



e% – Energieeffizienter Wohnungsbau

**PLANUNGSHINWEISE
FÜR DEN GESCHOSSWOHNUNGSBAU**

e% – Energieeffizienter Wohnungsbau

PLANUNGSHINWEISE FÜR DEN GESCHOSSWOHNUNGSBAU

Hinweise und Empfehlungen der wissenschaftlichen Begleitung
aus dem Modellvorhaben „e% – Energieeffizienter Wohnungsbau“
des Experimentellen Wohnungsbaus:

Hochschule Augsburg
Energieeffizienz Design E2D
Prof. Georg Sahner

Technische Universität München
Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik
Prof. Dr. Gerhard Hausladen

Hochschule Coburg
Fakultät Soziale Arbeit und Gesundheit
Prof. Dr. Gaby Franger-Huhle

erarbeitet im Auftrag der Obersten Baubehörde
im Bayerischen Staatsministerium des Innern

INHALT

e% – Energieeffizienter Wohnungsbau	4
1. GRUNDLAGEN	
1.1 Integrale Planung	6
1.2 Standortanalyse	8
1.3 Gebäudebestandsdiagnose	13
1.4 Mietereinbindung	16
2. GEBÄUDEKONZEPT	
2.1 Thermische Optimierung	20
2.2 Solare Optimierung	28
2.3 Lebenszyklus	34
3. GEBÄUDETECHNIK	
3.1 Wärmeversorgung	38
3.2 Lüftungsanlagen	49
3.3 Stromversorgung	54
3.4 Wasserversorgung	56
4. TECHNIKANPASSUNG	
4.1 Nutzerverhalten	60
4.2 Mieterinformation	61
5. QUALITÄTSSICHERUNG	
5.1 Planung und Ausführung	66
5.2 Baubegleitende Qualitätssicherung	68
5.3 Datenmanagement	70
Projektverzeichnis	72
Literatur	74
Impressum	76

e% – ENERGIEEFFIZIENTER WOHNUNGSBAU LERNEN VOM MODELL

Der Klimawandel und die Energiefragen zählen zu den größten aktuellen Herausforderungen, die nicht nur globale Auswirkungen haben, sondern auch unseren Alltag betreffen. In den letzten Jahren sind die Kosten für Heizung, Warmwasser und Strom geradezu explodiert. Dadurch wurde der Energieverbrauch zu einem spürbaren Kostenfaktor beim Wohnen. Deshalb gehört eine verbesserte Energieeffizienz zu den wichtigsten Merkmalen bei aktuellen Wohnungsbauaufgaben. Dies gilt für den Neubau genauso wie für die Optimierung des Bestandes.

*Standorte der Pilotprojekte des Modellvorhabens
„e% – Energieeffizienter Wohnungsbau“*



Energieeffizientes Bauen und Sanieren ist ein Kernziel der bayerischen Wohnungspolitik. Um diesem Thema frische Impulse zu geben und neue Konzepte mit dem Potenzial einer Breitenwirkung umzusetzen, hat die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern im Jahr 2007 das Modellvorhaben „e%-Energieeffizienter Wohnungsbau“ initiiert. In Pilotprojekten des Experimentellen Wohnungsbaus werden in den nächsten Jahren energetisch optimierte Sanierungs- und Neubaumaßnahmen entstehen, die die Bestimmungen der aktuellen Energieeinsparverordnung um 40 % unterschreiten und verstärkt erneuerbare Energien nutzen. Weitere Vorgaben zum Erreichen des energetischen Ziels gibt es nicht – es sollen durch ein frühzeitiges Zusammenarbeiten von Architekt und Fachplanern unter Ausnutzung örtlicher Potenziale jeweils die planerisch, technisch, ökologisch und wirtschaftlich sinnvollste Lösung gefunden werden. Maßgebend für die Umsetzung sind die Qualitätsvorgaben der „Wohnmodelle Bayern“ – aber gleichzeitig auch die engen Kostenvorgaben des geförderten Wohnungsbaus.

Drei zentrale Handlungsfelder charakterisieren den Ansatz der Pilotprojekte:

1. Gebäudekonzept – Optimierung von Gebäudestruktur und Baukonstruktion
2. Gebäudetechnik – Effiziente Energieversorgung unter Einsatz eines hohen Anteils erneuerbarer Energien
3. Adaptivität – Anpassung technischer Systeme auf das Nutzerverhalten

Im Auftrag der Obersten Baubehörde wird die Umsetzung der Pilotprojekte durch Fachleute der Hochschulen Augsburg und Coburg sowie der Technischen Universität München begleitet. Das wissenschaftliche Gremium gibt Anregungen bei der Optimierung von Planungskonzepten, dokumentiert die Umsetzung der Bauvorhaben und vergleicht schließlich die Wirksamkeit der realisierten Maßnahmen von der Planung bis zum Bewohnerverhalten.

In der vorliegenden Publikation stellen die Hochschulen grundlegende Gesichtspunkte des energieeffizienten Bauens dar, ergänzt um Aspekte, in denen sie im Rahmen des Modellvorhabens besondere Ansatzpunkte zur Ausschöpfung energetischer Potenziale gesehen haben. Die dargestellten Konzepte zeigen Zwischenstände, wie sie in den vorgeschalteten Planungswettbewerben und deren Optimierung entwickelt wurden. Die Ausführungen stellen deshalb nicht durchweg allgemein anwendbare Musterlösungen dar, aber sie bieten ein Potenzial zum Weiterdenken.

Oberste Baubehörde
München im Juni 2010

1 GRUNDLAGEN

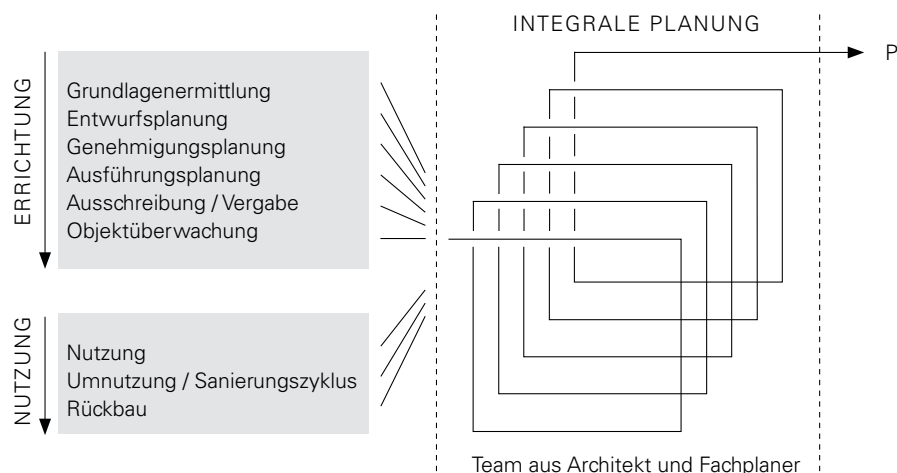
1.1 INTEGRALE PLANUNG

Bei der Planung energieeffizienter Wohngebäude muss der klassische Planungsprozess durch ein vernetztes Vorgehen ersetzt werden. Während bei einer klassischen Planung im Wesentlichen die drei Phasen der Planung, Errichtung und Inbetriebnahme eines Gebäudes betrachtet werden, umfasst eine integrale¹ Planung darüber hinaus den gesamten Lebenszyklus sowie alle Aspekte der Nutzung.

Als integrale Lösung wird ein Konzept verstanden, welches die unterschiedlichen Parameter der Nachhaltigkeit berücksichtigt. Hierzu gehören klimatische Einflüsse, ökologische Anforderungen, wirtschaftliche Vorgaben, soziale Gesichtspunkte und die architektonische Gestaltung. Nachhaltige Gebäude sollen daher eine energieoptimierte Architektur im sozialverträglichen städtebaulichen Umfeld aufweisen – nutzerfreundliche und ökonomische Aspekte im Gebäude- und Technikbereich sind dabei ebenso zu berücksichtigen. Die Planung erfordert somit eine ständige Abwägung zwischen den Anforderungen der Energieeinsparung, der Kosten für Erstellung und Betrieb sowie sozialer Aspekte.

Ziel eines integral geplanten Energiekonzeptes ist es, die städtebauliche Konzeption, die bauliche und konstruktive Struktur eines Gebäudes sowie die zum Betrieb erforderliche Anlagentechnik in einem Gesamtsystem aufeinander abzustimmen. Grundsätzlich sollen dabei anlagentechnische Komponenten auf ein sinnvolles Maß reduziert werden und zugleich energetische Potenziale aus der Umgebung, wie z. B. solare Einträge, genutzt werden. Der effiziente Betrieb nach Bezug des Gebäudes wird schließlich durch qualitätssichernde Maßnahmen, wie z. B. Wartung und Nutzerinformationen, gewährleistet.

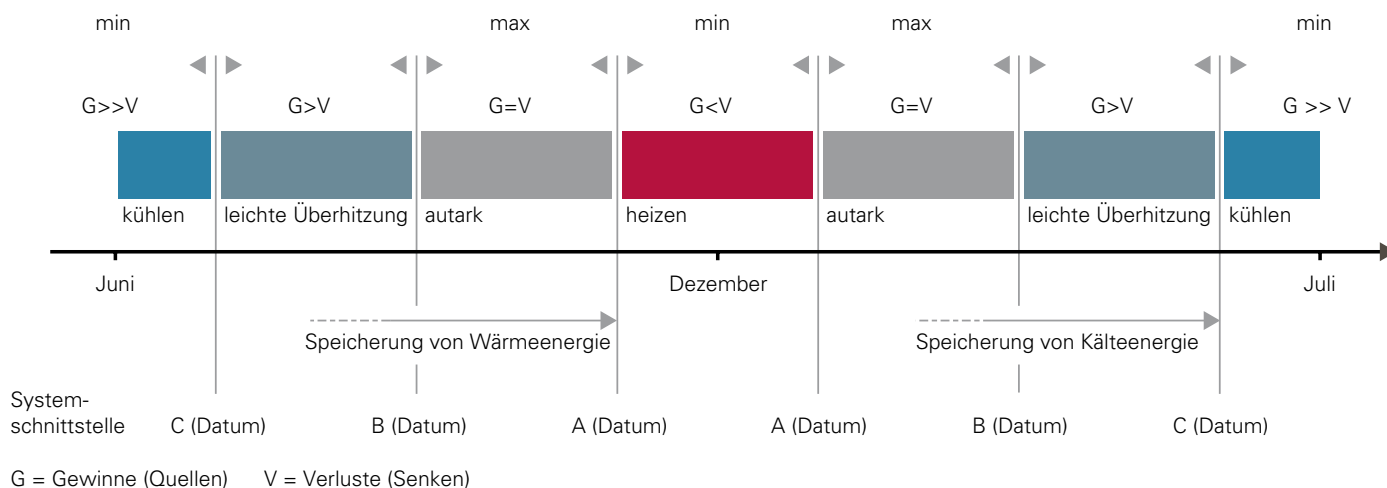
¹ Das Wort „integral“ leitet sich aus dem lateinischen „integrare“ ab und bedeutet „wiederherstellen, ergänzen“. Im übertragenen Sinne ist der Begriff gleichzusetzen mit „vollständig, für sich bestehend“. Quelle: Meyers Großes Taschenlexikon

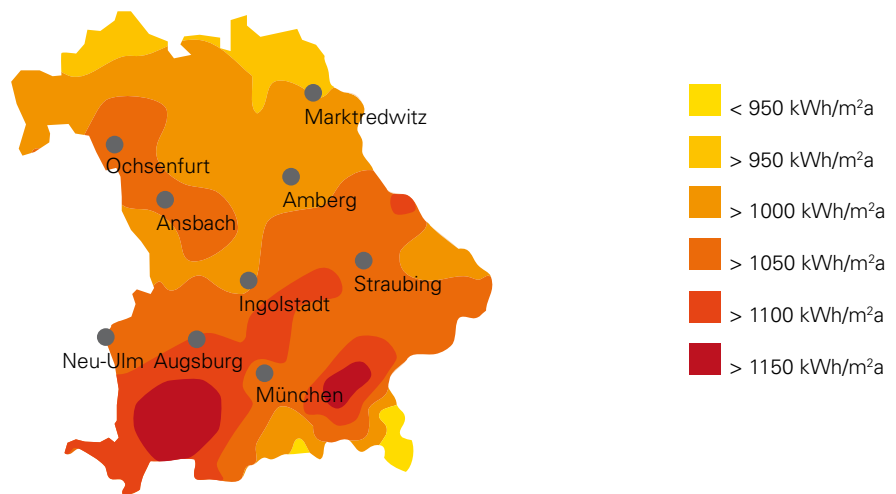


Bei einer integralen Planung wird der klassische lineare Planungsprozess durch Planungszyklen ersetzt. Dabei arbeiten Architekten und Fachplaner gemeinsam und gleichzeitig.

Die Vielfalt der beschriebenen Anforderungen verlangt die Bildung eines Planungsteams, das sich auch aus Bauherren, Architekten und Fachplanern zusammensetzt, die für die gestellte Aufgabe qualifiziert sind und sich dieser gemeinsam verantwortungsvoll widmen. Dabei ist im Zuge der Planung die Effizienz des Entwurfskonzeptes kontinuierlich und wiederholt zu überprüfen und auf die gestellten Ziele hin weiterzuentwickeln. Dieser Prozess ist nur durch eine gleichzeitige und gemeinsame Planung von Architekten und Ingenieuren möglich.

Das Verhältnis zwischen Energieverlusten und Energiegewinnen eines Gebäudes verändert sich im Jahresverlauf. Durch Berechnungen können Phasen unterschiedlicher energetischer Anforderungen bestimmt werden. Das Gebäudekonzept sollte so optimiert werden, dass Heiz- und Kühlphasen möglichst kurz ausfallen, während zugleich Wärmeverluste und Kühllasten durch einen möglichst geringen anlagentechnischen Aufwand gedeckt werden können.





Sonneneinstrahlung an den verschiedenen Standorten des Modellvorhabens e%

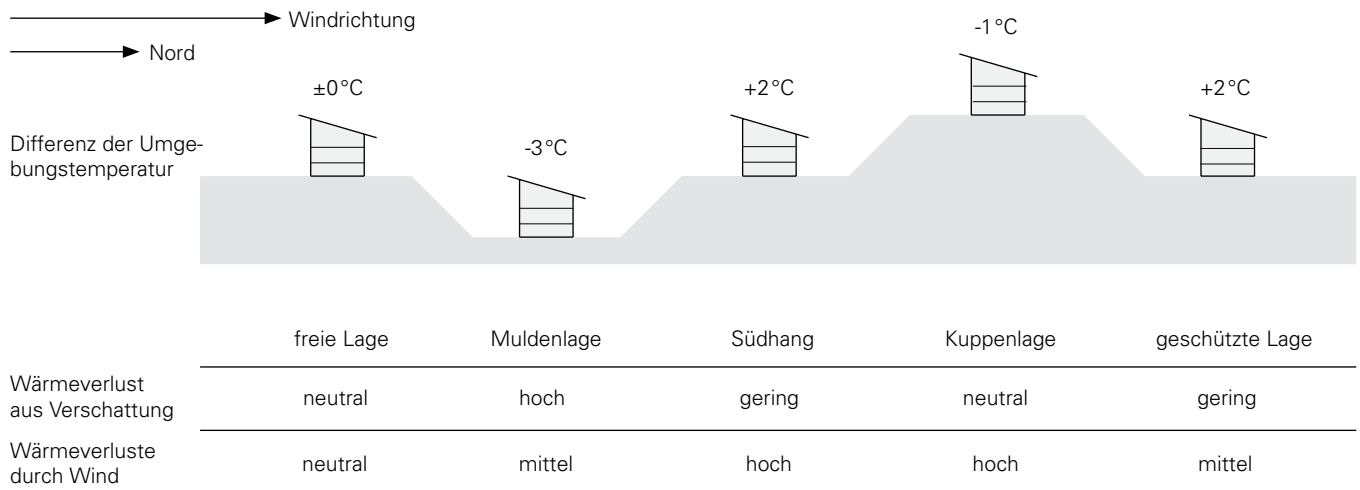
1.2 STANDORTANALYSE

Der Energiebedarf eines Wohngebäudes ist nicht nur von dessen bauphysikalischen Eigenschaften abhängig, sondern wird auch durch standortbezogene Rahmenbedingungen und die jeweiligen klimatischen und kleinklimatischen Bedingungen bestimmt. Voraussetzung einer energetisch optimierten Planung ist daher eine Analyse und Bewertung unterschiedlicher Merkmale des Standortes. Dabei können Einflüsse und Potenziale aus Natur und Umwelt erkannt, in der Planung berücksichtigt und vorhandene Ressourcen genutzt werden. Dieses Vorgehen führt zu einem auf den jeweiligen Standort abgestimmten Konzept.

KLIMATISCHE EINFLÜSSE Als Klima wird ein Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort verstanden. Dieser Zustand wird durch meteorologische Größen bestimmt, wie jahreszeitentypische Temperaturverläufe, Dauer und Intensität der Sonneneinstrahlung sowie Geschwindigkeit und Richtung von Winden. Maßgeblich für die klimatischen Bedingungen an einem Ort sind dessen geographische Lage, die Höhe über dem Meeresspiegel sowie regionale und lokale Einflüsse.

Die klimatischen Rahmenbedingungen eines Standortes können anhand folgender Daten und Informationen eingeschätzt werden:

- Isothermenkarte: Tiefstes Zweitagesmittel der Lufttemperatur in °C nach DIN 4701 Teil 2
- Durchschnittliche jährliche Gesamtstrahlung in Deutschland bezogen auf die Regionen in kWh/m²a
- Durchschnittliche Sonnenscheindauer in Deutschland bezogen auf Regionen
- Mittlere jährliche Windrichtungsverteilung für ausgewählte Stationen in Deutschland
- Regenkarte zur überschlägigen Ermittlung der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen nach DIN 4108 Teil 3
- Spezifische Witterungseinflüsse der Region, wie z. B. Nebel



Wirkung kleinclimatischer Faktoren auf die Wärmeverluste von Gebäuden

Die klimatischen Bedingungen einer Region sind abhängig von der speziellen Topographie wie Bergland, Flachland oder Tälern, von großen Wasserflächen wie Meeresflächen, Seen oder Flüssen sowie der Vegetation wie Waldgebieten. Die örtlichen Gegebenheiten eines Grundstückes sind ferner geprägt durch lokale Besonderheiten wie die Orientierung zum Sonnenverlauf, die Verschattung durch Topografie, umgebende Bebauung und Bepflanzung, Auf- und Abwinde an Berghängen und in Tälern sowie Luftverschmutzung über Großstädten und Industriegebieten.

Um die standortspezifischen klimatischen Einflüsse zu identifizieren, können folgende Daten, Informationen und Simulationen herangezogen werden:

- Sonnenstandsdiagramme
- Solares Strahlungspotenzial als mittlerer Tageswert bezogen auf die Orientierung
- Verschattungssimulationen (Verschattung durch Topographie, Gebäude, Bepflanzung)
- Temperaturaufzeichnungen lokaler Wetterstationen
- Temperaturunterschiede (Heizgradtagzahl) als mittlerer Tageswert während der Tage der Heiz-/Kühlperiode
- Lokale Witterungseinflüsse
- Lage im Gebiet, wie exponierte Lage, geschützte Lage, Mulde, Kaltluftsee, Südhanglage etc.

Aus den standortspezifischen Bedingungen können Anforderungen an den Entwurf eines energieeffizienten Gebäudes abgeleitet werden. Im Folgenden werden die wichtigsten klimatischen Einflussfaktoren aufgeführt, die bei der Planung zu beachten sind:

Sonnenstrahlung. Die zu erwartende eingestrahlte Sonnenenergie ist maßgebend für den Entwurf eines Gebäudes. Je nach Regionalklimazone mit ihrer jahres- und tageszeitlichen Schwankung der Solareinstrahlung ergeben sich unterschiedliche Potenziale zu erwartender solarer Gewinne, die die Gesamtenergiebilanz eines Gebäudes beeinflussen. Dabei ist auch die diffuse Strahlung von Bedeutung, die einen erheblichen Anteil an der gesamten eingestrahlichten Energiemenge liefern kann.

Temperatur. Die Wärmeverluste eines Gebäudes nehmen proportional zur Temperaturdifferenz zwischen Gebäude und Umgebung zu. Die Außentemperatur während der Heizperiode bestimmt somit die erforderlichen baulichen Maßnahmen zur Reduzierung von Wärmeverlusten des Gebäudes an seine Umgebung.

Wind. Die Windgeschwindigkeit an einem Standort beeinflusst die Energiebilanz eines Gebäudes. Bei schlecht gedämmten oder undichten Gebäuden haben die windbedingten Konvektionsverluste einen deutlichen Anteil an den Gesamtverlusten. Auch bei der Planung von natürlichen und passiven Lüftungskonzepten ist die Kenntnis über Windrichtung und Strömungsverhalten von Bedeutung.

Luftfeuchte. Bedingt durch Nebel und Kaltluftseen können lokal erhöhte Luftfeuchten auftreten. Dies kann zu einem erhöhten Strahlungsaustausch zwischen einem Gebäude und dessen Umgebung führen. Um Bauschäden infolge von Durchfeuchtung zu vermeiden, sind geeignete Baumaterialien zu wählen.

STANDORTSPEZIFISCHE ENERGETISCHE POTENZIALE Ziel der Planung eines energieeffizienten Wohngebäudes ist ein sparsamer Umgang mit der Ressource Energie. Daher sollten vorhandene energetische Potenziale eines Standortes geprüft und der Entwicklung eines Energiekonzeptes zu Grunde gelegt werden.

Um die energetischen Potenziale möglichst optimal auszunutzen, sollte sich die Reihenfolge der Wahl einer Energiequelle an folgenden Aspekten orientieren²:

- Eignung als leitungsgebundener Energieträger
- Vorhandenes oder mögliches Temperaturniveau
- „Sowieso“-Verfügbarkeit
- Zeitliche Verfügbarkeit

So ist beispielsweise der Nutzung einer hochtemperaturigen Abwärme, wie z. B. benachbarte Industrieabwärme, welche „sowieso“ vorhanden ist, Vorrang vor einer konventionellen Nutzung eines Gasnetzes durch Standardkessel zu gewähren.

² Quelle: Forschungsbereich Energienutzungsplan des Lehrstuhls für Bauklimatik und Haustechnik, Prof. Dr. Gerhard Hausladen, Technischen Universität München

Die Rangfolge der Nutzung standortspezifischer Potenziale stellt sich wie folgt dar:

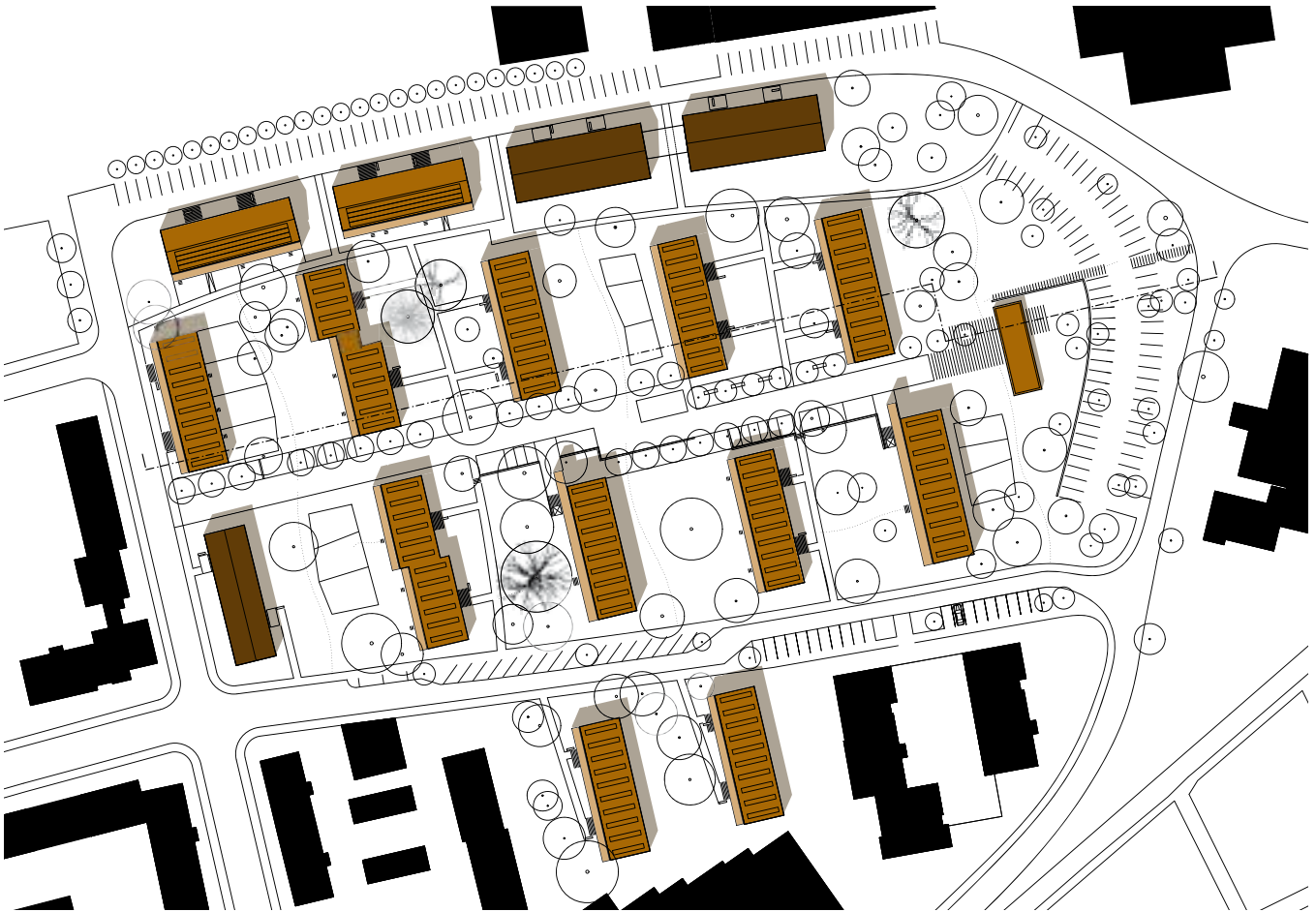
1. Ortsgebundene hochwertige Abwärme als langfristig zur Verfügung stehende Energiequelle, z. B. Industrieabwärme
2. Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme; hierzu zählen Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen, Industrie sowie Umweltwärme, die mittels Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird
3. Regional gebundene erneuerbare Energieträger, z. B. Holz oder Sonnenenergie
4. Leitungsgebundene fossile Energieträger; eine optimierte Nutzung erfolgt in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung
5. Örtlich ungebundene Umweltwärme, z. B. Wärme aus Umgebungsluft
6. Frei verfügbare fossile Energieträger, z. B. Öl in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung

STÄDTEBAULICHE ASPEKTE Zu einer nachhaltigen Entwicklung neuer wie bestehender Wohnquartiere zählt ein sparsamer und schonender Umgang mit Grund und Boden. Bei der Planung energieeffizienter Wohngebäude ist daher der mit der Errichtung oder Erweiterung von Gebäuden verbundene Flächenaufwand möglichst gering zu halten. Während energetische Modernisierungsmaßnahmen die Chance einer Aufstockung oder baulichen Ergänzung von Bestandsgebäuden bieten, können Neubauten unter Ausnutzung bestehender Infrastruktur als Nachverdichtung oder Innenentwicklung bestehender Quartiere sowie auf Konversionsflächen entstehen.

Projektstandorte sollten daher grundsätzlich so gewählt werden, dass eine sinnvolle Anbindung an eine vorhandene Bebauung möglich ist. Wenn der Bedarf für das tägliche Leben im näheren Umkreis gedeckt werden kann, können Wege, wie Einkäufe, Arzt- oder Schulbesuche, zu Fuß oder mit dem Fahrrad erledigt und auf eine Nutzung von Autos verzichtet werden. Die persönliche Energiebilanz der Bewohnerinnen und Bewohner kann sich dadurch verbessern.

Die Qualität der Infrastruktur zeichnet sich durch Einrichtungen aus, die den Bedarf des täglichen Lebens in der näheren Umgebung abdecken:

- Nahversorgung
- Sport-, Kultur-, Sozialeinrichtungen
- Pflichtschulen (Grund- oder Hauptschule) oder weiterbildende, höhere Schulen
- Kinderbetreuung, Kindergarten
- Naherholungsgebiete, Freiflächen
- Öffentlicher Nahverkehr



*e%-Marktreidwitz: Im Zuge einer schrittweisen Modernisierung des Wohnquartiers sollen bestehende Gebäude aufgestockt werden.
Planung: h.e.i.z.Haus Architektur.Stadtplanung*

Werden Wohngebäude im bestehenden Siedlungszusammenhang errichtet, kann zudem der Flächenaufwand für Verkehrsflächen verringert werden. Die in der Regel zusätzlich erforderlichen Erschließungs- und Parkierungsflächen sollten flächensparend errichtet werden, um eine unnötige Versiegelung von Freiflächen zu vermeiden.

SCHALLIMMISSIONEN Maßnahmen, die notwendigen Anforderungen des Schallschutzes entsprechen, können im Widerspruch zu den Anforderungen an den Wärmeschutz stehen. Um Lärm aus der unmittelbaren Umgebung abzuschirmen, werden in der Regel Materialien mit einer hohen Rohdichte eingesetzt, die jedoch schlechte Dämmeigenschaften aufweisen. Es ist also ein Konzept zu entwickeln, das auf die spezifischen Anforderungen eingeht. Im Einzelfall kann es sich anbieten, Schallschutz- und Energietechnik in der Fassadenebene zu integrieren.

1.3 GEBÄUDEBESTANDSDIAGNOSE

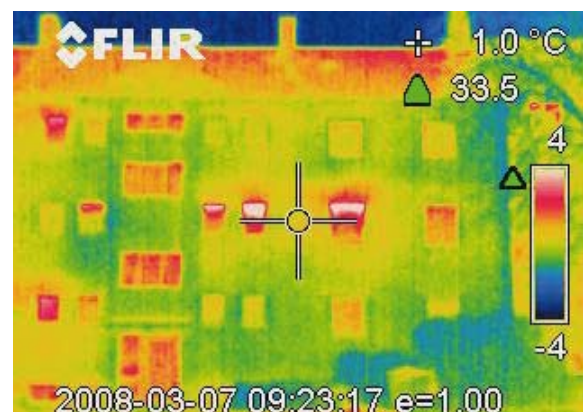
Bei dem Ziel, den Energieverbrauch und CO₂-Ausstoss im Wohnungsbau zu senken, hat der noch unmodernisierte Gebäudebestand ein besonders hohes Optimierungspotenzial. Etwa zwei Drittel der Geschosswohnungen in Bayern wurden vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahr 1977 errichtet. Trotz einer steten Aufwertung des Bestandes bleibt die Ertüchtigung auf einen zeitgemäßen energetischen Standard auch zukünftig eine zentrale Aufgabe im Wohnungsbau. Zugleich bietet die Weiternutzung des Bestandes die Chance, einen Teil der Ressourcen für Bauaufwendungen einzusparen.

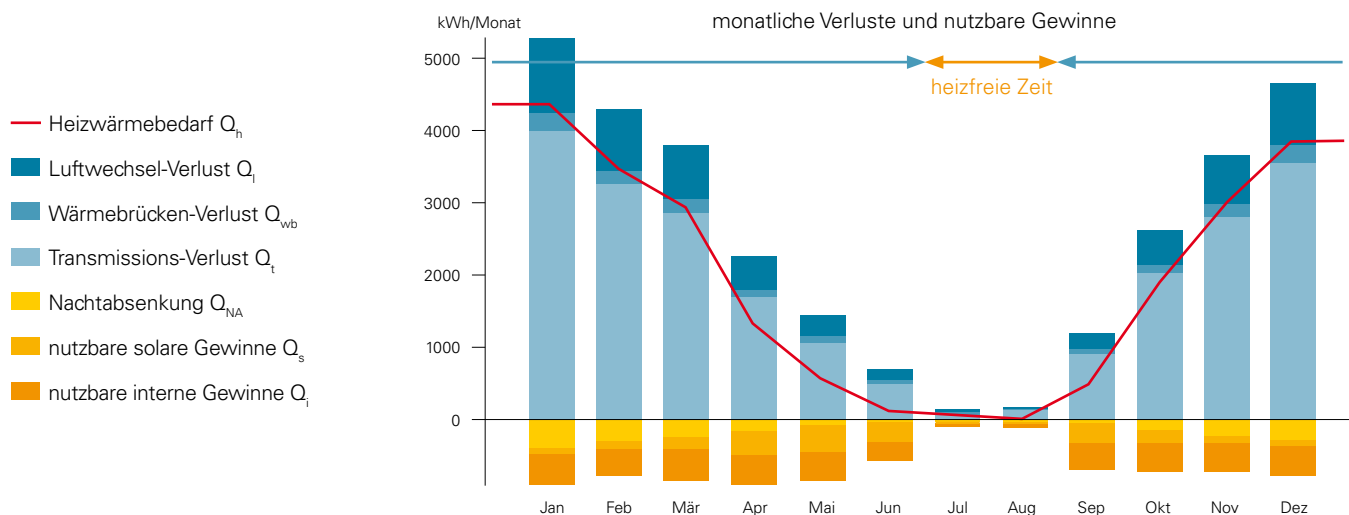
Bevor mit der Planung einer Bestandsmodernisierung begonnen wird, sollte ein bestehendes Gebäude umfassend untersucht und dabei verschiedene Planungs determinanten aufgenommen werden. Diese reichen von einer detaillierten technischen Substanzaufnahme mit Stärken- und Schwächenprofil (SSP) von Gebäude und Grundstück über eine Analyse standortspezifischer energetischer Potenziale (vgl. Kapitel 1.2) bis zur Erfragung von Wünschen der Bewohnerinnen und Bewohner (vgl. Kapitel 1.4).

INFRAROT-THERMOGRAFIE-AUFNAHMEN Um wärmetechnische und bauphysikalische Defizite der Gebäudehülle zu lokalisieren, sollten zu Planungsbeginn thermografische Aufnahmen des zu modernisierenden Gebäudes durchgeführt werden. Mit Hilfe dieser Infrarot-Strahlungstemperaturmessungen können Rückschlüsse auf konstruktive und qualitative Merkmale gezogen werden, wie:

- Konstruktive Ausführung
- Qualität der Konstruktion
- Differenzierung der Bauteile
- Qualität der Materialien
- Schäden, wie z. B. Feuchtigkeit
- Leitungsführungen in der Fassade
- Hohlräume, Schächte etc.

e%-Amberg: Die farbliche Darstellung einer thermografischen Aufnahme visualisiert die Oberflächentemperatur der Außenwandflächen. Dadurch können Schwachstellen der Wärmedämmung lokalisiert werden.
Bestandsanalyse: Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch





e%-Amberg: Bilanz der monatlichen Energieverluste und nutzbaren Gewinne eines Bestandsgebäudes vor Modernisierung
Bestandsanalyse: Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch

Diese technische Bestands- und Schwachstellenanalyse sollte eine möglichst detaillierte Darstellung aller Schäden und Mängel umfassen, um die jeweiligen Potenziale zur thermischen Optimierung der Gebäudehülle erkennen zu können.

MESS- UND KENNDATEN Eine umfassende Diagnose des Bestandes beinhaltet eine Erfassung der Verbrauchs- sowie weiterer Kenndaten zum Zeitpunkt vor Durchführung einer Modernisierung. Zu dieser Messdatensammlung gehören Angaben zum vorhandenen Energieträger, dem Endenergieeinsatz, der Hilfsstromenergie sowie Daten zur Beheizung, der Trinkwassererwärmung, dem Strom- und Wasserverbrauch. Hierbei ist eine Aufstellung der Betriebskosten hilfreich.

Gebäudebestandsdiagnosen können mit Hilfe EDV gestützter Werkzeuge durchgeführt werden. Dargestellt ist ein Auszug des Programmes idi-al.
Quelle: Hochschule Augsburg, BAKA e.V.

		Schwächen					Stärken				
		-5	-4	-3	-2	-1	+1	+2	+3	+4	+5
A Abdichten / Feuchtigkeit											
A01	Dachdeckung		-4								
A02	Schornstein				-2						
A03	Dachrinne			-3							
A04	Außenwände				-2						
A05	Balkon/Terrasse				-2						
A06	Fenster	-5									
A07	Türen			-3							
A08	Bauteile, erdberührt Wand + Decke + FB		-4								
B Fassade / Außenhaut: Hüllflächen											
B01	Dach					-1	+1				
B02	Putz					-1					
B03	Sonstige Außenwandbekleidungen, Vordach				-2						
B04	Wärmedämmung		-4								
B05	Türen			-3							
B06	Fenster			-3							
B07	Wintergarten / Erker				-2						
B08	Balkone / Terrassen					-1					
B09	Energiebilanz nach idi-al					-1					
Energieausweis: Zuordnung		>400	<400	<350	<300	<250	<200	<150	<110	<80	<0



e%-Amberg: Die Charakteristik der Gebäude aus den 1960er Jahren bleibt dank einer behutsamen gestalterischen Aufwertung des Bestandes erhalten. Planung: Walter Unterrainer, Atelier für Architektur

ERHALTENSWERTE BAUSTRUKTUREN Viele Bestandsgebäude spiegeln typische Bauformen oder regionale Baustile ihrer Entstehungszeit wider. So weisen die Ausführung der Konstruktion, die Wahl der Materialien und die angewandten architektonischen Formen charakteristische Merkmale auf. Wenn ein Gebäude besondere, erhaltenswerte Baustrukturen aufweist, muss die Planung dies berücksichtigen. Die Wertigkeit solcher Details und Konstruktionen muss daher im Zuge einer technischen Bestandsaufnahme untersucht werden, wobei alle Bauteile des Gebäudes hinsichtlich Funktionsfähigkeit, Zustand und Qualität zu bewerten sind.

Auf erhaltenswerte Details und Konstruktionen eines Bestandsgebäudes kann beispielsweise mit folgenden Maßnahmen reagiert werden:

- Besondere Fensterelemente: Vorsetzen von neuen Fenstern an den Innenseiten, z. B. Kastenfensterprinzip
- Fassadencharakteristik wie Ornamente, Sichtmauerwerk, Fachwerkfassade: Anbringen von Innendämmung oder das Vormauern an den Innenseiten mit hoch wärmedämmenden Steinen

KONSTRUKTION UND MATERIAL Eine frühzeitige Aufnahme und Bewertung der vorhandenen Konstruktionen und Materialien eines Gebäudes begünstigt einen wirtschaftlichen Planungsprozess. Dabei sind alle Bauteile auf Funktionsfähigkeit, Zustand und Qualität zu untersuchen, wie:

- Ausführung der bestehenden Balkone
- Wärmebrücken
- Kaminschächte, z. B. als Möglichkeit für Leitungsführungen
- Installationsschächte

Dieses Vorgehen lässt den Handlungsbedarf erkennen und reduziert das Risiko späterer statischer oder bauphysikalischer Schäden.

1.4 MIETEREINBINDUNG



e%-Marktredwitz: Studentinnen der Hochschule Coburg befragten Bewohnerinnen und Bewohner des Wohnquartiers über ihre Vorstellungen zur energieeffizienten Modernisierung (Oktober 2008).

Die Qualität des Wohnens hängt nicht nur von der Größe, Ausstattung, Lage und Höhe der Wohnkosten ab, sondern auch vom Grad der Selbstbestimmung und der Möglichkeit zur Mitgestaltung des eigenen Wohnumfeldes. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein deutlicher Zusammenhang zwischen Mieterbeteiligung und Mieterzufriedenheit besteht. Bewusste Mitgestaltung und die Identifikation mit dem eigenen Wohnumfeld können in Folge zu einer höheren sozialen Kontrolle und zu einem sorgsameren Umgang mit der Wohn-Umwelt führen. Neben einer Imageaufwertung führt dies oft zu einer Reduzierung der Instandhaltungsaufwendungen.

MIETERBETEILIGUNG UND MIETERZUFRIEDENHEIT Eine Mieterbeteiligung kann sowohl im Neubau als auch im Bestand praktiziert werden. Sinnvoll ist nicht nur die Erstellung eines Bau- oder Sanierungskonzeptes, sondern begleitend auch eines Kommunikationskonzeptes. Die Akzeptanz von Modernisierungsvorhaben wird durch eine frühe Einbeziehung der Bewohnerinnen und Bewohner in Entscheidungsprozesse signifikant erhöht.

Die Beteiligung – Information, Befragung, Mitgestaltung, Mitentscheidung – kann sich sowohl auf die Planung als auch auf die konkrete Durchführung

Ausschnitt aus einem Fragebogen zu Mieterbefragungen der Hochschule Coburg im Rahmen des Modellvorhabens e%: Trauen sich die Mieterinnen und Mieter zu, in Zukunft mit moderner Heizungs- und Lüftungstechnik umzugehen?

**HS Coburg,
Fakultät Soziale Arbeit und Gesundheit
Interviewleitfaden e%**



Könnten Sie sich vorstellen, mit folgenden technischen Einrichtungen zu umzugehen?

Automatische Heizungssteuerung:

(Hierbei handelt es sich um Geräte, bei denen Sie mit einem elektronischen Steuerungsgerät, welches fest an einem bestimmten Punkt in der Wohnung installiert ist, die Temperatur in jedem Raum zu jeder Tageszeit festzulegen. Die Heizungsventile öffnen und schließen sich dann - gesteuert von einer Zeitschaltuhr und/oder einem Thermometerselbsttätig. Sie können z.B. einstellen, dass das Schlafzimmer konstant eine bestimmte Temperatur hat, das Wohnzimmer nicht mehr beheizt wird, wenn Sie zu Bett gehen oder das Bad beheizt wird, wenn Sie aufstehen. Sie können hierbei jedoch meist die Heizung nicht mehr per Handregler steuern.)

☐ Ja

☐ Nein, weil _____

Automatische Lüftungssteuerung:

(Hierbei handelt es sich um ein Gerät, welches das Raumklima (Temperatur, Feuchtigkeit usw.) misst und bei Bedarf (z.B. zu feuchte Luft) und/oder in festgelegten Abständen (z.B. am Morgen im Schlafzimmer) ein Lüftungssystem aktiviert.)

☐ Ja

☐ Nein, weil _____

Ziel: 70 Prozent Energie sparen

Dresdner Büro „h.e.i.z.Haus“ gewinnt Architektenwettbewerb – Ausstellung im Historischen Rathaus

Marktreidwitz. (jr) „Wir wollen neue Standards für Schallschutz und Energieversorgung setzen“, verspricht Architekt Steffen Lukannek selbstbewusst. Zusammen mit seinem Partner Thomas Strauch-Stoll hat er den Architektenwettbewerb „Energieeffizienter Wohnungsbau am Sterngrund“ gewonnen. Insgesamt hatten sechs Ingenieurbüros, darunter drei aus der Region, ihre Entwürfe eingereicht.

Die besten Arbeiten sind im Gewölbe des Historischen Rathauses noch bis zum 10. Oktober während der Öffnungszeiten (10 bis 18 Uhr) zu sehen. Oberbürgermeisterin Dr. Birgit Seelbinder freute sich bei der Ausstellungseröffnung über das Kommen zahlreicher Gäste, unter ihnen viele Architekten und Stadträte.

Familienfreundlich

Die Oberbürgermeisterin blickte auf September 2007 zurück. Damals hatte sich die STEWOG (Stadtentwicklungs- und Wohnungsbau GmbH) um die Aufnahme in das Modellprojekt „Energieeffizienter Wohnungsbau“ beworben. Ziel, so Dr. Birgit Seelbinder, ist es, die rund 190 Wohnungen energetisch umzubauen, dazu barrierefrei, familienfreundlich und in Nachbarschaft fördernd



Stolz zeigen die Architekten Thomas Strauch-Stoll und Steffen Lukannek (Zweiter von rechts) ihr siegreiches Modell, flankiert von Oberbürgermeisterin Dr. Birgit Seelbinder und STEWOG-Geschäftsführer Max Wittmann (rechts). Bild: jr

Bauweise. Im Juli dieses Jahres haben sechs Architekturbüros ihre Arbeiten eingereicht. Das am Montag tagende Preisgericht hat schließlich in einer ganztägigen Sitzung drei Preisträger ermittelt. Alle eingereichten Wettbewerbsbeiträge boten zukunftsorientierte Lösungsansätze, lobte die Oberbürgermeisterin.

Den Sieg holten sich schließlich die Städteplaner des Büros

„h.e.i.z.Haus“ aus Dresden. Gelobt wurde vor allem die innovative Lösung, was nachwachsende Rohstoffe anbelangt. Auf dem zweiten Platz landete das Architekturbüro Bert Reiszky aus Deggendorf; auf Platz drei der gebürtige Konnerseuther Architekt Gerhard Pfaff, der heute in Thiersheim wirkt.

Steffen Lukannek von „h.e.i.z.Haus“ stellte den Gästen sein

Konzept vor, mit dem der Wohnpark „Am Sterngrund“ möglichst energieeffizient ausgebaut werden soll. Die Gebäude erhalten eine neue Außenhaut, gedämmt wird auch das Dach. Zudem kommt Solar-Thermie zum Einsatz. Laut Lukannek sollen 70 Prozent Energie eingespart werden.

Auch Abriss

Geplant ist in diesem Zusammenhang der Abriss von vier zusammengebauten Häusern. Für diese Häuser, so der Architekt, lohne sich eine energetische Sanierung nicht. Dafür sollen bereits bestehende Wohneinheiten aufgestockt werden. Im Innenbereich der Häuser sollen neue Grundrisse für mehr Freiheit sorgen.

Die Bau- und Sanierungsarbeiten würden längere Zeit in Anspruch nehmen; begonnen werden soll im Sommer kommenden Jahres. Auch städtebauliche Aspekte sollen in die Planung einfließen.

Mieter-Versammlung

STEWOG-Geschäftsführer Max Wittmann nannte es wichtig, dass die Mieter auf diesen Weg mitgenommen werden. In einer Aufklärungsversammlung sollen sie umfassend informiert werden. „Der Wettbewerb brachte überzeugende Ergebnisse“, lobte Wittmann.

e%-Marktreidwitz: Über die Entscheidung des Planungswettbewerbes wurde in der örtlichen Presse, durch eine Ausstellung sowie in Mieterversammlungen informiert.

Quelle: Der Neue Tag - Oberpfälzischer Kurier Weiden, vom 2./3./4. Oktober 2009

und Umsetzung eines Vorhabens erstrecken. Oft wird die aktive Beteiligung der Mieterinnen und Mieter bei der Planung darauf beschränkt, eigene Erfahrungen, Anregungen, Ideen und Wünsche zu äußern. Denkbar ist auch ihre Beteiligung an der laufenden Bestandsverwaltung. Hierbei werden Aufgaben der laufenden Verwaltung durch die Mieterinnen und Mieter erbracht mit dem Effekt, dass Kosten für die Verwaltung eingespart werden können, wie z. B. bei Austausch von Glühbirnen, Treppenhausreinigung, Garten- und Außenraumpflege.

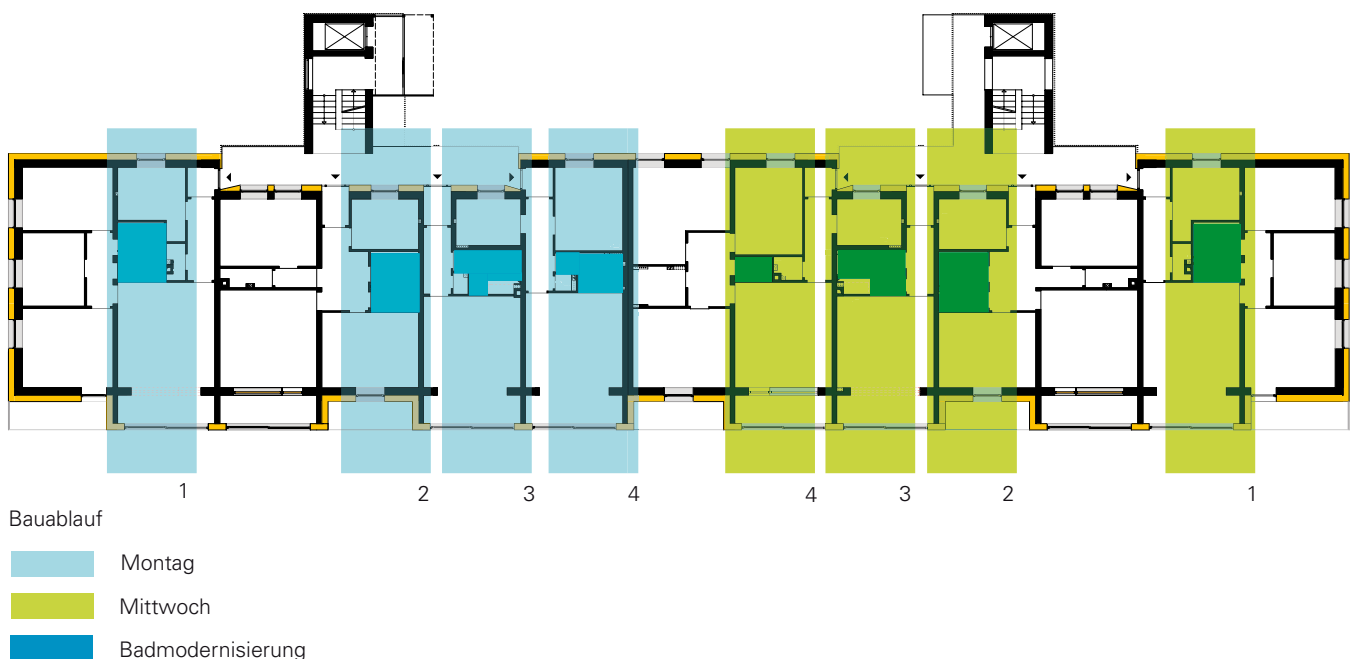
Eine Analyse der Zufriedenheit der Mieterinnen und Mieter ist wertvoll, um die Modernisierungsmaßnahmen besser nach den Bedürfnissen und Wünschen planen zu können. Zudem kennen sie die Vorzüge und Mängel der Wohnungen und können wertvolle Hinweise geben. Solch ein Vorgehen erhöht die Akzeptanz geplanter Maßnahmen, erleichtert deren Durchführung und kanalisiert mögliche Konflikte, die bei der Durchführung der Maßnahmen entstehen können. Deutlich gemacht werden muss jedoch auch, dass Wohnungsanpassungen den Wohnvorstellungen einer größeren Zielgruppe entsprechen müssen, um die nachhaltige Vermietbarkeit der Bestände zu gewährleisten.

MIETERBETEILIGUNG BEI MODERNISIERUNGEN Energetische Modernisierungen bedeuten für Mieterinnen und Mieter einen Komfortgewinn, eine Verbesserung der Luftqualität und im Idealfall niedrigere Energiekosten. Gleichzeitig sehen sie sich neuen Herausforderungen, wie beispielsweise der Bedienung einer Lüftungsanlage gegenüber, die nicht selten eine Änderung oder Anpassung des Verhaltens erfordern. Mit einer Modernisierung ist in der Regel eine Anhebung der Kaltmietekosten verbunden, was bei Mieterinnen und Mietern, die Transferleistungen erhalten, im Einzelfall zu Problemen führen kann.

Nicht selten sind Umzüge auf Grund einer Modernisierung erforderlich. Sollen die baulichen Maßnahmen im bewohnten Zustand durchgeführt werden, ist während dieser Zeit mit zusätzlichen Belastungen wie Lärm und Staubeintrag zu rechnen. Die Erfahrungen aus durchgeführten Projekten zeigen, dass eine umfassende Mieter-Informationspolitik notwendig ist, da das Verständnis für die durchzuführende Maßnahme entscheidend für die spätere Akzeptanz ist. Die Besichtigung von Musterwohnungen und der Erfahrungsaustausch mit Mietern, die mit der „neuen“ Maßnahme bereits leben, sind sehr hilfreich, da sie über die Wirkungsweise, den Nutzen und Gebrauch auf gleicher Ebene der Betroffenheit stattfinden.

KOMMUNIKATIONSKONZEPT BEI MODERNISIERUNGEN Je aufwändiger die geplante Modernisierung sein wird, desto früher sollte mit der Information begonnen werden. Die Mieterinnen und Mieter sollten nicht erst über örtliche Medien von den geplanten Maßnahmen erfahren. Die Informationsvermittlung kann über eine unternehmenseigene Mieterzeitschrift wie auch durch Haus- oder Mieterversammlungen erfolgen. Die Bewohnerinnen und Bewohner sollten über die Maßnahmen und über damit verbundene Beeinträchtigungen im Detail informiert werden:

*e%-Augsburg: Plan für einen mieterfreundlichen Bauablauf einer Modernisierung in bewohntem Zustand. Vor Baubeginn sollten die Maßnahmen mit den Mietern abgesprochen werden.
Planung: lattkearchitekten*



- Umfang, Dauer und Ziele der Modernisierung
- Art, Umfang und Ablauf bei wohnungsinternen Arbeiten
- Finanzielle Abwicklung eines eventuell notwendigen zeitweisen Auszugs in eine Ersatzwohnung
- Höhe der modernisierungsbedingten Mietsteigerung
- Wohnkomfortsteigerung
- Verhaltensregeln auf Grund neuer technischer Anlagen

Im Zuge der Modernisierungsarbeiten sollten Mieterinnen und Mieter durchgängig und in regelmäßigen Abständen über den aktuellen Baufortschritt informiert sein (z. B. Baustellentage). Erfahrungsgemäß treten im Laufe der Bauarbeiten Probleme oder auch Zeitverzögerungen im Bauablauf auf. Der Einsatz eines Bauwagens oder regelmäßige Sprechstunden mit Mietervertretern können eine wirksame Anlaufstelle bei Fragen und Problemen darstellen. Für die Zufriedenheit und Akzeptanz der Maßnahmen während und nach ihrer Umsetzung sind ein offener Umgang mit Beschwerden und Problemen sowie deren zügige und transparente Abhilfe wichtig.

Nach Abschluss der Maßnahmen und in der unmittelbaren Zeit danach treten häufig noch Fragen und Probleme auf. Ein geeignetes Instrument für die Beseitigung von Unsicherheiten kann die Durchführung von Einzelgesprächen oder die Einrichtung einer Hotline sein.

2 GEBÄUDEKONZEPT

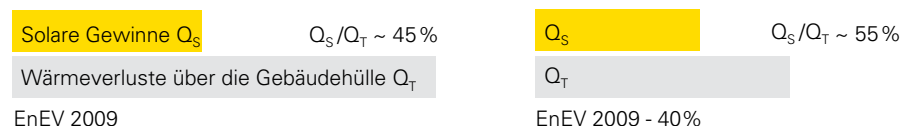
2.1 THERMISCHE OPTIMIERUNG

Die Minimierung von Wärmeverlusten ist ein wesentlicher Bestandteil eines nachhaltigen Gebäudekonzeptes. Bereits in einem frühen Entwurfsstadium werden die Grundsteine gelegt, die den zukünftigen Energiebedarf beeinflussen. Durch gezielte Festlegungen zur Ausbildung des Baukörpers, zur Gebäudestruktur, Ausführung der Gebäudehülle und dem Verlauf der Systemgrenzen wird der energetische Standard eines Wohngebäudes und die damit verbundene notwendige Anlagentechnik zur Deckung des Wärmebedarfs maßgeblich beeinflusst. Dadurch können Bau-, Betriebs- und Unterhaltskosten gesenkt werden.

OPTIMIERTES A/V_e-VERHÄLTNISS Die Kompaktheit eines Baukörpers wird durch das Verhältnis seiner wärmeübertragenden Gebäudehülle und dem Gebäudevolumen (A/V_e-Verhältnis) beschrieben. Diese Kenngröße ist ein wesentliches Maß bei der energetischen und wirtschaftlichen Optimierung von Gebäuden. Die Begrenzung des Primärenergiebedarfs nach Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV) stellt allerdings nicht mehr auf das A/V_e-Verhältnis ab; das Referenzgebäudeverfahren gesteht aufgelösten Baukörpern vielmehr einen höheren Primärenergiebedarf zu.

Dennoch: Durch kompakte Gebäudeformen werden Bau-, Betriebs- und Unterhaltskosten gesenkt. Je geringer der Anteil der Außenhüllfläche im Vergleich zum Volumen und damit zur nutzbaren Geschossfläche eines Gebäudes ist, desto wirtschaftlicher stellt sich die Gebäudeausführung dar. Diese wird bereits in der Vorplanung bestimmt, so dass zu dieser Phase der Einfluss von Planungsentscheidungen auf kostenbezogene, energetische und ökologische Gesichtspunkte weitreichender ist als zu einem späteren Zeitpunkt.

Vergleich der Verhältnisse zwischen solaren Gewinnen und Wärmeverlusten über die Gebäudehülle bei unterschiedlichen energetischen Standards





e%-Ansbach: Kompakte Baukörper führen zu geringeren Transmissionswärmeverlusten über die Gebäudehülle.

Planung: Deppisch Architekten

Bei einer Modernisierung sind die Möglichkeiten zur Optimierung der Kompaktheit im Vergleich zum Neubau eingeschränkt. Folgende Maßnahmen können Verbesserungen bewirken:

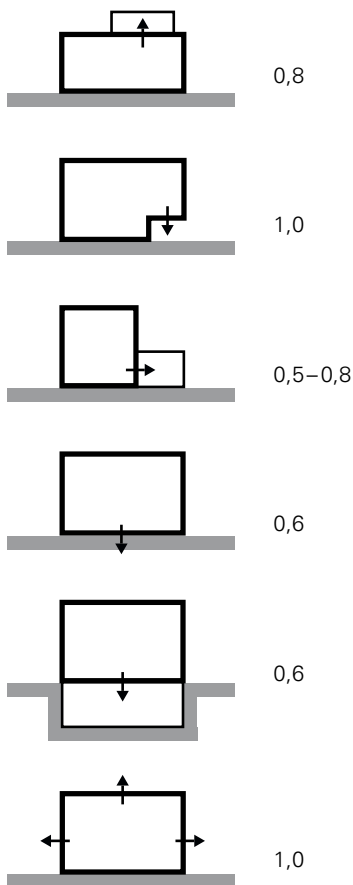
- Aufstockung bzw. Ausbau des Dachgeschosses
- Anbau und Erweiterung des Gebäudes
- Ausgleich von Vor- und Rücksprüngen in der Fassade
- Einbeziehung einer zurückgesetzten Loggia in den Wohnbereich und Erstellen eines neuen wärmetechnisch entkoppelten Balkons vor der durchgehenden wärmegeprägten Hülle
- Ausführung bestehender Balkone als Wintergärten
- Minimierung auskragender Bauteile in der Vertikalen, z. B. durch Optimieren der Transmissionsflächen im Bereich des Kellerabganges oder des Treppenhauskopfes
- Schaffung thermischer Übergangsbereiche, z. B. durch Optimieren der Eingangssituation, Ausbildung eines Windfangbereichs, Abtrennung mittels treppenhausintegrierter Tür, Positionierung niedrig- oder unbeheizter Räume als Pufferzonen

ZONIERUNG DER INNEREN STRUKTUR Energetische Optimierungspotenziale gehen auch von der Grundrissgestaltung aus. Die Zonierung der Innenräume sollte auf die unterschiedlichen Nutzungsanforderungen in Bezug auf Tageslicht, Innenraumklima und Lärmschutz eingehen.

e%-Neu-Ulm: Bei dem kompakten Baukörper werden alle Wohnungen nach Süden orientiert, während die im Norden liegenden Erschließungs- und Kommunikationssflächen als thermische Pufferzone dienen.

Planung: GlassX AG - Architekturbüro Prof. Dietrich Schwarz





Temperaturkorrekturfaktoren F_{xi} der verschiedenen Außenbauteile in Abhängigkeit angrenzender Umgebungsbedingungen wie Außenluft, unbeheizte Räume etc.

Bei Neubaumaßnahmen sollten die verschiedenen Nutzflächen in Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturanforderungen gegliedert werden. Hierbei ist es sinnvoll, Wohnräume mit hohen Anforderungen an die Behaglichkeit auf den direkt durch die Sonne beschienenen Seiten anzuordnen. Niedrig oder unbeheizte Räume sowie Bereiche mit hohen internen Wärmelasten können hingegen als Pufferzone im Norden geplant werden. Durch Zonen ohne Wärmeanforderungen, wie z. B. Treppenträume, Atrien oder Wintergärten, kann das Gebäude weiter thermisch optimiert werden.

Die Möglichkeiten für eine optimale Strukturierung der Grundrisse sind bei Bestandsgebäuden oder schwierig zugeschnittenen Grundstücken oft eingeschränkt. Um dennoch die Bedingungen für Belichtung, Innenraumklima sowie passive solare Gewinne zu optimieren, können folgende Maßnahmen einen Lösungsansatz bieten:

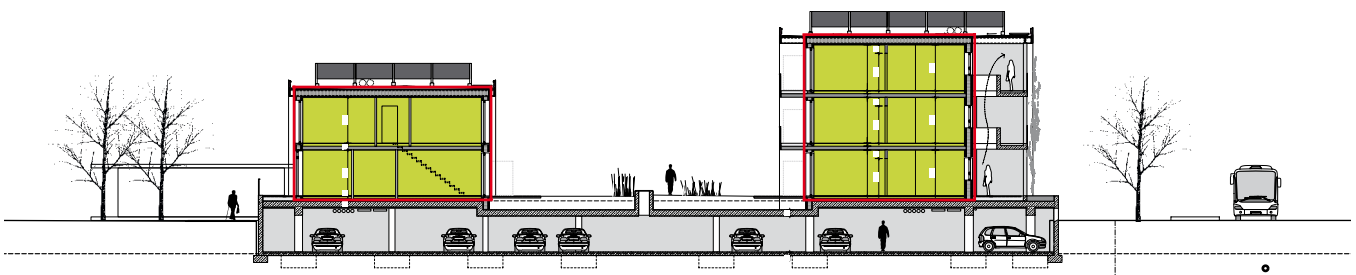
- Errichtung wohnungsinterner Atrien
- Schaffung von Atrien als thermischer Pufferraum
- Ausführung von Lichtkaminen zur Belichtung innen liegender Flächen
- Einbau von Dachverglasungen
- Anordnung transparenter Wandteile zur Belichtung innen liegender oder fehlorientierter Räume

DEFINITION DER SYSTEMGRENZE Im Zuge der thermischen Optimierung ist die Umfassungsfläche bzw. Zone eines Gebäudes mit gleicher Nutzung bzw. gleichem Temperaturniveau zu bestimmen. Diese Systemgrenze trennt alle beheizten Innenräume von unbeheizten Bereichen oder dem Außenraum ab und ist somit maßgeblich für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs. Flächen der Systemgrenze, die nicht von der Außenluft berührt sind, werden mit Temperaturkorrekturfaktoren F_{xi} abgemindert.

Zur thermischen Optimierung sollte untersucht werden, ob unter anderem folgende Räume in die Systemgrenze einbezogen werden:

- Thermische Übergangszonen im Eingangsbereich, z. B. Windfänge
- Wintergärten und Pufferzonen
- Atrien und überdachte Innenhöfe
- Treppenträume und Erschließungsflächen

e%-Ingolstadt: Verlauf der Systemgrenze zwischen beheizten (grün) und unbeheizten (grau) Gebäudeteilen
Planung: bogevischs buero



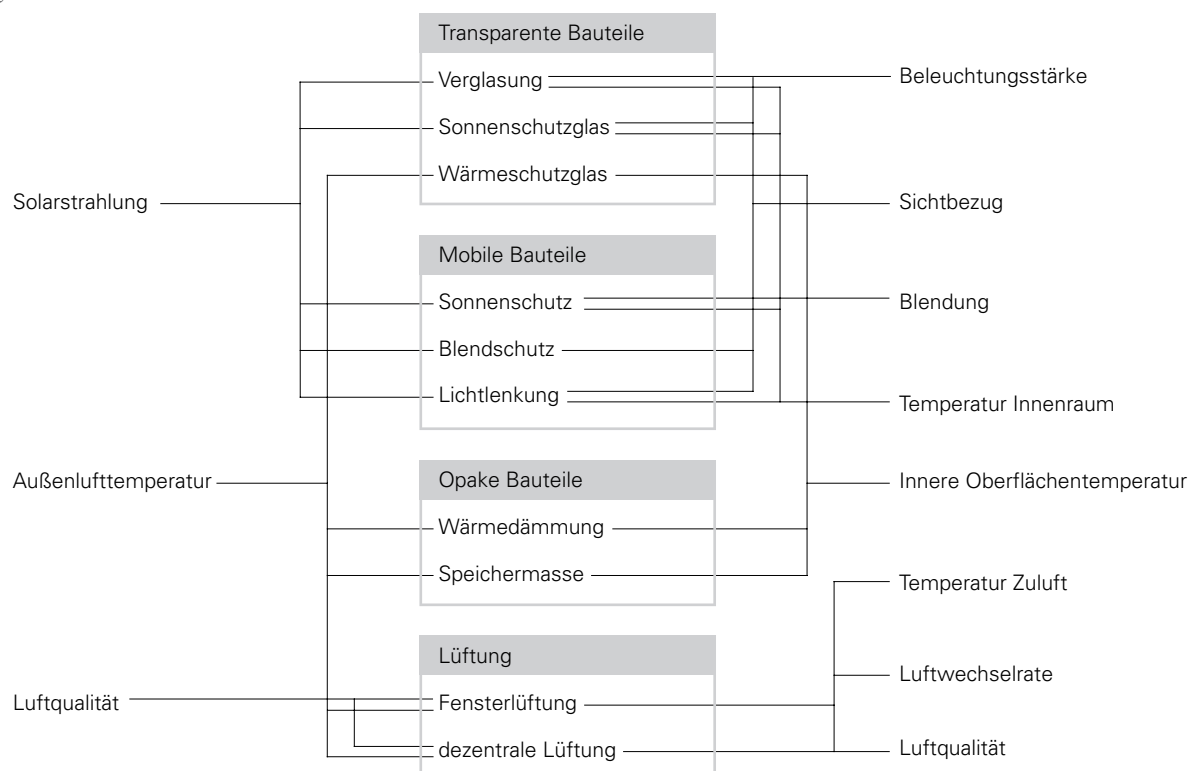
*e%-Neu-Ulm: Hoch wärmedämmende Gebäudehülle in massiver Bauweise
Planung: GlassX AG - Architekturbüro Prof. Dietrich Schwarz*



ENERGIEEFFIZIENTE GEBÄUDEHÜLLE Das thermische Verhalten von Gebäuden wird entscheidend durch die energetische Qualität der Gebäudehülle bestimmt. Sie ist die Schnittstelle und thermische Trennung zwischen beheiztem Innenraum und klimatischem Außenraum. Die thermischen Anforderungen an die Gebäudehülle variieren durch die sich im Jahresverlauf ändernden klimatischen Verhältnisse.

Eine energieeffiziente Gebäudehülle zeichnet sich dadurch aus, dass die geforderten klimatischen Innenraumbedingungen ganzjährig mit geringem Energiebedarf und möglichst geringem anlagentechnischem Aufwand sicherzustellen sind. Dies setzt eine genaue Analyse der klimatischen Rahmenbedingungen und der Nutzungsanforderungen voraus.

Die Ausbildung der Gebäudehülle unterliegt unterschiedlichen Anforderungen zu Belichtung, Lüftung, Wärme- und Feuchteschutz. Ziel der Planung ist, eine Synthese aus den verschiedenen Anforderungen zu finden.

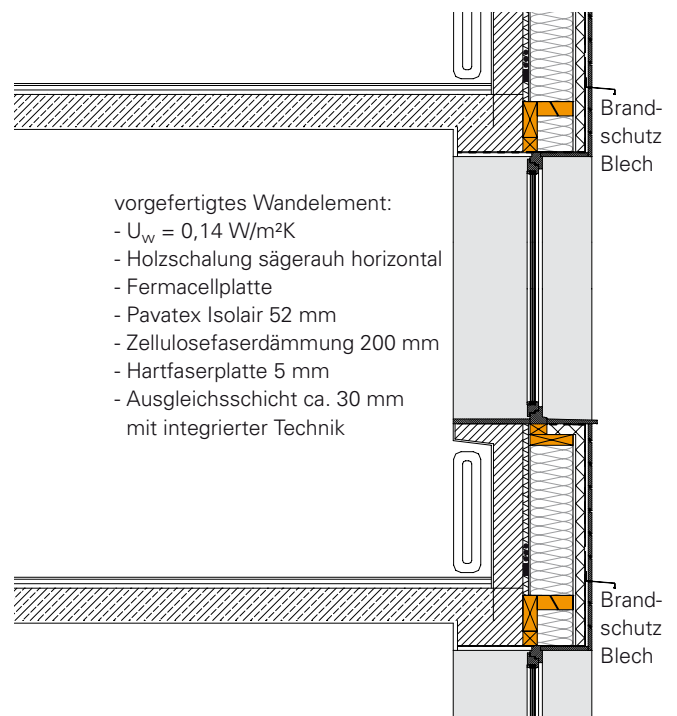
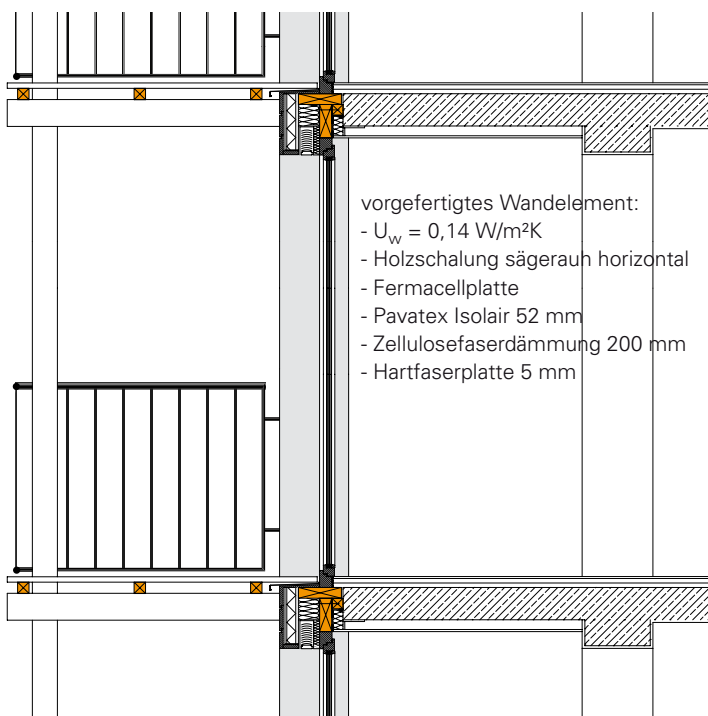


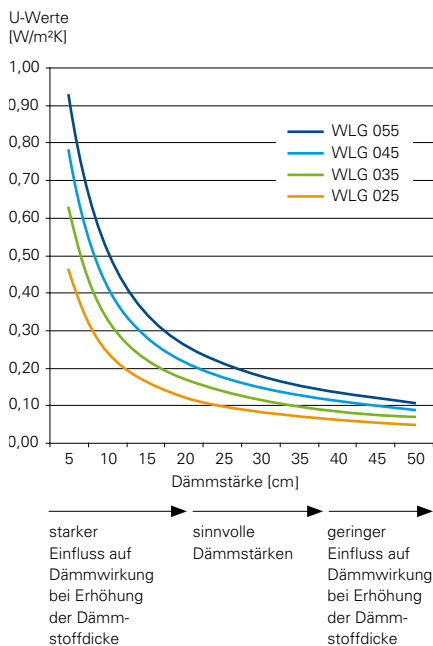
Die Gebäudehülle setzt sich aus Komponenten zusammen, die neben Witterungs- und Schallschutz der Belichtung, der Belüftung, der Wärmegegewinnung und der Wärmebewahrung dienen. Eine optimierte Gebäudehülle verlangt eine Abstimmung dieser Komponenten mit dem Ziel einer maximalen passiven Leistungsfähigkeit. Die daraus abzuleitenden Aufgaben führen in vielen Fällen zu Zielkonflikten. Neben ökologischen, ökonomischen und gestalterischen Kriterien unterliegt die Entwicklung der Gebäudehülle komplexen Anforderungen, die jeweils objektspezifisch zu optimieren sind.

WÄRMEDÄMMKONZEPT Je höher die wärmedämmenden Eigenschaften einer Gebäudehülle, desto geringer fallen die Transmissionswärmeverluste aus. Die Dimensionierung dämmender Bauteile ist abhängig von der Kompaktheit eines Gebäudes (A/V_e -Verhältnis). Dabei gilt: Je ungünstiger das A/V_e -Verhältnis, desto besser muss das Gebäude gedämmt werden. Eine kompakte Baukörperform und eine intelligente Definition der Systemgrenze – z. B. durch Verringerung außenluftberührter Bauteile – können die erforderlichen Dämmmaßnahmen reduzieren.

Ein Variantenvergleich von Material und Konstruktion ermöglicht eine Optimierung der Gebäudehülle. Dabei werden die bauphysikalischen Eigenschaften verschiedener Wandaufbauten bestimmt und hinsichtlich der energetischen und wirtschaftlichen Eigenschaften vergleichend bewertet. Folgende Anforderungen sollten berücksichtigt werden:

*e%-Augsburg: Wandaufbau eines vor eine bestehende Mauerwerksfassade nachträglich angebrachten vorgefertigten Wandelements
Planung: lattkearchitekten*





Verhältnis zwischen U-Wert und Schichtdicke verschiedener Dämmmaterialien

- Klimatische und kleinklimatische Bedingungen, z. B. jahreszeitlicher Temperaturverlauf, Feuchtigkeit
- Anforderungen an Wärme-, Sonnen-, Schallschutz, Statik etc.
- Betrachtung der Haltbarkeit von Konstruktion und Materialien, wie z. B. hinsichtlich des Modernisierungszyklus der äußeren Fassadenschicht
- Vorhandene Konstruktion bei Bestandsgebäuden
- Architektonisches Konzept und gestalterisches Umfeld
- Rahmenbedingungen der Bauausführung

Die Dämmeigenschaft eines Bauteils wird durch den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) beschrieben: Je kleiner der U-Wert, desto besser ist dessen Dämmwirkung. Allerdings steigt die Dämmfähigkeit nicht proportional zur Schichtdicke an. Vielmehr fällt der U-Wert bei einem dünnen Bauteil mit zunehmender Schichtdicke zunächst schnell ab und verringert sich mit weiter zunehmender Dicke schließlich immer langsamer. Bei der Entwicklung einer Gebäudehülle mit hoch dämmenden Eigenschaften sind somit Konstruktion und Aufbau sowie verwendete Materialien und Schichtdicken der Außenbauteile im Zusammenhang zu betrachten.

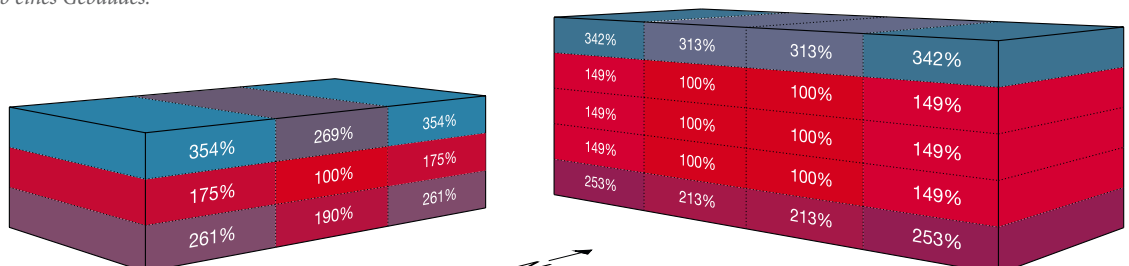
Die thermischen Anforderungen an die Gebäudehülle werden durch die Vorgaben der Energieeinsparverordnung festgelegt. Um eine darüber hinaus gehende Reduzierung der Transmissionswärmeverluste analog den Zielen des Modellvorhabens e% zu erreichen, sollten mindestens folgende U-Werte eingehalten werden:

Bauteile	U-Wert [W/m²K]
Außenwand	0,10 – 0,20
Fenster	0,6 – 1,0
Decke / Dach	0,10 – 0,18
Decken / Wände gegen unbeheizt / Erdreich	0,15 – 0,20

Die Entscheidung für ein Wärmedämmkonzept muss auf den angestrebten energetischen Standard abgestimmt werden. Mögliche Konstruktionen können beispielsweise sein:

- Leichtbaukonstruktionen wie Holzkonstruktionen
- Monolithisches Mauerwerk aus hoch dämmenden Steinen
- Massivbauweisen mit Wärmedämmverbundsystemen
- Konstruktionen mit transparenter Wärmedämmung (TWD)
- Konstruktionen mit Vakuumdämmung

Der Energiebedarf von Wohnungen unterscheidet sich je nach Lage innerhalb eines Gebäudes.



THERMISCHE DIFFERENZIERUNG Der Energiebedarf von Wohnungen wird durch ihre Lage innerhalb des Gebäudes beeinflusst. Wohnungen, die an Stirnseiten, im Dach- oder Erdgeschoss eines Gebäudes angeordnet sind, weisen auf Grund des erhöhten Außenwandanteils höhere Transmissionswärmeverluste und in der Folge einen höheren Heizwärmebedarf auf als Wohnungen im inneren Gebäudebereich.

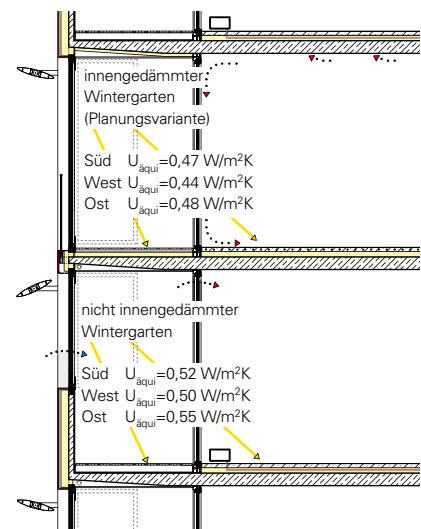
Im Zuge einer energetischen Optimierung des Gebäudekonzeptes sollten die Wohnungen thermisch differenziert betrachtet werden und eine Angleichung des Heizwärmebedarfs verfolgt werden. Folgende Maßnahmen können dabei Verbesserungen bewirken:

- Variieren bei der Dämmqualität und Dämmstärke
- Wintergärten und Pufferräume zur Reduzierung der Transmissionswärmeverluste
- Erhöhung passiver solarer Gewinne

WÄRMEBRÜCKENFREIHEIT Erhöhte Wärmeverluste über außenluftberührte Bauteile treten an Wärmebrücken auf. Die Folge sind niedrige Temperaturen an den Wandinnenflächen. Je niedriger die Oberflächentemperatur ist, desto höher ist die relative Feuchte in diesen Bereichen. An diesen Bauteilen kann Wasser kondensieren, so dass die Wand durchfeuchtet und die Gefahr des Auskeimens und Wachstums von Schimmelpilzen besteht.

Um Wärmeverluste zu begrenzen und feuchtebedingte Bauschäden zu verhindern, sollten Wärmebrücken vermieden werden. Hierzu müssen Konstruktionen so ausgeführt werden, dass bei üblichen Raumluftfeuchten und Innentemperaturen auch an der Bauteiloberfläche relative Feuchten von über 80% nicht dauerhaft auftreten können. Mit Hilfe einer detaillierten Planung können entsprechende konstruktive Vorkehrungen ohne großen finan-

*e%-Straubing: Loggien des Bestandgebäudes werden als Wintergärten mit innen und außen liegenden Standardfenstern ($U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) ausgeführt und bisherige Wärmebrücken reduziert. Die verbleibenden Wärmebrücken außerhalb der Wintergartenbereiche ergeben einen rechnerischen Wert von $\Delta U_{WB} = 0,016 \text{ W/m}^2\text{K}$.
Planung: Sturm und Wartzeck GmbH*



ziellen Aufwand getroffen werden. Die Umsetzung einer energieeffizienten Gebäudehülle setzt eine weitgehende Vermeidung von Wärmebrücken voraus. Die Wärmebrücken sind daher bei hoch energieeffizienten Gebäuden im Neubau auf $\Delta U_{WB} = 0,0$ (Wärmebrückenverlustkoeffizient ΔU_{WB}) und bei Bestandsmodernisierungen auf mindestens $\Delta U_{WB} = 0,025$ zu reduzieren.

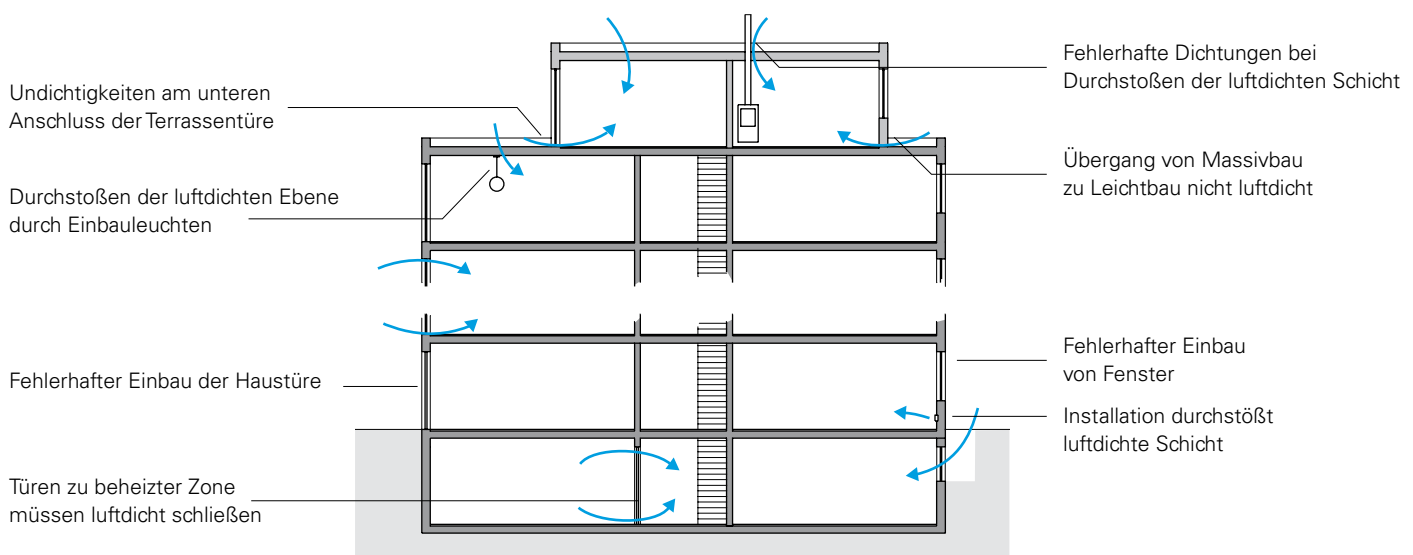
LUFTDICHTIGKEIT Um Lüftungswärmeverluste zu minimieren, müssen Leckagen in der Gebäudehülle vermieden werden. Hierzu wird die Lage einer oder mehrerer Ebenen bestimmt, die außenseitig winddicht und zum Innenraum hin luftdichtend auszuführen sind. Dies gilt sowohl für Regelquerschnitte als auch für alle Anschlüsse und Durchdringungen. Typische Fehlstellen in der luftdichtenden Hülle sind beispielsweise:

- Fehlender Innenputz im Bereich des Estrichs oder der Zwischendecken
- Durchdringungen der luftdichtenden Ebene durch Sparren, Pfetten, Rohrleitungen, Steckdosen, Kabel etc.
- Baukörperanschlüsse von Fenstern und Außentüren sowie Dachflächenfensteranschlüsse
- Stöße und Anschlüsse luftdichtender Folien im Bereich des Daches, z. B. Auflager Fußpfette, Dachbodenluken, Ortgang, Kniestock

Hinweise zur Qualitätssicherung der Luftdichtigkeit mit Hilfe einer Luftdichtigkeitsprüfung sind in Kapitel 5.2 beschrieben.

Durch die Optimierung der Luftdichtigkeit kann es an Bauteilen mit niedrigen Oberflächentemperaturen zu Tauwasserausfall kommen. Da bei hoch gedämmten Gebäuden die Wandinnenflächen höhere Temperaturen aufweisen, ist das Risiko des Tauwasserausfalls geringer. Dennoch sollte die durch Nutzungen wie Duschen oder Kochen entstehende erhöhte Raumluftfeuchte mit Hilfe einer Lüftungsanlage abgeführt werden.

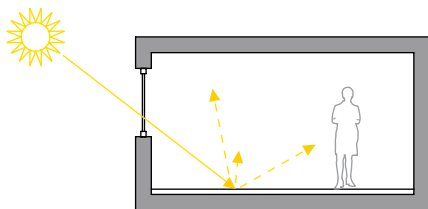
Typische Leckagen, die bei der Detailplanung bzw. im Rahmen der späteren Qualitätskontrolle besonders beachtet werden sollten



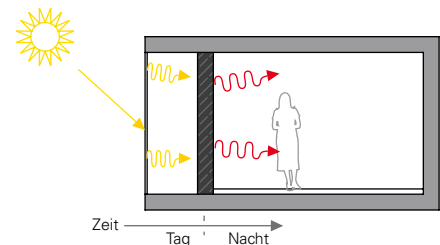
2.2 SOLARE OPTIMIERUNG

Ein nachhaltiges Gebäudekonzept schafft die Voraussetzungen, um das zur Verfügung stehende Potenzial an regenerativer Energie nutzen und den Verbrauch natürlicher Ressourcen minimieren zu können. Die Nutzbarmachung und Ausschöpfung solarer Energieeinträge spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Denn gemessen am globalen Energieverbrauch des Menschen bietet die Sonne ein fast unerschöpfliches Potenzial an Energie: So stammen etwa 99,98 % des gesamten Energiebeitrags zum Erdklima von der Sonne – der geringe Rest wird aus geothermalen Wärmequellen gespeist. Rein rechnerisch ist die solare Einstrahlung auf die Landmassen etwa 3.000 mal höher als der weltweite Energiebedarf.

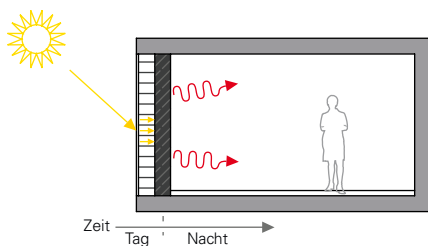
PASSIVE SOLARE SYSTEME Solare Strahlungsenergie kann sowohl über aktive (vgl. Photovoltaik) wie auch passive Systeme gewonnen werden. Unter passiver Sonnenenergienutzung versteht man die Nutzung der Sonnenwärme ohne mechanische Systeme, die mit Hilfe zusätzlicher technischer Komponenten oder Energiequellen betrieben werden müssten. Passive solare Systeme basieren statt dessen auf dem physikalischen Phänomen des Wärmetransportes der auf ein Material eingestrahlten Sonnenenergie. Die



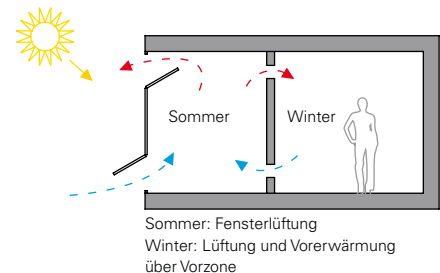
Direkter Wärmegewinn. Die Sonnenstrahlen fallen durch transparente oder transluzente Fasadenelemente in das Rauminnere und werden an den inneren Flächen des Raumes absorbiert und in Wärme umgewandelt.



Indirekter Wärmegewinn. Die Sonnenstrahlen treffen auf eine Speichermasse innerhalb eines Pufferraumes auf und erwärmen diese. Die Speichermasse gibt die Wärmestrahlung zeitverzögert an die angrenzenden Räume ab.



Isolierter Wärmegewinn. Die Sonnenenergie wird isoliert von dem zu erwärmenden Raum umgewandelt. Dabei ist das isolierende System z. B. durch Prismenverglasung selbstregulierend ausgelegt.



Hybride Systeme. Als hybride Systeme werden Kombinationen von aktiven und passiven Solarsystemen bezeichnet. Neben der passiven solaren Energienutzung wird z. B. eine aktive Lüftung in das System integriert.

Solarstrahlung wird dabei an Feststoffen oder Flüssigkeiten in Wärme umgewandelt, absorbiert und zeitverzögert an ihre Umgebung wieder abgegeben.

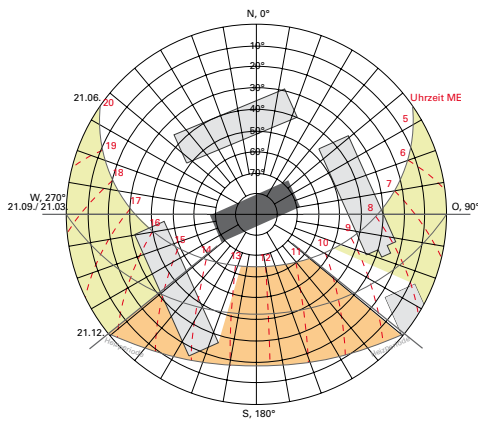
Ein passives solares System setzt sich aus fünf grundlegenden Komponenten zusammen:

- Kollektor: Sonnenenergiesammelfläche, z. B. Fassadenflächen
- Absorber: Oberfläche, an der Sonnenstrahlung in Wärme umgewandelt wird, z. B. Innenraumflächen
- Wärmespeicher: Einspeichern und zeitverzögerte Abgabe der Wärme, z. B. Innenraumwände
- Wärmeverteilung: Wärmeleitung, Konvektion oder Wärmestrahlung
- Regelung: Maßnahmen zur Steuerung des Energieeintrages, wie Sonnenschutz, Lüftungsöffnungen

Die Höhe passiver solarer Gewinne eines Gebäudes ist von verschiedenen Kriterien abhängig, wie lokalen klimatischen Bedingungen, Gebäudeausrichtung, Gebäudeform, Art der Gebäudehülle, Gebäudestruktur, Ausführung

Beispiele passiver solarer Systeme

Element	Maßnahme	Wirkung
Fenster	Optimierung der verschattungs-freien Fensterflächen nach Süden	- Erhöhung der solaren Wärmequellen - Verbesserung der Tageslichtversorgung - Senkung des Kunstlichtbedarfs - Erhöhung der Wärmespeicherung in massiven Bauteilen
Verglaste Loggia	Mobile Verglasungen an Loggien mit Systemgrenze in der Ebene der Verglasung	- Erhöhung des Wärme- und Schallschutzes - Minimierung der Wärmebrücken bei Bestandsgebäuden an auskragenden Bauteilen - Verlängerung der Nutzungszeit - Vorerwärmung der Zuluft bei Abluftanlagen
Wintergarten	Ausbau eines unbeheizten Wintergartens nach Süden mit Systemgrenze am Hauptgebäude	- Verringerung des Wärmebedarfs durch Pufferraum, Reduzierung der Transmissionswärmeverluste - Verbesserter Schallschutz - Erweiterung des Wohnraums in der Übergangszeit
Atrium	Verglaster Innenhof mit Systemgrenze Oberlicht, offenbar im Sommer	- Klimatische Pufferzone für Vorerwärmung der Vorluft-Lüftungsanlage - Reduzierung der Transmissionswärmeverluste - Belichtung von innen liegenden Räumen - Sommer: Vergrößerung des A/V_g-Verhältnisses, dadurch verbesserter Nachtkühlungseffekt - Entlüftung des Gebäudes über Atrium im Sommer - Zulufterwärmung über Atrium im Winter
Dachverglasung	Verglasung von Dachflächen nach Süden mit außen liegendem Sonnenschutz	- Verbesserung der solaren Energiegewinne - Ausleuchtung der inneren Zonen bei Gebäuden mit großer Tiefe - Außen liegender Sonnenschutz gegen Überhitzung im Sommer notwendig
Tageslichtelemente	Verglasung mit transparenter Wärmedämmung und adaptiven Lüftungssystemen nach Süden	- Gute Wärmedämmung der Außenwand - Einsatz in Brüstungselementen sinnvoll - Elemente mit Hinterlüftung und variablem Lichtlenksystem als Warmluftkollektor nutzbar - Intelligente Lösung für Räume mit erhöhtem Temperaturbedarf



Sonnenlaufbahn am Beispiel des e%-Projektes in Neu-Ulm am 21.06. und 21.12. eines Jahres. Die orange Fläche stellt die solare Einstrahlung während der Heizperiode dar.

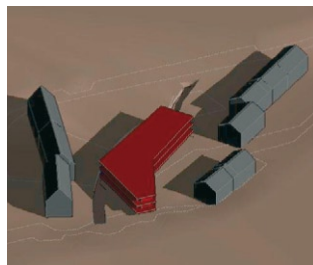
der Sonnengesammlerflächen oder Beschaffenheit der Speichermassen. Zu passiven sonnentecnischen Systemen zählen Bauteile wie verglaste Fassadenelemente, verglaste Pufferräume sowie Wandsysteme.

ORIENTIERUNG Das Potenzial passiver solarer Energiegewinne wird maßgeblich durch die Orientierung eines Wohngebäudes sowie die Ausrichtung der Wohnräume bestimmt. Wird das vorhandene Strahlungspotenzial ausgeschöpft, reduziert sich der Wärmebedarf erheblich. Neubauten sollten daher möglichst so auf dem Grundstück positioniert werden, dass eine optimierte Nutzung der solaren Einstrahlung möglich ist.

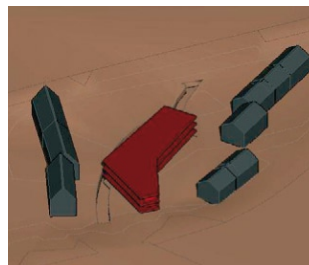
Der Einfluss der Orientierung auf die Höhe passiver solarer Gewinne kann am Beispiel verschieden orientierter Fensterflächen verdeutlicht werden: Im Vergleich zu nach Süden orientierten Fenstern verringert sich die nutzbare solare Strahlungsenergie bei Ost- und Westfenstern auf rund 60 % und bei Nordfenstern auf etwa 38 %. Ab einer Südobweichung von 30° ist bis zur Ost-West-Orientierung mit progressiv zunehmenden solaren Verlusten zu rechnen. Bedingt durch die tiefen Sonnenstände der sommerlichen Morgen- und Abendsonne weisen Ost- und Westfenster zudem größere Überhitzungsprobleme als Südfenster auf.

VERSCHATTUNGSFREIHEIT Um die Ausschöpfung passiver solarer Gewinne nicht einzuschränken, sollte auf eine ausreichende Verschattungsfreiheit der Gebäudeteile, an denen solare Einträge erzielt werden sollen, geachtet werden. Bereits im Zuge der Planung können solare Einträge wie auch die zu erwartende Verschattung von Gebäuden durch Simulationen überprüft werden.

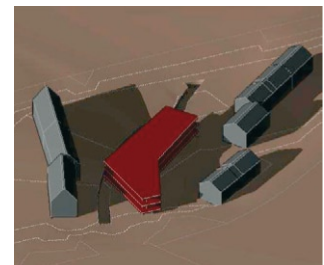
e%-Ochsenfurt: Eine Simulation verdeutlicht die Verschattung von Neubau (rot) und benachbarten Bestandsgebäuden (grau) zu verschiedenen Jahreszeiten. Planung: Atelier für Baukunst, DI Wolfgang Ritsch



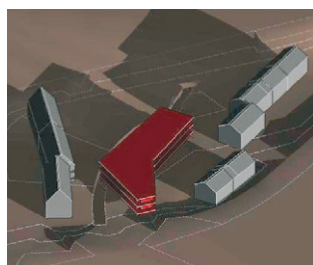
21.03. 9 Uhr



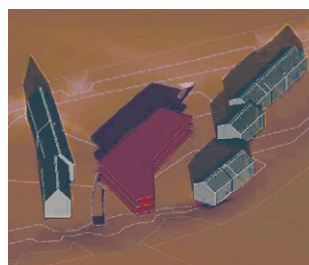
21.03. 12 Uhr



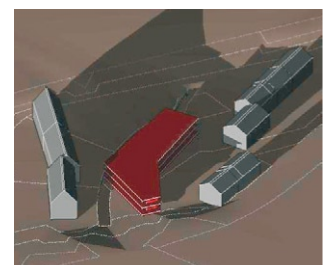
21.03. 17 Uhr



21.12. 9 Uhr



21.12. 12 Uhr



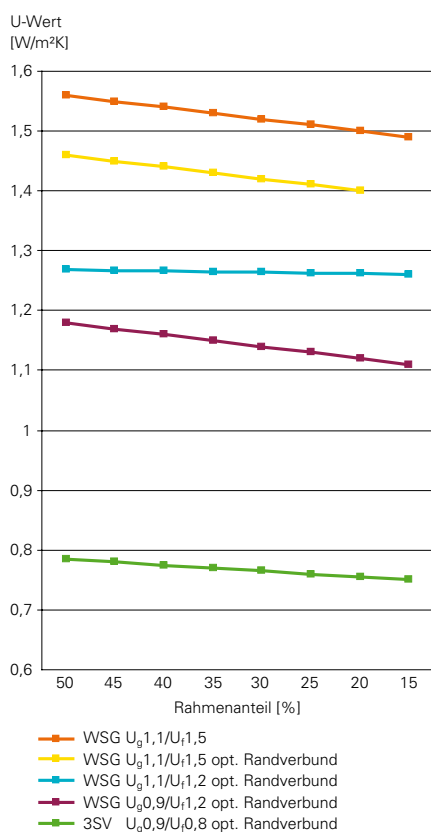
21.12. 16 Uhr

Bei hoher Bebauungsdichte ist die Verschattungsfreiheit in der Regel gefährdet. Daher sollte eine Baustruktur entwickelt werden, die das Ziel des flächensparenden Bauens wie auch eine Maximierung passiver solarer Gewinne durch Verschattungsfreiheit während der Heizperiode ermöglicht.

OPTIMIERUNG DER FENSTERFLÄCHENANTEILE Fensterflächen sind die wichtigsten Eintragsflächen für Sonnenenergie. Die solaren Energieeinträge sind dabei unter anderem abhängig von dem lokalen Strahlungspotenzial, der Orientierung, Position und Größe der Fenster sowie der Qualität der Verglasung (U-Wert, g-Wert). Diesem energetischen Potenzial stehen zugleich Anforderungen des winterlichen und sommerlichen Wärmeschutzes gegenüber. Der Energiebedarf eines Gebäudes kann daher mit zunehmender Fensterfläche entweder zu- oder abnehmen oder bei einem bestimmten Flächenanteil einen Minimalwert aufweisen.

Fensterflächenanteile sollten in Abhängigkeit der jeweiligen Orientierung optimiert werden. So wirkt sich beispielsweise eine Vergrößerung der Verglasung nach Süden positiv auf die Energiebilanz aus, wobei bei großen Energieeinträgen Maßnahmen gegen sommerliche Überhitzung erforderlich werden können. Entscheidend bei der Optimierung ist auch die innere Gliederung eines Gebäudes. So können Räume mit hohen Anforderungen an Belichtung und Wärme mit großen Fenstern ausgestattet werden. Kleine Räume eignen sich hingegen schlechter zur Nutzung solarer Potenziale, da diese sich schnell erhitzen und durch ein erforderliches Ablüften der Wärme ein schlechter Ausnutzungsgrad erreicht wird.

Sehr große Fensterflächen können auch erhebliche Transmissionswärmeverluste aufweisen. Darum sollten bei energieeffizienten Gebäuden ausschließlich Fenster mit sehr guten Wärmedämmeigenschaften eingesetzt werden. Durch Wärmeschutzverglasungen wird ein äquivalenter U-Wert im negativen Bereich möglich, so dass im Tagesmittel mehr Energie durch solare Einstrahlung in den Innenraum getragen wird, als durch Transmission verloren geht. Gleichzeitig sollte bei großen Fensterflächen genügend nutzbare Speichermasse im Rauminneren vorhanden sein, durch die Temperaturschwankungen ausgeglichen werden.



Einfluss des Rahmenanteils auf die energetische Qualität der Fenster: Hohe Rahmenanteile sollten vermieden werden.

Um die aus energetischer Sicht sinnvolle Position der Fenster zu ermitteln, müssen gegebenenfalls Eigen- und Fremdverschattungen durch Nachbarbebauung oder Baukörperausformung analysiert werden. Die daraus resultierenden Verschattungsfaktoren machen die Energiegewinne quantifizierbar.

Auch die Geometrie der Fenster hat einen erheblichen Einfluss auf ihre energetische Qualität. So wird beispielsweise bei schlanken Fenstern mit hohem Rahmenanteil die passive Solarenergienutzung eingeschränkt, zumal zugleich ungünstigere U-Werte entstehen. Der Rahmenanteil sollte deshalb nicht mehr als 30 % betragen – Sprossenfenster sollten vermieden werden. Durch eine gezielte Abwägung, an welchen Positionen des Gebäudes festverglaste oder zu öffnende Fenster angebracht werden, können weitere energetische Vorteile genutzt werden.

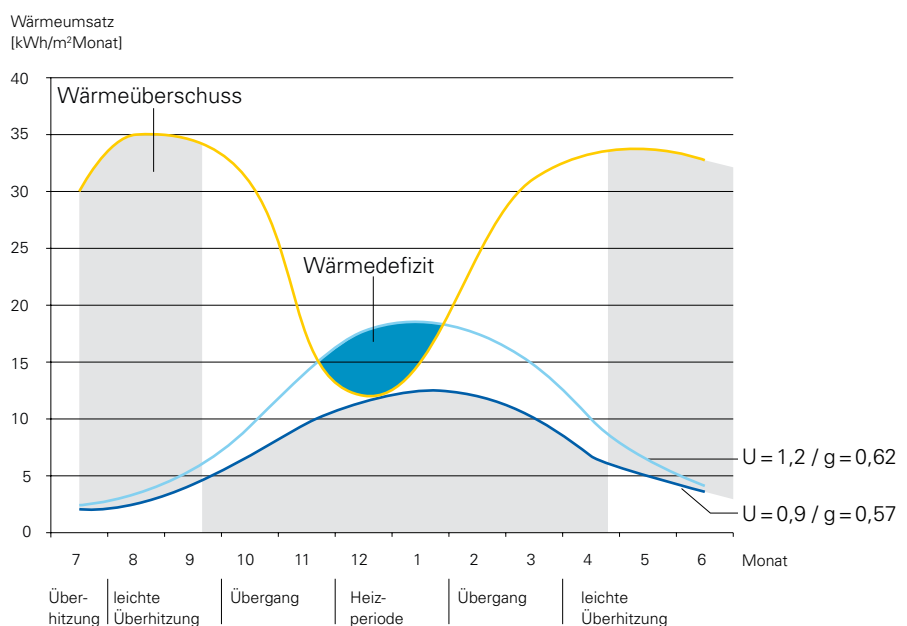
Trotz der eingeschränkten Möglichkeiten zur Optimierung der Fensterflächenanteile bei Bestandsgebäuden können auch im Rahmen einer Modernisierung zahlreiche Verbesserungen durchgeführt werden:

- Vergrößerung von vorhandenen Fensteröffnungen in Abhängigkeit der Orientierung sowie der Nutzung dahinterliegender Räume
- Absenken der Brüstung auf eine Höhe von 60 cm oder Schaffung bodentiefer Fenster
- Vergrößerung der Fenster durch Entfernen von Fenstersturz oder Rollladenkästen
- Erstellen von neuen südausgerichteten Fenstern
- Neuerstellung der (Süd-)Fassade mit hohem Dämmstandard bei Schottenbauweise bzw. vorgehängter Fassade
- Verwendung von transparenter Wärmedämmung, falls Fensterflächenvergrößerungen nicht möglich sind

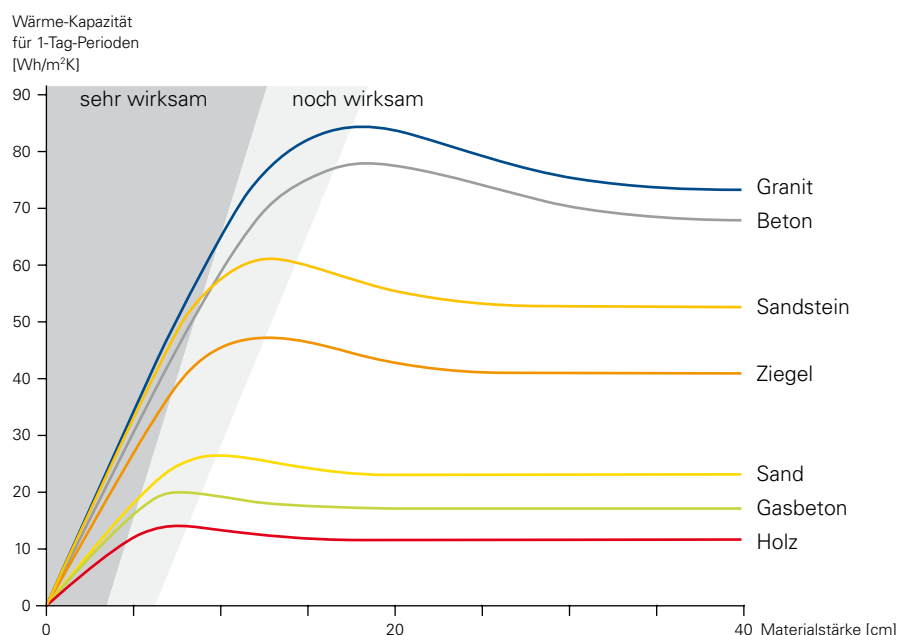
SPEICHERMASSE Um solare Energieeinträge nutzen zu können, muss die Strahlungsenergie im Gebäudeinneren durch Wärme absorbierende Materialien aufgenommen und gespeichert werden. Ein Teil der Wärme-

*Energiebilanz südorientierter, vertikaler Wärmeschutzverglasungen während der Heizperiode:
Eine wärmetechnisch gute Verglasung führt zu einer positiven Wärmebilanz während der Heizperiode.*

- Sonneneinstrahlung
- Transmissionswärmeverlust verschiedener Wärmeschutzverglasungen



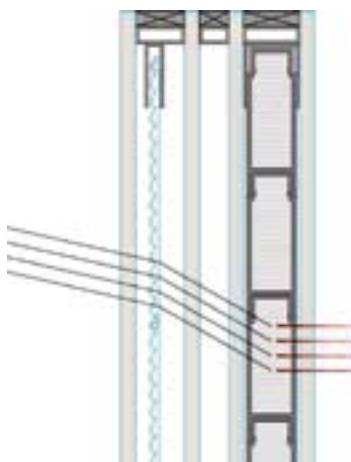
Wärmespeicherkapazität von Baumaterialien



strahlung wird dabei direkt durch die speicherfähigen Bauteile aufgenommen – diese Art der Einspeicherung wird als primäre Einspeicherung bezeichnet. Das Bauteil lädt sich thermisch auf, die Bauteiltemperatur steigt an und überschreitet je nach Material die Raumlufttemperatur. Da ein Anteil der eintreffenden Strahlung reflektiert wird, wiederholt sich der beschriebene Vorgang an weiteren Bauteiloberflächen. Auch durch Konvektion der warmen Raumluft wird Wärme – durch sekundäre Einspeicherung – in den Speichermassen eingelagert. Je höher die Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes, desto höher ist das primäre Speicherpotenzial. Nach Ende der Einstrahlung entladen sich die Bauteile, wodurch sich Energiegewinne über mehrere Stunden bis zu maximal einem Tag nutzbar machen lassen.

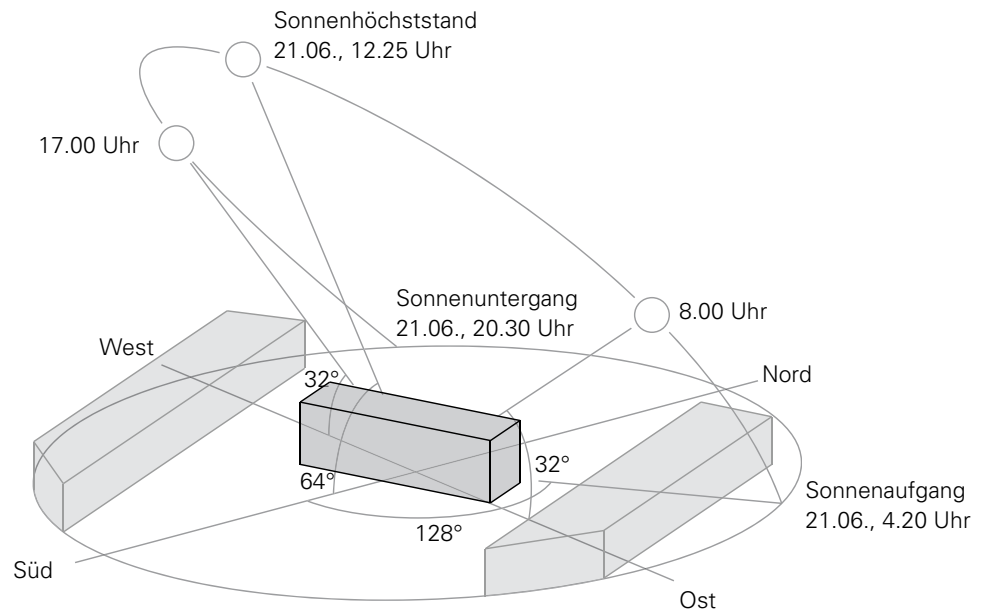
Solarspeicherglas: Eine Schicht aus Salzkristallen im Scheibenzwischenraum speichert solare Wärme und gibt diese zeitverzögert an den Innenraum ab.

Hersteller: GlassX AG



Das Speichervermögen von Bauteilen ist abhängig von der jeweiligen Wärmespeicherkapazität verwendeter Materialien. Für die Bemessung des Ausnutzungsgrades kann vereinfachend eine speicherwirksame Schichtdicke von 10 cm angenommen werden. Auch die Farbe der Bauteile beeinflusst das Wärmespeicherverhalten. Dunkle Bauteile können mehr Wärme aufnehmen, während helle Bauteile weniger Strahlung absorbieren.

Speichermassen stabilisieren die Gebäudeinnenraumtemperatur gegenüber Schwankungen der Außentemperatur, der Sonneneinstrahlung und der internen Wärmequellen. Gebäude in Leichtbauweise, das heißt mit geringerem Wärmespeichervermögen, nehmen die Umgebungstemperatur schneller an, wohingegen Gebäude in Massivbauweise diese langsamer aufnehmen. Je größer dabei die speichernde Masse und die Oberfläche sind, desto träger reagiert das Gebäude auf klimatische Veränderungen und desto ausgeglichener sind die Innentemperaturen. Daher ist es bei leichten Konstruktionen sinnvoll, die Innenwände in das thermische Speicherkonzept mit einzubeziehen.



Durch den horizontalen Einfallswinkel der Sonne an Ost- und Westfassaden können sich die dahinterliegenden Räume überhitzen. Ein Sonnenschutz wirkt einer Überhitzung entgegen.

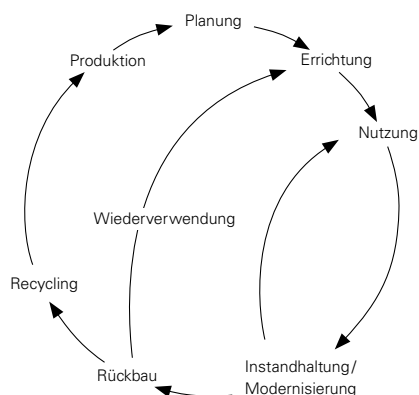
MASSNAHMEN GEGEN SOMMERLICHE ÜBERHITZUNG Bei einer Optimierung der passiven solaren Gewinne ist darauf zu achten, dass eine Überhitzung der Innenräume durch zu hohe Energieeinträge in den Sommermonaten vermieden wird. Wie stark sich ein Gebäude aufheizt, hängt von verschiedenen Faktoren, wie der Ausbildung der Fensterflächen, Verschattung durch Topografie, Nachbargebäude und Bepflanzung, dem Dämmstandard der Gebäudehülle, den Speichermassen und schließlich dem Lüftungsverhalten der Bewohnerinnen und Bewohner ab.

Dem Nachweis der Sommertauglichkeit dient die Berechnung nach DIN 4108 Teil 2. Im Falle eines ungenügenden Komforts sollten Gegenmaßnahmen wie Sonnenschutz ergriffen werden. Dadurch verbessert sich die thermische Behaglichkeit und der nachträgliche Einsatz von energieintensiven Raumkühlgeräten wird vermieden.

2.3 LEBENSZYKLUS

Bei einer nachhaltigen Planung ist es notwendig, die Anforderungen an ein Wohngebäude über dessen gesamte Lebensdauer zu berücksichtigen. Dadurch können Aufwendungen in ökonomischer wie auch ökologischer Hinsicht langfristig reduziert werden. Eine optimierte lebenszyklusgerechte Planung bringt dabei eine instandsetzungs- und wartungsfreundliche Bausubstanz mit sich.

LEBENSZYKLUSBEWERTUNG Eine lebenszyklusgerechte Planung richtet den Blick auf die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes. Diese Betrachtungsweise reicht von der Planung und Erstellung, über die Nutzung durch mehrere Bewohnergenerationen bis zum Rückbau des Gebäudes und dem Umgang mit den eingesetzten Materialien.



Lebenszyklus eines Gebäudes

Ziel einer Lebenszyklusbewertung ist es, die erforderlichen Energie- und Stoffströme über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes zu reduzieren. Dazu zählt die Minimierung des Energieaufwands für die Baustoffproduktion – für Gewinnung, Veredelung, Transport, Ein- und Rückbau der Baustoffe. Ferner sollen die Energieaufwendungen zur Errichtung und Nutzung des Gebäudes sowie für Rückbau, Abbruch und Entsorgung gesenkt werden. Den mit einem entsprechenden Vorgehen mitunter verbundenen höheren Kosten für Planung und Erstellung stehen Einsparungen bei den Betriebskosten und das Ziel einer langen Lebensdauer des Gebäudes gegenüber.

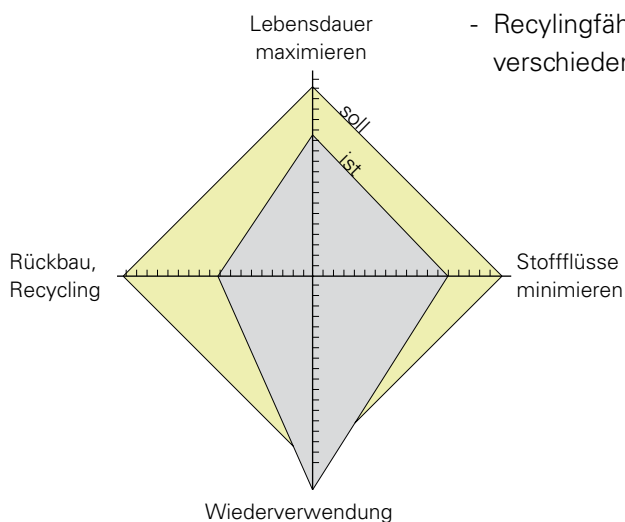
ÖKOLOGISCHE BAUSTOFFWAHL Die Baustoffherstellung und die Errichtung eines Gebäudes stellen einen erheblichen Anteil am Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes dar. So führen Produktion, Einbau und Entsorgung von Baustoffen zu erheblichen energetischen Aufwendungen. Eine Minimierung der damit verbundenen Materialflüsse und Emissionen wird als ökologische Optimierung bezeichnet.

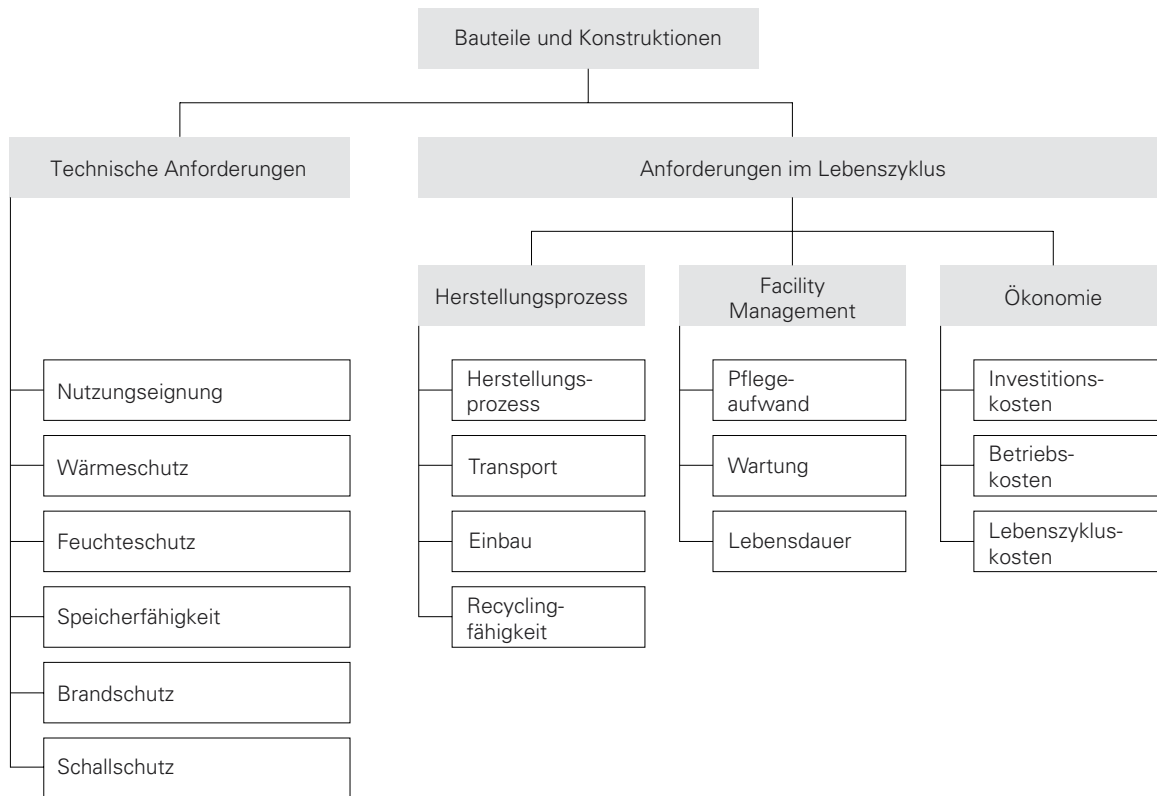
Als ökologisch optimierte Baustoffe werden diejenigen bezeichnet, welche über den gesamten Lebenszyklus von der Herstellung bis zur Entsorgung überprüft werden und zu den umweltverträglichsten ihrer Produktkategorie gehören. Die ökologischen Merkmale sollten bei der Auswahl von Baustoffen und Bauteilen neben Aspekten der technischen Eigenschaften, Gebrauchstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit nicht außer Acht gelassen werden.

Ein wichtiger Kennwert zur Beurteilung von Baustoffen ist der Primärenergieinhalt (PEI). Dieser weist die Graue Energie eines Baustoffes oder Materials aus und beinhaltet die zur Herstellung eingesetzte Energie. Der auf die Nutzungsdauer bezogene Aufwand an Primärenergie für Baustoffe lässt sich in der Praxis am besten durch folgende Maßnahmen vermindern:

- Reduzierung des Stoffeinsatzes
- lange Nutzungsdauer
- Verwendung von Recyclingstoffen
- Recyclingfähigkeit von Baustoffen und Trennbarkeit von Bauteilen in die verschiedenen Baustoffe

Bei einer Lebenszyklusbewertung von Bauteilen und Konstruktionen werden Ist- und Soll-Werte verschiedener Aspekte beurteilt.





Anforderungen an Bauteile und Konstruktionen

BAUTEILE UND KONSTRUKTIONEN Baustoffe stehen immer in einem funktionalen Zusammenhang als Bauteile oder Konstruktionen. Die verwendeten Baustoffe werden dabei gefügt oder kraftschlüssig miteinander verbunden. Dadurch werden funktionale Schichten gebildet, die eine auf den Lebenszyklus bezogene Vergleichbarkeit ermöglichen. So kann beispielsweise eine Fassade ohne Berücksichtigung der Befestigung und der Unterkonstruktion nicht adäquat bewertet werden.

Ziel der lebenszyklusgerechten Planung ist es, Materialien und deren konstruktives Gefüge auf die Nutzungsart, die zu erwartenden Nutzungsprozesse und die Lebensdauer abzustimmen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein notwendiger Austausch von Bauteilen während der Nutzungsphase erneute energetische Aufwendungen mit sich bringt. Je häufiger ein Bauteil oder eine Funktionsschicht ausgetauscht werden muss, desto höher ist der Anteil der zur Herstellung, Verarbeitung, Transport, Einbau und Entsorgung eines Bauteils erforderlichen Energie.

Indem die Anzahl der notwendigen Bauteilschichten verringert wird, kann der Primärenergieinhalt eines Gebäudes gesenkt werden. Bauteile sollten daher nicht monokausal eine Funktion übernehmen, sondern auch verschiedene funktionale Anforderungen erfüllen können. Reduziert sich die Anzahl der notwendigen Bauteilschichten, reduziert sich somit auch der Stofffluss, woraus sich energetische, ökologische und wirtschaftliche Vorteile ergeben können.

Material	Bezugs- wert	Heiz- wert [MJ]	PEI nicht erneuer- bar [MJ]	PEI erneuer- bar [MJ]	GWP Treibhaus- effekt [kg CO ₂ eq]
Ortbeton (C 35/45), $\rho = 2360 \text{ kg/m}^3$			1764	23	320
Betonfertigteile, 2 % Stahl (FE 360 B, C 35/45), $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$	1 m ³		4098	86	455
Hochlochziegel, Außenwand, $\rho = 670 \text{ kg/m}^3$	1 m ³		1485	638	251
Mauerziegel, Innenwand, $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$	1 m ³		1663	715	107
Vollklinker (KMz), $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$	1 m ³		4776	39	301
Kiefer, 12 % Holzfeuchte (HF) (ortsnah), Darrdichte 450 kg/m ³	1 m ³	8.775	609	9512	-792
Brettschichtholz (BSH), 12 % HF, Darrdichte 465 kg/m ³	1 m ³	9.300	3.578	13.870	-662
Spannplatte (P 5, V 100) 8,5 % HF, Darrdichte 690 kg/m ³	1 m ³	13.998	5.818	12.614	-821
Oriented Strand Board (OSB) 4 % HF, Darrdichte 620 kg/m ³	1 m ³	12.555	4.593	16.479	-839
Mitteldichte Faserplatte (MDF) 7,5 % HF, Darrdichte 725 kg/m ³	1 m ³	15.843	9.767	12.495	-515
Baustahl, Warmwalzprofil (FE 360 B)	1 kg		24	0,54	1,7
Edelstahl (V2A, X 5 CrNi 18-10), 2 mm	1 kg	15.843	54	6,30	4,8
Floatglas, $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$	1 m ³		14	0,08	0,88

Primärenergieinhalt verschiedener Baustoffe

BERECHNUNG UND VERGLEICHSBEWERTUNG Zur Optimierung des Primärenergieaufwands bei Gebäuden stehen EDV-Programme (LEGOE / ECOTECH / BUILD IT / GaBi4 etc.) zur Verfügung, die zur automatisierten Berechnung von materialbezogenem Primärenergieaufwand und Emissionsbelastungen verwendet werden können. Die Programme arbeiten mit Baustoff- bzw. Bauteildatenbanken und bieten meist auch andere Berechnungen an, wie z. B. Kostenermittlung oder Heizlastberechnung, Heizwärmebedarf, U-Werte und Feuchtverhalten. In den Datenbanken sind durchschnittliche Baustoffwerte und durchschnittliche Bauelementwerte enthalten, die eine Grobabschätzung bereits in der Planung ermöglichen und Verbesserungspotenziale bei der Materialwahl aufzeigen.

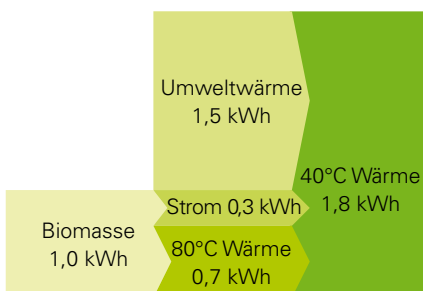
Normen und Regeln der Technik:

- ISO 14040ff: Grundlegende Norm zur Erstellung von Ökobilanzen mit einer Definition von Anforderungen und Methodik
- VDI 4600 (1997-06 Entwurf): Berechnungsverfahren zur Ermittlung des kumulierten Energieaufwands (KEA)

3 GEBÄUDETECHNIK

3.1 WÄRMEVERSORGUNG

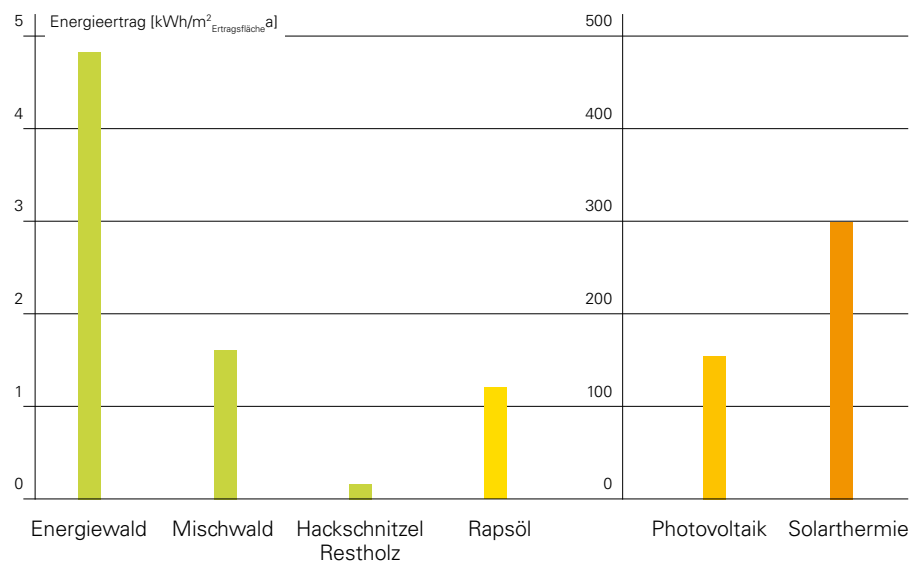
Die Wärmeenergie stellt einen großen Teil des Gesamtenergieverbrauchs in Gebäuden dar. Der durch eine thermisch optimierte Gebäudehülle sowie durch die Nutzung passiver solarer Strahlungsenergie reduzierte Energiebedarf für Heizung und Trinkwarmwasserbereitung sollte durch Energieversorgungssysteme mit einem hohen Nutzungsgrad und einem hohen Anteil an erneuerbarer Energie gedeckt werden. Bereits zu Planungsbeginn sollte ein ganzheitliches Energiekonzept entwickelt werden, bei dem gebäudespezifische und technische Aspekte aufeinander abgestimmt sind. Hierbei spielen die Aspekte der Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit, Behaglichkeit, der Nutzung regenerativer Energien und nicht zuletzt des verringerten Einsatzes fossiler Energieträger eine entscheidende Rolle.



Wertigkeit der Energien und deren Potenzial zur Deckung des Bedarfs von hohen und niedrigen Temperaturniveaus unter Einbeziehung von Umweltwärme

WÄRMEERZEUGUNG Ein sinnvolles Konzept zeichnet sich durch die Abstimmung zwischen dem Energieträger, der Art der Wärmeerzeugung und der erforderlichen Temperaturniveaus der Übergabesysteme aus. Der energetische Standard energieeffizienter Wohngebäude erlaubt den Einsatz sowohl konventioneller Wärmeübergabesysteme, wie z. B. Radiatorenheizung mit höheren Vorlauftemperaturen, als auch flächenwirksamer Niedertemperatursysteme. Diese sind insbesondere dazu geeignet, Umweltwärme in Verbindung mit einer Wärmepumpe effizient zu nutzen.

Zusätzlich zur Beheizung muss im Wohnungsbau ganzjährig die Trinkwarmwasserversorgung auf einem hohen Temperaturniveau von 60°C – bzw. 45°C bis 50°C bei Verwendung von Frischwasserstationen – gewährleistet werden. Die Effizienz des Gesamtsystems ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen dem Übergabesystem und der Höhe der erzeugten Temperatur. Einerseits gibt es die Möglichkeit, den Wärmebedarf für Warmwasser und Raumwärme über einen gemeinsamen Wärmeerzeuger zu decken. Andererseits kann die Trinkwarmwasser- und Heizwärmebereitung durch unterschiedliche Systeme mit unterschiedlichen Temperaturniveaus bereitgestellt werden.



Gegenüberstellung der jährlichen Energieerträge unterschiedlicher Energielieferanten in Bezug auf 1 m² Erzeugungsfläche ohne Berücksichtigung der primärenergetischen bzw. exergetischen Gewichtung

WÄRMEPUMPE Wärmepumpen entziehen der Umwelt Wärme und heben deren Temperaturniveau unter Aufwendung physikalischer Arbeit – überwiegend durch Stromeinsatz – an. Diese höhere Temperatur kann zur Wärmeversorgung von Gebäuden verwendet werden. Erfolgt die Gebäudebeheizung ausschließlich über eine Wärmepumpe, spricht man von einem monovalenten Betrieb. Bei einem bivalent-alternativen Betrieb übernimmt ein konventioneller Heizkessel die Spitzenlastversorgung. Im bivalent-parallel Betrieb wird ein konventioneller Heizkessel bei hohem Wärmebedarf zugeschaltet, wobei die Wärmepumpe parallel betrieben wird.

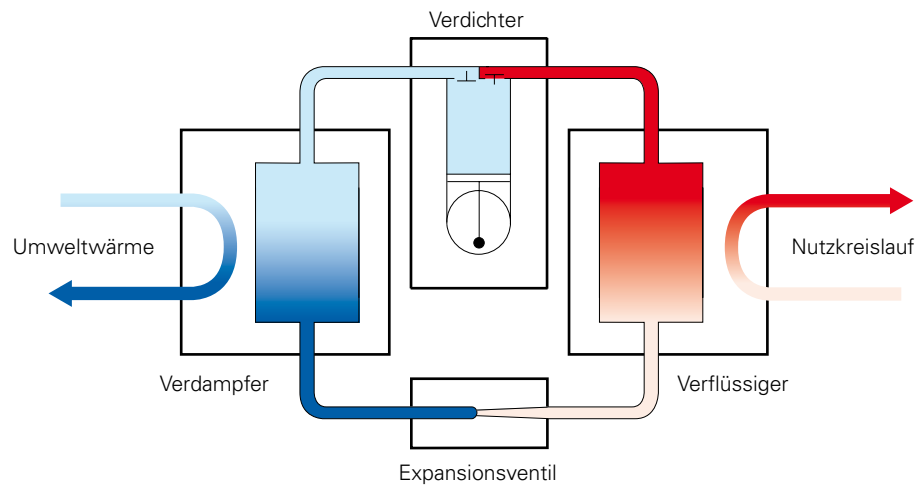
Die Effizienz einer Wärmepumpenanlage wird an der sogenannten Jahresarbeitszahl (JAZ) gemessen. Diese definiert das Verhältnis von jährlich erzeugter Wärme zur dafür eingesetzten Energie (z. B. Strom) im tatsächlichen Betrieb, also unter Berücksichtigung der sich im Tages- und Jahresverlauf ändernden klimatischen und nutzungsspezifischen Rahmenbedingungen. Je höher die Jahresarbeitszahl ist, desto energieeffizienter ist die Betriebsweise der Wärmepumpe. Bei elektrisch betriebenen Wärmepumpen kann

Einfluss einer Auswahl von unterschiedlichen Wärmequellen auf die Planung haustechnischer Anlagen

Wärmequellen	Einsatz von Wärmepumpe	Vorlauftemperatur des Heizsystems	Einsatz in Wärmenetzen
Abwärme	je nach Temperaturniveau	niedrig bis hoch	fast immer
Oberflächennahe Geothermie	ja	niedrig	selten
Abwasser	ja	niedrig	möglich
Biomasse	nein	hoch	fast immer
Fossile Energieträger in Verbindung mit KWK	nein	hoch	fast immer
Sonnenenergie, kein monovalenter Betrieb auf Grund der Verfügbarkeit	nein	niedrig	möglich
Umgebungsluft	ja, jedoch geringe Effizienz wegen tages- und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen	niedrig	nein

Funktionsprinzip der Wärmepumpe:

- Kältemittel verdampft und entzieht seiner Umgebung Wärme
- Verdichter komprimiert das Kältemittel, wodurch dessen Temperatur und der Kondensationspunkt ansteigen
- Im Verflüssiger kondensiert das Kältemittel unter hohem Druck und gibt seine Wärme an einen Nutzkreislauf ab
- Expansionsventil führt zu einem Druckverlust, zu einer Abkühlung des Kältemittels und der Absenkung des Verdampfungspunkts



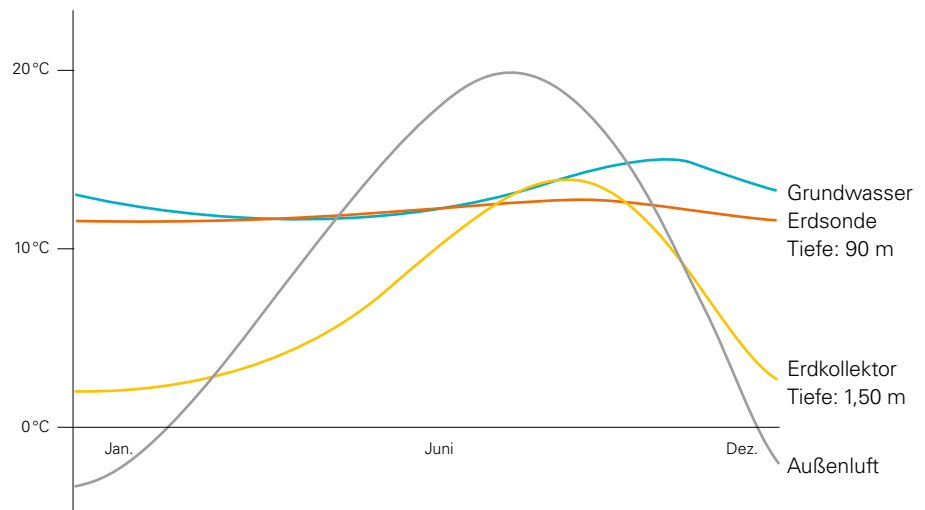
man je eingesetzter Leistungseinheit [kW] eine bis zu fünffache Wärmeleistung erzeugen. Im Allgemeinen werden Wärmepumpen als „energieeffizient“ bezeichnet, wenn sie eine Jahresarbeitszahl von mindestens 3,5 bzw. 3,3 für Luftwärmepumpen aufweisen. Wärmepumpen arbeiten effizienter, wenn die Temperaturdifferenz zwischen der Umweltwärme und der erforderlichen Austrittstemperatur klein ist. Deshalb eignen sich Wärmepumpen insbesondere für Heizungssysteme mit niedrigen Vorlauftemperaturen.

Für Wärmepumpen können folgende Wärmequellen genutzt werden:

- Wasser: Bei der Grundwassernutzung wird das Wasser über einen Förderbrunnen entnommen, über den Verdampfer geleitet und anschließend in einem Schluckbrunnen wieder zurückgeführt. Die Temperatur beträgt in einer Tiefe von 10 bis 20 Metern nahezu konstant zwischen 8 °C bis 12 °C, in Innenstadtgebieten größerer Städte bis zu 18 °C.
- Abwasser: Um dem Abwasser Wärme zu entziehen, werden Wärmetauscher in den Abwasserkanal integriert. Mögliche Wärmequellen sind Abwasser großer Abwasserkanäle und Kläranlagen (z.B. Kommunen mit mehr als 10.000 Einwohnern) sowie Abwasser aus Industrieanlagen und gewerblichen Einrichtungen.

*e%-Ansbach: Die Heizwärmeversorgung erfolgt über eine Wärmepumpe mit Erdkollektor. Dieser wird in einer Verlegetiefe von 1,20 m auf einer Gesamtfläche von rund 1.800 m² angeordnet.
Planung: Deppisch Architekten*



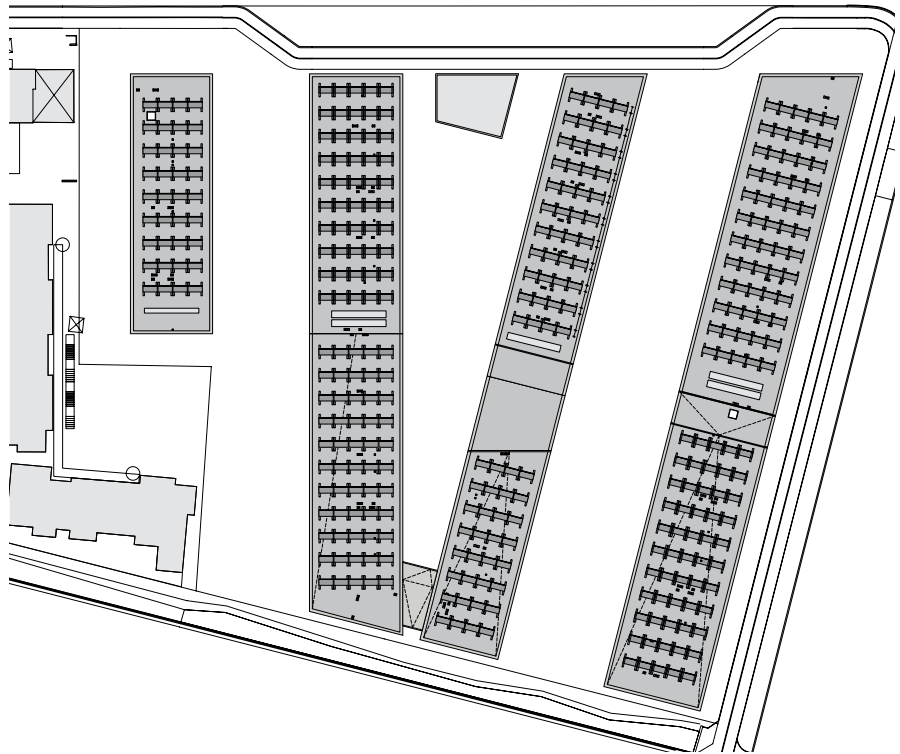


Mittlerer Jahrestemperaturverlauf verschiedener Wärmequellen

- Außenluft: Das Energiepotenzial kann leicht erschlossen werden. Allerdings unterliegt der Temperaturverlauf großen jahreszeitlichen Schwankungen.
- Abluft: Abwärme der Abluft einer Lüftungsanlage mit einem höheren Temperaturniveau (ca. 20 °C) eignet sich z. B. zur Wärmeversorgung in Verbindung mit einem Niedertemperaturheizsystem. Für die Wärmeübertragung muss ein ausreichendes Luftvolumen vorhanden sein.
- Erdreich: Die Erschließung dieses Wärmepotenzials erfolgt entweder über Rohrregister, die flächig etwa 1 bis 2 Meter tief im Erdreich verlegt werden, wobei die notwendige Fläche in der Regel das zweieinhalb- bis dreifache der beheizten Fläche beträgt, oder über Erdsonden. Diese werden senkrecht in die Erde gebohrt und eignen sich für kleinere Grundstücke oder für den nachträglichen Einbau. Ab einer Tiefe von 15 Metern liegt die Temperatur konstant bei etwa 10 °C.

THERMISCHE SOLARANLAGE Thermische Solaranlagen können zur Trinkwarmwasserbereitung sowie zur Heizungsunterstützung in das Technikkonzept eingebunden werden. Der jährliche Energieertrag liegt je nach Kollektorart zwischen 300 bis 450 kWh/m²a. Die Effizienz ist dabei abhängig vom Nutzlastprofil, der Kollektorfläche und deren Ausrichtung, der Speichergröße sowie dem örtlichen Strahlungsangebot. Die Größe der Kollektoranlage wird zudem häufig durch bauliche Rahmenbedingungen, wie z. B. zur Verfügung stehende Dachflächen und den Platzbedarf des Speichersystems bestimmt. Die Gewinnung der solaren Energie erfolgt im Wohnungsbau meist mit sogenannten Flachkollektoren oder Vakuumröhrenkollektoren. Luftkollektoren werden üblicherweise in das Lüftungssystem eingebunden.

Die gängigste Form der solarthermischen Nutzung stellt die Anlagenvariante der unterstützenden Trinkwarmwasserbereitung dar. Der Warmwasserverbrauch pro Person und Tag wird mit etwa 50 Litern bei 50 °C angesetzt. Daraus lassen sich die erforderliche Kollektorfläche und das zugehörige Speichervolumen in Abhängigkeit von dem erwünschten Deckungsgrad ermitteln. Im Geschosswohnungsbau können für die überschlägige Ermittlung der Kollektorfläche folgende Erfahrungswerte herangezogen werden:



Die überwiegende Deckung des Heiz- und Warmwasserbedarfs erfolgt über eine solarthermische Anlage mit 850 m² Kollektorfläche. Dies entspricht einer Kollektorfläche von 10,46 m² je Wohnung. Planung: TB Stampfer GmbH

Bei einem solaren Deckungsgrad für Warmwasser von bis zu 60 % beträgt das Speichervolumen üblicherweise 30 bis 40 Liter pro Quadratmeter Kollektorfläche. Die dafür erforderliche Kollektorfläche liegt zwischen 0,5 bis 1,2 m² pro Person.

Sonnenenergie kann auch zur Beheizung von Wohngebäuden genutzt werden, indem in der Übergangszeit die Zentralheizung mit Solarwärme unterstützt wird. Die solaren Energieerträge und die Wärmenachfrage stimmen im Winter zeitlich kaum überein. Voraussetzung einer optimalen Nutzung solarer Energieeinträge im Winter sind ein geringer Heizenergiebedarf sowie die Beheizung durch Niedertemperatursysteme. Zudem sind eine größere Kollektorfläche und ein großer Wärmespeicher notwendig.

Die zeitliche Verschiebung zwischen solarem Energieeintrag und Wärmebedarf kann durch Pufferung der Wärme in Speichersystemen ausgeglichen werden:

- Brauchwasserspeicher: Bei Systemen zur Warmwasserbereitung wird ein Brauchwasserspeicher über einen Wärmeüberträger durch den Solarwärmekreis mit Wärmeenergie geladen. Im Sommer reicht die gewonnene Wärme meist für den gesamten Trinkwarmwasserbedarf aus, während im Winter eine zusätzliche Nacherhitzung erforderlich ist.
- 2-Speicher-System: Neben dem Brauchwasserspeicher sorgt ein größerer Pufferspeicher für die solare Heizungsunterstützung. Innerhalb des Pufferspeichers stellt sich eine Temperaturschichtung ein, die durch den Beladevorgang nicht zerstört werden sollte. Bei Bedarf erwärmt eine konventionelle Heizanlage den oberen Teil des Speichers nach.

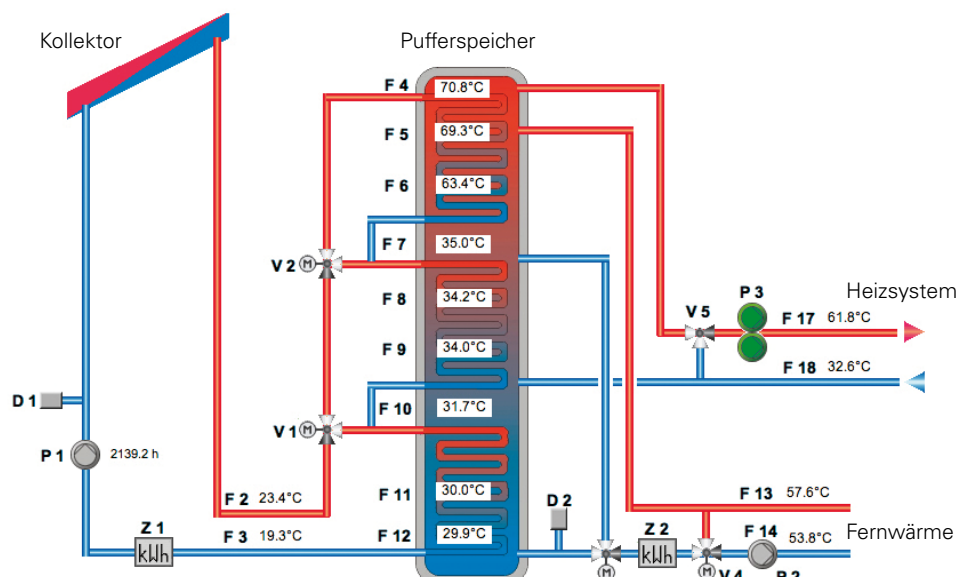
Speicherart Speichermedium	Energiedichte Arbeitstemperatur
Sensibel Wasser	60 kWh/m ³ < 100 °C
Latent Salzhydrate Paraffine	120 kWh/m ³ ca. 30 – 80 °C ca. 10 – 60 °C

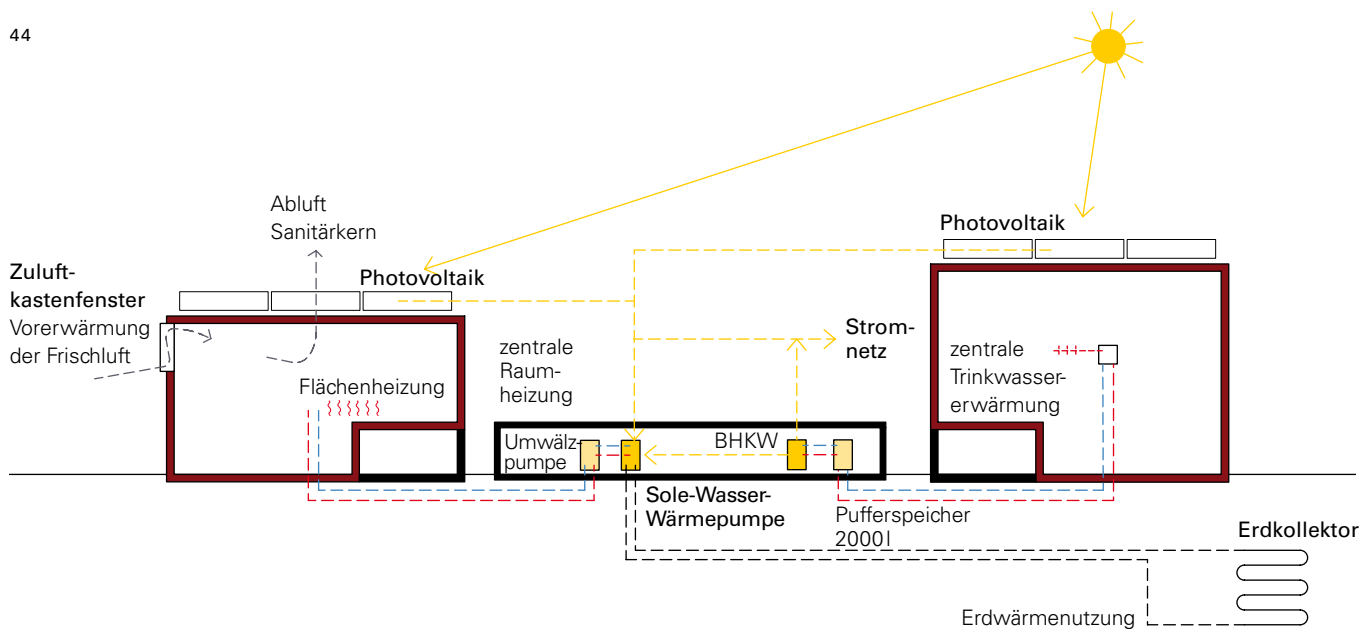
Physikalische Eigenschaften von sensiblen und latenten Wärmespeichern für thermische Energie

Die Art des Speichermediums entscheidet über den Flächenbedarf für die Aufstellung des Speichers. Latente Wärmespeicher, auch PCM (Phase Change Materials) genannt, speichern Wärme durch einen Phasenwechsel von beispielsweise fest zu flüssig. So kann bei einer geringen Temperaturerhöhung des Materials beim Phasenübergang eine vielfach höhere Wärmespeicherung gegenüber sensiblen Wärmespeichern erzielt werden. Bei latenten Wärmespeichern werden dafür spezielle Salzhydrate oder Paraffine mit hoher Wärmespeicherkapazität genutzt. Während der Abkühlung des Speichermediums wird die eingespeicherte Wärmemenge wieder abgegeben und kann genutzt werden.

Bei Wohnanlagen ab rund 200 Wohneinheiten können sogenannte Langzeitwärmespeicher eingesetzt werden. Hierzu zählen Heißwasser-, Kies-Wasser-, Erdsonden- und Aquifer-Wärmespeicher. Der zu wählende Speichertyp hängt von lokalen Gegebenheiten und geologischen und hydrologischen Verhältnissen ab.

e%-Ingolstadt: Die Pufferung der über eine Thermische Solaranlage gewonnenen Energie erfolgt in zwei Schichtspeichern mit insgesamt rund 255 m³ Volumen. Dabei kommen auf einen Quadratmeter Kollektorfläche ca. 300 Liter Speichervolumen. Das große Speichervolumen begründet sich durch die hohe solare Deckungsrate von ca. 55 % am Gesamtenergiebedarf. Planung: TB Stampfer GmbH





e%-Ansbach: Die Trinkwarmwassererwärmung wird ganzjährig durch ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk im Dauerbetrieb gedeckt. Planung: Ingenieurbüro M. Vogt GmbH

Um einen effizienten Betrieb einer thermischen Solaranlage sicherzustellen sind die Leitungs- und Speicherverluste durch ausreichende Dämmmaßnahmen zu reduzieren. Der Warmwasserspeicher ist auch bei der Aufstellung im beheizten Bereich auf Grund einer Überhitzungsgefahr im Raum gut zu dämmen.

KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG (KWK) Bei der Stromerzeugung entsteht in Kraftwerken auch Wärme auf einem hohen Temperaturniveau. Diese kann zu Heizzwecken oder als Prozesswärme genutzt werden. Die Nutzung der Abwärme führt zu einer besseren Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie. Kraft-Wärme-Kopplung ist immer dann sinnvoll, wenn ein gleichmäßiger und gleichzeitiger Bedarf an Strom und Wärme besteht. In Deutschland entspricht der Heizwärmebedarf im Sommer etwa 10 % des Bedarfs im Winter. Der Strombedarf ist dagegen über das gesamte Jahr relativ konstant.

Die Auslegung von KWK-Anlagen ist je nach zugewiesener Priorität der jeweiligen Energieform entweder strom- oder wärmegeführt. Wärmegeführte Anlagen sind effizienter, da weniger Verluste in Form von Wärmeüberschüssen auftreten. Entsprechend werden die Betriebsweisen der Anlagen optimiert. Die Leistung der Anlagen wird in zwei Größen angegeben, der elektrischen [kW_{el}] und der thermischen [kW_{th}] Leistung. Die sogenannte Stromkennzahl wird durch das Verhältnis der elektrischen zur thermischen Leistung definiert [$\text{kW}_{\text{el}}/\text{kW}_{\text{th}}$]. Je nach Leistung, Brennstoff und Prozess werden folgende Anlagenvarianten unterschieden:

- Großkraftwerke: Nutzung hochtemperaturiger Abwärme über ein Fernwärmenetz zur Beheizung oder als Prozesswärme
- Blockheizkraftwerke (BHKW): Nutzung der entstehenden Abwärme eines Otto- oder Dieselmotors zu Heizzwecken im Temperaturbereich von 80 °C bis 90 °C
- Klein-, Mini- und Mikro-BHKW: Versorgung einzelner Wohngebäude oder kleiner Wärmenetze mit Anlagenleistungen ab ca. 1 kW_{el} und 5 kW_{th} (Mikro-BHKW) bis 15 kW_{el} (Mini-BHKW)

Die Wirtschaftlichkeit eines BHKW hängt stark von der Wärmenachfrage der Abnehmer ab. Die Anlagen sollten mindestens 5.500 Stunden des Jahres kontinuierlich laufen. Im Wohnungsbau werden BHKWs üblicherweise für die Warmwasserversorgung (Grundlast) ausgelegt. Das entspricht je nach energetischem Standard des Gebäudes einer thermischen Leistung von 10 % bis 20 % der maximalen Heizlast von Wohngebäuden. Der darüber hinausgehende Spitzenbedarf wird durch einen zusätzlichen Spitzenlastkessel abgedeckt. Für eine Wohnanlage mit etwa 50 Bewohnerinnen und Bewohnern und einem hohen energetischen Gebäudestandard entspricht die thermische Leistung eines BHKW ca. 5 kW_{th} . Bei 100 Bewohnerinnen und Bewohnern sind es entsprechend ca. $10 \text{ kW}_{\text{th}}$ und bei 200 Personen ca. $20 \text{ kW}_{\text{th}}$. Bei der überschlägigen Ermittlung wird von einer spezifischen Heizlast von 35 W/m^2 und einer Wohnfläche von 35 m^2 pro Person ausgegangen.

BHKWs mit Stirlingmotoren befinden sich derzeit in der Markteinführung. Die erforderliche Wärme für den Antrieb entsteht nicht durch einen Verbrennungsvorgang im Motor selbst, sondern kann von außen zugeführt werden – durch Umweltwärme oder durch in einem Gas- oder Biomassekessel erzeugte Wärme. Die Bewegung des Motors treibt in einem Kraft-Wärme-Prozess einen Generator zur Stromerzeugung an. Weitere technische Neuerungen, wie der Einsatz von BHKWs mit Brennstoffzellen im Gebäudebereich, sind in der Entwicklung.

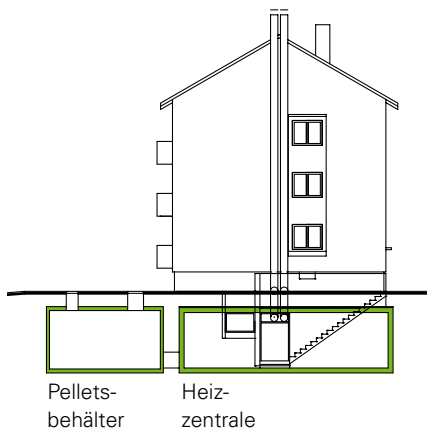
FERN- BZW. NAHWÄRMENETZ Als Wärmenetz bezeichnet man den Verbund von Wärmeabnehmern über ein wärmegeprägtes, überwiegend erdverlegtes Rohrsystem. Dieses ist an einen zentralen Wärmeerzeuger angeschlossen. Die Wärmeübertragung erfolgt durch ein Medium, wie z. B. Wasser. Zwischen dem Wärmeerzeuger und der Wärmeübergabestelle treten dabei Verluste auf, die von der Netzlänge, der Temperatur des Mediums und der Auslastung abhängig sind. Bei geringeren Temperaturen treten geringere Netzverluste auf, allerdings sinkt auch die maximal übertragbare Energiemenge bei gleichem Volumenstrom. Durch Erhöhung der Volumenströme steigt der Strombedarf der Pumpen.

Fernwärme. Unter Fernwärme wird die Erschließung größerer Stadtteile oder einer gesamten Stadtfläche durch ein Wärmenetz verstanden. Aus ökologischer Sicht sollte bei der Absicht Fernwärme zu nutzen, sichergestellt sein, dass die bereitgestellte Wärmeenergie überwiegend durch Kraft-Wärmekopplung, der Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen, der thermischen Verwertung von Abfall oder aus regenerativen Quellen erzeugt wird.



e%- Amberg: Eine zentrale Pelletsanlage versorgt die modernisierten Wohngebäude über ein Nahwärmenetz. Eine Erweiterung der Heizzentrale ist bei Anschluss weiterer Gebäude nach deren Modernisierung vorgesehen.

Planung: Walter Unterrainer, Atelier für Architektur



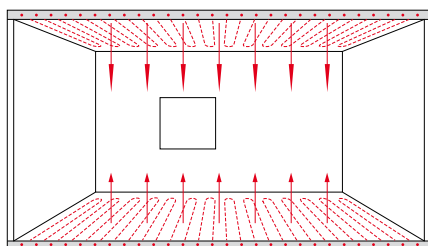
Nahwärme. Bei der Wärmeversorgung mehrerer Gebäude oder kleiner Wohnsiedlungen durch eine gemeinsame Wärmebereitstellungsanlage spricht man von einem Nahwärmenetz. Im Vergleich zur Fernwärme wird Nahwärme häufig mit niedrigeren Temperaturen übertragen. Dabei lässt sich Wärme beispielsweise aus Blockheizkraftwerken oder Sonnenkollektoranlagen nutzen. In Nahwärmenetze lassen sich auch solare Kurz- oder Langzeit-Wärmespeicher integrieren.

Zentrale Wärmeversorgungssysteme können gegenüber dezentralen Lösungen Vorteile bieten:

- Wirtschaftlicher Betrieb der Anlagentechniken
- Nutzung mehrerer Energiequellen in Kombination
- Bessere Konditionen bei Abnahme größerer Energiemengen aus bestehenden Netzen
- Verbesserung der Versorgungssicherheit gegenüber dezentralen Einzelanlagen
- Reduzierung des Platzbedarfs für die Unterbringung technischer Anlagen, des Brennstofflagers und der Kamine
- Zentrale Wartung und Monitoring
- Größere Anpassungsmöglichkeiten bei Wechsel der Energieerzeugung oder des Energieträgers

WÄRMEÜBERGABE Die Wahl eines geeigneten Wärmeübergabesystems hat einen wesentlichen Einfluss auf die Effizienz des Gesamtsystems. Heizungssysteme können auf Grund der unterschiedlichen Anteile an Strahlungswärme und konvektiver Wärmeabgabe unterschieden werden.

Niedertemperatursysteme. Im Gegensatz zu früheren Heizungssystemen mit Temperaturen im Bereich von 70°C bis 90°C benötigen Heizsysteme heute deutlich niedrigere Temperaturen. Dies ist hauptsächlich auf die besseren wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäude zurückzuführen. Der



Funktionsweise des Systems der thermoaktiven Decken

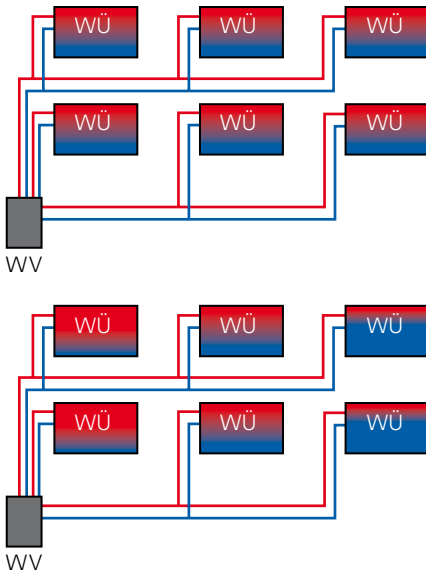
geringe Heizwärmebedarf und die durch bessere Dämmeigenschaften der Hülle bedingten höheren Oberflächentemperaturen der Wandinnenflächen ermöglichen den Einsatz von flächenwirksamen Niedertemperaturheizsystemen ohne Behaglichkeitseinbußen. Diese können im Fußboden, Wand- oder Deckenbereich installiert werden. Die erforderliche Wärme wird dabei mit niedrigeren Temperaturen jedoch über eine vergrößerte Fläche übertragen. Diese Flächenheizsysteme sind aus architektonischer Sicht sehr flexibel und ermöglichen in Verbindung mit Wärmepumpen die Nutzung von Umweltwärme.

Bauteilaktivierung. Die Bauteilaktivierung ist ein Wärmeübergabesystem, welches bisher kostengünstig im Büro- und Verwaltungsbau umgesetzt wird. Das träge und in der Leistung begrenzte System der thermoaktiven Decken (TAD) gewährleistet eine Grundtemperierung während der Heizperiode und dient im Sommer zur Kühlung. Bei einer Bauteilaktivierung wird ein wasserdurchflossenes System im Inneren von massiven Bauteilen – meist Stahlbetondecken – eingesetzt. Übliche Vorlauftemperaturen des flächendeckenden Niedertemperatursystems betragen 25°C bis 30°C im Winter und rund 18°C im Sommer bei einer Kühlleistung von bis zu 40 W/m². Die Temperaturspreizung zwischen dem Vor- und Rücklauf beträgt üblicherweise zwischen 2 K und 4 K.

Im Wohnungsbau besteht der Wunsch nach einer Differenzierung der Raumtemperatur in Abhängigkeit der jeweiligen Nutzung. Die Flexibilität einer schnellen raumweisen Regelung, die auf die momentane Tätigkeit, Aktivität oder Bekleidung der Bewohnerinnen und Bewohner reagiert, kann ein bauteilintegriertes Flächensystem jedoch kaum leisten. Als Lösung bieten sich schnell reagierende, schaltbare lokale Wärmeeinheiten an – z. B. in Form von lichtgebenden Wärmestrahlern in den Bädern – deren Laufzeit über eine Zeitsteuerung geregelt und begrenzt werden kann. Das Potenzial und die Einsatzgrenzen thermoaktiver Decken im Wohnungsbau werden derzeit im Rahmen eines Forschungsprojektes am Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik an der Technischen Universität München untersucht.

Eigenschaften unterschiedlicher Wärmeübertragungssysteme

System	Vorlauftemperatur [°C]	Regelbarkeit	Strahlung/ Konvektion [%]	Niedertemperatursystem
Fußbodenheizung	30–35	gering	90/10	ja
Deckenheizung / Wandheizung	30–35	gut	100/0–90/10	ja
Radiatoren	45–65	gut	50/50	nein
Konvektoren	60–90	gut	20/80	nein
Luftheizung	50–80	gut	0/100	nein
Thermoaktive Decke TAD	25–30	gering	90/10	ja



WV = Wärmeversorgung
WÜ = Wärmeübergabe

Schematische Darstellung eines hydraulisch abgeglichenen (oben) und nicht abgeglichenen (unten) Heizsystems

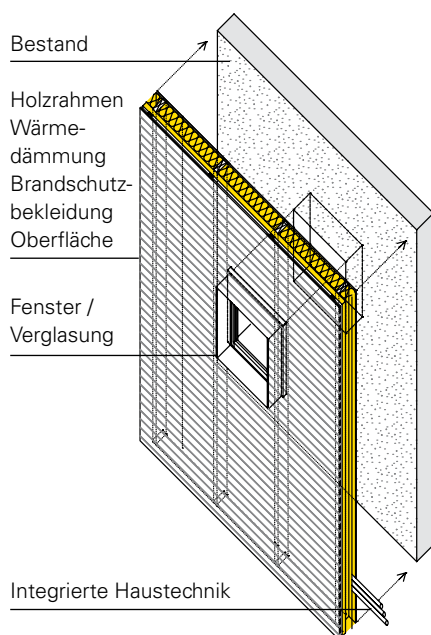
Wärmeverteilung. Energieverluste bei der Wärmeverteilung innerhalb des Gebäudes sollen durch ausreichende Wärmedämmung der Leitungen, Verlegung der Rohrleitungen innerhalb der wärmegeprägten Gebäudehülle und eine optimale Aufteilung in Heizkreise minimiert werden. Dabei ist die Sonneneinstrahlung in Abhängigkeit der Fassadenausbildung im Regelungsprozess zu berücksichtigen. Ferner können Verteilungsverluste im Zuge von Rohrnetzberechnung und -optimierung gesenkt werden durch:

- Exakte Pumpendimensionierung
- Einsatz hocheffizienter Anlagenpumpen der Energieeffizienzklasse A
- Optimierung der Pumpenlaufzeit
- Ausstattung der Heizungsanlage mit Messgeräten als Voraussetzung für einen dauerhaft optimierten Betrieb

Ein hydraulischer Abgleich stellt eine weitere verpflichtende Maßnahme bei der Anlagenkonzeption und deren Optimierung dar. Durch einen hydraulischen Abgleich der Stränge und durch das Einstellen der Heizkörperventile werden für alle Heizkörper im Wärmeverteilungsnetz die projektierten Massenströme eingestellt. Das führt zur Steigerung des Wohnkomforts und der Behaglichkeit. Gleichzeitig führt die Energieeinsparung zu einer Senkung der Energiekosten sowie zu einer langfristigen Entlastung der Umwelt.

Frischwasserstationen. Aus Komfort- und Hygienegründen müssen ganzjährig hohe Temperaturen bei der Warmwasserversorgung sichergestellt werden. Eine Möglichkeit zur energetisch effizienten Trinkwarmwasserbereitung bietet die Einbindung von dezentralen Niedertemperaturfrischwasserstationen. Hierbei wird bedarfsgerecht das Heizungswasser durch einen Wärmetauscher befördert und das Brauchwasser erwärmt. Das für den Wohnungsbau ausreichende Temperaturniveau liegt bei 40 °C bis 45 °C. Durch den Wegfall von Speicherung wird die Legionellenbildung verhindert.

TECHNIKINTEGRATION DURCH AUSSENWANDINSTALLATION Bei bestehenden Gebäuden ermöglicht der Einsatz eines Außenwandinstallationssystems die Durchführung einer kostengünstigen Modernisierung ohne aufwändiges Eingreifen in die bestehende Bausubstanz. Somit können bauliche Maßnahmen in kürzerer Bauzeit und im bewohnten Zustand durchgeführt werden. Weitere Vorteile beim Einsatz des außen installierten Systems ergeben sich aus der Möglichkeit der Vorfertigung, Modularisierung und der damit verbundenen Kostenersparnis. Das System kann die Wartung, die Ablesung und die Reparaturen von außen ohne erforderlichen Zugang in Privaträume ermöglichen.



*e%-Augsburg: Zur energetischen Modernisierung der Gebäudehülle werden vorgefertigte Holzfasadenelemente angebracht. In diesen Elementen ist die Integration von Elektro-, Heizungs- und Medienleitungen vorgesehen.
Planung: lattkearchitekten*

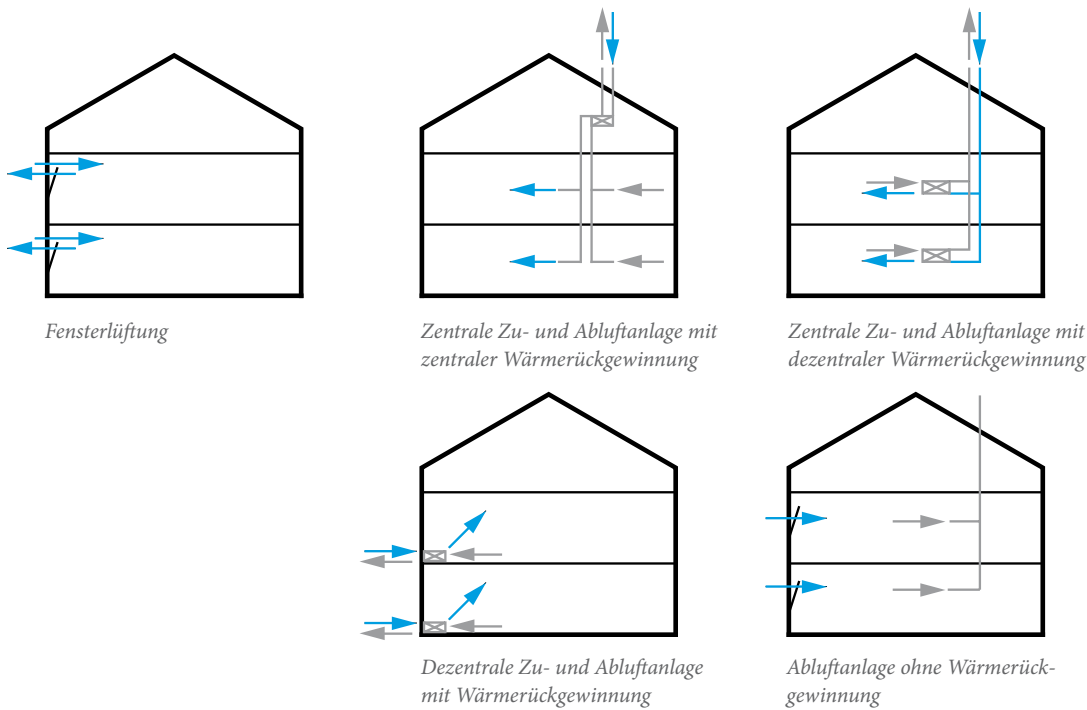
Die Unabhängigkeit von einem zentralen Versorgungsschacht verspricht neben Entflechtung der Installationsarbeiten im Gebäudeinneren ebenfalls Lösungsansätze für eine verbesserte Grundrissvariabilität innerhalb der Wohnungen und der Wohneinheiten untereinander. Damit können Maßnahmen zur Veränderung des Wohnungsgemenges einfacher umgesetzt werden. Den sich ändernden und wachsenden Nutzeranforderungen und Komfortbedürfnissen wird durch die Flexibilität des Systems ebenfalls Rechnung getragen.

3.2 LÜFTUNGSANLAGEN

In der Entwicklung des energieeffizienten Bauens hat die Reduzierung des Energiebedarfs dazu geführt, dass der geringe Heizwärmebedarf durch geringe Luftmengen zugeführt werden kann und Lüftungsanlagen somit auch zur Beheizung eingesetzt werden. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass eine ausschließliche Beheizung über die Luft zu einem unbehaglichen Raumklima führen kann. Durch die Trennung der Frischluftversorgung von dem Heizsystem kann die Lüftungsanlage ohne zusätzliche Nacherhitzung betrieben werden.

LUFTQUALITÄT Die Qualität des Innenraumklimas hat einen großen Einfluss auf das Wohlbefinden der Bewohnerinnen und Bewohner. In der Raumluft dürfen nur geringste Mengen gesundheitsbeeinträchtigender oder -schädigender Stoffe vorkommen. Im Wohnungsbau ist die durch die Nutzung bedingte Feuchteentwicklung sehr hoch, was zu unbehaglichen Verhältnissen und sogar zu Bauschäden führen kann. Neben einer erforderlichen Feuchteabfuhr ist ein konsequentes Lüften auch aus Gründen der Erhaltung der Luftqualität notwendig.

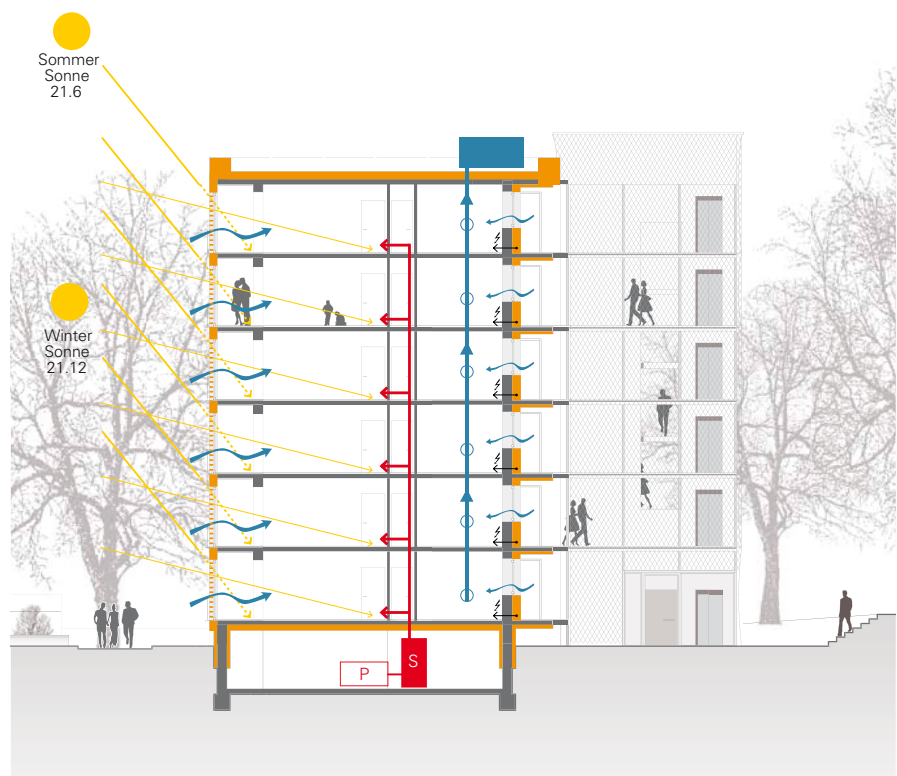
Fensterlüftung erfordert Disziplin und kann häufig auf Grund des Tagesablaufs von Bewohnerinnen und Bewohnern nicht zuverlässig gewährleistet werden. Im ungünstigsten Fall stehen auch während der Heizperiode die Fenster auf Kippstellung, was zu einem unnötigen Lüftungswärmeverlust führt. Als unterstützende Lüftungsmaßnahmen werden deshalb Abluftanlagen eingesetzt. Für höheren Komfort durch vorkonditionierte Zuluft stellen Be- und Entlüftungsanlagen eine bedarfsgerecht regelbare Lösung dar. Durch

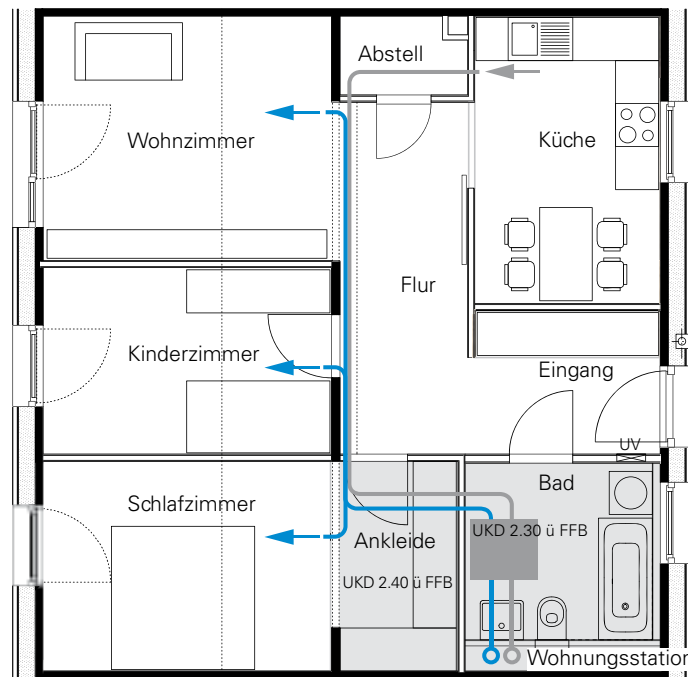


die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung werden zudem die Lüftungswärmeverluste reduziert. Aus der Sicht der Behaglichkeit und Energieeffizienz wird beim Einsatz einer Lüftungsanlage eine Wärmerückgewinnung von mindestens 80 % empfohlen, wobei die Möglichkeit eine Fensterlüftung erhalten bleiben sollte.

ZENTRALE ZU- UND ABLUFTANLAGE Bei einer zentralen mechanischen Lüftungsanlage wird die Zuluft zentral in einem Lüftungsgerät konditioniert – also erwärmt und gegebenenfalls be- oder entfeuchtet – und über Kanäle dem Raum zugeführt. Die Abluft wird ebenfalls über Kanäle aus

*e%-Augsburg: Das Lüftungskonzept sieht eine Grund- und Bedarfslüftung vor. Die Regelung erfolgt in Küchen manuell über Schalter und in Bädern automatisch bei Präsenz bzw. Feuchteentwicklung.
Planung: lattkearchitekten*





*e%-Ingolstadt: Darstellung der horizontalen
Leitungsführung für Zu- und Abluft innerhalb
einer Wohnung
Planung: bogevischs buero*

dem Raum abgesaugt und zum Lüftungsgerät über einen Wärmetauscher geleitet, über den wiederum die Zuluft vorgewärmt wird. Die aus der Abluft gewonnene Wärme führt zu einer deutlichen Verringerung der Lüftungswärmeverluste. Die zentrale Zu- und Abluftanlage bietet somit die Möglichkeit einer effizienten Wärmerückgewinnung und definierten Zuluftfeinbringung.

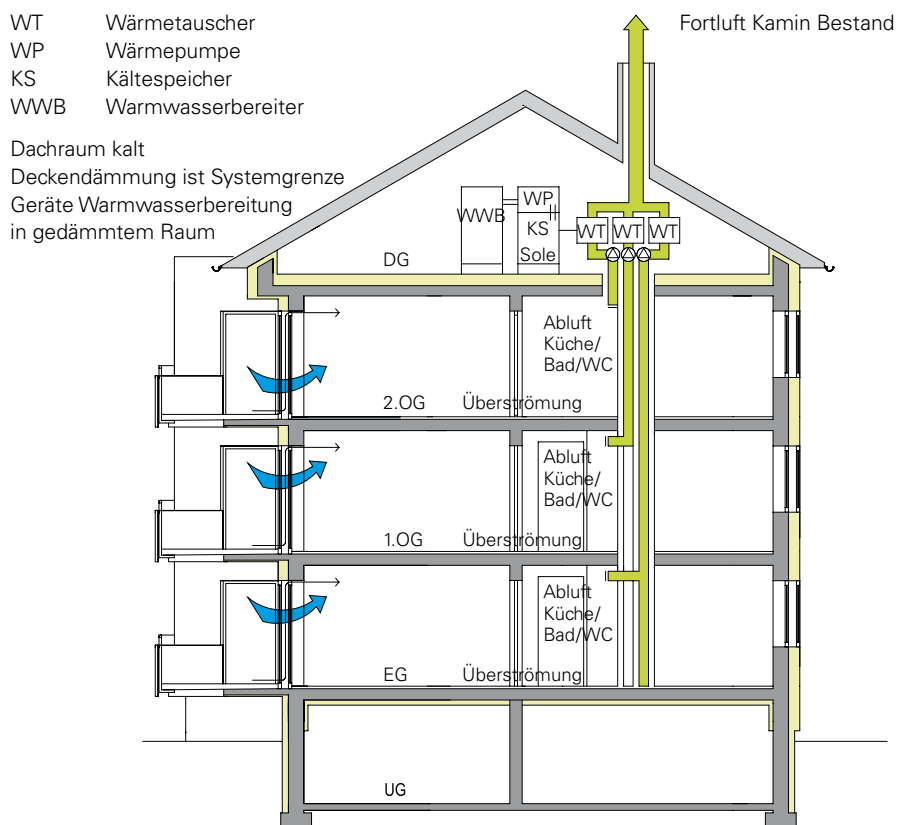
Mechanische Lüftungsanlagen erfordern Lüftungsleitungen, die durch das Gebäudekonzept zu einem frühen Planungsstadium berücksichtigt werden müssen. Da die Zuluft in alle Wohnräume geführt wird, müssen sowohl für die vertikale als auch für die horizontale Verteilung verhältnismäßig große Kanalquerschnitte untergebracht werden. Die horizontale Leitungsführung kann beispielsweise in einer Deckenabhängung im Gang, durch Integration in Möbel, durch Abkofferung oder durch Integration in die Decken gelöst werden. Die vertikale Führung über Schächte muss in der Grundrissorganisation im gesamten Gebäude wie auch innerhalb der Wohneinheit berücksichtigt werden.

Vorteile zentraler Anlagen sind eine vereinfachte Wartung ohne notwendigen Zutritt in die Privaträume. Bei der Planung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Einhaltung von Brand- und Schallschutzanforderungen in Abhängigkeit von der Strangführung
- Ermöglichen einer wohnungsweisen oder raumweisen Regelung
- Nutzerspezifische Luftvolumenregelung oder Nachheizung bei dezentralen Anlagenkomponenten, wie z. B. Nachheizregister, Zu- und Abluftventilatoren (semizentrale Anlage)
- Vorkonditionierung der Zuluft, z. B. durch Erdkanal
- Schaffung eines zusätzlichen Technikraums
- Sicherstellung einer guten Zugänglichkeit zu Installationsschächten und Revisionstüren zur Durchführung von Wartungsarbeiten

DEZENTRALE ZU- UND ABLUFTANLAGE Bei dezentralen Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung befindet sich die gesamte Lüftungstechnik innerhalb von Wohnungen oder Räumen. Bei diesen Anlagen sind die Lüftungsleitungen gegenüber einer zentralen Lüftungsanlage reduziert. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der individuellen Abrechnung und bedarfsgerechten Einstellung der Luftwechselraten. In der Planung muss der zusätzliche Platzbedarf zur Integration des Lüftungsgerätes innerhalb einer Wohnung berücksichtigt werden. Die dezentralen Technikeinheiten können raumweise in der Außenwand oder wohnungszentral beispielsweise in abgehängten Decken oder in Bädern angeordnet werden. Der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand ist auf Grund der hohen Geräte- und Filteranzahl erhöht. Jedoch entfällt bei den in der Außenwand integrierten Geräten eine Reinigung von Lüftungskanälen.

ABLUFTANLAGE Diese Lüftungsart ist ein einfaches mechanisches Konzept mit hoher Nutzerakzeptanz und einem definierten Luftwechsel. Die Zuluft wird über Lüftungsöffnungen in der Fassade, wie z. B. hygrometrisch gesteuerte Nachströmelemente im Fensterrahmen, direkt in den Raum eingebracht. Um Zugerscheinungen und zu niedrige Raumlufttemperaturen zu vermeiden, ist eine reduzierte Luftwechselrate und eine optimierte Positionierung und Dimensionierung der Lufteinlässe wichtig. Die Abluft wird



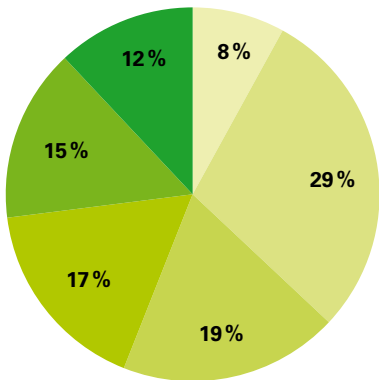
*e%-Amberg: Die Abwärme der Abluft wird über eine Wärmepumpe zur Erwärmung des Trinkwassers genutzt. Die Zuluft wird über Kastenfenster in den Raum eingebracht.
Planung: Ingenieurbüro Güttinger Ingenieure*

über einen Kanal – meist in Bädern oder Küchen – mechanisch abgesaugt und nach Außen geführt. Auch bei einer Abluftanlage besteht die Möglichkeit einer Rückgewinnung und Nutzung der Abwärme durch eine Abluftwärmepumpe. Die zurück gewonnene Wärme wird dabei beispielsweise auf ein wassergeführtes System zur Heizungsunterstützung übertragen. Da Luft und Wasser unterschiedliche spezifische Wärmespeicherkapazitäten und volumenbezogene Massenverhältnisse aufweisen, kann ein hoher Wärmerückgewinnungsgrad nur durch hohe Luftwechselraten erreicht werden.

EFFIZIENTE ANLAGENKOMPONENTEN UND BETRIEB Für die Effizienz einer Gesamtanlage spielt die Senkung des Strombedarfs zum Betrieb der Lüftungsanlage eine wesentliche Rolle. Deshalb sind ausschließlich Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung und energieeffizienten Ventilatoren einzusetzen. Der effektive trockene Wärmebereitstellungsgrad muss mindestens 80 % betragen. Die maximale luftmengenspezifische elektrische Leistungsaufnahme darf maximal $0,45 \text{ Wh/m}^3$ betragen (vgl. DIN EN 13779; PSFP). Für den effizienten Betrieb sind neben der richtigen Auslegung der Anlage, regelmäßige Wartung und Kontrolle, Reinigung der Filter sowie die Dichtigkeit der Gebäudehülle ($n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$) von Bedeutung.

Die Funktionsweise und Vorteile einer Lüftungsanlage sollten den Bewohnerinnen und Bewohnern erläutert werden (vgl. Kapitel 4.2). Ferner ist auf eine einfache, verständliche und sinnbildliche Darstellung des Bedienfeldes zu achten. Wird die Lüftungsanlage durch die Bewohnerinnen und Bewohner nicht genutzt oder abgeschaltet, sollte eine automatische Grundlüftung sichergestellt werden. Dies kann durch eine automatische Schaltung über einen definierten Zeitraum erfolgen (z. B. zwei Stunden am Vormittag).

3.3 STROMVERSORGUNG



- Beleuchtung
- Kühl- und Gefriergeräte, andere mechanische Haushaltsgeräte
- Kochen, Trocknen, Bügeln und sonstige Prozesswärme
- Warmwasserbereitung einschl. Waschmaschine
- Raumheizwärme
- Unterhaltungselektronik, Telekommunikation, Computer

Aufteilung des durchschnittlichen Stromverbrauchs eines Haushaltes im Jahr 2007
 Quelle: Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Der Verbrauch an elektrischer Energie steigt im Bereich privater Haushalte stetig an. Da bei der Stromerzeugung hohe Umwandlungsverluste auftreten, sind Maßnahmen zur Reduzierung des elektrischen Energieverbrauchs wichtig. Entscheidende Faktoren sind eine gute Tageslichtnutzung durch bauliche Maßnahmen sowie eine angemessene Ausstattung mit energieeffizienten Geräten und Anlagen. Zudem kann der Energiebedarf durch die Erfassung, Beurteilung und Optimierung von Betriebseinrichtungen und haustechnischen Anlagen gesenkt werden.

PHOTOVOLTAIK Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung kann durch den Einsatz von netzgekoppelter Photovoltaik erhöht werden. Die Effizienz der Anlage ist dabei durch Art und Ausrichtung der Photovoltaikmodule bestimmt. Die optimale Ausrichtung ist abhängig von der Orientierung und der geografischen Breite des Standorts. Eine Orientierung der Module nach Süden mit einem Neigungswinkel von etwa 30° liefert im Jahresmittel die besten Erträge. Bei der vertikalen Anordnung an Ost- und Westfassaden werden nur noch etwa 60 % der maximalen Einstrahlungswerte erreicht. Eine Nachführung ist auf Grund des hohen diffusen Lichtanteils in Mitteleuropa in der Regel nicht wirtschaftlich.

Photovoltaikmodule sollten technisch und gestalterisch in das Entwurfskonzept integriert werden. Dabei sind gestalterische Erwägungen mit Kriterien der Anlageneffizienz abzuwägen. Es bieten sich die Dachintegration, Fassadenintegration oder Aufständigung auf Flachdächern an.

Verschiedene physikalische Verlustfaktoren führen dazu, dass der Wirkungsgrad eines üblichen Solarmoduls einschließlich Wechselrichter unter 20 % der eingestrahlten Energie liegt. Die Leistung von Photovoltaikzellen ist zudem temperaturabhängig: So führen höhere Temperaturen zu niedrigeren Leistungen und verschlechtern dadurch den Wirkungsgrad und damit den Anteil der nutzbaren elektrischen Energie. Grundsätzlich wird nach drei Zelltypen unterschieden:

- Monokristalline Zellen aus hochreinem Halbleitermaterial (Silizium)
- Polykristalline Zellen
- Amorphe bzw. Dünnschichtzellen aus dünner, nicht-kristalliner (amorpher) Siliziumschicht

Wirkungsgrade und Energieerträge verschiedener Solarzellentypen. Der Energieertrag bezieht sich jeweils auf 1 m² Photovoltaikfläche bei optimaler Ausrichtung und Neigung. Dieser ist jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und abhängig von der Effizienz der Photovoltaikanlage.

Solarzellentyp	Wirkungsgrad	Energieertrag
Monokristalline Siliziumzellen	14 – 17 %	150 kWh/m ² a
Polykristalline Zellen	13 – 15 %	140 kWh/m ² a
Amorphe Zellen (Silizium)	5 – 7 %	60 kWh/m ² a

HILFSENERGIE Bei der Bewertung der Energieeffizienz haustechnischer Anlagen fließt auch der elektrische Hilfsenergiebedarf in die Gesamtbilanz ein. Die Hilfsenergie ist die Energiemenge, die für den Antrieb der gebäudetechnischen Anlage benötigt wird. Dabei werden die Hilfsenergien zum Betrieb des Heizungssystems sowie der Warmwasserversorgung berücksichtigt, wie z. B. für Umwälzpumpen bzw. Zirkulationspumpen, Speicherladepumpen, Solarumwälzpumpen bzw. Solarkreispumpen und elektrisch betriebene Regelungen. Bei Lüftungsanlagen spielt der Ventilatorenstrom eine wesentliche Rolle. Deshalb ist eine Überdimensionierung von Pumpen zu vermeiden. Des Weiteren sind der Einsatz hocheffizienter Pumpen der Energieeffizienzklasse A und die Optimierung der Pumpenlaufzeit Voraussetzung für eine Reduzierung des Hilfsenergiebedarfs.

BELEUCHTUNG DER ALLGEMEINBEREICHE Geeignete Maßnahmen, den Energieverbrauch bei der Beleuchtung von Erschließungszonen für Haus- und Wohnungszugänge, Keller, Garagen, Fahrzeug- und Fahrradabstellplätze zu senken, sind unter anderem:

- Bedarfsgerechte Steuerung mit Nachlaufrelais statt Bewegungsmelder
- Schalter mit automatischer Ausschaltung, unabhängig von der Wahl des Leuchtmittels
- Energiesparlampen und Leuchtstoffröhren mit elektronischen Vorschaltgeräten

INDIVIDUELLE STROMSPARMASSNAHMEN Zur individuellen Erfassung und Kontrolle des Stromverbrauchs durch Bewohnerinnen und Bewohner dienen am wohnungsinternen Sicherungskasten installierte Stromzähler oder einzelne mobile Stromverbrauchsmessgeräte. Zusätzlich können Informationspakete für die Neuanschaffung von Haushaltselektrogeräten angeboten werden. Eine Hilfestellung bieten hierbei folgende Energielabels:

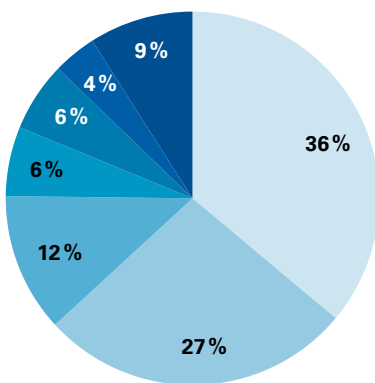
- EU-Label: Effizienzklassen A+ und A++ kennzeichnen sparsame Geräte; neben Stromverbrauch werden auch Informationen zu Geräuschentwicklung, Wasserverbrauch etc. gegeben
- Energy Star®: Energiesparende Bürogeräte, wie Drucker, PCs, Faxgeräte, Bildschirme etc.
- Blauer Engel: Büroartikel, Computer, Holz- und Heimwerkerbedarf
- TCO Label: Bürogeräte mit niedrigem Energieverbrauch sowie Anforderungen an Umweltverträglichkeit und Wiederverwertbarkeit

Bei Geräten ohne Energielabel sollten Verbrauchswerte des Gerätes im Stand-by- oder Leerlaufbetrieb überprüft werden. Neugeräte sollten zudem über einen Netzschalter verfügen.

FLEXIBILITÄT DER INSTALLATIONEN Dateninformationssysteme und Informationstechnologien entwickeln sich ständig weiter. Deshalb sollte bei Gebäuden auch eine Möglichkeit zur Nachrüstung von Elektroinstallationen durch Leerrohre und ausreichend dimensionierte Schächte eingeplant werden.

3.4 WASSERVERSORGUNG

Der hohe Aufwand zur Wasseraufbereitung und die weitreichenden Folgen einer Grundwasserabsenkung erfordern einen sparsamen Umgang mit Trinkwasser. Eine Einsparung von Trinkwasser führt zur Stabilisierung des Grundwasserspiegels und einer Schonung der Ressourcen. Außerdem werden Abwassersysteme entlastet sowie Chemikalien- und Energieeinsatz bei der Gewinnung und Bereitstellung von Trinkwasser verringert. Geeignete Maßnahmen sind neben technischen Lösungen, wie durchflussgeregelter Armaturen, ein angemessenes Verbrauchsverhalten der Bewohnerinnen und Bewohner sowie eine Nutzung von Regen- und Grauwasser.



- Körperpflege
- Toilettenspülung
- Wäsche waschen
- Geschirrspülen
- Raumreinigung, Garten, Autopflege
- Essen und Trinken
- Kleingewerbeanteil

Aufteilung des durchschnittlichen Wasserverbrauchs eines Haushaltes im Jahr 2007
 Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

BRAUCHWASSER Der durchschnittliche Wasserverbrauch einer Person beträgt in Deutschland etwa 122 Liter pro Tag. Davon entfallen rund 36 % auf Körperpflege. Im Vergleich dazu entfallen nur 4 % auf den täglichen Wasserverbrauch für Trinken und Essenszubereitung.

Folgende wasser- und energiesparende Maßnahmen lassen sich im Wohnungsbau leicht umsetzen:

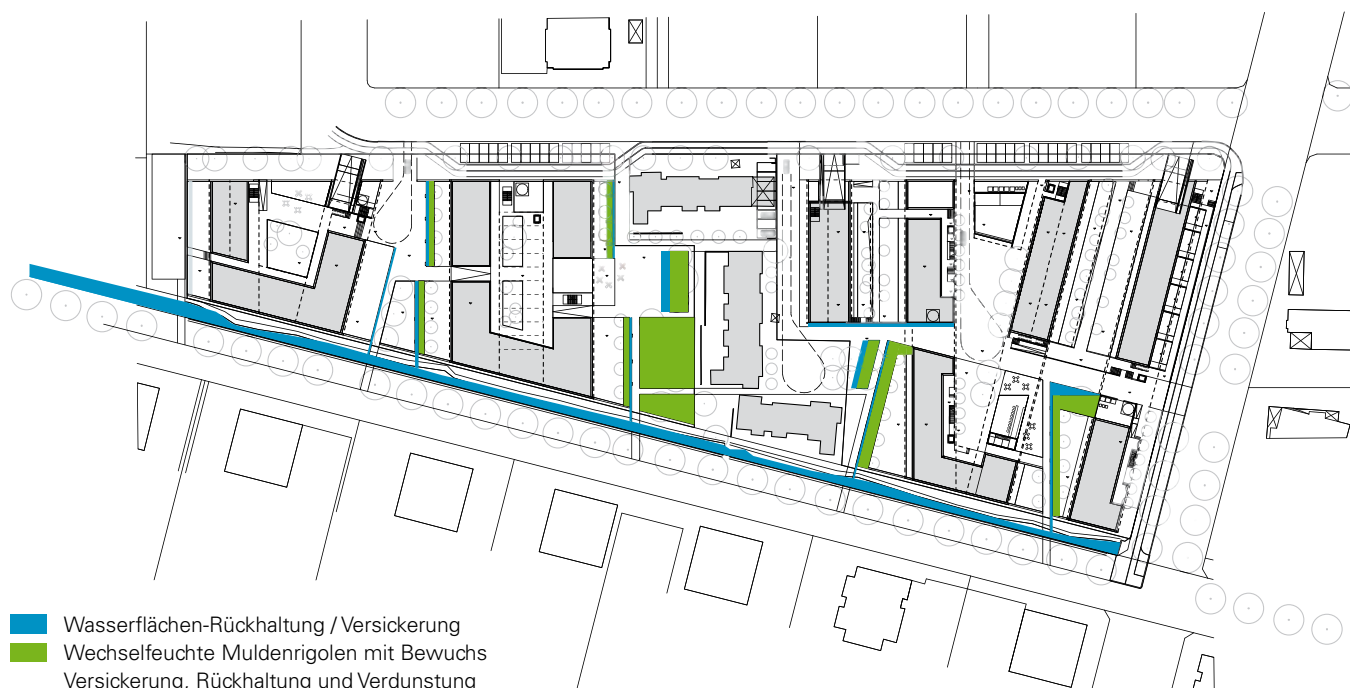
- Wassersparende Sanitärarmaturen: Der Durchfluss sollte die Maximalwerte 6 l/min für Sanitärarmaturen, 9 l/min für Küchenarmaturen und 12 l/min für Dusch- und Badewannenarmaturen nicht überschreiten. Bei Einhandmischern sollte der Wasserdurchfluss der Armatur auf 60 % der maximalen Durchflussmenge begrenzt sein.
- Wassersparende WC-Spülkästen: Der maximale Wasserdurchfluss sollte auf 6 Liter begrenzt sein und bei geringerem Bedarf auf 3 Liter durch Betätigen einer Spartaste reduziert werden können. Durch den Einsatz speziell geformter Becken mit keramischer Oberfläche kann der Wasserverbrauch weiter verringert werden.
- Bewohnermotivation: Bewohnerinnen und Bewohner sollten über die Möglichkeiten zum Wassersparen informiert werden. Dies kann mit Gesprächen und Informationsmaterial zu wassersparendem Verhalten erreicht werden.

REGENWASSER Im Wohnungsbau kann Regenwasser zur Bewässerung oder Toilettenspülung genutzt werden. Dabei ist auf eine ausreichende Dimensionierung der Zisterne zu achten, um eine zusätzliche Speisung mit Trinkwasser möglichst gering zu halten. Die ausschlaggebenden Faktoren für die Speicherdimensionierung sind neben einem Reservefaktor der Wasserbedarf und der zu erwartende Regenwasserertrag. Der Regenwasserjahresertrag ist abhängig von der regionalen Niederschlagsmenge, der Größe der Dachgrundfläche und dem Abflussbeiwert des Dachmaterials. Ferner ist ein gesondertes Leitungsnetz erforderlich.

Zur Entlastung der Abwassersysteme sollte Regenwasser auf dem Grundstück eines Gebäudes versickert werden. Bei einer dezentralen Regenwasserversickerung wird das abfließende Regenwasser auf dem Grundstück vorbehandelt und versickert. Dabei können unterschiedliche Systeme realisiert werden:

- Muldenversickerung: Einleitung und Versickerung über eine Vertiefung in einer Rasen- oder Pflanzenfläche; bei richtiger Dimensionierung ist die Nutzung als Spielwiese möglich.
- Rohr-Rigolenversickerung: Unterirdische Versickerung über ein Sickerrohr, welches von einer Kies- und Schotterpackung umgeben ist, die als Zwischenspeicher bei starken Regenfällen dient.
- Schachtversickerung: Versickerung über gelochte Schachtringe aus Beton oder Kunststoff; Schmutzstoffe lagern sich auf der Sohle ab und können bei Bedarf entfernt werden.

*e%-Ingolstadt: Im Rahmen einer integrierten Landschaftsplanung wird eine Muldenversickerung umgesetzt.
Planung: grabner + huber landschaftsarchitekten*

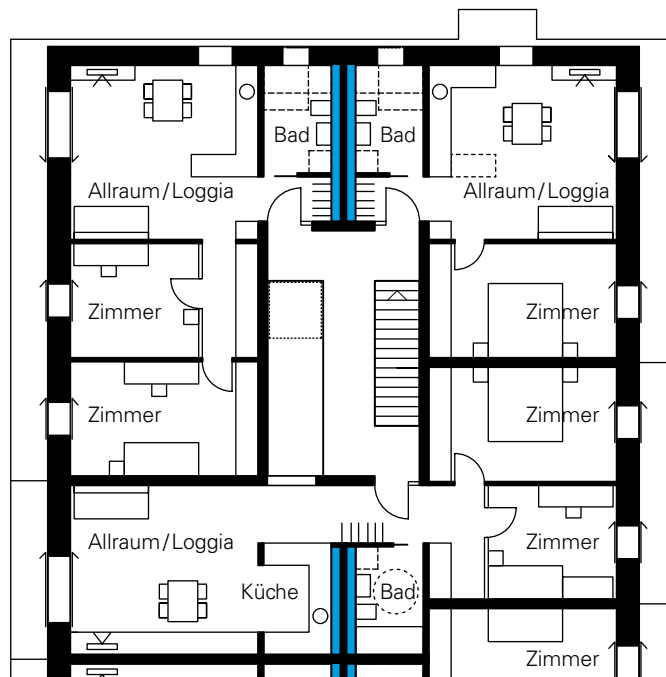


GRAUWASSERNUTZUNG Grauwasser wird in Haushalten als Abwasser aus Waschmaschinen, Duschen und Badewannen täglich in nahezu gleicher Menge erzeugt. Es ist gering verschmutzt, das heißt weitgehend frei von Fäkalien, Fett- und Feststoffen und nur gering bakteriell belastet. Außerdem weist es einen nutzbaren Wärmegehalt auf. Nach einer biologischen Reinigung eignet sich Grauwasser für die Toilettenspülung.

Bei Systemen zur Grauwassernutzung wird das Abwasser über ein separates Rohrsystem in einen geschlossenen Sammelbehälter geführt, wobei es von größeren Schmutzpartikeln gereinigt wird. Der Sammelbehälter sollte in etwa dem Tagesbedarf für die Toilettenspülung entsprechen. Es folgt eine biologische Reinigung und eine Entkeimung durch UV-Licht. Das Betriebswasser wird in einen Behälter geleitet und durch ein eigenes Verteilsystem in den Wasserkreislauf eingebracht, wo es für die Toilettenspülung zur Verfügung steht. Eine automatische Trinkwassernachspeisung muss vorgesehen werden.

e%-Ansbach: Die Grundrissstruktur ermöglicht eine Bündelung der Installationsschächte in den Sanitärbereichen.

Planung: Deppisch Architekten



VERSORGUNG UND VERTEILUNG Bei der Planung ist darauf zu achten, dass in übereinander liegenden Wohnungen Installationsleitungen gebündelt und die Anzahl erforderlicher Installationsschächte minimiert werden. Dies ist beispielsweise durch einen gemeinsamen Installationsschacht für Küche und Bad möglich. Ver- und Entsorgungsstränge können räumlich zusammengefasst, Leitungslängen zwischen Wärmeerzeugungsanlage und Wärmeübergabestellen optimiert sowie Leitungsverluste minimiert werden – einschlägige Brand- und Schallschutzanforderungen sind dabei zu beachten.

4 TECHNIKANPASSUNG

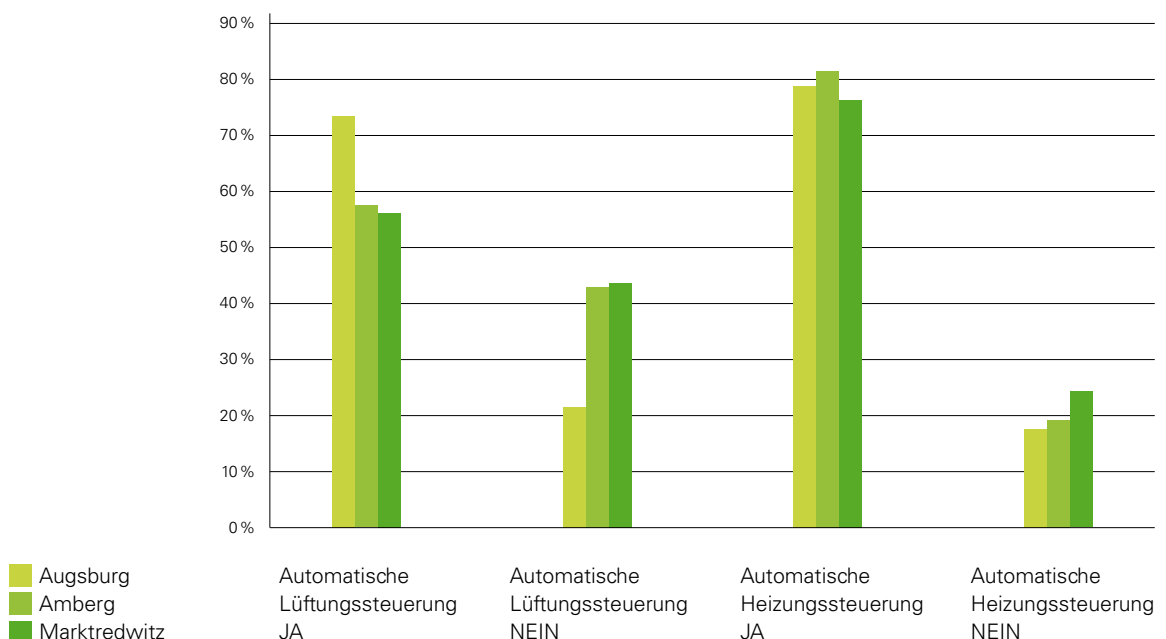
4.1 NUTZERVERHALTEN

Gebäude werden für Menschen konzipiert, sie müssen den Bedürfnissen der Menschen entsprechen. Bereits bei der Planung müssen die Bewohnerinnen und Bewohner im Vordergrund stehen.

Mieterinnen und Mieter sind grundsätzlich fähig und bereit, mit neuen Energietechnologien umzugehen, auch wenn sie die Entscheidung für Wohnungen häufig nicht vordringlich aus Gründen der Ökologie oder der Energiesparung fällen. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine energieeffiziente Nutzung von Gebäuden und Mietwohnungen auch in ihrem Interesse ist. Auch wegen der gegenwärtigen Diskussionen zu Klimaveränderungen und steigenden Energiekosten kann von einer hohen Bereitschaft ausgegangen werden, vernünftig mit Energieverbrauch umzugehen und sich auf neue Techniken einzulassen.

Die Hochschule Coburg führte an den e%-Standorten Augsburg, Amberg und Marktredwitz im Vorfeld geplanter Modernisierungen Bewohnerbefragungen durch. Dabei erklärte sich die große Mehrzahl der Bewohnerinnen und Bewohner bereit, sich auf neue, ungewohnte Techniken einzulassen.

Aber: Auch wenn die Technik begreifbar ist, hat das eigene Wohlfühl einen hohen Stellenwert und kann zu „falschem“ Verhalten führen – beispielsweise ist das Lüftungsverhalten in Wohnzimmern besser als in Schlafzimmern. So wird die Möglichkeit von raumspezifischen Temperaturregelungen ein



wichtiges Element für die Akzeptanz sein. Auch die Beurteilung der Luftqualität – die im Sommer häufig schlechter ausfällt als im Winter – spielt eine Rolle für das Annehmen und damit für eine angemessene Umsetzung der technischen Anforderungen.

Nicht selten bestehen Unterschiede zwischen Selbsteinschätzung und tatsächlichem Verhalten der Bewohnerinnen und Bewohner. Ausgehend von der Annahme einer prinzipiellen Akzeptanz müssen sie durch die Wohnungsunternehmen bzw. Vermieter angeleitet werden, das Prinzip der neuen Systeme zu verstehen und anzuwenden. Da die neuen Techniken, wie neue Lüftungskonzepte, nicht nur ein theoretisches Verständnis erfordern, sondern möglicherweise auch Veränderungen von Alltagsgewohnheiten, müssen die Bewohnerinnen und Bewohner unterstützt werden, „Rationales“ und „Gefühltes“ in Übereinstimmung zu bringen.

4.2 MIETERINFORMATION

Intensive Einweisungen in die Erfordernisse technischer Systeme, wie Heizungs- und Lüftungsanlagen sind notwendig. Auch eine zeitnahe Abrechnung der Heizkosten sowie eine individuelle Abrechnung des Trinkwarmwassers sind erforderlich, damit der direkte Zusammenhang zwischen Verbrauch und Kosten erfahrbar ist. Gute Informationen und flexible Partizipationsmodelle erhöhen die Akzeptanz der Bewohnerinnen und Bewohnern ihnen bislang unbekannter Technologien – unabdingbar sind Mieterkommunikation und Mieterbeteiligung.

BEDIENELEMENTE Um die Handhabung technischer Anlagen zu erleichtern, ist auf eine eindeutige, klare und zeichenhafte Darstellung und Positionierung von Bedienelementen für Heizung, Lüftung und sonstige Anlagen zu achten. Ziel ist es dabei, eine hohe technische Qualität mit einer hohen Nutzungsqualität zu verbinden.



Ein zentrales Bedienelement zeigt die aktuellen Verbrauchswerte von Elektrogeräten, die Raumtemperatur, die Luftfeuchtigkeit sowie einen Hinweis auf einen nicht geschlossenen Wasserhahn.

Die Nutzerfreundlichkeit neu zu installierender Techniken sollte vorab geprüft werden. Als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine haben Bedienelemente von Geräten mit ihrer Gestaltung und Funktionsweise einen großen Einfluss auf die Gebrauchs- und Alltagstauglichkeit. Ein verständliches und einfaches Bedienkonzept ist für eine effizient funktionierende Anlagentechnik von wesentlicher Bedeutung. Hierbei ist es wichtig, dass Bewohnerinnen und Bewohner lediglich eine notwendige Steuerung der Grundfunktionen der Geräte vornehmen können.

Ein verständliches, intuitiv zu bedienendes Steuerelement, das sinnvoll im Wohnbereich platziert ist, erleichtert allen, von Kindern bis zu alten Menschen, einen selbstverständlichen Zugang auch zu neuartigen technischen Elementen. Es ergeben sich folgende Anforderungen für die Aufstellung, Ausstattung und Gestaltung von Bedienelementen:

- Anordnung weniger Bedienelemente je Wohnung
- Zentrale Positionierung im Raum, z. B. an der Raumtür
- Anzeige des aktuellen Betriebszustandes, z. B. Filterwechsel
- Einfache Menüführung

Bei der Auswahl von Bedienelementen sollte neben technischen Anforderungen, wie Funktionsweise und elektrische Leistungsaufnahme, auch auf die Einheitlichkeit der Symbolik, die Art der Steuerung sowie die Übersichtlichkeit und Lesbarkeit der Anzeige geachtet werden.

BEDIENUNGSANLEITUNG Neben der intuitiven Handhabung der Geräte müssen Bedienungsanleitungen für den Praxisbetrieb tauglich sein. In ihrer Darstellung und Umfang sind sie stark vom technischen Konzept abhängig. Das Konzept für ein „Wohnungsbetriebsblatt“ sollte in Zusammenarbeit von Planern, Wohnungsunternehmen und Hausmeistern sowie kundigen Mieterinnen und Mietern aufgestellt werden. Es sollte sichergestellt werden, dass qualifizierte Übersetzungen in die jeweils erforderlichen Sprachen zur Verfügung stehen. Wenig Text und bildhafte Darstellung erfordern zunächst einen größeren Aufwand, erleichtern aber im Betrieb den Zugang der Bewohnerinnen und Bewohner.

Neben der Gestaltung ist auf eine sinnvolle Platzierung der Anleitung zu achten, beispielsweise in Form eines Aufklebers am oder in der Nähe des Gerätes oder Bedienfeldes.

EINFÜHRUNGSGESPRÄCH Bei Erstbezug oder Mieterwechsel sollte schon vor Vertragsunterzeichnung auf die besonderen energetischen Vorteile des Hauses hingewiesen werden und darauf, dass dies möglicherweise

Lebensräume schaffen und verwalten sind unsere Stärken

GUNDEKAR JOURNAL



ST. GUNDEKAR-WERK EICHSTÄTT Wohnungs- und Städtebaugesellschaft mbH · Schwabach · Eichstätt · Ingolstadt

Spatenstich in Ingolstadt-Hollerstauden

Energieeffizienter Wohnungsbau in der Albertus-Magnus-Straße

INGOLSTADT – Mit großer Freude haben H.H. Bischof Gregor Maria Hanke, Staatsminister Joachim Herrmann, der Oberbürgermeister von Ingolstadt Dr. Alfred Lehmann, VdW-Verbandsdirektor Xaver Kroner und KSD-Geschäftsführer Ulrich Müller zusammen mit Geschäftsführer Peter-Stephan Englert den offiziellen Spatenstich zur Realisierung des großangelegten Wohnbau-Projekts vollzogen. Es wurde 2007 in das Modellvorhaben „e%-Energieeffizienter Wohnungsbau“ der Obersten Baubehörde aufgenommen.

Damit wurde der erste der drei Bauabschnitte begonnen. Bis 2011 wird unter der technischen Koordination von Architektin Christina Seidl (Ingolstadt) die Errichtung der 142 Wohneinheiten dauern, die sich in einer prägnanten V-förmigen



Neun Würdenträger aus Wirtschaft, Politik und Kirche beteiligten sich beim ersten Spatenstich in Hollerstauden. Mit dabei waren der Bayerische Innenminister Joachim Herrmann, Bischof Gregor Maria aus Eichstätt und Peter-Stephan Englert vom St. Gundekar-Werk Eichstätt.

e%-Ingolstadt: Die Öffentlichkeit wie auch Mieterinnen und Mieter des Wohnungsunternehmens wurden über den Spatenstich der energieeffizienten Wohnanlage informiert. In der Mieterzeitschrift wurden die energetischen Besonderheiten beschrieben.

einen neu zu erlernenden Umgang mit Technik oder im Wohnverhalten bedeutet. Die moderne Haustechnik sollte besonders in ihren positiven Auswirkungen für Komfort, Ökologie und Gesundheit präsentiert werden.

Bei Einzug sollte eine persönliche Einführung beispielsweise durch einen Hausmeister im Haus und in der Wohnung stattfinden. Dabei müssen die Besonderheiten der Wohnanlage unter Einbezug der technischen Besonderheiten (Thermostatventile, mechanische Lüftungsanlage, Warmwasseranschluss für Waschmaschine und Geschirrspüler etc.) ausführlich erläutert werden. Bereits in der Planungsphase können die Bauherren mit den Planern ein Konzept erarbeiten, das in standardisierter Form bei Bezug der Wohnungen eingesetzt wird. Die vermittelten Inhalte sollten sich dabei nicht nur am Normalfall orientieren, sondern auch Verhaltensanweisungen für Störfälle geben.

e%-Amberg: Nach Abschluss des Wettbewerbsverfahrens wurde den Bewohnerinnen und Bewohnern die prämierte Planung durch den Architekten Walter Unterrainer erläutert.



KOMMUNIKATIONSKONZEPT Checkliste zur Information und Einweisung der Mieterinnen und Mieter:

- Erstellung und Übergabe einer Handreichung über die Benutzung der Technik und zum Umgang mit Heiz- und Lüftungsanlagen; die Übergabe sollte beim Erstkontakt erfolgen
- Vor-Ort-Einweisung vor Unterzeichnung eines Mietvertrages, um Anschaulichkeit und Verständlichkeit zu steigern
- Individuelle Einweisung neu einziehender Bewohnerinnen und Bewohner (günstigen Einweisungstermin bei Neueinzug bedenken: Ein ungünstiger Zeitpunkt ist unmittelbar vor dem Umzug, da dann möglicherweise zu wenig Zeit zur Verfügung steht)
- Durchführung einer Mieterversammlung bei ungefähr gleichzeitigem Einzug der Mehrzahl von Bewohnerinnen und Bewohnern

Information der Mieterinnen und Mieter bei Inbetriebnahme der neuen Heiz- und Lüftungsanlagen:

- Intensive Einweisung in Heizungs- und Lüftungsanlagen, am besten in der eigenen Wohnung
- Vermittlung von Verhaltensanweisungen für den Normalfall wie auch für Störfälle
- Intensives und sensibles Eingehen auf das Lüftungsverhalten mit konkreten alltagspraktischen Hinweisen, wie das Beachten geschlossener Türen und Fenster
- Einbindung technisch versierter Mieterinnen und Mieter als Multiplikatoren
- Zeitnahe Abrechnung der Heizkosten
- Individuelle Abrechnung des Trinkwarmwassers

Ergänzend zu den genannten Maßnahmen zur Information der Mieterinnen und Mieter sollten im Zuge einer Bestandsmodernisierung folgende Punkte in das Kommunikationskonzept einbezogen werden:

- Frühzeitige Information betroffener Mieterinnen und Mieter – bevor in Medien über das Projekt berichtet wird, sollten alle Mietparteien informiert sein
- Einbeziehung eines Mietervertreters bei Wettbewerbsverfahren
- Erneute Information aller Mieterinnen und Mieter durch Informationsveranstaltung und/oder schriftliche Mitteilungen nach Entscheidung über die Umsetzung und vor Beginn der Baumaßnahme
- Ansprechbarkeit der Wohnungsunternehmen bei Anfragen, Problemen etc. während der gesamten Sanierungsphase, mit konkretem Ansprechpartner und Sprech- bzw. Telefonzeiten

*e%- Ingolstadt: Eine farbige Anzeige an der Fassade zeigt den Ladezustand eines durch die solarthermische Anlage gespeisten Pufferspeichers an.
Planung: bogevischs buero*



SELBSTMONITORING Im Wohnungsbau können Nutzerinnen und Nutzer eines Gebäudes durch geeignete Techniken zu einem sparsameren und damit umweltverträglicheren Verhalten angeregt werden. Durch Visualisierung der eigenen momentanen und durchschnittlichen Verbräuche an Heizungsenergie, Wasser und Strom und deren Gegenüberstellung zu einem Durchschnittsverbrauch können sie ihr Verhalten überprüfen und damit den Energieverbrauch reduzieren.

Eine Möglichkeit für das Selbstmonitoring des Stromverbrauchs ist das Anbringen eines Strommessgeräts im Zählerkasten. Ein Warm- und Kaltwasserzähler an einer leicht einsehbaren Stelle regt ebenfalls zu einer eigenständigen und freiwilligen Verbrauchskontrolle an. Ein Schieber für das manuelle Erfassen von Verbräuchen und einer gegenübergestellten Bereichsanzeige mit Farbenverlauf (z. B. grün: sparsam bis rot: hoher Verbrauch) hilft bei der Selbstkontrolle.

5 QUALITÄTSSICHERUNG

5.1 PLANUNG UND AUSFÜHRUNG

Nachhaltiges Bauen bedeutet die Umsetzung ökonomischer, ökologischer und sozialer Anforderungen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Hierfür müssen Planungskonzepte entwickelt und umgesetzt werden, welche nicht nur zeitgemäß, sondern vor allem zukunftsfähig sind. Die Planungskriterien energieeffizienter Wohngebäude verfolgen daher das Ziel, eine langfristige Wertstabilität durch gute Vermietbarkeit der Wohnungen zu sichern.

PROJEKTORGANISATION Eine integrierte Planung setzt die Bildung eines interdisziplinär besetzten Teams voraus. Zu Planungsbeginn müssen klare Zieldefinitionen und Organisationsstrukturen mit Festlegung der Kompetenzen und Pflichten aller Beteiligten bestimmt werden. Außerdem sind transparente Abstimmungs- und Entscheidungsabläufe, eine straffe Organisation der Informationsabläufe sowie eindeutige Honorar- und Haftungsregelungen für eine erfolgreiche Zusammenarbeit erforderlich.

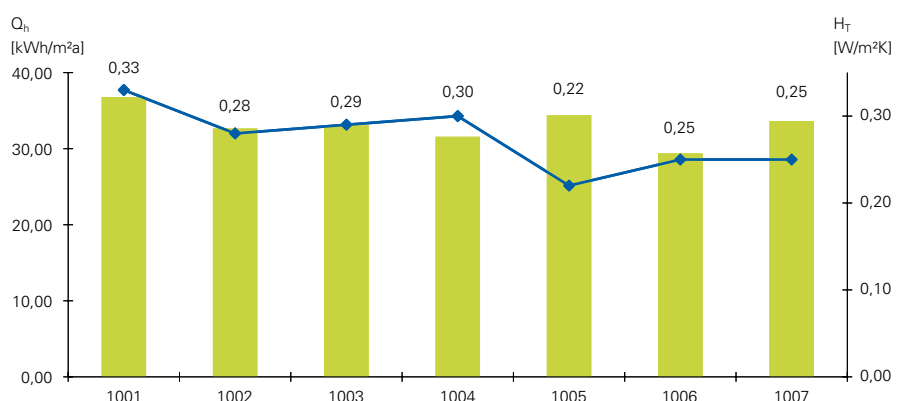
Zu den Aufgaben des fachkompetenten Teams gehören insbesondere:

- Formulierung von Anforderungen für alle Entwurfsbereiche
- Erarbeitung von Zielvorgaben und Lösungsstrategien in den Bereichen Energie und Ressourcenschonung, Komfort und Flexibilität, Gebrauchstauglichkeit und Nutzerfreundlichkeit
- Berechnung der Lebenszykluskosten
- Ermittlung der Folgekosten im Detail
- Erarbeiten eines Gebäudeinformationssystems

Im Rahmen eines Planungswettbewerbes ist zur Beurteilung der Energieeffizienz verschiedener Konzepte eine Auswertung energetisch relevanter Kennwerte erforderlich. Dargestellt ist ein Vergleich des Heizwärmebedarfs und der Transmissionswärmeverluste verschiedener Wettbewerbsarbeiten.

Wettbewerbsbetreuung: Pfab Rothmeier Architekten

■ Heizwärmebedarf Q_h
—●— Transmissionswärmeverlust H_T





Bei Planungswettbewerben mit anspruchsvollen energetischen Zielsetzungen sollte die Jury interdisziplinär besetzt sein.

PROJEKTOPTIMIERUNG Um gestalterisch anspruchsvolle, energetisch optimierte und wirtschaftliche Wohngebäude mit hoher Gebrauchsqualität zu erstellen, ist es notwendig, diese Aspekte bereits in einem frühen Planungsstadium zu berücksichtigen. Planungswettbewerbe bieten die Möglichkeit, durch den Vergleich verschiedener Varianten zu einer Bauaufgabe eine optimierte Lösung zu entwickeln. Ebenso wie städtebauliche, wohnungswirtschaftliche oder bautechnische Anforderungen müssen dabei die energetischen und ökologischen Zielsetzungen eindeutig formuliert und in den jeweiligen Wettbewerbsarbeiten nachgewiesen werden. Je klarer diese Vorgaben definiert werden, desto schlüssiger sind der Vergleich und die Bewertung der durch die Wettbewerbsteilnehmer vorgeschlagenen Energiekonzepte.

Nach Abschluss des Wettbewerbsverfahrens und der Entscheidung über das umzusetzende Konzept werden im Zuge der weiteren Planung vertiefende Varianten zu unterschiedlichen Anforderungen erarbeitet, wie Ausstattung, Installationsgrad, Konstruktion, Wirtschaftlichkeit in Bau und Betrieb. In einem fortlaufenden Prozess können dabei die funktionelle und gestalterische Nutzungsqualität verbessert sowie Lebenszykluskosten und Wirtschaftlichkeit optimiert werden.

Im Zuge der Planung sind die Kosten insbesondere nach folgenden Gesichtspunkten zu überprüfen:

- Kostenvergleiche der Bauteile nach Konstruktionsvarianten unter Berücksichtigung des Wärmebrückenkonzeptes
- Betriebskosten und dynamische Annuitätenberechnung
- Nutzwertanalyse der unterschiedlichen Konzepte

UMSETZUNG Die Realisierung eines zukunftsfähigen energetischen Standards verlangt eine detaillierte Planung und Baubeschreibung, genaue Angaben zu Details, speziellen Produkten und Produktsystemen sowie eine lückenlose und unmissverständliche Darstellung gewünschter Ausführungsstandards. Je präziser die Beschreibungen erfolgen, umso besser ist das zu erwartende Umsetzungsergebnis. Je lückenloser die Planung durchgeführt

wird, umso geringere Zusatzkosten sind zu erwarten. Auch die Auswahl der Ausführungsfirmen ist für die Qualität der Projektumsetzung entscheidend. Daher sollten Bauherren und Planer die fachliche Eignung der Betriebe sorgfältig prüfen. In der Ausschreibung sollte die Vorgabe an eine umwelt-schonende Baustelleneinrichtung und Baustellenbetrieb enthalten sein.

5.2 BAUBEGLEITENDE QUALITÄTSSICHERUNG

Die Beurteilung der Qualität und der energetischen Wirksamkeit baulicher Maßnahmen verlangen eine baubegleitende Kontrolle.

BAUÜBERWACHUNG Der Blick fürs Detail und die regelmäßige Überwachung des Baufortschritts sind wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Baumaßnahme. Die Bauüberwachung muss daher gewährleisten, dass die ausgeschriebenen Leistungen für Baustoffe und Verfahren angewandt und in der notwendigen Ausführungsqualität umgesetzt werden.

INFRAROT-THERMOGRAFIE-AUFNAHMEN Mit Hilfe von Infrarot-Thermografie-Aufnahmen werden die Oberflächentemperaturen farbig dargestellt und mit Zahlen hinterlegt. Bei Modernisierungsmaßnahmen wird bereits zu Planungsbeginn ein bestehendes Gebäude mit Hilfe thermogra-

Die Realisierung gewünschter Ausführungsstandards muss durch eine regelmäßige Bauüberwachung gewährleistet werden.





Luftdichtigkeitsprüfung

fischer Aufnahmen auf bauphysikalische Eigenschaften untersucht (vgl. Kapitel 1.3) Nach Abschluss von Baumaßnahmen dient dieses Verfahren sowohl bei Neubauvorhaben wie auch bei Bestandsmodernisierungen der Überprüfung und Dokumentation der Qualität des baulichen Wärmeschutzes. Hierbei können energetische Schwachstellen, wie beispielsweise Wärmebrücken oder durchfeuchtete Bauteile, gefunden werden.

Thermografische Untersuchungen sollten durch einen ausgewiesenen Fachingenieur durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Untersuchung werden in einem zusammenfassenden Bericht mit einer Auswertung der Schwachstellen dokumentiert.

LUFTDICHTIGKEITSPRÜFUNG Die Luftdichtigkeit eines Gebäudes lässt sich mit einer Luftdichtigkeitsprüfung bestimmen. Mit diesem Verfahren wird der n_{50} -Wert als Maß für die Dichtheit eines Gebäudes ermittelt. Das Messsystem besteht aus einem Ventilator, der in einer Öffnung der Gebäudehülle, in der Regel in der Eingangstür, montiert wird und gegenüber dem Umgebungsdruck eine Druckdifferenz von 50 Pa erzeugt. Der Volumenstrom, der benötigt wird, um den Differenzdruck aufrecht zu erhalten, wird gemessen und daraus der n_{50} -Wert ermittelt.

Um den Luftwechsel, der sich bei den Anschlüssen von Dichtungsbahnen oder bei Fensterdichtungen in beide Richtungen einstellt, zu bestimmen, wird die Messung jeweils im Unter- und im Überdruck durchgeführt. Zur Ortung von Leckagen kann Rauch eingesetzt werden. Undichtigkeiten können bei kalter Witterung mit Hilfe von Thermografie-Aufnahmen geortet werden; hierzu werden im Gebäude ein Unterdruck erzeugt und die Bereiche mit einströmender Kaltluft über eine Infrarotkamera visualisiert.

Zur Qualitätssicherung baulicher Maßnahmen sollten bei Neubauvorhaben und Bestandsmodernisierungen zwei Luftdichtigkeitsmessungen durchgeführt werden, jeweils nach der Fertigstellung der luftdichten Ebene sowie nach Abschluss der Baumaßnahmen. Die Luftdichtigkeitsprüfung ist bestanden, wenn die Mindestanforderungen für Gebäude nach EnEV und DIN 4108 Teil 7, Ausgabe August 2001 erfüllt sind:

- ohne raumluftechnische Anlagen $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$
- mit raumluftechnischen Anlagen $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$

Ist die Luftdichtigkeitsmessung des gesamten Gebäudes mit zumutbarem Aufwand nicht möglich, wie z.B. bei einer Modernisierung in bewohntem Zustand, so ist die Luftdichtigkeitsprüfung auch durch Messung einzelner Wohnungen möglich. Dabei sollten mindestens 20 % der Wohnungen im Gebäude messtechnisch überprüft werden. Hiervon sind mindestens

jeweils eine Wohnung im Dachgeschoss, in einem Regelgeschoss, im untersten Geschoss und eine Eckwohnung zu messen. Mehr als zwölf Wohnungen brauchen im Regelfall nicht gemessen werden.

5.3 DATENMANAGEMENT

Bereits zu Planungsbeginn sollte ein Konzept für ein Gebäudedatenmanagement erstellt werden. Durch kontinuierliche Verbrauchskontrollen, eine fortlaufende Unterrichtung der Betreiber und der Bewohnerschaft sowie eine wiederkehrende Betriebs- und Nutzungsanalyse lassen sich Betriebskosten senken. Ferner kann ein erforderlicher Nachbesserungsbedarf frühzeitig erkannt werden.

GEBÄUDEINFORMATIONSSYSTEM Ein Gebäudeinformationssystem ist das Kernstück des Facility Managements und Grundlage eines effizienten Betriebs. Das System ist die zentrale Stelle, an der alle gebäuderelevanten Informationen gesammelt, verwaltet, dargestellt und analysiert werden. Um die Durchgängigkeit und Vollständigkeit der Datenerfassung zu gewährleisten, ist eine Festlegung von Verantwortlichkeiten von Anfang der Vorplanung bis zum Ende der Nutzungsphase des Gebäudes notwendig. Datenverluste,

Zur Durchführung eines Energiemanagements müssen nach Abschluss einer Baumaßnahme verschiedene Verbrauchswerte und Daten kontinuierlich aufgezeichnet werden. Neben den aufgeführten Messdaten können in Abhängigkeit des technischen Konzeptes weitere Daten erforderlich sein.

Verbrauchsdaten		Ertragsdaten
Wärme	Endenergieverbrauch des Wärme erzeugungssystems [kWh/m ² ; l/m ² Mon; m ³ /Mon]	Solarthermische Erträge am Eingang vor dem Wärmespeicher
	Wärmeabgabe an den Heizkreis inkl. Leitungsverluste [kWh/Mon]	Puffertemperatur mit Datenlogger an drei definierten Stellen des Pufferspeichers
	Wärmeverbrauch zur Trinkwassererwärmung [kWh/Mon] inkl. Leitungsverluste [kWh/m ² Mon]	
Strom	Stromverbrauch für Allgemeinbeleuchtung von Treppenhäuser, Keller, Außenbeleuchtung über einen Hauszähler	Stromertrag aus Photovoltaik oder BHKW
	Hilfsstrom für den Betrieb von Heizungs-, Lüftungs-, Solar- und evtl. photovoltaische Anlage [kWh/Mon]	
	Lüfterstrom beim Zentralgerät, bei dezentralen Geräten Erfassung über den wohnungsinternen Zähler	
Wasser	Wasserverbrauch gemessen durch wohnungsinterne Warm- und Kaltwasserzähler [m ³ /a]	
Weitere Messdaten: Wetterdaten zur Erfassung der externen Witterung (Temperatur, Feuchte, Einstrahlung)		

wie sie für die Übergangsphasen zwischen Planung, Errichtung und Betrieb typisch sind, können somit bereits während der Planung vermieden und ein reibungsloser Betrieb auch bei einem Wechsel der Verantwortlichkeiten (Hausmeisterwechsel, Wechsel der Wartungs- und Instandhaltungsfirma) sichergestellt werden.

Relevante Daten für das Gebäudeinformationssystem sind insbesondere:

- Planungs-, Ausführungsunterlagen
- Nachweise, wie Thermografie, Luftdichtigkeitsprüfung, Umweltzeichen
- Übergabedokumentation, Fotos
- Einregulierungsprotokolle
- Wartungs-, Instandhaltungsprotokolle
- Technische Datenblätter
- Betriebsanweisungen
- Adressen, Verantwortlichkeiten, Besprechungsprotokolle
- Umfragen
- Bewohnereinweisungen

ENERGIEMANAGEMENT Ein funktionierendes Energiemanagement ermöglicht einen sparsamen Umgang mit Energie und führt zu Betriebsoptimierungen. Hierbei werden die Vorgaben aus der Planung (Soll-Werte) mit den Verbrauchswerten aus der Betriebsphase (Ist-Werte) verglichen. Die Ursachen von auftretenden Differenzen zwischen diesen Werten werden analysiert und Optimierungsvorschläge erarbeitet.

Eine Messdatenerfassung und deren regelmäßiger Abgleich – verbunden mit einer automatischen Störungsmeldung – ermöglichen während der Inbetriebnahme und auch im Regelbetrieb die weitgehend effiziente Funktion einer technischen Anlage. Aus diesem Grund ist eine detaillierte Planung des Messkonzeptes und der Datenerfassung von Bedeutung. Auch hier gilt: Um einen dauerhaft nachvollziehbaren Ablauf sicherzustellen, sollen Verantwortlichkeiten benannt werden. Die Verantwortlichen sollen regelmäßige Überprüfungen vornehmen, gegebenenfalls Maßnahmen zur Nachregulierung ergreifen oder veranlassen und sich einer regelmäßigen Kontrolle durch die Eigentümer oder Betreiber unterziehen. Somit kann die Kontinuität der Messungen ohne Datenverlust weitgehend sichergestellt und die Gefahr von unbemerkten Störungen sowie die damit verbundenen Energieverluste, erhöhten Betriebskosten und Behaglichkeitsdefizite weitgehend ausgeschlossen werden. Auch der Abschluss von Wartungsverträgen hat einen wesentlichen Einfluss auf den energieeffizienten Betrieb haustechnischer Anlagen und Versorgungssysteme.

PROJEKTVERZEICHNIS

Amberg | Eglseer Straße

Bauherr	Wohnungsunternehmen Amberg e.G.
Architekt	Walter Unterrainer, Atelier für Architektur, Feldkirch (A)
Fachplaner	Ingenieurbüro Güttinger Ingenieure, Kempten Eisenreich, Pirkel und Weigl Planungsgesellschaft mbH, Amberg Bernhard Weithas, Ingenieurbüro für Bauphysik, Bregenz (A) Lanzinger Architekten GmbH, Amberg

Ansbach | Breitstraße

Bauherr	Joseph-Stiftung Kirchliches Wohnungsunternehmen, Bamberg
Architekt	Deppisch Architekten, Freising
Fachplaner	Ingenieurbüro M. Vogt GmbH, Freising Planungsgesellschaft Dittrich mbH, München Helmut Leuker Landschaftsarchitekt, Freising

Augsburg | Grüntenstraße

Bauherr	WBG Wohnbaugesellschaft der Stadt Augsburg GmbH
Architekt	lattkearchitekten bda, Augsburg
Fachplaner	Ingenieurbüro Trieb, Mühldorf a. Inn bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, München emminger & nagies landschaftsarchitekten, Augsburg

Ingolstadt | Albertus-Magnus-Straße

Bauherr	St. Gundekar-Werk Eichstätt Wohnungs- und Städtebaugesellschaft mbH, Schwabach
Architekt	bogevischs buero, hofmann ritzer architekten & stadtplaner bda, München
Fachplaner	TB Stampfer GmbH, Salzburg (A) HLS Ingenieurbüro Kluge, Eichstätt InstaPlan TB Elektrotechnik, Faistenau (A) Ingenieurgesellschaft Frey-Donabauer-Wich mbH, Gaimersheim Sailer Stepan und Partner GmbH, München PMI GmbH, Unterhaching K33 Steinlehner & Riedner Architekten-Partnerschaft, München Seibold + Seibold Architekten und Ingenieure GbR, Eichstätt grabner + huber landschaftsarchitekten partnerschaft, Freising Wolfgang Weinzierl Landschaftsarchitekten GmbH, Ingolstadt

Markredwitz | Am Sterngrund

Bauherr	STEWOG Stadtentwicklungs- und Wohnungsbau GmbH Markredwitz
Architekt	h.e.i.z.Haus Architektur.Stadtplanung, Partnerschaft, Dresden
Fachplaner	Ingenieurbüro Dr. Scheffler & Partner GmbH, Dresden IBN Passivhaus-Technik, Köln Elektro Ing-Plan GmbH, Dresden Ingenieurbüro Simon GmbH, Dresden Müller-BBM GmbH, Dresden

München | Grohmannstraße

Bauherr	GWG Gemeinnützige Wohnstätten- und Siedlungsgesellschaft mbH, München
---------	---

Neu-Ulm | Westlich Albertinum

Bauherr	NUWOG - Wohnungsgesellschaft der Stadt Neu-Ulm GmbH
Architekt	GlassX AG – Architekturbüro ETH/SIA Prof. Dietrich Schwarz, Zürich (CH)
Fachplaner	PBS Planungsbüro Sonnenstadt Technische Gebäudeaus- rüstung, Ehingen Gode GmbH Ingenieurgesellschaft für Elektro- und Gebäude- technik, Ulm Röder Ingenieure, Ingenieurbüro für Tragwerksplanung, Ulm nps Bauprojektmanagement GmbH, Ulm Hager Landschaftsarchitektur AG, Zürich (CH)

Ochsenfurt | Stangenbrunnen

Bauherr	Städtische Wohnungsgesellschaft mbH Ochsenfurt
Architekt	Atelier für Baukunst, DI Wolfgang Ritsch, Dornbirn (A)
Fachplaner	GMI Ingenieurbüro Messner GmbH, Dornbirn (A) merz kley partner ZT GmbH, Dornbirn (A) Herz & Lang GmbH, Weitnau

Straubing | Pfauenstraße

Bauherr	Städtische Wohnungsbau GmbH Straubing
Architekt	Sturm und Warteck GmbH, Architekten BDA Innenarchitekten, Dipperz
Fachplaner	Voker Biedenbach, Fachhochschule Gießen Friedberg Ingenieurbüro Peter Rützel, Tragwerksplanung im Bauwesen, Fulda Prof. Dr. Rolf Gieler, Materials and Technology Consulting, Fulda Friedemann Stelzer, Energiebuendel Ingenieurbüro, Reutlingen Prof. Heribert Liborius Jünemann, Fulda

LITERATUR

Daniels K.: Technologie des ökologischen Bauens, Birkhäuser Verlag, 1999

Danner M.: Sozialwissenschaftliche Evaluation energetischer Gebäudesanierungen im Rahmen von Concerto/act2, Endbericht, 2007

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (Hrsg.): Holzbau Handbuch, Reihe 1 - Das Passivhaus – Energie-Effizientes Bauen, 2002
abrufbar unter: www.informationsdienst-holz.de

Eyerer P., Reinhardt H.W.: Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden, Birkhäuser Verlag, 2000

Hacke U., Lohmann G.: Akzeptanz energetischer Maßnahmen im Rahmen der nachhaltigen Modernisierung des Wohnungsbestandes, Fraunhofer IRB Verlag, 2006

Hauser G., Stiegel H.: Wärmebrücken-Atlas für den Mauerwerksbau, Bauverlag, 2001

Hauser G.: Wärmebrückenkatalog 1.2, Zentrum für umweltbewusstes Bauen e.V., 2005

Hausladen G., de Saldanha M., Liedl P., Sager Ch.: KlimaDesign: Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können, Callwey Verlag, 2004

Hausladen G., Tichelmann K.: Ausbau Atlas. Integrale Planung, Innenausbau, Haustechnik, Birkhäuser Verlag, 2009

Hegger M., Fuchs M., Stark T., Zeumer M.: Energie Atlas: Nachhaltige Architektur, Birkhäuser Verlag, 2008

Kohler N., Klingele M. (Hrsg.): Baustoffdaten - Ökoinventare, Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) Universität Karlsruhe, Lehrstuhl Bauklimatik und Bauökologie an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Institut für Energietechnik (ESU) Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 1995

Kranz M., Maerki D., Schikowitz A.: Akzeptanz digitaler Technologieangebote im Wohnbereich. Vergleichende Ist-Analyse der Ausstattung, Nutzung und Bedürfnisse im sozialen und kommunalen Wohnbau, Fraunhofer IRB Verlag 2007

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hrsg.): Ökologischer Wohnungsbau. Forschungsbericht zur Nachuntersuchung ausgewählter Projekte aus Modellvorhaben des Experimentellen Wohnungsbaus, 2006

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hrsg.): Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr. 17, Energie und Ortsplanung, 2010

Recknagel H., Sprenger E., Schramek E.R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag, 2008

Schoeberl und Pöll OEG (Hrsg.): Anwendung der Passivtechnologie im sozialen Wohnbau, Fraunhofer IRB Verlag 2005

Suschk-Berger J., Ornetzeder M.: Kooperative Sanierung, Methoden zur Einbeziehung von BewohnerInnen bei nachhaltigen Gebäudesanierungen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 54/2006

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Solarfibel, Städtebauliche Maßnahmen: Solare und energetische Wirkungszusammenhänge und Anforderungen, 2007

IMPRESSUM

Herausgeber

Oberste Baubehörde
im Bayerischen Staatsministerium des Innern
Franz-Josef-Strauß-Ring 4
80539 München

Redaktion

Karin Sandeck
Thomas Bzowka

Bearbeitung

Hochschule Augsburg
Energieeffizienz Design E2D
Prof. Georg Sahner

Technische Universität München
Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik
Prof. Dr. Gerhard Hausladen
Hana Riemer, Julia Drittenpreis
Robert Fröhler, Christian Huber

Hochschule Coburg
Fakultät Soziale Arbeit und Gesundheit
Prof. Dr. Gaby Franger-Huhle

Die Abbildungen und die zugehörigen Bildrechte wurden von der wissenschaftlichen Begleitung sowie den am Modellvorhaben beteiligten Bauherren und Planern zur Verfügung gestellt.

Die Veröffentlichung gibt die Erkenntnisse, Einschätzungen und Empfehlungen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellvorhabens wieder.

Gestaltung

Büro Bernard Kommunikationsdesign, München

Druck

G. Peschke Druckerei GmbH
Zur Herstellung wurde Papier mit dem Umweltzertifikat FSC verwendet.

Die Veröffentlichungs- und Verwertungsrechte liegen beim Herausgeber.
München, Juni 2010

Weitere Informationen zum Experimentellen Wohnungsbau stehen im Internet zur Verfügung: www.wohnen.bayern.de

ClimatePartner 
klimaneutral



Wollen Sie mehr über die Arbeit der Bayerischen Staatsregierung wissen? BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung. www.bayern.de

