eine PV-Anlage in das architektonische und energetische Konzept eines zu errichtenden Gebäudes zu integrieren und den generierten Strom selbst zu nutzen, sollte in den Planungsprozess unbedingt mit einfließen.

'Green IT'

Für ein modernes Verwaltungsgebäude ist die effiziente Integration moderner Informationstechnologie von großer Bedeutung. Unter der Überschrift „Green IT“ wird der Stromverbrauch von Computern an Arbeitsplätzen und in Serverräumen aktuell intensiv diskutiert und neue zukunftsweisende Technologien kommen auf den Markt. Wo früher noch Serverräume mit Einzelservern und Speicherplatten voll gestellt waren, werden in Zukunft hocheffiziente Geräte Einzug halten, bei denen ein einziges Rack (Regal für elektronische und IT-Geräte mit einer Grundfläche von ca. 1 m² und einer Höhe von rund zwei Metern) ausreicht, um Serverleistung für 100 bis 200 Arbeitsplätze zur Verfügung zu stellen. Wesentlicher Bestandteil ist dabei die bessere Ausnutzung der Rechnerleistung durch virtuelle Server.

Natürliche Kühlung für Serverräume

Für optimierte Serverräume mit Kühlleistungen von 5 bis 7 kW bieten sich heute wassergekühlte Racks an, die über eine Erdsonde rückgekühlt werden können. Dabei befinden sich an beiden Seiten des Racks wasserführende Flächen und ein Zu- und Abluftsystem, das die elektronischen Einbauten kühlt.

Mit einer Kühlwassertemperatur von 18°C kann bei einer Kühlleistung von 8 kW mit einer Erdsonde im direkten Betrieb (ohne Kältemaschine) eine ausreichende Kühlung des Serverraums gewährleistet werden. Die Amortisationszeit liegt je nach Kosten für die Sonden zwischen 3 und 5 Jahren, die Betriebs- und Wartungskosten und die Ausfallsicherheit dieses Systems sprechen eindeutig für den Entwicklungstrend „natürliche Serverkühlung“.

Exkurs

Betonkernaktivierung

Betonkernaktivierung

Wasserführende Rohrleitungen werden bei der Betonkernaktivierung in die Betonkonstruktion (in der Regel in die Decken) verlegt. Damit lassen sich mit wirtschaftlich gut vertretbaren Kosten sowohl Heizung als auch Kühlung bereitstellen. Wegen der großen Speichermasse einer Betondecke ergibt sich bei Niedertemperaturbetrieb eine sehr rationelle Energieverwendung, sowohl Wärme als auch Kühle werden dem Raum physiologisch gut verträglich zugeführt. Eine Wartung entfällt.

Die Regelungsmöglichkeit bei der Betonkernaktivierung ist eingeschränkt, das heißt die Nutzer können die Temperatur nicht direkt steuern und vorgeben.

Die Bauteile sind zu Arbeitsbeginn auf 20°C herabgekühlt, im Laufe des Sommers erhöhen sich die Raumtemperaturen langsam bis auf 26°C oder 27°C. Ist es dem Mitarbeiter zu kühl so kann er durch Öffnen eines Fensters die Temperaturen erhöhen, eine Senkung der Temperatur durch das System ist spontan nicht möglich. Der Raum wird als kühl, aber nicht als gekühlt empfunden. Das Temperaturempfinden bei gut eingestellten Systemen kommt dem menschlichen Wohlbefinden entgegen.

Abb.: Die Rohrleitung liegt stabil zwischen unterer und oberer Bewehrung.
Foto Solares Bauen GmbH
©Fraunhofer ISE

Der Raum wirkt über den ganzen Sommer wie ein sehr schwerer und thermisch träger Altbau am Beginn einer Hitzeperiode. Die Betonkernaktivierung benötigt die freie Wärme- bzw. Kälteabstrahlung in den Raum und damit muss auf abgehängte Decken verzichtet werden. Das kann zu akustischen Problemen im Innenraum führen, die im Planungsprozess mit Ausgleichsmaßnahmen bearbeitet werden müssen.

Betonkernaktivierungen eignen sich in der Übergangszeit hervorragend als freies Kühlsystem. Dabei wird die aus einer Erdsonde, einem Erdkollektor oder einem Brunnen gewonnene 'Kühlenergie' von rund 12 Grad Celsius über einen Wärmetauscher dem Wasserkreislauf der Betonkernaktivierung zugeführt. Somit kann, ohne den Einsatz einer Wärmepumpe oder Kältemaschine, die Oberflächentemperatur des aktiven Bauteils auf rund 16 Grad herabgesetzt werden und dem Innenraum über die Speichermasse des Bauteils Wärme entzogen werden.

So lassen sich jährlich in einer Zeit von 3 bis 5 Monaten angenehme Raumtemperaturen erzielen, ohne dass eine Kältemaschine betrieben werden muss. Der Aufwand liegt einzig im Betrieb der hydraulischen Pumpe, die das Wasser aus der Tiefe und durch die Leitungen der Betonkernaktivierung in Decke oder Wand pumpt.



best practice

Firmenzentrale etrium, Köln

Energieeffizienz + Atrium = etrium

Das etrium gilt als ein architektonisch sehr anspruchsvolles Passivhaus-Bürogebäude, dessen zentrales architektonisches Gebäudeelement ein Atrium bildet. Dieser glasüberdachte Innenbereich des Gebäudes öffnet sich zu den Nutzungseinheiten und nimmt eine entscheidende Funktion im Lüftungskonzept des Energiekonzeptes ein. Diesem Herzstück des Gebäudes und einer sehr guten Energieeffizienz verdankt das etrium seinen Namen. Mit einer Nutzfläche von 3.751 m² bietet es auf drei Etagen Platz für 150 Personen.

Projektbeschreibung

Das etrium gilt als ein besonders energiesparendes, nachhaltig konzipiertes Bürogebäude in Passivhausbauweise. Im Laufe einer über zweijährigen Betriebszeit konnten die energetischen Verbrauchswerte des Gebäudes ermittelt werden: Mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von rund 10 kWh/m² und einem Primärenergiebedarf von weniger als 120 kWh/m²-a erfüllt das etrium vollständig die Passivhauskriterien.

Die integrale Planung

Der heutige Mieter des Objektes, das Beratungsunternehmen Ecofys, war aktiv am integralen Planungsprozess des etriums beteiligt. Ecofys beriet dabei übergreifend den Bauherrn sowie die beteiligten Fachplaner in sämtlichen energietechnischen Fragestellungen. Zudem untersuchte Ecofys alternative Versorgungsstrategien unter technisch-wirtschaftlichen Aspekten und Nachhaltigkeitsgesichtspunkten.

Das Energiekonzept

Der Passivhausstandard des etriums basiert auf einem ganzheitlichen Energie- und Klimakonzept, das die Bereiche Wärmedämmung, Verglasung, Tageslicht-, Grundwasser- und Regenwassernutzung, Photovoltaik und solarthermische Kollektoren umfasst.



Architekten: Benthem Crowel Architects, Amsterdam/Aachen

Projektbeteiligte:

Ecofys Germany, Köln (Integrale Energieplanung)

Peter Zeiler + Partner Ingenieurgesellschaft, Frechen (TGA Planung)

Institut für Schalltechnik, Raumakustik, Wärmeschutz ISRW Klapdor, Düsseldorf (Bauphysik)

Inst. f. angewandte Energie- und Strömungssimulation Ifes, Frechen (Gebäudesimulation)

Bauherr: Friedrich Wassermann GmbH, Köln

Fertigstellung: Dezember 2008; Standort: Am Wassermann 36, 50829 Köln

Foto © Manos Meisen, Düsseldorf

Gebäudehülle

Den Gebäudekomfort gewährleistet eine hochwertige Gebäudehülle. Zur Minimierung der Energieverluste (Wärme, Kälte) wurden die Wände maximal gedämmt. Die Fenster bestehen aus Holz- und Aluminiumrahmen mit einer 3-fachen Isolierverglasung. Sie ermöglichen einen optimalen Wärmeschutz. Dadurch kann das etrium selbst bei Extremtemperaturen auf ein aktives Klimasystem verzichten.

Lüftung, Beheizung

Die Zufuhr der Frischluft erfolgt über die Lüftungsanlage in Verbindung mit einer hocheffizienten Wärmerückgewinnung. Das Atrium erfüllt dabei eine wichtige Funktion als Abluftzone. Die in die Büros eingeleitete Frischluft strömt ins Atrium, das als zentrale Abluftführung dient. Von hier aus wird die Abluft über einen Wärmetauscher geführt und die in ihr enthaltene Wärmeenergie bis zu 95% zurück gewonnen. Dank

best practice

Firmenzentrale etrium, Köln

dieses hocheffizienten Wärmetauschersystems kann auch die von Computern und Menschen an die Raumluft abgegebene Wärme genutzt werden. Im Heizfall stellt neben der Wärmerückgewinnungsanlage eine Grundwasser-Wärmepumpe mit einer maximalen Heizleistung von 40 kW den Restwärmebedarf zur Verfügung. Aufgrund des sehr geringen Heizwärmebedarfs kann auf den Einsatz von statischen Heizflächen verzichtet werden. Die Wärmezuführung erfolgt direkt über die Lüftungsanlage.

Tageslichtnutzung, Sonnenschutz, Beleuchtung

Durch das glasüberdachte Atrium werden die Büroräume mit ausreichend Tageslicht versorgt. Auf künstliches Licht kann an vielen Stunden des Tages verzichtet werden. Eine optimierte Büroraumtiefe sorgt für eine verbesserte Tageslichtnutzung in der Kombizone. Ein außen liegender, individuell steuerbarer Sonnenschutz mit einer

hoch reflektierenden Beschichtung und separat steuerbaren oberen Lamellen zur Lichtlenkung sorgt für eine optimale Tageslichtnutzung. Die künstliche Beleuchtung des etriums ist tageslichtabhängig gesteuert. Tageslichtsensoren dimmen das Licht automatisch in Abhängigkeit von der notwendigen Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz. Zusätzlich sind die Leuchten mit einem Präsenzmelder ausgestattet. Das Licht wird nur dann eingeschaltet, wenn sich jemand im Büro befindet.

Solarenergienutzung

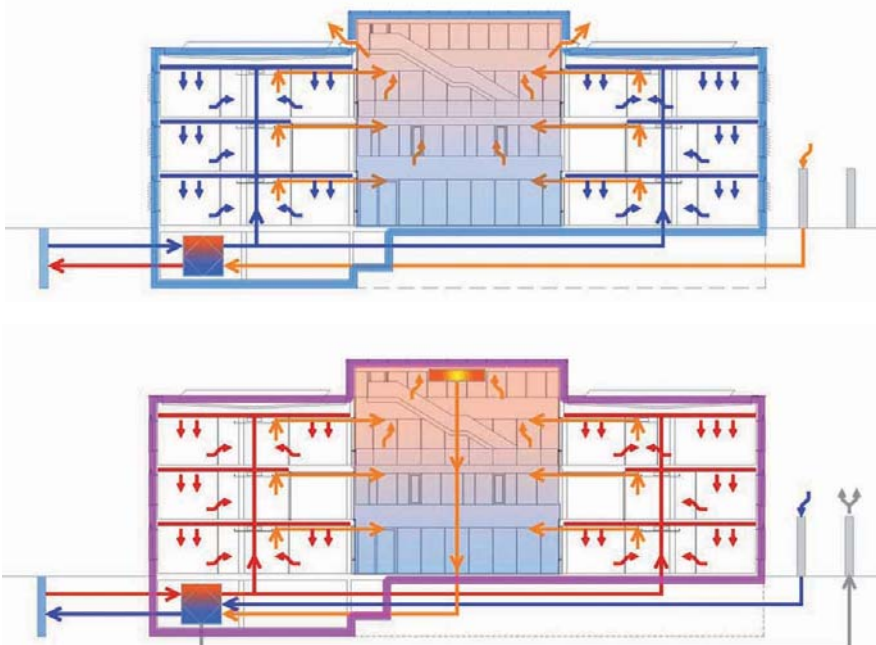
Eine auf dem Dach installierte Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 32 kW_p erzeugt jährlich ca. 30.000 kWh Solarstrom. Dieser wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Zusätzlich befinden sich auf dem Dach zwei Solarkollektoren zur Warmwasserversorgung der Mitarbeiterduschen.

Regenwassernutzung

Das Gebäude verfügt über eine Dachbegrünung. Das anfallende Regenwasser wird gesammelt und für die Toilettenspülung genutzt.

Abb. oben Glasfassade Sommer,
unten Glasfassade Winter
Architekten: Bentheim Crowwel,
Zeiler+Partner und ifes

Foto © Manos Meisen, Düsseldorf



Der Erweiterungsbau der Gelsenwasser-Hauptverwaltung wurde Anfang 2004 nach modernsten ökologischen und energetischen Kriterien nach gut einjähriger Bauzeit fertig gestellt. Mit einem regenerativen Anteil von 63 Prozent am Gesamtenergieverbrauch ist der Neubau der Gelsenwasser AG vorbildlich in Europa. Das weiße Bestandsgebäude ist in das Energiekonzept eingebunden. Ohne bauliche Eingriffe in den Büroflächen wurde hier ein Einsatz regenerativer Energien von 29 Prozent erzielt. Insgesamt wird nun die Hälfte der von beiden Gebäuden benötigten Energie aus Sonne und Erdreich gewonnen.

Die Kühlung in einem Bürogebäude mit herkömmlichen Kältemaschinen verbraucht allein mehr Strom als alle anderen elektrischen Verbraucherstellen zusammen. Eine alternative Kühlung für einen Büroneubau ist der wichtigste Ansatz bei der Energieeinsparung und dem Einsatz regenerativer Energien. Deshalb wurde im Rahmen des Neubaus ein Erdsondenfeld erstellt, das mit Geothermie ohne weitere Energieaufwendung die gesamte Kälteleistung für Neu- und Altbau bereitstellt. Die intelligente Einbindung einer gasgebundenen Stromerzeugung über das vorhandene Blockheizkraftwerk (BHKW) in das Energiekonzept sorgt für ganzjährige und ressourcenschonende Erzeugung elektrischer Energie mit hohem Wirkungsgrad. Während die Wärmeerzeugung über Geothermie und Wärmepumpe erfolgt, wird zur Kühlung der Luft nur Wasser und Abwärme des Blockheizkraftwerks eingesetzt. (Desiccative and Evaporative Cooling: DEC; Trocknungs- und Verdunstungs-Kühlung) Hierbei werden zwei Vorgänge aus der Natur verknüpft: 'mit Wasser bestäubte Luft kühlt ab' und 'Salz entzieht der Luft Wasser'. Zuerst wird die Frischluft (Außenluft) durch ein im Luftstrom drehendes "Salzrad" getrocknet (Adsorption). Die sehr trockene Luft wird durch die Kälterückgewinnung aus der verbrauchten Luft (Abluft) vorgekühlt. Anschließend wird die Temperatur der Zuluft durch Sprühbefeuchtung



Bauherr: Gelsenwasser AG
 Architekt: Anin · Jeromin · Fitolidis & Partner, Grunerstr. 36, 40239 Düsseldorf
 Projektbeteiligte:
 Dr.-Ing. W. Naumann & Partner IngenieurGmbH (Tragwerkspl.), Köln
 Transsolar Energietechnik GmbH (Klima-, Energiekonzept), Stuttgart
 Bauphysik Graner + Partner Ingenieure, Bergisch Gladbach
 Haustechnik enco Thüringen GmbH, Eisenach
 Elektroplanung elteg IngenieurGmbH, Hilden
 Glasstatik Delta X GmbH, Stuttgart
 Fertigstellung Januar 2004; Standort: Willy-Brandt-Allee 26, 45891 Gelsenkirchen
 Foto © Holger Knauf, Düsseldorf

heruntergekühlt und eine optimale Luftfeuchte eingestellt. Die Temperatur der Außenluft ist nun um 12 Kelvin abgesenkt worden. Die im Salz des Sorptionsrades gebundene Luftfeuchtigkeit wird durch Abwärme des Blockheizkraftwerkes wieder ausgetrieben und der Prozess beginnt von vorn.

Sonnenschutz

Der Sonnenschutz sitzt im Scheibenzwischenraum der Isolierverglasung und bleibt damit windunabhängig wirksam. Die hohen Reflektionswerte des Sonnenschutzes werden im Luftzwischenraum der Verglasung durch Verschmutzung der Lamellen nicht beeinträchtigt. Der Sonnenschutz lässt sich zur Lichtlenkung einsetzen und reduziert damit entscheidend die inneren Lasten und den Energieverbrauch des Gebäudes aus der Beleuchtung auch bei herabgelassenem Sonnenschutz. Er wird über ein Sonnenstands- und Verschattungsprogramm zentral gesteuert und über den Tagesverlauf nachgeführt.

best practice

Gelsenwasser Hauptverwaltung, Gelsenkirchen

Lüftung über Fassade

Geschossweise sind im Bereich der Fußböden zu öffnende Fassadenkiemen entwickelt worden. Über das ebenfalls neu entwickelte Touch-Panel, das sämtliche individuellen Einstellungen steuert, hat der Nutzer die Möglichkeit die Kiemen aufzufahren und so unabhängig von der Gebäudeautomation den Raum natürlich zu belüften. Die Durchspülung des Raumes ist erheblich günstiger als bei einem gekipptem Fenster. Die Abluftansaugung in der Decke regelt auch bei natürlicher Lüftung die durch die Fassade eintretende Luftwechselrate. Die Positionierung des Lufteintritts im Bodenbereich sorgt für eine zugfreie Luftverteilung. Durch die Gebäudeautomation werden die Kiemen zentral angesteuert und nachts geöffnet, um für eine wirkungsvolle Nachtauskühlung zu sorgen.

Klimatisierung

Fensterlüftung ist in Verbindung mit einer Vollklimatisierung energetisch problematisch. Im Sommer würde dem Gebäude Wärme zugeführt, der durch „Gegenkühlen“ nicht sinnvoll begegnet werden kann. Im Winter wird dem Gebäude durch Fensterlüftung Wärme entzogen. Aus diesem Grund regelt eine mechanische Lüftung den für die Nutzung optimierten Luftwechsel. Präsenzabhängig wird die Frischluft den Raumanforderungen vorkonditioniert. Die thermische Energie der Abluft wird im

Lüftungsgerät wieder rückgewonnen. Der Nutzer behält die Möglichkeit der Lüftung über die Fassadenkiemen; die Gebäudeautomation schaltet in diesem Fall Heizung und Kühlung im entsprechenden Raum ab. Damit hat die natürliche Lüftung keinen negativen Einfluss auf die Klimatisierung.

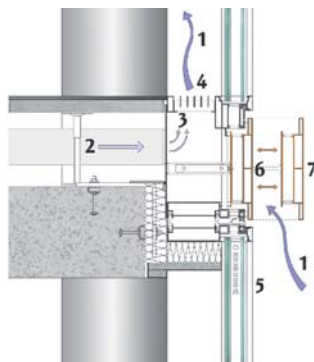
Heizung / Kühlung

Besondere Behaglichkeit in Büroräumen wird durch geringe Temperaturdifferenzen zwischen Heiz-/Kühlmedium und angestrebter Raumtemperatur erreicht. Ideal sind Flächenstrahler mit Oberflächentemperaturen von ca. 18 °C für den Kühlfall und ca. 29 °C für den Heizfall. Für den Neubau der Gelsenwasser AG wurden Deckensegel unter der Massivdecke frei hängend angeordnet. Die Wirkfläche ist groß, da die Segel an ihrer Oberfläche mit Raumluft umspült werden und keine Leistung in einem Deckenhohlraum verpufft. Eine vorgeählte Temperatur stellt sich besonders schnell ein. Durch die freigestellte Betondecke steht ein guter Bauteilspeicher in jedem Raum zur Verfügung, der durch die Nachtspülung im Sommer aufgeladen werden kann und im Winter die solaren Gewinne des Tages aufnimmt.

Text: Architekturbüro
Anin · Jeromin · Fitolidis & Partner
Foto © Holger Knauf, Düsseldorf

Architekten:
Anin · Jeromin · Fitolidis & Partner
Düsseldorf, www.ajf.de

- Legende
- 1 Nachspülung und Zuluft im Frühjahr/Herbst
 - 2 Zuluftkanal
 - 3 vorkonditionierte Zuluft
 - 4 linearer Quellluftauslass
 - 5 Isolierverglasung mit reflektierenden Jalousien im Glaszwischenraum
 - 6 Lüftungskieme geschlossen
 - 7 Lüftungskieme geöffnet



Ein Projekt im Rahmen des Grundstücksfonds Nordrhein-Westfalen



Durchgeführt von der
NRW.URBAN GmbH & Co. KG
Tel. 02 31/43 41-0
www.nrw-urban.de



In Zusammenarbeit mit der
Stadt Gelsenkirchen
Tel. 02 09/1 69-0
www.gelsenkirchen.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Bauen, Wohnen und Verkehr
des Landes NRW

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur und Verbrau-
cherschutz des Landes NRW



EUROPÄISCHE UNION - Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung