

# Auf dem Weg zum energieeffizienten Bürogebäude

Ein Leitfaden





Tageslichtdurchflutetes Atrium des L•E•O-Gebäudes in Köln.  
 Das Low Energy Office (L•E•O) der Architekten Prof. Gabriele Willbold-Lohr und Alex Lohr (Köln) erhielt 1995 den Europäischen Preis für ökologischen Gewerbebau.



## Inhalt

<b>1. Vorwort</b>	2
<b>2. Planung energieeffizienter Bürogebäude</b>	3
2.1 Gute Argumente für das Niedrigenergiebüro	4
2.1.1 Moderne Arbeitsplätze	5
2.1.2 Sichtbare Unternehmensphilosophie	6
2.1.3 Effiziente Betriebsführung	7
2.2 Integrale Planung	8
2.3 Zielfindung	9
2.4 Neues Bauen – energiebewußt, ökologisch, langfristig	11
<b>3. Bauausführung, relevante Technologien</b>	12
3.1 Wärmeschutz	12
3.1.1 Wärmedämmung	13
3.1.2 Wärmespeicherung	13
3.1.3 Wärmebrücken	14
3.1.4 Tauwasser	14
3.1.5 Luftdichtigkeit	14
3.1.6 Sommerlicher Wärmeschutz	14
3.2 Tageslicht und Beleuchtung	15
3.2.1 Tageslichtnutzung	16
3.2.2 Tageslichtgeführtes Kunstlicht	17
3.3. Heizung/Lüftung	18
3.3.1 Beheizungsarten	18
3.3.2 Lüftung	19
3.3.3 Regenerative Energien	20
3.4. Regelungstechnik	21
3.4.1 Gebäudeautomation	21
3.4.2 Bussysteme	22
3.5 Elektrische Verbraucher	22
3.5.1 EDV	22
3.5.2 Aufzüge	23
3.5.3 Küchen	23
<b>4. Ausblick</b>	24
<b>5. Weiterführende Literatur, Ansprechpartner</b>	24
<b>6. Beispielhafte Niedrigenergie-Bürogebäude</b>	25





## 1. Vorwort

Die Architektur von Bürogebäuden befindet sich derzeit in einem grundlegenden Umbruch. In einer zunehmend entmaterialisierten Arbeitswelt, in der in wachsendem Maße neue Formen der Kommunikation alte räumliche Bezüge auflösen, sollen bauliche Konzepte neue Arbeitsformen ermöglichen. Werte wie Transparenz und Offenheit sollen architektonisch zum Ausdruck kommen.

Zugleich gewinnen Elemente ökologischen und energiesparenden Bauens an Bedeutung – als Bausteine nachhaltiger Wirtschaftens. Moderne Heizungs-, Lüftungs- und Beleuchtungstechnik soll die Betriebskosten senken und optimale Arbeitsbedingungen schaffen.

Die baulichen und technischen Möglichkeiten einer energieoptimierten Bürobaupweise werden bisher nur vereinzelt, meist in spektakulären Einzelprojekten, gänzlich genutzt. Von der Niedrigenergiebauweise, im Wohnungsbau längst technischer Standard, ist der Büroebau noch weit entfernt. Dabei sind die eingesetzten Techniken und Verfahren erprobt und zuverlässig.

Die Energieagentur NRW setzt mit ihrer Beratung und dem Weiterbildungsangebot ihres REN Impuls-Programms „Bau und Energie“ einen Schwerpunkt im Baubereich, da hier immense Energiesparpotentiale existieren. Mit dem vorliegenden Ratgeber möchten wir Ihnen Wege zu Ihrem energetisch optimierten Büroebau aufzeigen. Selbstverständlich kann eine Broschüre nur einen groben Einstieg in die Thematik geben. Details und neue Technologien benötigen immer Lösungen im Einzelfall. Im Rahmen der Initialberatungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung, im Rahmen unserer Seminare haben wir einen entsprechenden Wissenspool zusammengetragen.

Sprechen Sie uns an.



Schulungsgebäude des Instituts für öffentliche Verwaltung, Hilden (Architekten: Wachenfeld und Endert, Erkrath)



## 2. Planung energieeffizienter Bürogebäude

### Einleitung

In der Fachwelt und in der Literatur wird vielfach über Niedrigenergie-, seit einigen Jahren nun auch über Passivhäuser berichtet. Bei diesen Bauten steht der geringe bis sehr geringe Energieverbrauch im Vordergrund. Was im Bereich des Wohnungsbaus bereits vielfältig realisiert wurde, ist auch in Büro- und Verwaltungsgebäuden möglich – dies hat eine Reihe gebauter Beispiele gezeigt. Gleichwohl ergeben sich aus den sehr unterschiedlichen Nutzungsanforderungen wesentliche Unterschiede in den Energiebilanzen. Auch haben einige gutgemeinte Planungsansätze im späteren Betrieb nicht die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt.

Die nachfolgend aufgezeigten Techniken und Beispiele machen deutlich, daß energieeffiziente Bürogebäude Gegenwartsprojekte sind. Mit einer Vielzahl von Ansätzen können unterschiedlichste Ansprüche der Nutzer berücksichtigt werden. Selbst innovative Passiv-Solar-Gebäude überzeugen durch ausgereifte und technisch wenig aufwendige Konzepte.

Ein Bürogebäude verbraucht in seinem Lebenszyklus die 12- bis 23-fache Menge der Energie, die für seine Erstellung aufgewendet wird. Die Energiekostenanteile an den Betriebskosten einer Liegenschaft sind erheblich. Dies schlägt unmittelbar zu Buch, wenn der Bauherr auch der künftige Nutzer des Gebäudes ist. Bei Vermietungsobjekten spielen neben Nutzungsflexibilität, Repräsentanz und Komfort die Mietnebenkosten zunehmend eine entscheidende Rolle.

Diese Publikation der Energieagentur NRW will hier insbesondere für den potentiellen Bauherrn Wege aufzeigen. Das Feld der Möglichkeiten zwischen Ingenieurkunst, Nachhaltigkeit und Architekturvision ist interessant und spannungsvoll. Es können sich durchaus Widersprüche zwischen ästhetischem Anspruch und Energieeffizienz ergeben, die jedoch durch kreative und vernetzte Ansätze und Planungen auflösbar sind. Die vorliegende Broschüre soll im Sinne der Ressourcenschonung bei der Gebäudeplanung inspirieren und dazu beitragen, den Nutzwert der zukünftigen Liegenschaften nachhaltig zu steigern.



Schulungsgebäude des Instituts für öffentliche Verwaltung, Hilden (Architekten: Wachenfeld und Endert, Erkrath)





## 2.1 Gute Argumente für das Niedrigenergiebüro

Anders als im Wohnungsbau gibt es hierzulande keine allgemein anerkannte Verständigung darüber, was ein energieeffizienter Bürobau ist. Das Niedrigenergiebüro ist noch nicht definiert. Gleichwohl gibt es bereits eine ganze Reihe von Gebäuden, die mit einem energieeffizientem Anspruch gebaut wurden. Von diesen sollen einige an späterer Stelle in diesem Leitfaden vorgestellt werden. Aus den Erfahrungen dieser Gebäude und übertragbaren Erkenntnissen aus dem Wohnungsbau lassen sich eine Reihe von Anforderungen an energieeffiziente Büro- und Verwaltungsgebäude formulieren.

Das Niedrigenergiebüro ist ein Gebäude, welches für seinen Betrieb weniger Energie benötigt als konventionelle Bürogebäude. Diese Beschreibung ist zwar zutreffend, aber längst nicht erschöpfend. Zum einen steht der Anspruch, mit Energie effizient umzugehen, nicht für sich allein, sondern muß mit anderen Anforderungen an einen modernen Büroneubau verbunden werden. Zum anderen ist ein Niedrigenergiebüro mehr als die Summe einer Vielzahl energiesparender Maßnahmen. Es handelt sich um ein auf die Bedürfnisse seiner Nutzer zugeschnittenes Gebäude, wobei der Anspruch der Energieeffizienz einen hohen Stellenwert einnimmt.

Verwaltungsgebäude  
Wagner & Co., Cölbe  
(Architekt: Christian Stamm,  
Stadallendorf)

Die Entscheidung für ein Niedrigenergiebüro setzt eine bewußte Auseinandersetzung mit den Anforderungen und Qualitäten des neuen Bürogebäudes voraus. Gewünschte Arbeitseffizienz, anvisierte Betriebskosten und die Umsetzung der

Unternehmensphilosophie müssen im Sinne der Energieeffizienz gemeinsam betrachtet werden, da alle von der Bau- substanz beeinflusst werden und der Architektur als sichtbarem Ausdruck dieser Auseinandersetzung ihre Form geben.



### 2.1.1 Moderne Arbeitsplätze

Mit der Entscheidung, ein neues Bürogebäude zu bauen, ist meistens eine Anpassung an neue Anforderungen verbunden. Sei es, daß die Zahl der Mitarbeiter mehr Raum erfordert, sei es, daß neue Aufgaben neue Räumlichkeiten voraussetzen. War in der Vergangenheit die Quadratmeterzahl der Arbeitsplätze ein wichtiges Qualitätskriterium, so wird die Funktionalität von Büros heute in zunehmendem Maße von sich ändernden Arbeitsabläufen geprägt. Die klassische Büroetage weicht immer häufiger einem Ensemble von Kreativitäts- und Kommunikationsräumen.

Ein energieeffizientes Gebäude kann an vielen Stellen zu optimalen Arbeitsplatzverhältnissen beitragen. Eine kompakte Gebäudeform mit guter Wärmedämmung und angepaßter Lüftung sorgt für angenehme Wärme im Winter und kühle Räume im Sommer bei ausreichender Versorgung mit Frischluft. Verbunden mit einer optimalen Ausleuchtung durch Tageslicht entstehen gute Arbeitsbedingungen und geringe Krankenstände. Gesunde und anregende Räume in einer durchdachten Zonierung unterstreichen den Anspruch an moderne Arbeitsplätze. So entstehen Büros für zufriedene und produktive Mitarbeiter.

#### Doppelfassade

Fassaden haben viele Funktionen. Sie dienen dem Witterungsschutz, beeinflussen das Innenraumklima, bieten Lärmschutz und sollen zudem repräsentativ wirken.

In den letzten Jahren hat die sogenannte Doppel- oder Klimafassade Eingang in die Büroarchitektur gefunden. Mit ihrem transparenten Auftreten verkörpert sie den Zeitgeist, in ihrer Funktion soll sie Energie sparen und ein angenehmes Büroklima erzeugen. In Hochhäusern kann sie eine natürliche Belüftung der Büros bis in die obersten Etagen ermöglichen.

Doch nicht jede Doppelfassade wird diesen Ansprüchen gerecht: Bei falscher Auslegung muß viel Energie in eine nachträgliche Klimatisierung investiert werden, Überhitzung durch die großen Glasflächen und Zugluft beeinträchtigen das Arbeitsklima. Angesichts der kostspieligen Konstruktion sollte die Entscheidung deshalb gut überlegt sein.

Das „Stadttor“ in Düsseldorf  
(Architekt: Karl Heinz Petzinka;  
Overdieck, Petzinka und Partner,  
Düsseldorf)

Voraussetzung für eine funktionierende Doppelfassade ist eine integrierte Planung mit detaillierten Konzepten und Computersimulationen. Nur durch durchdachte Konzepte läßt sich vermeiden, daß der Kühlenergiebedarf im Sommer die solaren Gewinne im Winter übersteigt. In einigen Fällen mag sich die bewährte hochgedämmte Fassade als die bessere Lösung erweisen.







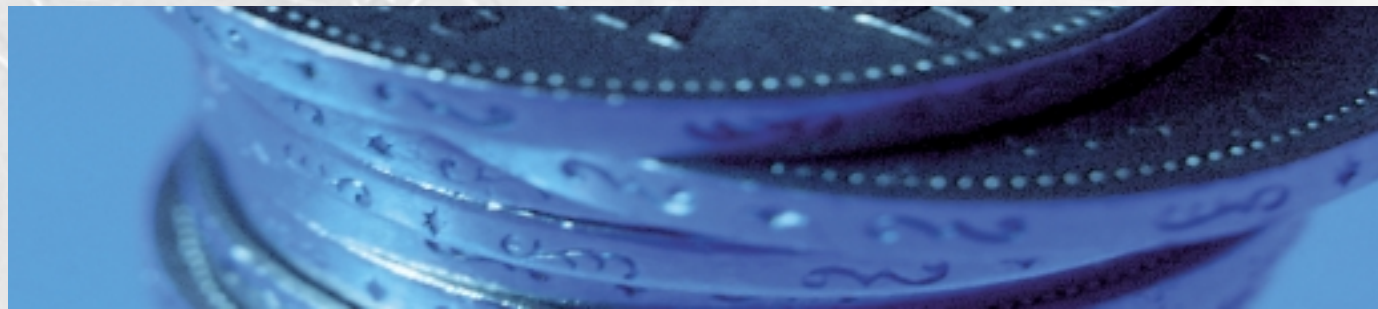
### 2.1.2 Sichtbare Unternehmensphilosophie

Jede Liegenschaft ist für Firmenkunden und Besucher eine Visitenkarte des Unternehmens. Dies gilt in besonderer Weise für Büro- und Verwaltungsgebäude. Grund genug für die meisten Betriebe, schon mit der äußeren Form des Baukörpers und der Fassadengestaltung die Unternehmensphilosophie zu versinnbildlichen – sei es durch das weithin sichtbare Hochhaus oder Tor zur Stadt als städtebaulichen Ausdruck der lokalen Bedeutung, oder durch transparente Glaskonstruktionen und kommunikative Raumzuschnitte als Zeichen von Offenheit und Dialog.

Angesichts des immer stärkeren öffentlichen Bewußtseins für die Umweltverantwortung tragen Elemente ökologischen Bauens wesentlich zur Akzeptanz von Gebäuden bei. Neben deutlich sichtbaren Akzenten wie dem Gründach oder der Photovoltaikanlage sind es zunehmend intelligente Gebäudekonzepte, die den Einklang von Arbeitsstätte und Firmenphilosophie demonstrieren. Das Niedrigenergiebüro steht für nachhaltiges Wirtschaften. Es ist Kennzeichen des modernen, umweltbewußten Managements und steht für den verantwortungsvollen Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen. Nicht zuletzt ist das energieeffiziente, innovative Gebäude ein wesentlicher Identifikationsfaktor mit dem Arbeitsplatz, denn erst der richtige Umgang mit Energie schafft das richtige Arbeitsklima.



Verwaltungsgebäude EDE, Wuppertal (Architekt: Dr. Herbert Heuser, Wuppertal)



### 2.1.3 Effiziente Betriebsführung

Für viele Unternehmen gehören die immobilienbezogenen Kosten zu den größten Ausgabenblöcken (siehe Abb. 1). Energiemanagement und Gebäudemanagement sind Schlagworte, die für das wachsende Bewußtsein für die Ressource „Gebäude“ stehen. Effiziente Betriebsführung bedeutet auch, die Betriebskosten möglichst gering zu halten (siehe Abb. 2). Hier verbucht das Niedrigenergiebüro einen großen Bonus, denn Energieverbräuche vermeiden, heißt Energiekosten senken. Dies fällt um so mehr ins Gewicht, als für die Zukunft mit steigenden Energiepreisen gerechnet werden muß.

Zu den bedeutenden Energieverbrauchern im Bürogebäude zählen Heizung, Klimatisierung und Beleuchtung. Das Niedrigenergiebüro bietet durch eine intelligente Gebäudeplanung energieeffiziente Lösungen, die den Energiebedarf in allen drei Bereichen minimieren. Hierzu zählen optimale Wärmedämmung, Schutz vor Überhitzung, kontrollierte Lüftung, optimierte Tageslichtführung und ein Verzicht auf Klimatisierung. Gerade große Gebäudekomplexe mit tendenziell hohen Energieverbräuchen ermöglichen zudem maßgeschneiderte und damit besonders energie günstige Versorgungslösungen. Dazu zählt neben etablierten Techniken, wie etwa dem Blockheizkraftwerk, insbesondere der Einsatz regenerativer Energieträger. Viele dieser Technologien stehen an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit und zeugen zugleich von innovativen Impulsen.

Als innovativ werden auch solche Gebäude gepriesen, welche sich den Er-

fordernissen ihrer Benutzer anpassen und dadurch Energieverbräuche reduzieren. Moderne Steuerungs- und Regelungstechnik ersetzt dabei den Griff zum Lichtschalter oder Thermostat. Ob dies wirklich der Weisheit letzter Schluß ist, mag an dieser Stelle noch offen bleiben, sicher ist jedoch, daß es intelligenter

Planung bedarf, um Arbeitseffizienz, Betriebskosten und Unternehmensphilosophie nutzbringend mit Energieeffizienz zu verknüpfen. Deshalb sollten die Ziele des energiesparenden Bauens von Anfang an in eine integrale Planung eingebunden werden.

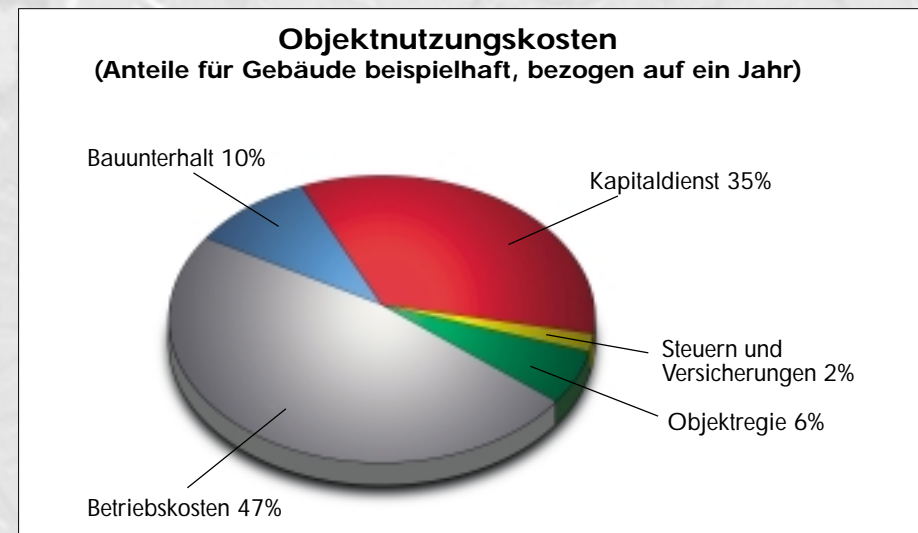
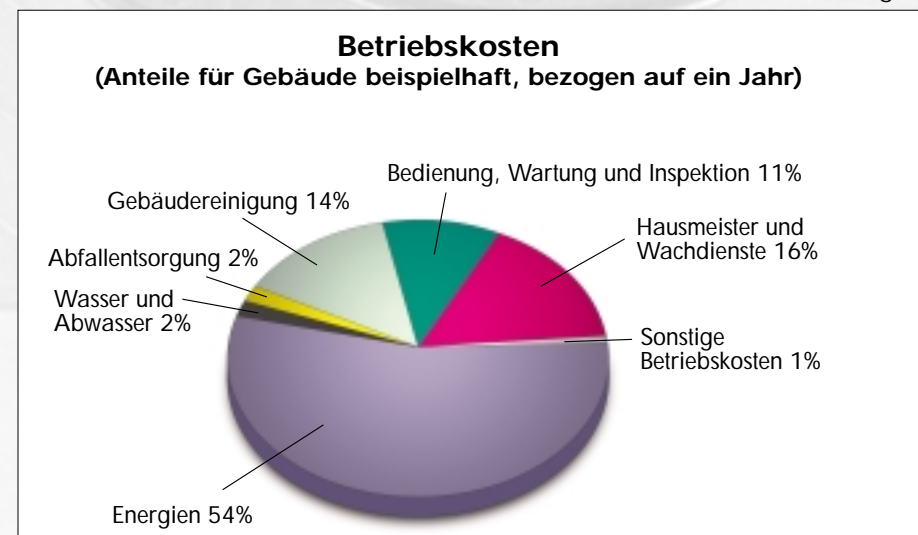


Abbildung 1  
Abbildung 2







## 2.2 Integrale Planung

Die Anfangsentscheidungen wie Form und Orientierung des zu planenden Gebäudes sind bereits maßgebend für den zukünftigen Energieverbrauch. Nur wenn sich schon in dieser Phase eine integrale Planung vollzieht, sind echte Synergieeffekte möglich und somit später nutzbar zu machen.

Obwohl die heute gegebenen Bauaufgaben meist viel zu komplex sind, als daß sie nur von einer Fachdisziplin gelöst werden können, ist die fachübergreifende Zusammenarbeit von Architekten, Handwerkern und Ingenieuren aller Fachgebiete nicht immer gewährleistet. Aufgrund dieser Konstellation wird oftmals ineffektiv und damit kostennegünstig gebaut. Ein zeitgleicher Zusammenschluß von Architekten, Tragwerksplanern, TGA-Ingenieuren und der ausführenden Firmen liegt daher im ureigenen Interesse des Bauherrn und sollte durch ihn eingefordert werden.

Bei vielen Architekten, Ingenieuren und Handwerkern bestehen Defizite bei der teamorientierten Kommunikation. Nicht jeder kennt das Wissen, die Erfahrung oder die Stärken des Partners am Bau. Alle aber wissen: Um Kosten und Folgekosten, Energieverbrauch und Umweltbelastung so niedrig wie möglich zu halten, muß aus dem vorhandenen Wissenspool aller am Bau Beteiligten geschöpft werden. Die rechtzeitig aufeinander ab-

gestimmten Planungen erwachsen aus einer gemeinsamen, zielorientierten Zusammenarbeit.

Dafür ist es wichtig, daß der Bauherr einen internen oder externen Projektmanager bestimmt, der seine Interessen im Planungsteam wahrnimmt. Dann gilt es, einen Architekten zu verpflichten, der die Ziele und Visionen des zukünftigen Nutzers teilt. Ein gutes Einvernehmen zwischen Bauherrenvertreter, Architekt und Fachingenieuren im Sinne einer ideellen Allianz kann in seiner Auswirkung auf das Projekt gar nicht überschätzt werden.

Zum Team im erweiterten Sinne zählen auch die bauausführenden Firmen. Diese werden in der Regel erst nach abgeschlossener Planung beauftragt; oft unterstützen sie jedoch die Ingenieure und Architekten im Vorfeld mit ihrem Know-how. Nicht selten machen diese Firmen Vorschläge zu Ausführungsalternativen, die Kosteneinsparungen realisieren sollen. Dieses Interesse ist hilfreich und besonders nach der Auftragsvergabe verständlich, kann aber im Sinne des energieeffizienten Gesamtprojektes kontraproduktiv sein, wenn Detaillösungen aus der Gesamtkonzeption ausscheren. Die Qualitäten werden vom Architekten und den Ingenieuren definiert und überwacht. Deren Kreativität ist gefragt, wenn es darum geht, das hervorragende Fachwissen der Firmen partnerschaftlich zu nutzen.



## 2.3 Zielfindung

Zu Beginn der Planung eines Gebäudes stehen funktionale, qualitative und finanzielle Ziele. Diese gilt es zunächst zu definieren und fest zu umreißen. Die frühzeitige Einbeziehung von Ökonomie und Ökologie sollte von Beginn an Konsens zwischen Bauherren und Architekten sein. Eine Liste der wichtigsten Kriterien kann beispielsweise als Anlage dem Planervertrag beigelegt werden (siehe Tabelle 2).

Anschließend ist es die Aufgabe der Architekten und Ingenieure, diese Ziele in der Planung und der Bauüberwachung umzusetzen. Die Ausbildung der Gebäudeform sowie die Gebäudeausrichtung und -konstruktion nach Energieeffizienz-Gesichtspunkten sind die grundlegenden Schritte, die neben der Auswahl der Baustoffe entscheidend sind für die zukünftigen laufenden Kosten und für die Effektivität der Nutzung.

In diesem frühen Planungsstadium können einfache Computerprogramme bereits wichtige energetische Kenndaten vorausberechnen. Im späteren Verlauf der Planung kann eine rechnergestützte thermische Simulation des Gebäudes im Jahreszeitenverlauf ein sehr hilfreiches Werkzeug zur Orientierung sein.

Der Bauherr sollte neben qualitativen Kriterien, die er in einer Ziel-Liste festlegt, klare quantitative Ziel-Werte als Kennwerte für die zukünftige Energienutzung des Gebäudes vorgeben. Gebräuchlichste Einheit für Wärme- und Strom-Kennwerte ist die Jahresarbeit, gemessen in Kilowattstunden je Quadratmeter Gebäudenutzfläche ( $\text{kWh/m}^2\text{a}$ ).

Die VDI-Richtlinie E 3807 gibt Richtwerte für den Energieverbrauch in verschiedenen Gebäuden vor. Aus der nebenstehenden Tabelle 1 ist ersichtlich, daß ein erhöhter Strombedarf durch Verkaufsbeleuchtung deutlich den Elektrokennwert erhöht. Wird eine Liegenschaft

klimatisiert oder mit einem Rechenzentrum ausgestattet, ergeben sich ähnlich hohe und sogar höhere Werte. Die Werte für den Wärmeverbrauch sind durchaus erreichbar und können etwa durch den Passivhausstandard mit max.  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  weit unterboten werden (siehe Abb. 3).

Gebäudeart (Maximalwerte in $\text{kWh/m}^2\text{a}$ )	Kennwert Heizenergieverbrauch	Kennwert Stromverbrauch
Verwaltungsgebäude	65	8
Verkaufsstätten	45	58

Tabelle 1  
Tabelle 2

### Ziel-Liste (am Beispiel des L·E·O-Gebäudes)

#### A. reduzierte Wärmeverluste

- kompakte Gebäudeform
- Reduzierung des zu beheizenden Volumens durch geringstmögliche Geschoßhöhen
- sehr gute Wärmedämmung aller Außenbauteile (mehr als nach der WSVO gefordert)
- hochwert. Wärmeschutzverglasung
- Winddichtheit der Gebäudehülle

#### B. optimierte Solargewinne

- Arbeitsräume nach Süden orientieren
- Speichermassen im Gebäudeinneren (z.B. massive Wände und Decken)
- optimierter Fensterflächenanteil für die verschiedenen Himmelsrichtungen
- Dach zur Belichtung heranziehen z.B. durch ein verglastes Atrium
- optimale Lichtnutzung mittels Tageslichtlenkung

#### C. Haustechnik

- Einsatz eines energiesparenden Heizungs- und Lüftungssystems mit optimierter Meß-, Steuer- und Regeltechnik (MSR)
- Wärmerückgewinnung aus der Fortluft
- Vermeidung von Klimaanlage
- Einsatz energiesparender Beleuchtungssysteme
- tageslichtabhängige Kunstlichtschaltung
- wassersparende Sanitärinstallation, Regenwassernutzung

#### D. Umwelt

- Rationelle, emissionsarme Energietechnik z.B. Kraft-Wärme-Kopplung oder Brennwerttechnik
- Substitution gesundheitsgefährdender Stoffe in den Bereichen Baustoff, Ausstattung und Möbel





In Anlehnung an die Schweizer Norm SIA 380/4 stellt die nebenstehende Tabelle 3 differenziertere Strom-Zielwerte für Bürogebäude mit unterschiedlicher Ausstattung vor. Dabei werden die einzelnen funktionalen Bereiche getrennt dargestellt. Diese differenzierten Kennwerte aus 1995 sind realistisch, und können als empfohlene Maximalwerte für den elektrischen Verbrauch unschwer erreicht werden.

	Arbeits-hilfen	Zentrale Dienste	Beleuch-tung	Lüftung/ Klima	Diverse Technik	Elektrizität total
	3	2	4	3	4	16
	4	4	7	6	4	25
	4	32	7	14	4	61

Tabelle 3

Die nebenstehende Abbildung 3 zeigt Kennwerte für den Wärmebedarf in Bürogebäuden im Vergleich. Die wichtigsten Standards geben Werte vor, die weit unter dem Durchschnitt des Gebäudebestandes liegen. Die Wärmeschutzverordnung als geltende Rechtsverordnung stellt sich hier mit einem Wert dar, der typisch ist für eine Bürohaus-Kubatur (Verhältnis Außenfläche/Volumen). Der Niedrigenergie-Zielwert, der für den sozialen Wohnungsbau in NRW beispielsweise bindend ist, liegt 25% niedriger. In Bürogebäuden ist die Vermeidung von Wärmequellen durch geeignete Grundkonzepte neben dem Wärmeschutz in der kalten Jahreszeit ebenfalls sehr wichtig (siehe auch Tab. 2).

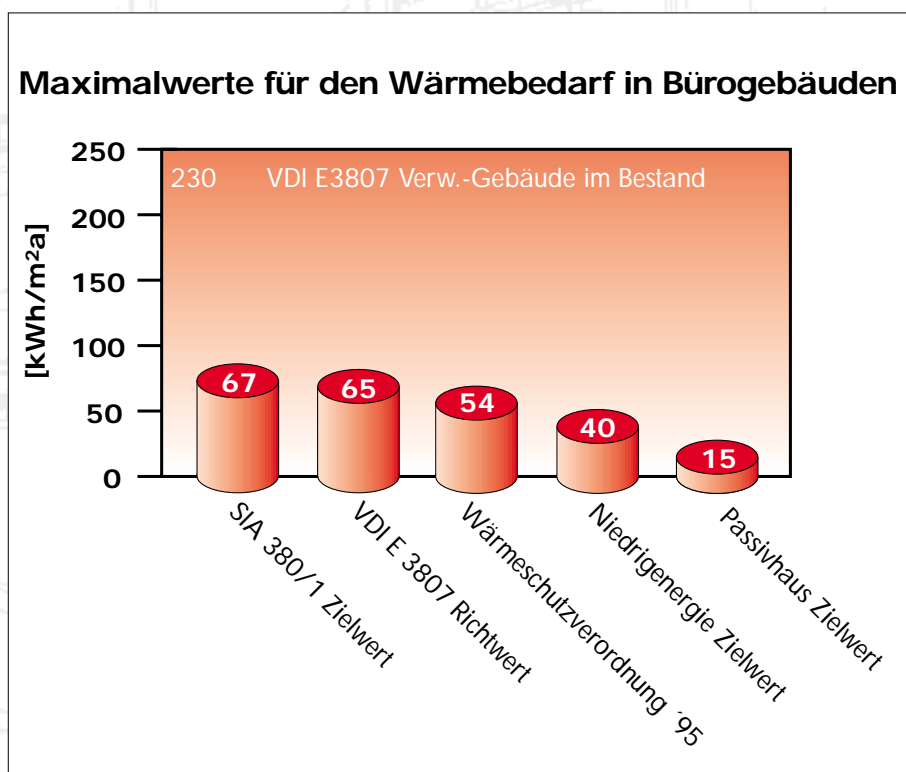


Abbildung 3



## 2.4 Neues Bauen – energiebewußt, ökologisch, langfristig

Die Bundesregierung hat sich beim Klimaschutz das Ziel gesetzt, die CO<sub>2</sub>-Produktion bis zum Jahr 2005 im Vergleich zum Jahr 1990 um 25% zu reduzieren. Allein die Selbstverpflichtungserklärung der deutschen Industrie sieht eine Minderung von 20 Prozent bis zum Jahr 2005 vor. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen vor allem Gebäude – mit ihren hohen Energieverbräuchen und ihrer vergleichsweise langen Lebensdauer – schon heute unter dem Gesichtspunkt der Energieoptimierung geplant und gebaut werden. Auch wenn der sparsame Umgang mit Energie angesichts des notwendigen Klimaschutzes zu den dringendsten Anliegen des Umweltschutzes zählt, sollte der zugrundeliegende Planungsansatz ein ganzheitlicher sein, d. h. auch andere Aspekte eines ökologischen Bauens berücksichtigen. Denn jeder Neubau ist ein Eingriff in die Natur, da er wertvolle Flächen und Ressourcen verbraucht. Jedes Gebäude sollte deshalb so gebaut werden, daß es den Energieverbrauch minimiert, Schadstoffemissionen reduziert, vorhandene Flächen schonend nutzt, umweltgerechte Baustoffe verwendet und energie- und schadstoffintensiven Verkehr vermeidet.

Ökologisches Bauen versucht nicht nur den Belangen des Umweltschutzes Rechnung zu tragen – auch der Mensch soll sich in ökologischen Gebäuden wohlfühlen. Klimatisierte Bürogebäude der Vergangenheit waren häufig durch das „Sick-Building-Syndrom“ gekennzeichnet: Innenraumschadstoffe haben in Verbindung mit raumluftechnischen Problemen bei den Beschäftigten ein breites Spektrum an gesundheitlichen Beschwerden hervorgerufen. Durch die Wahl ökologischer Baustoffe und Einrichtungsmaterialien sowie die Schaffung optimaler raumklimatischer Verhältnisse sollen moderne Bürogebäude eine gesunde und produktive Arbeitsumgebung bieten.

Ökologisches Bauen heißt, den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu betrachten. Mit ihrem ganzheitlichen Ansatz soll ökologische Planung auch künftige Nutzungsmöglichkeiten sowie den ressourcensparenden Rückbau berücksichtigen. Angesichts drastisch steigender Gebühren für Bauschutt lassen sich auch hier zunehmend Kosten sparen. Zudem etabliert sich ökologisches Bauen aufgrund der damit verbundenen Qualitätsstandards als Marketingfaktor. Angesichts der Dynamik auf dem Büroflächenmarkt mit einem von Leerständen geprägtem Bestand eröffnen ökologische Bürogebäude nicht nur angesichts steigender Energiepreise wichtige Wettbewerbsvorteile.

### Die Ziele der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“

- Die verwendeten Baustoffe sollen nach ihrer Nutzung wiederverwendet oder in den natürlichen Kreislauf integriert werden können.
  - Der Eintrag von Schadstoffen in die Umwelt darf nicht höher sein als deren Aufnahmefähigkeit.
  - Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen (Rohstoffquellen) soll deren Regenerationsrate nicht überschreiten.
  - Aus den eingesetzten Baustoffen sollen keine gesundheitlichen Belastungen für den Menschen entstehen.
  - Es sollen nur so viele nicht-erneuerbare Ressourcen verbraucht werden, wie regenerative (erneuerbare) Substitute für den Zeitpunkt der späteren Erschöpfung geschaffen werden.
- (nach: „Konzept Nachhaltigkeit“, Zwischenbericht der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“, 1997)





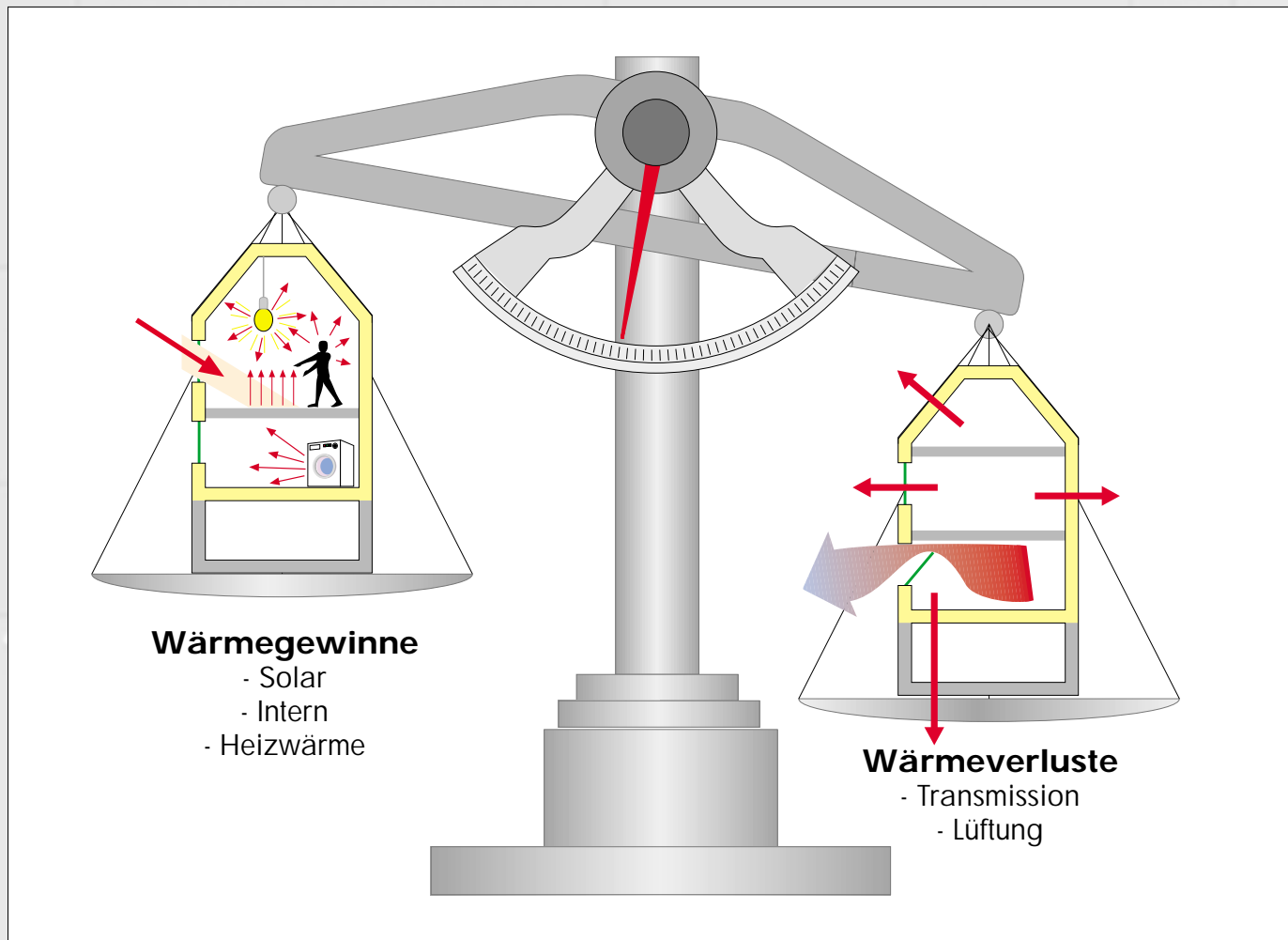
### 3. Bauausführung, relevante Technologien

#### 3.1 Wärmeschutz

Gebäude lassen sich unter anderem durch Wärmebilanzen beschreiben. Der Energieerhaltungssatz aus der Physik besagt, daß die einem System zugeführte Energie genau gleich groß sein muß, wie die das System verlassende Energie. In bezug auf ein Gebäude wird dieser Satz besonders anschaulich: Wärme von Büromaschinen, aus Beleuchtung, Personenwärme, Sonneneinstrahlung und

schließlich Heizwärme wird zugeführt. Durch die Außenhülle, durch Fenster, Türen und Lüftungsanlagen verläßt die Wärme das Gebäude wieder (siehe Abb. 4). Bei Gebäuden sind weiterhin der Effekt der Wärmespeicherung und die damit verbundene zeitliche Verschiebung von thermischen Abläufen zu beachten. Im Heizkessel und in Kraftwerken entstehen Abwärme und Klimagase. Letztere tragen wesentlich zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei.

Abbildung 4



#### 3.1.1 Wärmedämmung

Je besser der Wärmeschutz eines Gebäudes, desto weniger Heizwärme muß aufgebracht werden und desto weniger Heizkosten entstehen. Wird die Wärmedämmung maximiert, ist es möglich, das Gebäude durch geringe Wärmezufuhr zu erwärmen. Der Austausch der Luft sollte im winddichten Gebäude zugfrei durch eine einfache Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung gewährleistet sein. Lediglich zum Ausgleich der geringen Wärmeverluste ist Heizwärme erforderlich. Wird dieses Prinzip optimiert, so erreicht man den sogenannten „Passivhausstandard“, ein konsequent weiterentwickeltes Niedrigenergiekonzept mit einem kleinen Restwärmebedarf.

Ein solches Passiv-Bürogebäude ist zum Beispiel in Cölbe bei Marburg entstanden. Die Außenwanddämmstärken betragen bis zu 35 cm, und die dreifache

Wärmeschutzverglasung ist mit Edelgas gefüllt. Auch wenn solche Dämmstärken für den Architekten manchmal noch ungewöhnlich sind, hat die Praxis den wirtschaftlichen und ökologischen Sinn größerer Dämmung eindeutig nachgewiesen (siehe Abb. 5). Optimierte Wärmedämmung ist auch im Sommer zur Vermeidung von Überhitzung hilfreich und kann dadurch dazu beitragen, den Einbau von Klimaanlage zu vermeiden. Zur Realisierung dieses Prinzips gehört die konsequente Vermeidung bzw. Reduzierung innerer Wärmelasten – etwa bei Computern.

Bei Neubauten ist der Aufwand für größere Dämmstärken relativ gering. Die Temperaturen von Wänden und Decken werden bei optimaler Wärmedämmung fast bis zur Raumtemperatur angehoben. Dies sorgt für thermischen Komfort, der zu angenehmen Arbeitsbedingungen und damit zu höherer Effizienz der Mitarbeiter beiträgt.

#### 3.1.2 Wärmespeicherung

Sparen und Speichern sind zwei völlig unterschiedliche Begriffe, die jedoch oft miteinander in Verbindung gebracht werden. Vereinfachend könnte man ein Gebäude mit einer Isolierkanne vergleichen: Das Getränk bleibt wegen der guten Wärmedämmung heiß oder kalt, während es in einem Keramikgefäß schnell die Umgebungstemperatur annimmt. Die heiße Keramik speichert die Wärme nur über einen kurzen Zeitraum. Gute Außendämmung und die in Baustoffen gespeicherten Wärme oder Kälte können sich ideal ergänzen. Man weiß inzwischen, daß auch bei sehr gut gedämmten Gebäuden wärmespeichernde Massivbauteile die thermischen Lasten in energetisch positiver Weise zeitlich verschieben können.

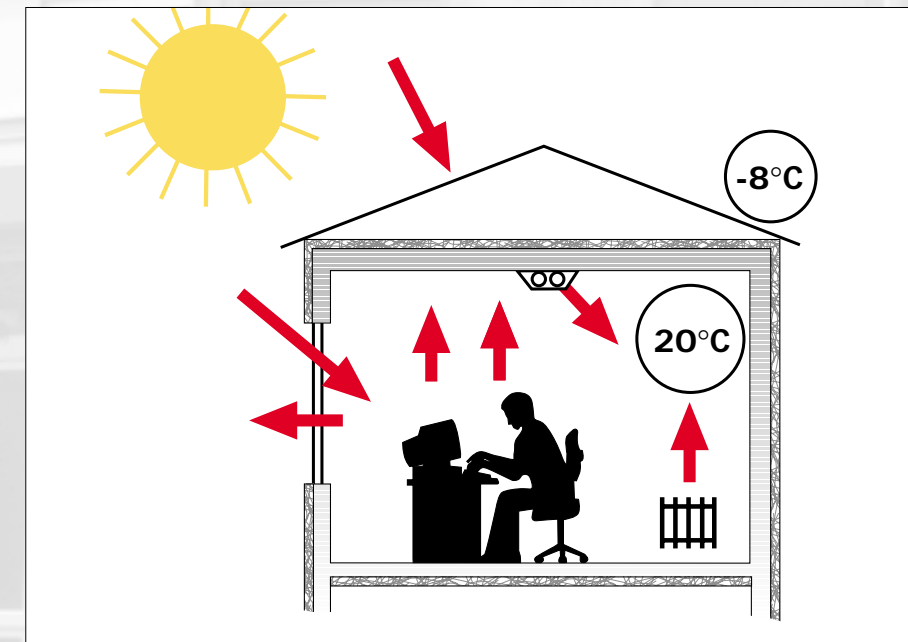


Abbildung 5: Angenehme Arbeitstemperatur durch Wärmedämmung





### 3.1.3 Wärmebrücken

Eine Wärmebrücke ist ein örtlich begrenzter Bereich, dessen Wärmeverlust höher ist, als derjenige der Wände und Decken. Wärmebrücken entstehen oft an konstruktiv relevanten Punkten, wenn also etwa ein Dachträger die Außenhülle ungedämmt durchstößt. Bei solchen Wärmebrücken entsteht im Innenbereich an den relativ kalten Flächen oft Schimmelbefall. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten ist eine sorgfältige, wärmebrückenfreie Planung und Ausführung wichtig. Wärmebrücken lassen sich durch thermisch getrennte Aufbauten weitgehend vermeiden. Dabei sollten wärmedämmende Schichten nicht unnötig durchstoßen werden. Der versierte Architekt kennt vielfältige Lösungen für wärmebrückenfreie Konstruktionsdetails.

### 3.1.4 Tauwasser

Aus dem Wohnungsbau sind Feuchteschäden weithin bekannt. Bei Büronutzung gibt es jedoch gemeinhin keinen hohen inneren Feuchteanfall. In Niedrigenergiebüros mit guter Wärmedämmung kann es normalerweise nicht zur Oberflächenkondensation und damit auch nicht zu Schimmelbefall kommen.

### 3.1.5 Luftdichtigkeit

Die Luftdichtigkeit eines Niedrigenergiegebäudes ist energetisch absolut notwendig. Es soll vermieden werden, daß die Lüftungswärmeverluste höher sind als diejenigen durch Transmission. Durch ausreichenden Schlagregenschutz werden zwar die Gefahren der Durchfeuchtung durch Regen gebannt, Fassaden sind jedoch oftmals nicht wirklich luftdicht. Es kommt zu unkontrollierten Wärmeverlusten in Abhängigkeit des Winddrucks. Im Niedrigenergiegebäude sollte eine ausreichende Raumlüftung stets durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sichergestellt werden.

### 3.1.6 Sommerlicher Wärmeschutz

Eine gute Dämmung der Außenbauteile bewirkt neben dem Wärmeschutz eine geringere Aufheizung des Gebäudes im Sommer. Glasflächen sollten dementsprechend aus optimal ausgewählten Gläsern gestaltet werden, die nach innen die Wärme gut dämmen, diese im richtigen Maß nach außen „zurückstrahlen“ und möglichst viel Tageslicht durchlassen. Sehr große Glasflächen sind aus energetischer Sicht im Sommer wie im Winter ungünstiger als wärmegeämmte Außenwände. Ein außenliegender Sonnenschutz schützt Glasflächen besonders effektiv vor Einstrahlung im Sommer.

Bei modernen Bürogebäuden sind sommerliche Überhitzung durch Einstrahlung und innere Wärmelasten oft Probleme, denen häufig mit hohem technischem Aufwand begegnet wird, statt die Fensterflächen zu begrenzen. Es ist deshalb notwendig, schon bei der Grundkonzeption durch rechnergestützte Berechnungen bzw. Simulationen energetische Betrachtungen anzustellen. Es gilt, unnötige Wärmelasten zu vermeiden, um eine in der Investition und im Betrieb teure Kühlung zu umgehen. Beim Betrieb von Rechenzentren und der Realisierung einfacher oder doppelter Glasfassaden geht es darum, die Kühlung der auftretenden Wärmelasten möglichst wenig energieaufwendig werden zu lassen.

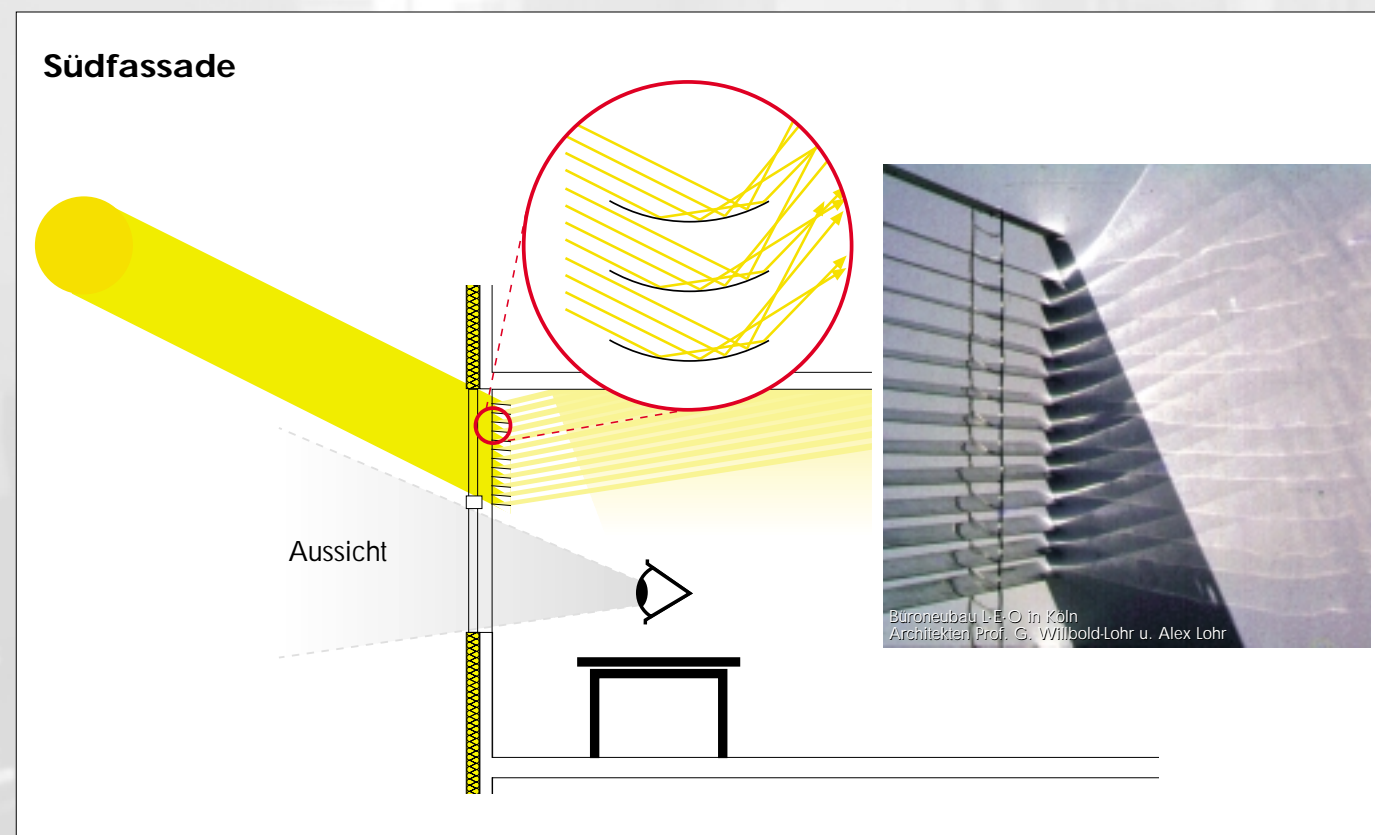


### 3.2 Tageslicht und Beleuchtung

Die Beleuchtung ist für die Qualität des Arbeitsplatzes sehr wichtig. Eine gute Ausleuchtung mit Tageslicht sollte in seiner Auswirkung auf die Mitarbeiter nicht unterschätzt werden (siehe Abb. 6). Die für Beleuchtung aufgewandten Stromkosten in Bürogebäuden sind jedoch erheblich.

Weniger Kunstlicht bedeutet auch weniger interne Wärmelasten. Durch eine Optimierung von Tageslichteintrag und künstlicher Beleuchtung kann in vielen Fällen auf eine Klimaanlage verzichtet werden. Auch für Nordräume kann der Tageslichtanteil erhöht werden.

Abbildung 6:  
Nur oberhalb der Augenhöhe  
ist Lichtumlenkung an die  
helle Decke sinnvoll







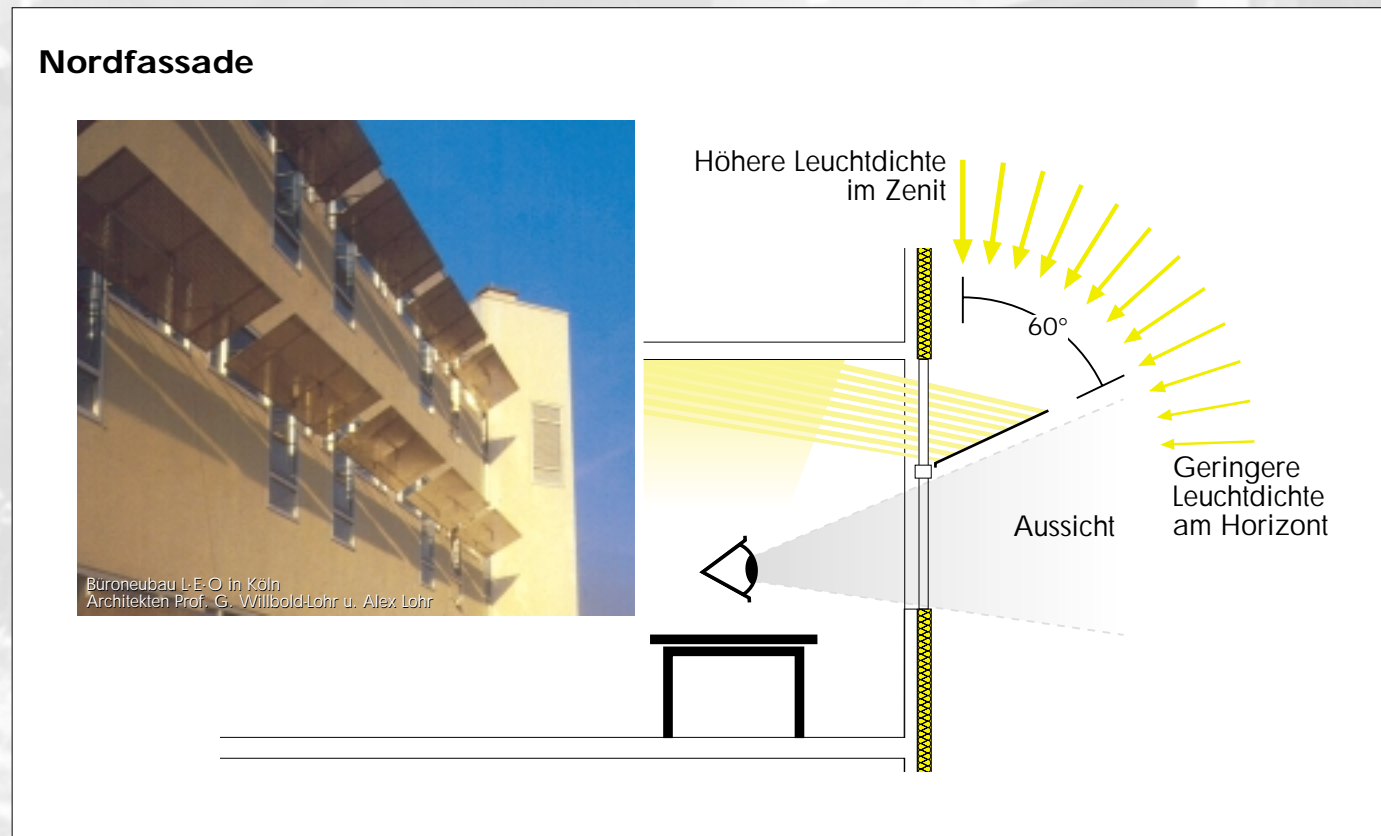
### 3.2.1 Tageslichtnutzung

Um einen guten Tageslichteintrag zu ermöglichen, sind bauliche Maßnahmen und lichtlenkende Systeme erforderlich. Die baulichen Möglichkeiten wie etwa Grundriß- und Fassadengestaltung, Gebäudeausrichtung, Oberlichter, Farbgestaltung, Stores etc. sind vielfältig.

Tageslichtlenkende Systeme fangen einen Lichtstrom ein und leiten diesen ins Rauminnere weiter. Ein Beispiel aus dem Schweizer Forschungsprogramm LUMEN: Der außenliegende Teil einer Vorrichtung „sammelt“ Diffuslicht vom Himmel und focussiert es auf die Fensterfläche. Der innenliegende Teil funktioniert wie ein Tageslichtprojektor, er lenkt den Lichtstrom zum hinteren Teil des Raumes. Auch mit einfachen Tech-

niken lassen sich so gute Wirkungen erzielen: Das können abgewinkelte Reflektorbleche sein, die außen vor den Fensteroberlichtern (Nordseite, Abb. 7) angebracht sind oder lichtlenkende Lamellen von automatisch gesteuerten Jalousien (Südseite, Abb. 6), die auf der Innenseite das Licht gegen die Decke reflektieren. Holografisches Verbundglas kann Licht in Räume und auf Solarzellen lenken oder transparent abschatten.

Abbildung 7: Auch auf der Nordseite konnte der Tageslichtanteil erhöht werden



### 3.2.2 Tageslichtgeführtes Kunstlicht

Sind die Möglichkeiten der Tageslichtnutzung ausgeschöpft, können weitere Energiespareffekte durch Steuerung erreicht werden:

- Tageslichtabhängige Schaltungen schalten das Kunstlicht ab, oder dimmen es automatisch, wenn genügend Tageslicht durch die Fenster einfällt.
- Anwesenheitsgesteuerte Schaltungen schalten das Licht ab, wenn sich über einen bestimmten Zeitraum keine Person im Raum befindet.
- Zeitsteuerungen schalten die Beleuchtung außerhalb der vorgegebenen Nutzungszeiten aus.
- Eine Kombination aus den genannten Funktionen in einem Sensor in Aufenthaltsbereichen von Bürogebäuden sinnvoll.

Die Möglichkeit, das Licht bei Bedarf von Hand zuzuschalten, kann und sollte bei allen zuvor genannten Steuerungen vorgesehen werden.

Zur Energieeinsparung ist die Auswahl der Beleuchtung maßgebend (siehe Abb. 8). Wirtschaftlich ist der Einsatz von Dreiband-Leuchtstoffröhren mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Anders als konventionelle Vorschaltgeräte ermöglichen heute gängige Warmstart-EVG ein problemloses und kostensparendes Abschalten bei Auszeiten von mehr als 10 Minuten. Gute Leuchten gewähren weiterhin eine hohe Lichtausbeute durch bessere Reflektoren. Für Sonderbereiche wie Küchen oder Speiseräume sind weißere oder wärmere Lichtfarben der Leuchtstoffröhren wählbar, als sie für die Bürobeleuchtung verwendet werden.

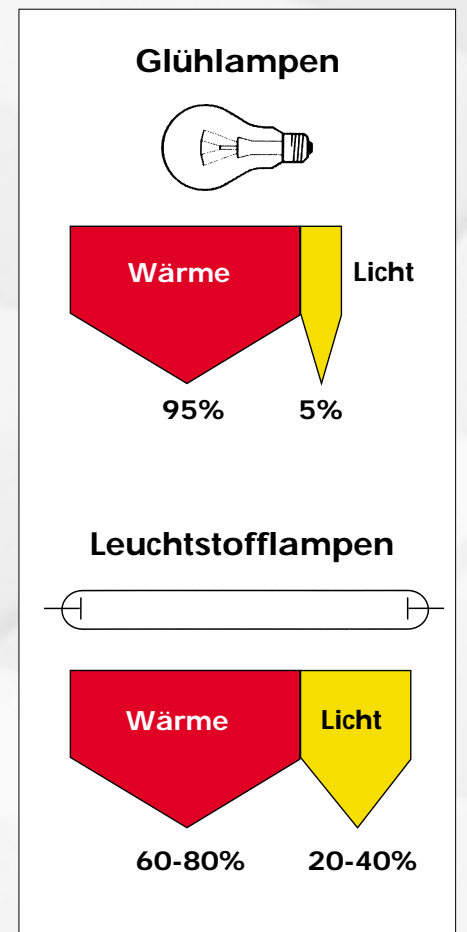


Abbildung 8





### 3.3 Heizung/Lüftung

Vor dem Einsatz einer effizienten Heiztechnik sollte die Reduzierung der benötigten Heizenergie durch die Bauweise des Gebäudes stehen (siehe auch Kapitel 3.1 zum Thema Wärmeschutz). Die verbleibende Heizwärme sollte durch ein gut regelbares System zugeführt werden, das zum Gebäude und seiner Nutzungsart paßt. Das Gebäude ist dabei von Beginn an als Gesamtsystem zu betrachten, in dem auch interne Wärmequellen und passive Solarwärme berücksichtigt werden müssen. Die technische Ausstattung kann mehr oder weniger hochwertig sein, sollte aber immer das Gebäude in seinem thermischen Verhalten jahreszeitlich möglichst ideal ergänzen.

#### 3.3.1 Beheizungsarten

Zur Heizwärmeerzeugung sollte der hochwertige Energieträger Strom vermieden werden, damit die CO<sub>2</sub>-Bilanz möglichst gut ist. Diese fällt z.B. bei Holz und Biomasse positiv aus, denn deren thermische Verwertung ist CO<sub>2</sub>-neutral. Die Elektrowärmepumpe bringt gegenüber der Gasbrennwerttechnik keinen nennenswerten CO<sub>2</sub>-Gesamtvorteil, kann aber gleichwohl bei Niedrigenergiebauten sinnvoll sein, wenn etwa Gas nicht zur Verfügung steht (siehe Abb. 9).

Zur Wärmeerzeugung werden zumeist Kessel für fossile Energieträger eingesetzt. Effektiver nutzt jedoch die Kraft-Wärme-Kopplung als Blockheizkraftwerk oder in Form der Fernwärme den Brennstoff aus. Blockheizkraftwerke können in der Regel aus wirtschaftlichen Gründen nur kontinuierlich anfallende Grundlasten von Strom- und Wärmebedarf decken. Die Investitionskosten für BHKW sind relativ hoch, deshalb sind zur Amortisation mitunter lange Jahreslaufzeiten nötig.

Die vorherrschende Art der Wärmeverteilung geschieht mittels Wasser, das als Wärmeträgermedium durch ein Heizsystem zirkuliert. In einem hochwärmegeämmten Gebäude kann die Zuführung der geringen benötigten Heizenergie über den hygienisch ohnehin nötigen Luftaustausch erfolgen. Der Transport warmer oder kalter Luftmengen durch mehr oder weniger platz-

raubende Luftkanäle kann durch die Installation von Flächensystemen auf ein Minimum begrenzt werden.

Flächensysteme wie Fußboden- oder Wandheizung bzw. Kühldecken reagieren allerdings oft sehr träge. Es kann dem System möglicherweise schwerfallen, etwa im Frühjahr dem sprunghaften Wetter „nachzufahren“. Dies ist um so weniger der Fall, je besser die thermische Gebäudehülle ausgebildet ist; die inneren Temperaturschwankungen bleiben dann gering. In sehr gut gedämmten Gebäuden genügt meist eine kombinierte Lüftungs-/Heizungsanlage ohne Kühlung. Massive Bauteile können thermisch puffernd genutzt werden, indem man etwa Betondecken nachts durch freie Luftströmung oder durch zirkulierendes Wasser vorsorglich für den nächsten Tag kühlt. Elektrisch angetriebene Kompressions-Kältemaschinen sind dazu in der Regel nicht erforderlich.

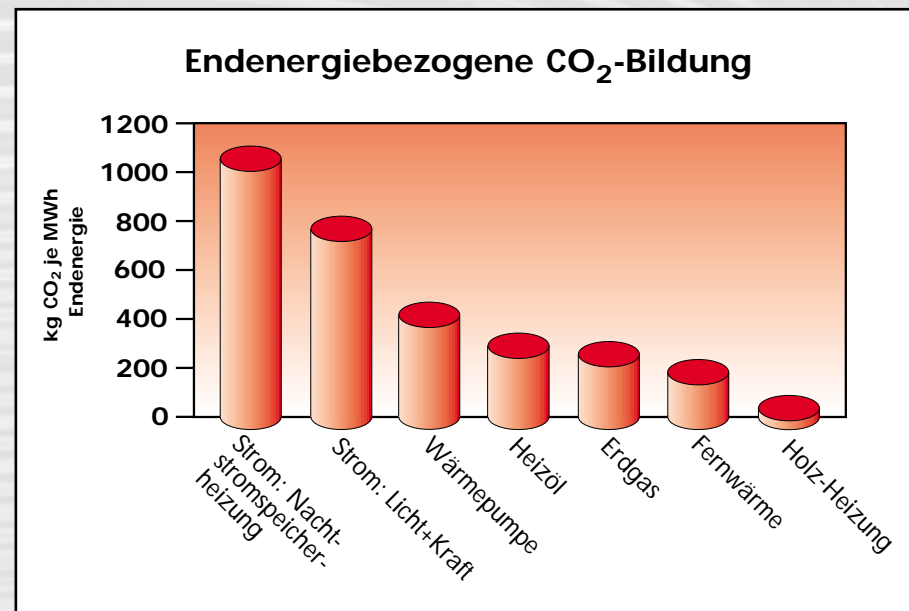


Abbildung 9  
Quelle: GEMIS 3.0



### 3.3.2 Lüftung

In Bürogebäuden wird oft ganz oder teilweise Luft als Medium je nach Wetterlage beheizt oder gekühlt, be- und entfeuchtet. Die Luftmengen sind bei hervorragender Wärmedämmung selbst dann relativ klein, wenn sie die Wärmezufuhr übernehmen. Es wird nur die hygienisch nötige Luftmenge umgewälzt, Zugscheinungen werden somit vermieden. Diese Luft kann auch eine sehr begrenzte Kühlung transportieren, sollte dies nutzerspezifisch unabdingbar sein. Lüftungsanlagen sollten optimal ausgelegt und mit energiesparenden Lüfterantrieben sowie digitaler Regelungstechnik ausgestattet sein (siehe Abb. 10). Die Wärmerückgewinnung aus der Abluft sollte durch ein hocheffizientes System übernommen werden.

Wird die Außenluft durch einen sogenannten Erdwärmetauscher von der Lüftungsanlage angesaugt, so kann sie dadurch im Winter angewärmt und im Sommer vorgekühlt werden. Ein Erdwärmetauscher ist ein durch das Erdreich verlaufendes Rohr, welches das ausgleichende Temperaturniveau des Bodens nutzt. In einigen Metern Tiefe sind zu allen Jahreszeiten Temperaturen bis etwa 10°C anzutreffen. Die Praxiserfahrungen hinsichtlich Funktion und Hygiene von Erdkanälen sind gut (siehe Abb. 11).

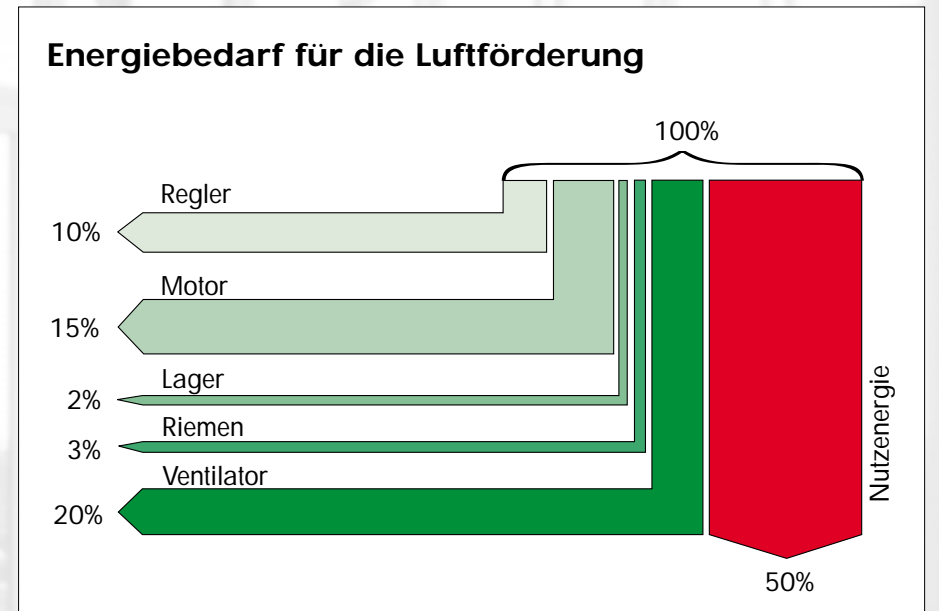


Abbildung 10

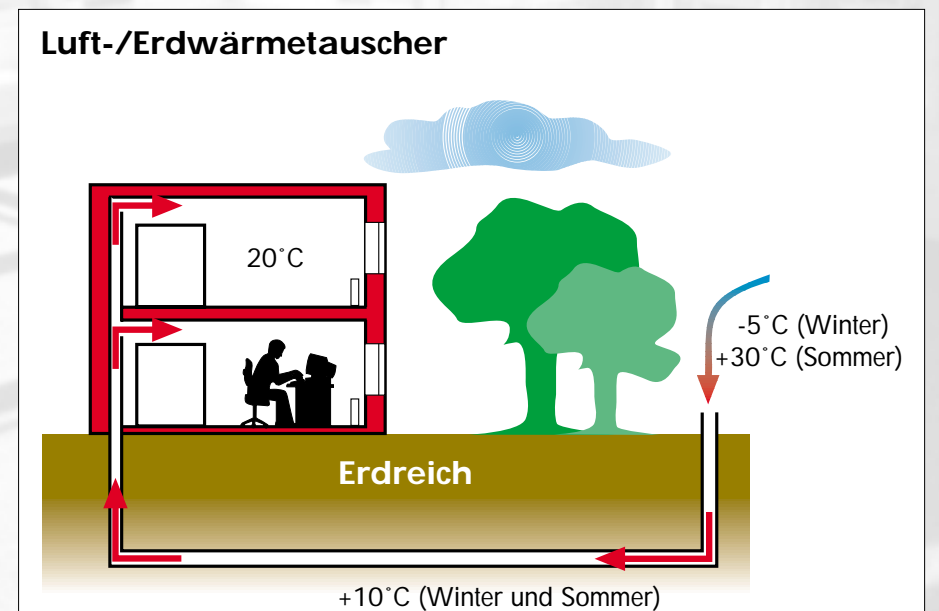


Abbildung 11





### 3.3.3 Regenerative Energien nutzen

Die eingestrahelte solare Energie kann für ein Gebäude auf aktive und auf passive Weise nutzbar gemacht werden. Die Ausrichtung nach Süden, die Anordnung der Fenster und die Ausbildung der thermischen Gebäudehülle sind passive, die Installation und Nutzung technischer Anlagen dagegen aktive Maßnahmen. Daß die Solarnutzung auch im scheinbar nicht gerade sonnenverwöhnten NRW sinnvoll sein kann, zeigt der Solaratlas der Energieagentur NRW.

Solarkollektoranlagen können Energie für die Brauchwassererwärmung der Kantinenküche und zur Heizungsunterstützung im Niedrigenergiegebäude bereitstellen. Weiterhin kann Kollektorwärme zur solaren Kühlung in Absorptions- und Adsorptionskälteanlagen genutzt werden. Vakuumröhrenkollektoren liefern ein höheres und somit besser für diese Kühltechnik geeignetes Temperaturniveau.

Photovoltaische Anlagen erzeugen Strom aus Sonnenenergie, der sofort genutzt oder ins öffentliche Netz eingespeist werden kann. Einige Stadtwerke in NRW erstatten eine sogenannte kosten-

gerechte Einspeise-Vergütung für photovoltaisch erzeugten Strom.

Das ausgeglichene Temperaturniveau des Erdreichs – Erdwärme ist auch eine regenerative Energiequelle – ist mittels einer Wärmepumpe zur Beheizung und zur Kühlung nutzbar. Darüber hinaus kann durch Einspeisen von Wärme und Kälte in verschiedene Tiefenschichten oder in massive Fundamentbauteile der Untergrund als Temperaturspeicher dienen. In der CO<sub>2</sub>-Bilanz eindeutig positive Gasmotorwärmepumpen werden bisher nur in größeren Leistungseinheiten angeboten. Sie können somit für große Liegenschaften sinnvolle Heizaggregate sein.



Verwaltungsgebäude der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück – hier ist die PV-Anlage nicht in den Baukörper integriert (Architekt: Prof. Erich Schneider-Wessling, Köln)



### 3.4 Regelungstechnik

In großen Liegenschaften mit komplexen technischen Einrichtungen werden Steuerungs- und Regelungsanlagen als digitale Systeme eingesetzt, um die Funktionen der technischen Anlagen optimal zu steuern (siehe Abb. 12). Diese regeltechnischen Anlagen können dazu beitragen die Energiekosten zu senken.

#### 3.4.1 Gebäudeautomation

In die Gebäudeautomation oder Gebäudeleittechnik (GLT) als zentrale Regeleinheit können beispielsweise Lüftung, Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Sanitär- und Sicherheitstechnik eingebunden werden. Der besondere Vorteil besteht in der Nutzung von Synergieeffekten durch die Verknüpfung verschiedener Technologien. Voraussetzung sind allerdings gemeinsame Schnittstellen – nicht nur im technischen Sinne. Bei Planung und Einbau ist eine enge und gute Zusammenarbeit zwischen Planern und Ausführenden der verschiedenen Gewerke erforderlich.

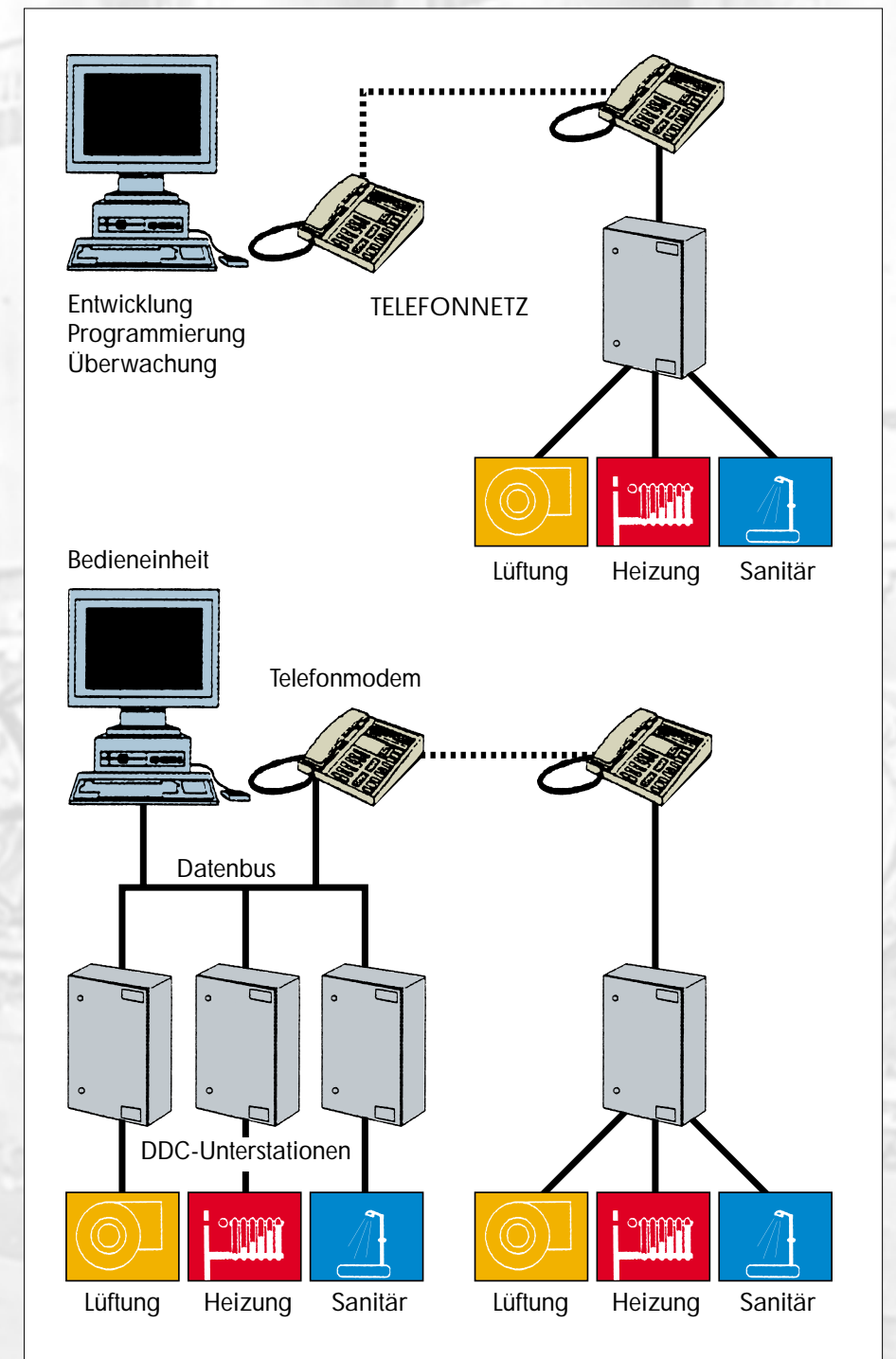
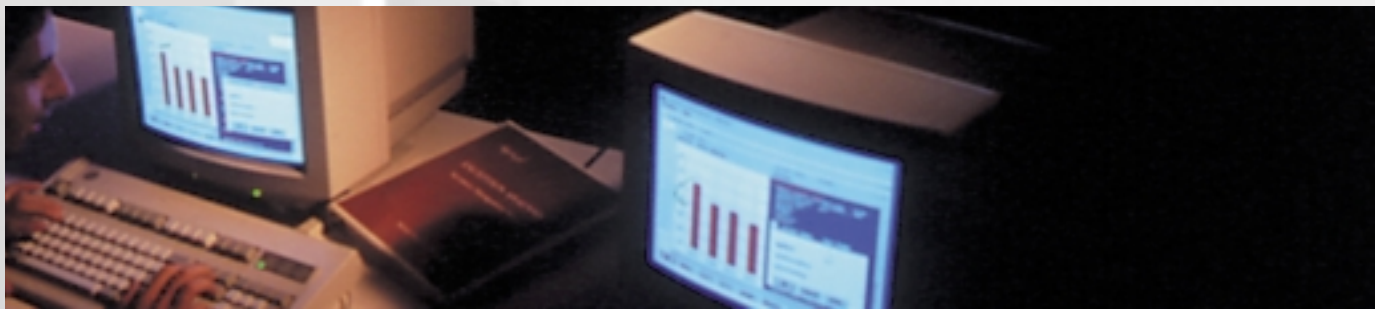


Abbildung 12: Komponenten einer zentralen Gebäudeleittechnik mit Fernüberwachung





### 3.4.2 Bussysteme

In der Regel sind die Steuerungs- und Regelungssysteme für haustechnische Anlagen heute digitale (DDC) Systeme mit speicherprogrammierbarer (SPS) Steuerung. Diese Technik kann die Funktionen Regelung, Steuerung und Optimierung übernehmen. Die Computereinheit führt die Stellglieder wie Pumpen, Ventile und Klappen anhand eines Programms nach Parametern wie etwa Raumkonditionen und Nutzungszeiten. Um Kabel und Verkabelungswege zu sparen, werden alle Komponenten durch eine Sammelleitung (BUS) miteinander verbunden. Verschiedene existierende Bussysteme wie etwa der Europäische Installations Bus (EIB) werden möglicherweise in der Zukunft technisch zu einem einzigen System zusammengefaßt. Eine spezielle Bus-technik arbeitet mit örtlich operierenden Netzwerken (LON) und kann z.B. das Strom- oder Telefonnetz als Übertragungsweg nutzen.

Die einzelnen Hersteller für Meß-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR) und Gebäudeleittechnik sind hinsichtlich ihrer Programme und Komponenten oft nicht kompatibel. Verschiedene Liegenschaften lassen sich jedoch bei einigen Herstellern durch ein sogenanntes intelligentes Bediensystem (IBS) in einer Leitzentrale miteinander verknüpfen. Ein neues Gebäude kann also möglicherweise gemeinsam mit bestehenden Liegenschaften von einer Warte aus zentral überwacht werden, auch wenn die Gebäudeleittechnik (GLT) eines anderen Herstellers zum Einsatz kommt.

### 3.5 Elektrische Verbraucher

Neben der Beleuchtung und den Heizungs- und Lüftungstechnischen Anlagen sind EDV-Anlagen, Aufzüge und Küchen Energieverbraucher und Verursacher von Stromkosten in Bürogebäuden.

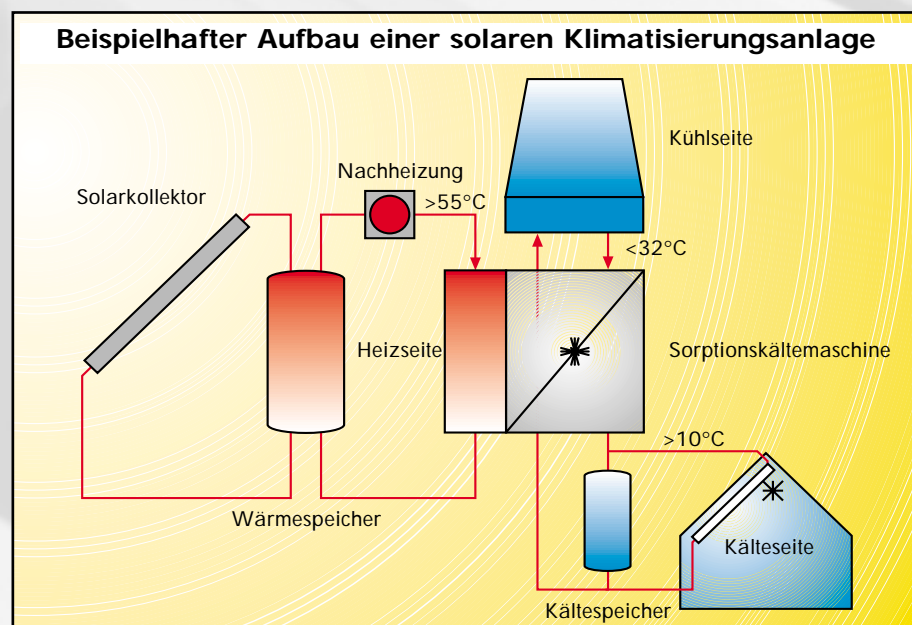
#### 3.5.1 EDV

Bei der energetischen Betrachtung von Rechenanlagen ist zunächst zwischen zentraler EDV und dezentralen Personalcomputern mit der jeweiligen Peripherie zu unterscheiden. Der Trend geht in Richtung dezentraler, eng vernetzter Anlagen. Gleichwohl sind zentrale Rechenzentren für verschiedene Unternehmen kaum durch Einzelrechner zu ersetzen.

Die spezifischen Kosten und auch der Energieverbrauch von zentralen Rechenanlagen sinken ständig. Für den Stromverbrauch ist also der Anschaffungszeitpunkt maßgeblich.

Bei der Anlagenplanung sollten Überkapazitäten vermieden werden, denn für weitere Arbeitsplätze ist in der Regel die Nachrüstung meist ohnehin preiswerter. Einsparungen können durch Lockerung der Anforderungen an die Rechner-Raumkonditionen erreicht werden, denn EDV-Raum-Klimatisierung benötigt Energie. In jedem Falle sollte die Möglichkeit der freien Kühlung genutzt und der Einsatz der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung oder der solar betriebenen Kühlung erwogen werden (siehe Abb. 13).

Abbildung 13



### 3.5.2 Aufzüge

Der modulare Aufbau dezentraler Anlagen ist flexibel und läßt Teilabschaltungen zu. Gleichwohl sollte der Energieverbrauch im einzelnen recherchiert werden. Beispielsweise sind Tintenstrahldrucker energiesparender als Laserdrucker. In der Regel benötigt der Bildschirm den größten Teil der Energie eines PC und sollte daher während längerer Pausen abgeschaltet werden. Die Lebensdauer wird durch das häufigere Ein- und Ausschalten nicht grundsätzlich beeinträchtigt. Bei der Anschaffung von stromsparender Bürotechnik sollte das Energielabel, das die Energieeffizienzklasse des Gerätes angeibt (A=sehr gut), berücksichtigt werden.

Auf eine unterbrechungsfreie Stromversorgung kann in der Regel verzichtet werden, da viele Betriebssysteme heute stromausfalltolerant sind und die Wahrscheinlichkeit für einen Ausfall des Stromnetzes extrem gering ist. Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung hat eine Verlustleistung von bis zu 30 Prozent der angeschlossenen Geräteleistung zur Folge und verursacht damit durch ihren permanenten Betrieb deutliche Energieverluste.

### 3.5.3 Küchen

Heute kommen in Büroneubauten hauptsächlich Seil- und Hydraulikaufzüge zum Einsatz. Hydraulikaufzüge können bei geringeren Investitionskosten einige Geschoßhöhen überwinden. Seilaufzüge sind schneller und verbrauchen weniger Energie, sie können bei der Abwärtsfahrt Energie gewinnen und den Strom ins Netz zurückspeisen. Es sollten daher vorrangig Seilaufzüge eingesetzt werden.

Eine hohe Geschwindigkeit erhöht den Energieverbrauch; die Auswahl von Motor, Getriebe und Motorregelung sind ebenfalls ausschlaggebend. Frequenzumrichter-Antriebe können im Vergleich zu älteren Feinabsteller-Aggregaten zwei Drittel der Antriebsenergie einsparen. Bei großen vorhandenen Anlagen mit hoher Taktfrequenz lohnt sich eine Umrüstung.

Die Ausstattung und die Organisation der Küche im Bürogebäude ist maßgeblich für den Energieverbrauch. Es ist technisch möglich, weitgehend Gasgeräte einzusetzen, deren Primärenergieverbrauch bei einem Drittel von dem elektrischer Geräte liegt.

Grundsätzlich ist Dämpfen effizienter als Kochen, da weniger Flüssigkeit aufgeheizt wird. Das Dämpfen verbessert auch die Qualität der Speisen. Es sollten also geschlossene Geräte wie Kombidämpfer, Druckgarbaisière, Druckkochkessel oder Dampfluft-Mikrowelle statt Umluftofen und Steamer eingesetzt werden. Kombidämpfer und Vakuumbehälter können Speisen energieeffizient warmhalten, alle anderen Warmhaltegeräte sollten gut wärmedämmend sein. Induktionskochherde verbrauchen weitaus weniger Energie als Hartchrom-Grillplatten oder Gußplattenherde. Bei der Lüftungsanlage ist eine Wärmerückgewinnung unabdingbar. Kaltluft-Induktionshauben können ebenfalls Zuluftwärme einsparen.

Spülmaschinen sind große Wasserverbraucher. Es ist darauf zu achten, daß das Wasser nicht elektrisch aufgeheizt wird, sondern durch die Zentralheizung oder durch Abwärme von Kälteanlagen bereitgestellt wird. Die elektrischen Verbraucher nicht nur der Küche werden sinnvollerweise in ein Lastmanagementsystem eingebunden, das geeignete Verbraucher kurzzeitig abschaltet und auf diese Weise teure Stromspitzen vermeidet. Diese Funktion kann auch durch die Gebäudeleittechnik übernommen werden.





## 4. Ausblick

Durch die vorangegangenen Informationen möchte die Energieagentur NRW Sie motivieren. Als Bauherr und zukünftiger Nutzer, aber auch als Investor einer Büro-Immobilie kennen Sie jetzt die ersten Schritte hin zu einer langfristig wirtschaftlichen Liegenschaft. Sie wissen nun, daß die Herangehensweise und die grundsätzliche Bauweise entscheidend sind, nicht die einzelne Technik. Über Energie und Kosten hinaus werden Gestaltungselemente wie Tageslicht und ökologische Baumaterialien den Nutzwert einer Liegenschaft nachhaltig steigern und bewahren. Viele der gezeigten Techniken sind auch bei der energetischen Sanierung von Altbauten einsetzbar, der Büroneubau bietet jedoch die Chance, das „energetische Optimum“ zu erzielen.

## 5. Weiterführende Literatur

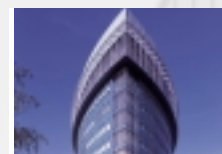
- Dr. H. Kluttig, Zukunftsenergien Aachen/ Heerlen; Energieeffizientes Bauen  
Bezug: Dr. H. Kluttig, Physikalisch-Technische Beratung, Am Beckenberg 1, 52134 Herzogenrath
- Prof. Dr.-Ing. F. D. Heidt, Softwarelabor für Niedrigenergie- und Solararchitektur; NESA 1.10 – Multimediale Datenbank zur Niedrigenergie- und Solararchitektur  
Bezug: Prof. Dr.-Ing. F. D. Heidt, Universität-GH Siegen, Fachbereich Physik, 57068 Siegen, <http://nesa1.uni-siegen.de/>.  
Nutzerhinweis: NESA Datenbank – Digitalisierte Fotos geben einen visuellen Eindruck der Gebäude; auf Konzeptseiten werden Besonderheiten des Gebäudes dargestellt und erläutert.
- Dr. Wolfgang Feist (Hrsg.); Das Niedrigenergiehaus. Neuer Standard für energiebewußtes Bauen; 4. Auflage, Heidelberg: Müller, 1997  
Bezug: ISBN 3-7880-7496-5
- Institut IB, Dokumentation zum Fachkolloquium am 28.6.96; Solarbau, Teilkonzept 3  
Bezug: Inst. f. Industrialisierung des Bauens, Pf 210560, 30405 Hannover  
Nutzerhinweis: Projektsammlung im Auftrag des BMFT Kennz.: 0035005 A
- Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut (Hrsg.); Stromsparen im Passivhaus  
Bezug: Passivhaus Institut, Dr. Wolfgang Feist, Steubenplatz 12, 64293 Darmstadt  
Nutzerhinweis: Protokollband Nr. 7/ Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser
- Dr. Wolfgang Feist, Passivhaus Institut (Hrsg.); Wärmedämmung, Wärmebrücken, Luftdichtheit  
Bezug: Passivhaus Institut, Dr. Wolfgang Feist, Steubenplatz 12, 64293 Darmstadt  
Nutzerhinweis: Fachdokumentaion Nr. 2/ Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser
- Energieagentur NRW (Hrsg.); Forum Tageslichtnutzung in Gebäuden am 20.03.1997, Wuppertal 1997  
Bezug: Energieagentur NRW, Wuppertal; Nutzerhinweis: Veranstaltungsdokumentation
- Energieagentur NRW (Hrsg.); Tatort LEO. Integriertes Planen und Bauen am Beispiel des Kölner Low Energy Office, Wuppertal 1995  
Bezug: Energieagentur NRW, Wuppertal; Nutzerhinweis: Seminardokumentation
- Energieagentur NRW (Hrsg.); Energie- und kosteneffizient lüften und klimatisieren mit RAVEL NRW; Wuppertal 1997  
Bezug: Energieagentur NRW, Wuppertal  
Nutzerhinweis: Seminarunterlage
- Energieagentur NRW (Hrsg.); Lichtblicke mit RAVEL NRW – Energieeinsparung und Kostensenkung bei der Beleuchtung von Bürobauten und Schulen, Wuppertal 1997  
Bezug: Energieagentur NRW, Wuppertal;  
Nutzerhinweis: Seminarunterlage
- Energieagentur NRW (Hrsg.); Baustoffe/Baukonstruktion – Auswahl nach ökologischen Gesichtspunkten, Wuppertal 1995  
Bezug: Energieagentur NRW, Wuppertal;  
Nutzerhinweis: Seminarunterlage
- Energieagentur NRW (Hrsg.); Wärmemanagement – Öffentliche Gebäude, Wuppertal 1995  
Bezug: Energieagentur NRW, Wuppertal;  
Nutzerhinweis: Seminarunterlage
- Energieagentur NRW (Hrsg.); Solares Bauen mit Glas, Wuppertal 1996;  
Bezug: Energieagentur NRW, Wuppertal;  
Nutzerhinweis: Seminarunterlage

## Ansprechpartner bei der Energieagentur NRW

Dipl.-Ing. Rainer van Loon  
(Abt. Beratung)  
Dipl.-Ing. Markus Feldmann  
(Abt. Weiterbildung REN Impuls-Programm „Bau und Energie“)  
Dipl.-Ing. Ulrich Goedecke  
(Abt. Beratung)



## 6. Beispielhafte Niedrigenergie-Bürogebäude



### EDE, Wuppertal

Nutzung: Verwaltungsgebäude; Lochfassade mit kleinen Fenstern zur Lüftung und Belichtung oberhalb der regulären Fenster für die Büroflächen; mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung nur des Mehrzwecksaals und der innenliegenden Nebenräume; Kompressions-Kältemaschinen für extrem hohe Außentemperaturen; Nutzung der Speichermassen durch freie Nachtkühlung; eigene Lüftung für Küche und Kantine mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft; Brennwertkesselanlage; Gebäudeleittechnik



### Institut für öffentliche Verwaltung, Hilden

Nutzung: Schulungsgebäude; solare Ausrichtung und Konzeption der Dachüberstände als Verschattung für die Fenster im Sommer; sehr gute Wärmedämmung; ein Teil des Gebäudes ist mit einer speziellen Doppelfassadentechnik ausgerüstet: zwischen den Gläsern befindet sich ein Blendschutzrollo mit Reflektionsbeschichtung, das die Konvektion mindert, solare Zugewinne steuert und den Raum hell beläßt, ein Nachttrollo senkt den Wärmedurchgang stark ab; Gebäudeleittechnik; Dach- und Fassadenbegrünung; eigene Abfallkompostierung



### Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal

Nutzung: Institutsgebäude; kompakter Baukörper; Dämmung mit Zellulose; Unterschreitung der Wärmeschutzverordnung '95 um ca. 50 Prozent; sturzfremde Fensterausbildung zur Tageslichtnutzung; außenliegender Sonnenschutz; präsenzabhängige Beleuchtung in der Bibliothek; Zeitschaltuhr für Drucker und Kopierer; Fernwärmeanbindung



### Low Energy Office, Köln

Nutzung: Verwaltungsgebäude; solare Orientierung und kompakte Bauweise; erhöhte Wärmedämmung; je Büro ein Element mit transparenter Wärmedämmung vor schwarzem Beton (im Sommer verschattet); Nutzung der Speichermassen durch freie Nachtkühlung; zweiseitige Tageslichtlenkung durch motorisch gesteuerte Sonnenschutzlamellen, durch Oberlichter mit Lichtumlenkung und durch ein Atrium im Innenraum; Belüftung und Heizung in einem speziellen System mit Wärmerückgewinnung und Erdwärmetauscher; Gasbrennwertkessel, GLT mit Energiemanagement



### Staatliches Bauamt, Soest

Nutzung: Büro- und Sitzungsräume; Holzskelettbauweise aus Brettschichtholz; hochgedämmte Hüllflächen mit Zellulosedämmung; Dachbegrünung; Photovoltaikanlage; Gebäudeleittechnik für Raumwärme, Beleuchtung und Lüftung; Verwendung ökologisch und baubiologisch sinnvoller Baustoffe



### Wagner & Co, Cölbe

Nutzung: Verwaltungsgebäude; erstes europäisches Passiv-Bürogebäude; Südausrichtung, kompakte Form; hervorragende Wärmedämmung; Dreischeibenverglasung mit Edelgasfüllung; Nachtkühlung durch freie Luftströmung durch Oberlichter; zentral gesteuerte äußerer Sonnenschutz; Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung u. Erdwärmetauscher; Beheizung u.a. durch saisonal wassergespeicherte Solarthermie, die der mechanischen Lüftung zugeführt wird; Kraft-Wärme-Kopplung als Kleinmodul für den Restwärmebedarf; Regenwassernutzung; Stromsparkonzept; Beleuchtungssteuerung; GLT



Die Energieagentur NRW wurde als neutrale und unabhängige Landeseinrichtung gegründet. Ihr Auftrag lautet, Unternehmen sowie Städten und Gemeinden Hilfestellung zur ökonomischeren Energieverwendung und zum Einsatz unerschöpflicher Energiequellen zu geben – einerseits durch Beratung, andererseits durch Wissensvermittlung.

## **Bildnachweis:**

FAS Akin-Schirwon: Titel, Umschlag  
innen, S. 16, S. 25  
oben

Fotostudio Ochs: S. 4 unten, S. 13,  
S. 18, S. 19

Sigurd Steinprinz: S. 1, S. 2 unten,  
S. 3, S. 5, S. 6,  
S. 11, S. 12, S. 14,  
S. 15, S. 17, S. 23

Energieagentur NRW: S. 24

## **Impressum:**

© ENERGIEAGENTUR NRW

Kasinostraße 19-21

42103 Wuppertal

Tel: 0202/24552-0

Fax: 02 02/2 45 52-30

Internet:<http://www.ea-nrw.de>

E-mail: [info@ea-nrw.de](mailto:info@ea-nrw.de)