

energytech.at

[energy technology austria]

*Die Internet-Plattform für
innovative Energietechnologien
in den Bereichen
Erneuerbare Energieträger
und Energieeffizienz*

<http://energytech.at>

TechnologiePortrait
Energie & Architektur
Energieverwertungsagentur (E.V.A.)



bmvit
Bundesministerium für
Verkehr, Innovation und
Technologie

energytech.at

Impressum

energytech.at – TechnologiePortrait Energie & Architektur
Wien, Juli 2001

Medieninhaber:
Energieverwertungsagentur – the Austrian Energy Agency (E.V.A.)
Otto-Bauer-Gasse 6, A-1060 Wien
Tel. +43/1/586 15 24, Fax. +43/1/586 15 24 - 40
E-mail: eva@eva.ac.at, Homepage: www.eva.ac.at

Autor:
Andreas Indinger (E.V.A.) mit Unterstützung des Zentrums für Bauen und Umwelt an der Donau – Universität Krems.

Auftraggeber:
Diese Publikation wurde für energytech.at im Auftrag der Energieverwertungsagentur – E.V.A. und des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien) erstellt.

Der Nachdruck und die Übersetzung, auch auszugsweise, sind nur mit Quellenangabe erlaubt und bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung der Autoren.

Erhältlich unter <http://energytech.at/architektur/portrait.html>

INHALT

1	Einleitung	1
2	Das Gebäude - ein komplexes System	3
3	Planung	5
3.1	Standortwahl, Raumplanung	5
3.2	Bebauungsart und Gebäudeform	6
3.3	Gewinnoptimierung - Das Gebäude als energetisches System	7
3.4	Nutzerverhalten	10
4	Das Gebäude - die Hülle	11
4.1	Baumaterialien	11
4.2	Fenster/ Tageslichtnutzung	13
4.3	Wärmebrücken und Dichtheit der Hülle	14
4.4	Qualitätskontrolle	15
5	Heizen-Lüften-Klimatisieren mit einem angepassten Energieversorgungssystem	16
5.1	Heizen-Lüften-Klimatisieren (HLK)	16
5.2	Das angepasste Energieversorgungssystem	17
6	Energierrelevante Gebäudeausstattung	21
6.1	Spezialthema: Effiziente Beleuchtung mit künstlichem Licht	21
6.1.1	Lichttechnische Größen	21
6.1.2	Anforderungen an die Beleuchtung	23
6.1.3	Lichtquellen	24
6.1.4	Vorschaltgeräte	26
6.1.5	Das EU-Label für Lampen	27
7	Das Passivhaus - ein Konzept für nachhaltiges Bauen	29
8	Rahmenbedingungen und Instrumente	32
9	Forschung und technologische Entwicklung	34
10	Ausbildung und Weiterbildung	37

1 EINLEITUNG

Ungefähr 40% des Endenergieeinsatzes wird in Österreich für Bauen und Wohnen (also zur Bereitstellung temperierter und beleuchteter Räume sowie der entsprechenden Warmwasserversorgung) aufgewendet. Aufgrund der bewegten und eingesetzten Massen gehört der Gebäudebereich zu den ressourcenintensivsten und macht einen erheblichen Teil der klimarelevanten anthropogenen Emissionen aus.

Der bewusste Umgang mit Energie ist aber nur ein Aspekt einer gelungenen Realisierung eines Gebäudes. Er hängt mit zahlreichen anderen Anforderungen (wie Lebensgefühl, Gesundheit, soziale Aspekte, Leistbarkeit, Werterhaltung,...) zusammen und ist daher nicht getrennt davon zu betrachten. Aufgrund der spezifischen Anforderungen müssen gestalterisch sowie formal Lösungen angeboten und realisiert werden.

"Gute Architektur" hat viele Ansprüche zu erfüllen. Ein verantwortungsvoller Umgang mit Energie gehört zweifellos dazu. Andererseits verstören manche gebaute Beispiele, die eher in den Bereich "Energemaschinen" als in den Bereich Gebäude einzureihen sind und bei denen oft grundlegende Forderungen an einen guten Entwurf dem Ziel des Energiesparens geopfert werden. Form, Funktion, Konstruktion - mit diesen drei Kriterien wird, nahezu klassisch, die architektonische Güte von Gebäuden beurteilt. Das soll so bleiben. Wir brauchen kein viertes Kriterium "Energieverbrauch" zu kreieren. Denn der Energieverbrauch ist im Kriterium der Funktion voll und ganz enthalten. Ein Gebäude, das heute, vor dem Hintergrund der geschilderten und bekannten globalen Probleme, die Frage des Energieverbrauchs ignoriert, hat unleugbare funktionale Mängel ([DI Peter Holzer](#), Zentrum für Bauen & Umwelt, Donau-Universität Krems).

Volkswirtschaftlich betrachtet stellt der Gebäudebereich einen umsatzstarken Markt dar und schafft viele Arbeitsplätze:

- Im Jahr 1999 wurden in Österreich 57.500 Wohneinheiten fertiggestellt, was einen Vermögenswert von ca. 135 Milliarden ATS darstellt, der damit neu geschaffen wurde.
- 1997 wurden in Österreich an Wohnbaukosten (ohne Grundkosten) 76 Milliarden ATS ausgegeben.
- Die Bauwirtschaft (Hoch- und Tiefbau) ist mit 8,8 Millionen Beschäftigten (8% der Erwerbstätigen) der größte Arbeitgeber in der EU, weitere 26 Millionen Arbeitsplätze hängen mit der Bauwirtschaft zusammen.
- Die österreichische Bauwirtschaft ist für 43% des Materialeinsatzes und für 47% der Umwandlung von Freiflächen bezogen auf die Gesamtwirtschaft verantwortlich.

Quellen: Österreichisches Wohnhandbuch 2000, K. Lugger; Indicators for Sustainable Land Use, H. Haberl et.al., Wien 1999.

Für den Einzelnen stellt die Wohnraumbeschaffung im Normalfall die größte zu tätigen-
de finanzielle Anschaffung/Belastung dar. Leistbarkeit, günstige Betriebskosten und
Werterhalt werden dadurch wichtige Themen.

Dieses Technologieporträt beschreibt technologiebezogene Optionen für einen sinnvollen Umgang mit Energie. Es beschränkt sich dabei auf wichtige Bereiche des Neubaus mit seinen spezifischen Anforderungen energytech.at behandelt noch weitere gebäudebezogene Technologiebereiche: [Sanierung von Gebäuden](#), die [thermische](#) und [elektrische](#) Nutzung der Sonnenenergie, [Holzheizungen](#). Einen weiteren Schwerpunkt dieses Technologieprofils stellt die [effiziente Beleuchtung mit künstlichem Licht](#) dar.

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten für eine Einteilung und Systematik - der hier gewählte Ansatz stellt daher nur einen von vielen dar und wurde im Hinblick auf die Aufgabenstellung dieses Technologieporträts und eine kurze, übersichtliche Darstellung gewählt.

Weitere Informationen, ergänzende Literatur und Quellen

- energytech.at [Technologieportrait Energetische Gebäudesanierung](#)
- energytech.at [Technologieportrait Thermische Solarenergie](#)
- energytech.at [Technologieportrait Photovoltaik](#)
- energytech.at [Technologieportrait Feste Biomasse](#)
- energytech.at [Publikationen Energie&Architektur](#)
- Nachhaltiges Bauen und Wohnen, atsd: Broschüre Energie in Gebäuden, Bundesministerium für Verkehr, Innovation & Technologie (unveröffentlicht)
- [Thermische Solarenergienutzung an Gebäuden](#) (für Ingenieure und Architekten); Marko, Braun; Springer-Verlag 1997

2 DAS GEBÄUDE - EIN KOMPLEXES SYSTEM

Gebäude werden heute im Neubau durch den Einsatz neuer Materialien, Technologien und Arbeitsweisen vielfältiger und komplexer. Innerhalb eines Jahrhunderts hat sich die Anzahl der im Bauwesen eingesetzten chemischen Substanzen beispielsweise vertausendfacht, die der Baumaterialien ver Hundertfacht. Die Architektur ist um ständige Innovationen in der Gestaltung der Gebäude bemüht.



Abb. 1: ["Solarsiedlung Plabutsch", Wohnhausanlage der "Neuen Heimat" \(Graz, Steiermark\)](#)

(Quelle: energytech.at Bilder)

Es treten zahlreiche Herausforderungen im Zusammenspiel dieser Vielfalt auf. Ein grundsätzlicher gesellschaftlicher Auftrag ist jeder Architekturepoche inhärent, im neuen Jahrtausend ist er um die Themenstellung der nachhaltigen Entwicklung - d.h. um einen umfassenden ökonomischen, ökologischen und sozialen Ansatz - bereichert. Systemische Lösungen werden gesucht und führen oftmals bei der Umsetzung konkreter Bauvorhaben zu Zielkonflikten. Gerade die Themenstellung der Nachhaltigkeit fordert einen ganzheitlichen, systemischen Ansatz. Der gesamte Neubaubereich ist auch von einem Wandel der Nutzerverhalten in der Büro- und Wohnimmobilie gekennzeichnet, was bei einem systemischen Ansatz eine vollständige Integration der sich wandelnden Nutzerbedürfnisse erfordert.

Grundvoraussetzung für nachhaltiges Bauen ist eine lange Nutzungsdauer des Gebäudes und seiner Komponenten. Ein Passivhaus mit geringem Betriebsenergiebedarf und geringem Betriebs-Materialaufwand (z.B. für Wartung) macht eine möglichst lange Nut

zungsdauer sinnvoll; bei manchen Altbauten mit schlechtem energetischem Standard ist hingegen häufig eine rasche Erneuerung sinnvoll. Ein nachhaltig genutztes Gebäude sollte einen Gesamtnutzungszeitraum von mindestens einem Jahrhundert haben; das korreliert mit den durchschnittlichen Abrissraten von etwa 1%/a.

Erkennbar ist, dass der Herstellungsenergieaufwand für Altbauten bei weitem übertroffen wird von den Aufwendungen während des Betriebes des Hauses. Erst beim solaren Niedrigenergiehaus und noch deutlicher beim Passivhaus liegt der Herstellungsaufwand in der gleichen Größenordnung wie der (nun extrem geringe) Primärenergiebedarf für die Heizung. Der Mehraufwand für Herstellung und die Erneuerung wird durch die Einsparungen während der Nutzungsdauer mehr als aufgehoben.

Prinzipiell gilt für eine energiebewusste Herangehensweise:

Ausgehend von den Anforderungen des Nutzers und den Gegebenheiten des Standortes werden bei der Planung die Gebäudeform, die Art der Hülle und ein entsprechendes System zur Heizung-Lüftung-Klimatisierung (HLK) gewählt. Die getroffenen Entscheidungen müssen mit Hilfe statischer oder dynamischer Methoden überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. (Weitere Informationen zur Planungsphase siehe Kapitel "[Planung](#)").

3 PLANUNG

Hochwertige Lösungen verlangen von Beginn an das Zusammenspiel von Nutzern (Bauherrn), Planern (Architekten und Fachplaner) und Haustechnik.



Abb. 2: [Lageplan Aspern an der Sonne, Müllnermaisgasse/Wulzendorferstraße \(1220 Wien\)](#)

(Quelle & Copyright: [Arch. G. W. Reinberg](#))

3.1 Standortwahl, Raumplanung

Wichtige Parameter im Rahmen der Standortwahl und Raumplanung für den späteren Energieverbrauch sind:

- Solarstrahlung: Intensität, Dauer und Richtung der direkten Sonneneinstrahlung sind dominierende Faktoren, wenn hoher Komfort bei niedrigen Energiekosten und geringer Umweltbelastung angestrebt wird. (Weitere Informationen siehe [energytech.at TechnologiePortrait Thermische Solarenergie: Grundlagen der Sonnenenergienutzung](#)),
- Lufttemperatur,
- Windstärke und -richtung,
- Weitere wichtige Faktoren sind die Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz sowie kurze Wege zu Arbeit und Freizeit.

3.2 Bebauungsart und Gebäudeform

Ein energetisch "ungünstiger" Bebauungsplan oder Gebäudeform führen während der Nutzung zu erhöhtem Energieverbrauch. Diese sind durch zusätzliche Maßnahmen kaum oder nur mit hohem Aufwand wieder wettzumachen.

Das Verhältnis von Außenfläche zu umschlossenem Volumen ist ein Maß für die "Kompaktheit" und energetisch höchst relevant. Beim Einfamilienhaus ist dies am ungünstigsten (ca. 0,7), bei mehrgeschossiger Blockrandbebauung (direkt aneinandergrenzende Bauten, typisch für Innenstädte) beträgt es ca. 0,25.



Abb. 3: [Mehrfamilienhäuser Kapellenweg \(Feldkirch, Vorarlberg\)](#)

Die strenge Ausrichtung des Gebäudes nach Süden ist kein "energetisches" Muss, vor allem wenn dies im Widerspruch zur Umgebung steht. Es gibt gebaute Beispiele, die zeigen, dass auch abweichend von einer reinen Südorientierung energetisch hochwertige Lösungen möglich sind (Weitere Informationen "Auszeichnung beachtenswerter Pionierleistungen im Wohn-, Büro- und sonstigen Nutzbau in Österreich" im Rahmen von [Haus der Zukunft](#)).

Energetisch hoch relevant ist eine "thermische Zonierung" und Nutzung von Pufferräumen. Darunter versteht man eine sinnvolle Anordnung unterschiedlich temperierter Räume, damit möglichst wenig innere Trennflächen mit hohen Temperaturdifferenzen auftreten, um so Wärmeströme innerhalb eines Gebäudes gering zu halten. Unbeheizte Pufferräume, wie z.B. Treppenhäuser und Abstellräume, können zusätzlichen Wärmeschutz nach Norden oder an verschattete Außenwände bieten, verglaste Pufferräume und Wintergärten werden hingegen zur Sonne orientiert und bieten zusätzliche Wärmegewinne.

3.3 Gewinnoptimierung - Das Gebäude als energetisches System

Energetische Systembetrachtung eines Gebäudes:

Systeminternen (elektrische Geräte, Bewohner) und solaren Gewinnen stehen Wärmeverluste (Gebäudehülle, Lüftung) gegenüber. Die Differenz ist über das Heizsystem zuzuführen (bzw. über eine Klimaanlage abzuführen - was in unseren Breiten insbesondere bei Bürobauten in den Sommermonaten von Bedeutung ist). Um eine hohe energetische Qualität zu erreichen, muss eine Maximierung der Gewinne und Minimierung der Verluste durchgeführt werden, wobei gewisse Anforderungen an die thermische Behaglichkeit zu berücksichtigen sind.

Energiekennzahlen

Mit der Ermittlung von Energiekennzahlen wird die energetische Qualität von Bauten quantifiziert. Dabei kommen nicht nur österreichische Normen zur Anwendung, sondern es werden auch internationale Normen (EN oder ISO) verwendet, fallweise auch Normen aus der Schweiz (SIA 380-1) und Deutschland (Wärmeschutzverordnung bzw. Energiesparverordnung). Der Aufwand zur Bestimmung der Energiekennzahlen steigt, wenn ein genaueres Berechnungsergebnis erforderlich ist.

Tabelle 1: Übersicht über Normen zur Ermittlung energetischer Kennzahlen

Norm		ÖNORM B 8110-1		ÖNORM B 8135	ÖNORM EN 832	ISO 9164
Ergebnis der Berechnung		LEK-Wert	LEKeq	Spezifische Heizlast	Jahres-Heizwärmebedarf	Jahres-Heizwärmebedarf
Einheit		-	-	W/m ² .K	J bzw. kWh	J bzw. kWh
Berücksichtigung von	Lüftungswärmeverlust	nein	ja	ja	ja	ja
	interne Gewinne	nein	ja	nein	ja	ja
	solare Gewinne	nein	ja	nein	ja	ja
	Wärmebrücken	ja	ja	nein	ja	ja
Bewertung	für Handrechnung geeignet	+	--	++	--	-
	Verständlichkeit	o	--	++	-	++
	Genauigkeit der Ergebnisse	--	++	--	++	+
	Rechenaufwand	hoch	sehr hoch	gering	sehr hoch	sehr hoch
Legende: ++ trifft sehr zu; + trifft zu; o neutral; - trifft kaum zu; -- trifft nicht zu						

(Quelle: Auszug aus Faktor 4 im NÖ Wohnbau, Faktor 4 - Team Maydl + Wallner)

zungsgrad beschreibt das Verhältnis von nutzbarer Wärmeenergie zur eingesetzten Endenergie über ein Jahr und ist gemäß ON H 5056 aus den Einflüssen des Wärmebereitstellungssystems (z.B. dem Heizkessel), des Wärmeverteilsystems und des Regelmesssystems zu ermitteln.

Weitere Informationen

Eine detaillierte Darstellung von Energiekennzahlen finden sich im "[energytech.at TechnologiePortrait Energetische Gebäudesanierung](#)".

Behaglichkeit

Maßgeblich für die empfundene Behaglichkeit in Gebäuden, die von Person zu Person verschieden ist, sind neben Bekleidung und Art der Tätigkeit folgende energierelevante Aspekte:

- Empfindungstemperatur: Diese setzt sich aus Oberflächen- und Raumlufttemperatur zusammen. Die Differenz der flächengemittelten Oberflächentemperatur (wird als Strahlungsanteil wahrgenommen) und der Lufttemperatur sollte dabei nicht mehr als 4°C betragen. Für die Lufttemperatur gilt dabei ungefähr: Winter 18-22°C, Sommer 22-25° (in Abhängigkeit von der Tätigkeit).
- Luftfeuchtigkeit ("Schwüle"): relative Luftfeuchte 35-70%, absolute Feuchte kleiner 12 g H₂O/kg Luft
- Luftgeschwindigkeit (Zugluft): <0,15 m/s
- Luftwechsel: hygienische Erfordernisse in einem Wohngebäude ergeben Luftwechselraten von 0,4, bis 0,7 pro Stunde
- Sommertauglichkeit: Anzahl der Stunden pro Jahr mit einer empfundenen Innenraumtemperatur größer 26°C; dieser Wert sollte möglichst klein sein

Eine entsprechende "thermische Qualität", d.h. ein behaglicher thermischer Zustand ist gegeben, wenn alle Werte innerhalb der angegebenen Komfortbereiche bleiben.

Bilanzierung und Simulation

Das Zusammenspiel von solarer Einstrahlung, Verschattung, Heizsystem, Lüftung (inkl. Wärmerückgewinnung), Kühlung, Bewohner, Geräteausstattung, Dämmung und Speichervermögen von Bauteilen kann aufgrund der komplexen physikalischen Zusammenhänge mit einer einfachen Energiebilanzierung (Handrechenverfahren, Tabellen u.Ä.) nur geschätzt werden. Je größer der Anteil der passiven Nutzung der Solarenergie ist, desto wichtiger wird aber eine dynamische Simulation während der Planungsphase. Nur so können im Planungsstadium der Wohnkomfort (Behaglichkeit, Überhitzungsproblematik) und zugleich eine optimale wirtschaftliche Auslegung sichergestellt werden. Im Vergleich zu statischen Methoden berücksichtigen dynamische Verfahren Speichereffekte der Gebäudemassen und lassen Aussagen über Temperaturprofile zu. Die Anwendung und Interpretation solcher Verfahren erfordert aber z. T. beträchtliche Einarbeitungszeit und Know-how, hier können Fachplanern in Anspruch genommen werden.

Weitere Informationen

- Eine gute Übersicht über die am Markt verfügbaren Berechnungsprogramme zur energetischen Simulation von Gebäuden liefert das im Rahmen eines Forschungsprojektes der Internationale Energieagentur erstellte Themenheft "[EDV-unterstützte Gebäudesimulation](#)".
- Das "energytech.at [TechnologiePortrait Energetische Gebäudesanierung](#)" bietet weitere [Informationen über dynamische Simulation](#).
- Das "Tools Directory" des [Office of Building Technology, State and Community Program \(BTS\)](#) im US-amerikanischen Energieministerium DOE bietet einen Überblick über mehr als 200 Softwarepakete für Gebäude.

3.4 Nutzerverhalten

Es kommt wohl auf die Betrachtungsweise an, ob man von "inadequatem Nutzerverhalten" oder von einer "nicht nutzergerechten Planung" spricht. Tatsache ist jedoch, dass der Einfluss der Nutzer auf den tatsächlichen Energieverbrauch sehr hoch ist. Messungen haben gezeigt, dass sich bei identisch ausgestatteten Wohneinheiten die Energieverbräuche beträchtlich unterscheiden können.

Kontrollierte Lüftung und Wintergärten sind zwei häufig in Niedrigenergiehäusern (NEH) eingesetzte Komponenten, die unmittelbare Konsequenzen für die Benutzer von Gebäuden haben (Lüftungsverhalten, Verschattung/Nutzung von Wintergärten). Eine erfolgreiche Verbreitung von NEH wird auch davon abhängen, wie sehr es gelingt, diese Komponenten im Rahmen weiterer Innovationen an die Bedürfnisse der Nutzer anzupassen. Diese schrittweise Anpassung ist ein wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und Anwendern (in diesem Fall nicht nur Gebäudebewohner, sondern auch Bauträger, Architekten oder Haustechniker) (Quelle: H. Rohrer "[Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten als wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und AnwenderInnen](#)")

4 DAS GEBÄUDE - DIE HÜLLE

4.1 Baumaterialien

Die eingesetzten Baumaterialien tragen entscheidend zum Raumklima und zum Energieverbrauch bei. Energetisch relevant sind dabei sowohl die Dämmeigenschaften als auch die Fähigkeit zur Wärmespeicherung. Durch eine sinnvolle Dimensionierung:

- wird der Energieverbrauch deutlich reduziert
- können Temperaturschwankungen ausgeglichen werden
- kann eine sommerliche Überwärmung vermieden werden
- können die Anheizzeiten verkürzt werden.

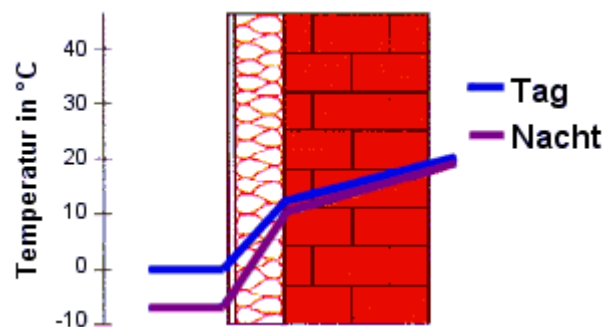


Abb. 5: Temperaturverlauf einer Wand mit herkömmlicher Wärmedämmung

Wenn solare Gewinne und die Speicherfähigkeit des Gebäudes in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen, lassen sich neben einer Verbesserung der Sommer-tauglichkeit auch Heizenergieeinsparungen von bis zu 20% erreichen. Durch die Verwendung von transparenten Wärmedämmmaterialien werden zusätzlich zur Reduzierung der Wärmeverluste durch die Dämmeigenschaften die Wärmeverluste durch Solargewinne weiter reduziert bzw. bei einem Nettogewinn diese für die Gebäudebeheizung genutzt.

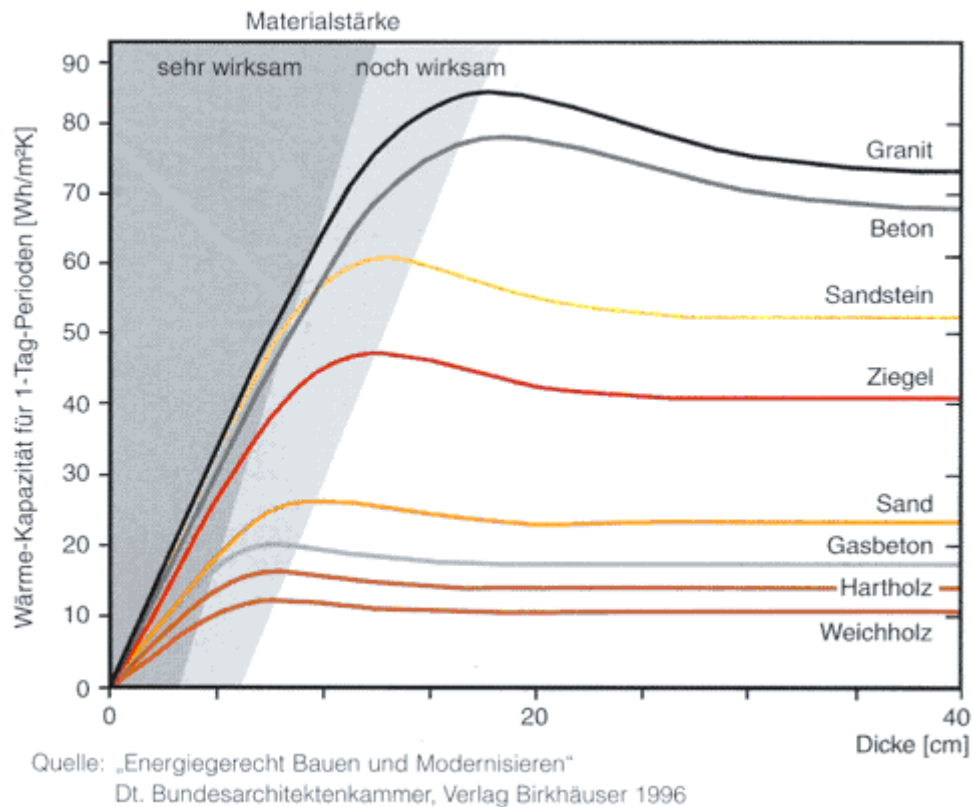


Abb. 6: Wärmekapazität ausgewählter Materialien

(Quelle: [Beton in der Solararchitektur](#), R. Hammer, P. Jung, 2000)

Weitere Informationen

- [Beton in der Solararchitektur](#), R. Hammer, P. Jung, Zement + Beton Handels- und WerbegmbH; Oktober 2000
- Das "[energytech.at TechnologiePortrait Energetische Gebäudesanierung](#)" bietet weitere Informationen über: [Wärmedämmfähigkeit](#), [Wärmespeicherung](#), [Luftdichte Bauweise](#), [Dampfdiffusion](#).
- [Online ECOTECH Bauteilrechner](#)

Graue Energie

Unter "grauer Energie" der Baumaterialien wird der mit der Herstellung dieser Materialien verbundene Energieverbrauch verstanden. In einem weiter gefassten Ansatz wird auch der Energieeinsatz für Transport, Errichtung, Abriss und Entsorgung betrachtet. Bei Niedrigenergiebauten liegt dieser Anteil verglichen mit dem der Nutzung des Gebäudes verbundenen Energieverbrauchs über den gesamten Lebenszyklus in der selben Größenordnung.

Weitere Informationen

Daten bietet z.B. der [IBO-Bauteikatalog](#) des [Österreichischen Instituts für Baubiologie und -ökologie](#).

4.2 Fenster/ Tageslichtnutzung

Fenster inkl. Rahmen stellen meist die energetische Schwachstelle eines Gebäudes dar (wenn man die U-Werte - früher k-Wert - betrachtet, kommt kein noch so gutes Fenster gegen eine den geltenden Bauvorschriften entsprechende gedämmte Wand heran). Richtig dimensionierte Fenster sind aber notwendig für eine optimale Tageslichtnutzung und bringen auch solare Gewinne (Sommertauglichkeit muss berücksichtigt werden). Bemerkenswert ist dass Fenster ab einem gewissen Standard (z.B. Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung) bei entsprechender solarer Ausrichtung zu einer positiven Nettoenergiebilanz über die Fensterfläche führen.

Tageslichtnutzung

Tageslichtsysteme nutzen Spiegelsysteme, Prismen- und Jalousieelemente zur gezielten Umleitung und Verschattung, um den Anteil natürlichen Lichts zu optimieren und Energie für künstliche Beleuchtung zu reduzieren.

Weiters werden innovative Tageslichtsysteme für verschiedene Funktionen entwickelt und eingesetzt:

- Ein System kann nutzbares Tageslicht in größere Raumtiefen transportieren.
- In Klimazonen mit vorwiegend bedecktem Himmel kann mehr nutzbares Tageslicht in den Innenraum gelangen.
- In sehr sonnige Klimazonen, in denen Sonnenschutz erforderlich ist, kann mehr Tageslicht gezielt genutzt werden.
- In Gebäuden, wo der Lichteinfall durch Hindernisse beschränkt ist, kann mit Hilfe eines Tageslichtsystems mehr nutzbares Licht in den Innenraum geführt werden.
- Tageslicht kann in fensterlose Räume geleitet werden.



Abb. 7: Optimierte Tageslichtnutzung durch Sonnenschutzraster im Design-Center Linz

(Foto: [Bartenbach](#))

Weitere Informationen

- [Forschungsforum 3/2000](#)
- [IEA Solar Heating & Cooling Programme - Task 21 Daylighting](#)
- [Bartenbach Lichtlabor](#)

4.3 Wärmebrücken und Dichtheit der Hülle

Als Wärmebrücken werden Zonen in der Gebäudeaußenhülle mit deutlich erhöhter Wärmeleitung bezeichnet. Ihr Entstehen kann durch die Ausformung des Gebäudes bedingt sein (geometrische Wärmebrücke) oder durch spezielle Konstruktionen im Bereich der Außenwandbauteile (konstruktive Wärmebrücke) hervorgerufen werden. Die durch Wärmebrücken verursachten Verluste in der energetischen Bilanzierung fallen verhältnismäßig größer aus, je besser ein Gebäude gedämmt ist. Ein weiteres Problem ist die an diesen Stellen möglicherweise auftretende Kondensation.

Weitere Informationen

- Besonders empfehlenswert ist die Broschüre "[Wärmebrücken + Luft- und Winddichte](#)", Energie Tirol, 1999
- Das "[energytech.at TechnologiePortrait Energetische Gebäudesanierung](#)" bietet weitere Informationen über: [Luftdichte Bauweise](#).

4.4 Qualitätskontrolle

Der Vergleich der berechneten und tatsächlich aufgewendeten Heizenergie liefert erst relativ spät und unzuverlässig Aufschlüsse über eine fehlerhafte Ausführung. Eine Lokalisierung von energetischen Schwachstellen durch mangelhafte Ausführung oder schlechte Planung im konstruktiven Bereich der Gebäudehülle liefern folgende Methoden:

- Thermografie: Die Gebäudethermografie ermöglicht die berührungslose Erfassung der Oberflächentemperaturverteilung und gestattet die Beurteilung wärmetechnischer Eigenschaften (Wärmebrücken, Dichtheit).
- Blower Door: überprüft die Luftdichtheit der Gebäudehülle durch Tests nach der Druckdifferenzmethode.

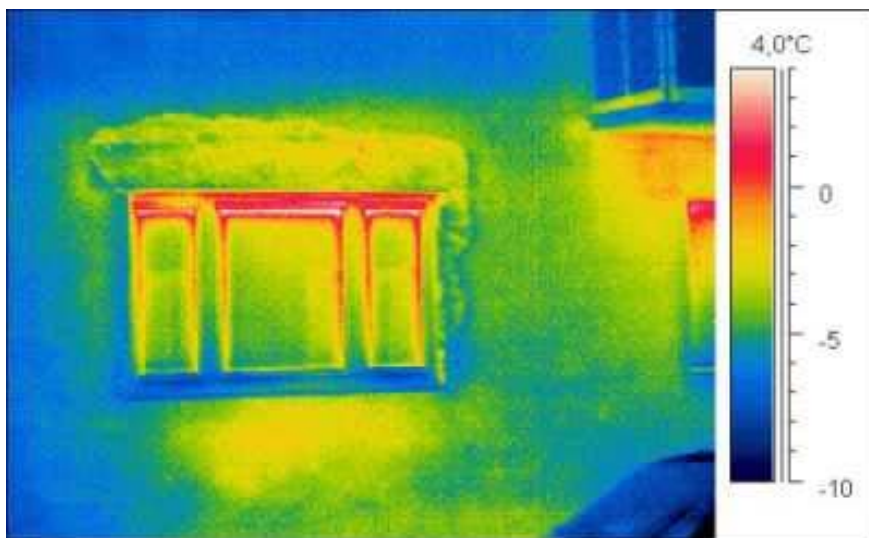


Abb. 8: Thermografieaufnahme eines nicht sanierten Objektes

(Quelle: Grazer Energieagentur)

Thermografie-Aufnahmen zeigen die Problembereiche Fensterlaibungen/-stürze. Die Farben rot, gelb und grün bis hellblau bedeuten hohen Wärmeverlust.

Weitere Informationen

Das "energytech.at TechnologiePortrait Energetische Gebäudesanierung" bietet weitere Informationen über: [Thermografie](#) und [Blower Door](#).

5 HEIZEN-LÜFTEN-KLIMATISIEREN MIT EINEM ANGEPASSTEN ENERGIEVERSORGUNGSSYSTEM

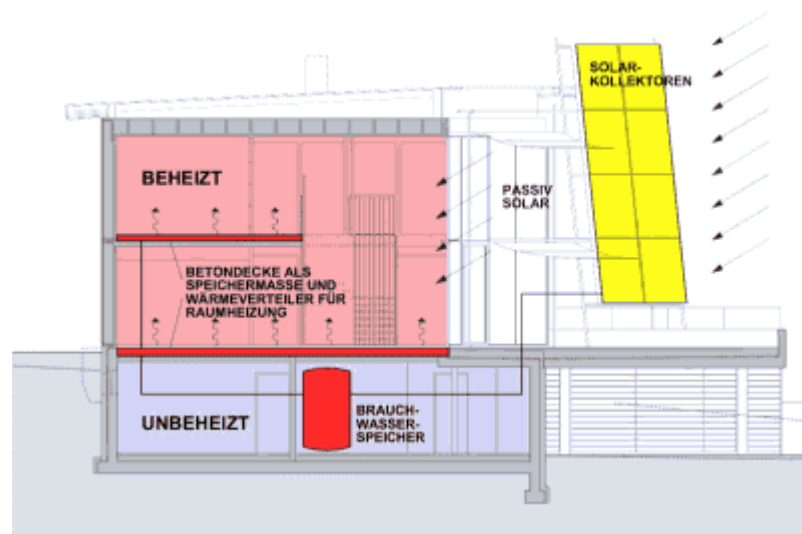


Abb. 9: [Wohnhaus Lich, Breitenbach \(Tirol\)](#)

(Quelle: [Bilder/Breitenbach-Solarkonzept](#), Copyright: [Arch. Jyrki Nikkanen](#))

5.1 Heizen-Lüften-Klimatisieren (HLK)

Niedertemperatur-Wärmeabgabesysteme bzw. Niedertemperatur-Verteilssysteme tragen zur Reduzierung der Verluste im Heizsystem bei. Die Temperatur im Heizkreis sollte dabei 45°C nicht überschreiten. Die Wärme wird durch geeignete Heizkörper sowie durch Fußboden- bzw. Wandheizung an den Raum abgegeben.

Bei geringerem Heizwärmebedarf kann die Wärme auch über die Zuluft (z.B. über eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung) eingebracht werden. Wegen der Verschmelzung der Staubteilchen darf die Zulufttemperatur max. 50°C betragen. Eine Verschmelzung kann auch durch entsprechende Filter auf der Frischluftseite vermieden werden.

Weitere Informationen zum Thema Belüftung finden sich im Kapitel "[Raumluftechnische Anlagen](#)" des "[energytech.at TechnologiePortraits Energetische Gebäudesanierung](#)"

Die Klimatisierung bzw. Kühlung erfolgt primär durch entsprechende Dimensionierung von Öffnungen (Fenster, Wintergärten,...), der geeignete Wahl von Abschattungselementen und Speichermassen sowie der Belüftung. Zur zusätzlich notwendigen aktiven

Kühlung können Klimaanlage (Prinzip der Wärmepumpen) eingesetzt werden, es gibt auch bereits innovative Systeme zur Nutzung der Solarenergie.

Weitere Informationen

- Österreich ist am Forschungsprojekt "[Solar Assisted Air Conditioning of Buildings](#)" der Internationalen Energieagentur beteiligt.
- Das "[energytech.at TechnologiePortrait Thermische Solarenergie](#)" bietet Informationen zum Thema [Solare Kühlung](#).

5.2 Das angepasste Energieversorgungssystem

Hocheffiziente Gebäudesysteme verlangen nach neuen und innovativen Lösungen bei der Energieversorgung: geringe Wärmeverluste erfordern Heizsysteme in Leistungsbe-
reichen weit unter jenen konventioneller Gebäude. Außerdem sollte sich energetische
Effizienz und ökologische Kriterien auch in der Auswahl der Energieversorgung für
Wärme und Elektrizität fortsetzen.

Eine große Anzahl möglicher Energieversorgungssysteme mit unterschiedlichem Grad
der Marktreife stehen zur Auswahl. energytech.at bietet über viele dieser Technologien
weiterführende Informationen in den entsprechenden Technologiebereichen.

Warmwasserbereitung und Raumheizung

- Thermischer Solarenergie
- Biomasse
- Wärmepumpen
- Effiziente Nutzung konventionelle Energieträger
- etc.

Stromerzeugung

- Photovoltaik

Kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung

- KraftWärmeKopplung (Mikroturbine, BHKW)
- Brennstoffzelle
- etc.

Thermische Solarenergie & Photovoltaik

Bei der aktiven Solarenergienutzung stellt die thermischen Nutzung über die Wärmeträger Luft und Wasser eine besonders ökologische Alternative für die Warmwasserbereitung und (teilsolare) Raumheizung dar. Hochwertige gebäudeintegrierte Photovoltaikanlagen wandeln die auf die Gebäudehülle auftreffende Sonnenstrahlung direkt in elektrischen Strom um.



Abb. 10: [Photovoltaikanlage Sonnenpark Dornbirn](#)

(Quelle: stromaufwärts Photovoltaik GmbH)

Weitere Informationen

- energytech.at Technologiebereich "[Thermische Solarenergie](#)"
- energytech.at Technologiebereich "[Photovoltaik](#)"

Biomasse

Moderne und komfortable Holzheizungen mit hervorragenden Emissionswerten, die mit Pellets, Hackschnitzel oder Stückholz betrieben werden, sind als ausgereifte Technologie verfügbar und haben bereits deutliche Marktanteile erreicht.

Weitere Informationen

energytech.at Technologiebereich "[Feste Biomasse](#)"

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe (WP) nutzt die "kostenlos" vorhandene Umgebungswärme aus Erdreich, Luft und Wasser. Hohe Jahresarbeitszahlen - das Verhältnis der erzeugten Wärme zur eingesetzten Endenergie für den Betrieb der Wärmepumpe - sind für einen sinnvollen und erfolgreichen Einsatz dieser Technologie unerlässlich. Abgesehen von Luft/Wasser-WP haben heutige WP-Heizungssysteme, wenn sie richtig geplant, installiert und betrieben werden, Jahresarbeitszahlen von 3,0 oder darüber. So wurden für WP-Heizungssysteme im praktischen Betrieb bereits JAZ über 4,0 gemessen.

Weitere Informationen

- Österreich ist Mitglied am [Heatpumpcenter](#) der Internationalen Energieagentur
- [Wärmepumpen und Öl-/Gasheizungen im Vergleich](#)

Konventionelle Energieträger

Bei Öl- und Gaskesseln wurden in letzter Zeit große Fortschritte beim Wirkungsgrad (z.B. Brennwerttechnologie) und den Schadstoffemissionen erzielt.

Weitere Informationen

[Institut für wirtschaftliche Ölheizung](#)

Wärmespeicher

Um die Differenz von bereitgestellter und benötigter Energie zur Warmwasserbereitung und Raumheizung auszugleichen, ist diese über mehrere Stunden bis Tage (bei Saisonspeichern über die gesamte Heizsaison) zu speichern. Dabei gibt es folgende Prinzipien:

1. sensible Wärmespeicherung durch Erwärmen eines Mediums (z.B. der "klassische" Warmwasserspeicher bzw. Boiler)
2. Latentwärmespeicher - nutzen den Übergang zwischen der festen und flüssigen Phase eines Speichermediums (z.B. gelöste Salze, Paraffine)
3. thermochemische Speicher wie z.B. Sorptionsspeicher (Silikagel) oder die Speicherung von Wasserstoff in Kombination mit einer Brennstoffzelle

Die Speicherung im Erdreich in Verbindung mit einer Wärmepumpe stellt eine Kombination von 1 und 2 dar.

Weitere Informationen

[Kapitel Speichertechnologie](#) im energytech.at Technologieportrait "[Thermische Solar-energie](#)".

6 ENERGIERELEVANTE GEBÄUDEAUSSTATTUNG

Elektrische Geräte wie auch Bewohner stellen Wärmequellen dar, die bereits in der Planung berücksichtigt werden müssen. Besonders bei Gebäudekonzepten mit niedrigem Raumwärmebedarf (z.B. Passivhaus) können diese zusätzlichen Wärmequellen einen beträchtlichen Anteil an der Wärmezufuhr erreichen. Es ist weiters zu beachten, dass diese Quellen im Sommer die für eine zusätzliche Klimatisierung notwendigen Kühlleistungen erhöhen. Insbesondere in Bürobauten mit dichter Platzbelegung und entsprechender EDV-Ausstattung besteht die Gefahr sommerlicher Überhitzungen.

Weitere Informationen

Die Energieverwertungsagentur - E.V.A. beschäftigt sich mit [energieeffizienten Haushalts- und Bürogeräten](#).

6.1 Spezialthema: Effiziente Beleuchtung mit künstlichem Licht

6.1.1 Lichttechnische Größen

Tabelle 3: Lichttechnische Größen

Größe	Formelzeichen	Einheit Zeichen	Formel	Definition
Lichtstrom	Φ	Lumen [lm]		Die von einer Lichtquelle abgegebene Lichtleistung
Lichtstärke	I	Candela [cd]	$I = \Phi / \Omega$	Quotient aus dem von einer Lichtquelle in eine bestimmte Richtung ausgesandten Lichtstrom Φ und dem durchstrahlten Raumwinkel Ω
Leuchtdichte	L	Candela pro Quadratmeter [cd/m ²]	$L = E \rho / \pi$	Produkt aus der Beleuchtungsstärke E und dem Reflexionsgrad ρ einer beleuchteten, vollkommen diffus reflektierenden Fläche
Beleuchtungsstärke	E	Lux [lx]	$E = \Phi / A$	Quotient aus dem auf eine Fläche auftreffenden Lichtstrom Φ und der beleuchteten Fläche A

Lichtfarbe

Die Lichtfarbe beschreibt das farbige Aussehen der Lichtquelle bei direkter Betrachtung. Die Lichtfarbe der Lampen wird durch die "ähnlichste Farbtemperatur" gekennzeichnet. Diese ergibt sich durch den visuellen Vergleich der Lichtquelle mit einem Temperaturstrahler (Planck'scher Strahler) bei der absoluten Temperatur K (Kelvin), die zum gleichen Farbeindruck führt.

Tabelle 4: Einteilung der Lichtfarbe in drei Gruppen

ww	warm-weiß	< 3300 K
nw	neutral-weiß	3300 bis 5000 K
tw	tageslicht-weiß	> 5000 K

Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabe beschreibt die Fähigkeit einer Lampe, Körperfarben richtig und unverfälscht wiederzugeben. Die Farbwiedergabe wird durch die spektrale Verteilung des Lichts bestimmt und durch einen allgemeinen Farbwiedergabeindex R_a beschrieben. Je höher der Wert für R_a ist, desto geringer ist die Abweichung der unter der betreffenden Lichtquelle visuell wahrgenommen Körperfarbe zu einer Bezugslichtquelle. Es ist auch üblich die Farbwiedergabe in Stufen 1A bis 4 zu unterteilen.

Tabelle 5: Allgemeiner Farbwiedergabeindex R_a

Stufen nach DIN 5035	R_a -Bereich	Beispiele typischer Lampen
1A	90 und höher	Leuchtstofflampen und Kompakt-Leuchtstofflampen, Glühlampen, Metall-Halogendampflampe „de Luxe“
1B	80 bis 90	Dreiband- und Kompakt-Leuchtstofflampen
2A	70 bis 80	Standard-Leuchtstofflampen Universalweiß
2B	60 bis 70	Standard-Leuchtstofflampen Hellweiß, Halogen-Metaldampflampen
3	40 bis 60	Standard-Leuchtstofflampen Warmton, Quecksilberdampf-Hochdrucklampen
4	20 bis 40	Natriumdampf-Hochdrucklampen
nicht definiert	unter 20 in Arbeitsstätten nicht zulässig	Natriumdampf-Niederdrucklampen

Quelle: TRILUX; *Beleuchtungsplanung Lichttechnik Elektrotechnik*; Eigenverlag; 2. Auflage; Arnsberg; August 1997

6.1.2 Anforderungen an die Beleuchtung

Die Anforderungen an eine effizient gestaltete Beleuchtung haben sich nach der primären Nutzung des Innenraumes bzw. nach den darin durchgeführten Tätigkeiten und Bedürfnissen zu richten. So unterscheiden sich Beleuchtungskonzepte für Arbeitsräume (z. B. Büroarbeitsplätze) wesentlich von denen für Wohnungen.

Anforderungen an die Beleuchtung von Wohnräumen

Die Beleuchtung von Wohnungen soll der Gestaltung, Wohnraumgliederung aber auch Entspannung und Erholung dienen. Daher ist es weniger sinnvoll, die Beleuchtung nach empfohlenen Richtwerten der Beleuchtungsstärke zu planen. Bei Wohnungen ist in erster Linie die Helligkeitsverteilung im Raum und das Spiel von Licht und Schatten für die Beleuchtungsplanung maßgebend.

Eine Ausnahme bilden nur Plätze in der Wohnung, wo bestimmte Sehaufgaben (Kochen, Lesen, Schreiben, Nähen etc.) durchgeführt werden. Hier sollten etwa Beleuchtungsstärken von 300...500 lx gegeben sein.

Anforderungen an die Beleuchtung von Büroarbeitsplätzen

Gerade bei Büroarbeitsplätzen spielt eine richtig konzipierte Beleuchtung eine wichtige Rolle, um ideale Sehbedingungen zu schaffen und eine gute Arbeitsplatzqualität zu gewährleisten. Die Anforderungen an die Beleuchtung von Büros sind einheitlicher als bei den meisten anderen Beleuchtungsanwendungen:

- es gibt eine begrenzte Anzahl von definierten Sehaufgaben (Lesen und Schreiben auf horizontalen und vertikalen Flächen)
- alle horizontalen Arbeitsflächen haben etwa die gleiche Höhe
- die Räume besitzen oft die gleiche Höhe.

Daraus ergeben sich lichttechnische Richtwerte entsprechend Tabelle 6.

Tabelle 6: Lichttechnische Richtwerte

Beleuchtungsstärke:	für normale Bürotätigkeiten:	500 lx
	für Büros mit tageslichtorientierten Arbeitsplätzen:	300 lx
	für Großraumbüros und technisches Zeichnen:	750 lx
Bevorzugte Leuchtdichten:	für Wände:	50...100 cd/m ²
	für die Decke:	100...300 cd/m ²
	für Arbeitsflächen:	120 cd/m ²
<ul style="list-style-type: none"> • Lichtfarbe: neutralweiß oder warmweiß • Farbwiedergabe: 1B oder 2A • Vermeidung von Blendung durch gut abgeschirmte Leuchten (Reduktion des horizontalen Lichtanteils) • Vermeidung von Reflexbildung und Kontrastminderung durch Glanz und Spiegelung auf glänzenden Materialien und Bildschirmen 		

6.1.3 Lichtquellen

Glühlampe

Bei der Glühlampe handelt es sich um einen Temperaturstrahler, wo durch Widerstandserhitzung Licht erzeugt wird. Sie besteht aus einem Wolframdraht in einem Glaskolben, der mit Edelgas (Argon oder Krypton, selten auch mit Xenon) gefüllt ist. Die Eigenschaften der Glühlampe werden durch die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wolframdrahtes bestimmt. Die Verdampfungsgeschwindigkeit und damit die Lebensdauer der Lampen sind über die Temperatur der Wendel mit der Lichtausbeute gekoppelt. Je länger die Lebensdauer einer Glühlampe sein soll, um so niedriger muss die Temperatur des Wolframdrahtes und damit auch die Lichtausbeute sein.

Durch die Edelgasfüllung kann die Temperatur der Wolframwendel erhöht und die Abdampfung gering gehalten werden. Eine Steigerung der Lichtausbeute wird durch eine doppelte Wendelung des Widerstanddrahtes erreicht.

Halogenglühlampe

Eine Weiterentwicklung der Glühlampe ist die Halogenglühlampe, bei der der Glaskolben mit Halogen gefüllt ist. Das Halogen sorgt dafür, dass sich das abdampfende Wolfram in einer Art Kreisprozess wieder auf der Wendel niederschlägt und damit eine Kolbenschwärzung verhindert wird.

Vorteile von Halogenlampen:

- höhere Lichtausbeute und Lebensdauer
- konstanter Lichtstromrückgang während der Lebensdauer
- kleine Abmessungen

Unterschieden werden Halogenglühlampen in Hochvoltlampen für den direkten Betrieb am Versorgungsnetz (230V) und in Niedervoltlampen für Betriebsspannungen von 6V, 12V und 24V. Bei Niedervoltlampen muss ein Transformator vorgeschaltet werden.

Leuchtstofflampen

Leuchtstofflampen gehören zur Familie der Entladungslampen und stellen die wichtigste künstliche Lichtquelle dar (es wird angenommen, dass mehr als 50% des künstlichen Lichts durch Leuchtstofflampen erzeugt wird).

Entladungslampen bestehen i.a. aus einem mit Gasen und Dämpfen gefüllten Glaskolben, in dem zwei Elektroden eingeschmolzen sind. Wird nun eine genügend hohe Spannung angelegt, so werden Ladungsträger, Elektronen und Ionen, beschleunigt. Atome, auf die sie stoßen, werden angeregt oder ionisiert, das Gas wird leitend und es bildet sich ein Plasma. Je nach Gasfüllung wird sichtbares Licht direkt abgestrahlt oder UV-Strahlung durch Leuchtstoffe auf der Innenseite des Glaskolben in sichtbares Licht umgewandelt.

Entladungslampen benötigen zum Betrieb ein Vorschaltgerät, das hauptsächlich dazu dient, den Strom durch die Lampe bei der Entladung zu begrenzen. Zur Zündung der

Entladung werden Zündgeräte (Starter) gebraucht, die einen genügend hohen Energieimpuls liefern, um die Gassäule zu ionisieren und die Lampe zu zünden.

Bei Leuchtstofflampen "brennt" eine Quecksilber-Niederdruckentladung in geraden, ringförmig oder U-förmig gebogenen Entladungsrohren (vergleiche Tabelle 7). Dabei werden praktisch nur die im ultravioletten Spektralbereich liegenden Resonanzlinien angeregt, die dann durch Leuchtstoffe in sichtbares Licht umgewandelt werden. Durch Auswahl geeigneter Leuchtstoffe können Farbtemperatur und Farbwiedergabe in einem weiten Bereich eingestellt werden.

In den letzten Jahren kamen verstärkt dünne T16-Lampen (16 mm Durchmesser) auf den Markt, die sich durch sehr hohe Lichtausbeute, geringen Stromverbrauch und hohe Lebensdauer auszeichnen.

Tabelle 7: Bauformen marktüblicher Leuchtstofflampen

Bauform	Durchmesser[mm]	Kurzbezeichnung
stabförmig	16	T16
stabförmig	26	T26
stabförmig	38	T38
ringförmig	-	T-R
U-förmig	-	T-U

Kompaktleuchtstofflampen

Kompaktleuchtstofflampen sind spezielle Bauformen von Leuchtstofflampen, die in Bezug auf Abmessungen und Lichtstromwerte mit Glühlampen vergleichbar sind, sich aber durch wesentlich geringere Leistungsaufnahme auszeichnen (daher die häufige Bezeichnung "Energiesparlampe"). Dadurch bieten sie sich in vielen Fällen als wirtschaftlicher Ersatz für Glühlampen an. Diese Wirtschaftlichkeit kommt vor allem dann zum Tragen, wenn lange Brennzeiten pro Tag die Einsparung an Stromkosten die höheren Anschaffungskosten rasch ausgleicht (übliche Amortisationszeiten: 1000- 1500 Betriebsstunden).

Hinsichtlich Bauform von Kompaktleuchtstofflampen unterscheidet man zwischen Lampen mit eingebautem Vorschaltgerät, welche zum direkten Ersatz vom Glühlampen verwendet werden können, und Lampen für externe Vorschaltgeräte. Diese kommen vor allem im Objektbereich zum Einsatz.

Tabelle 8: Bauformen marktüblicher Kompaktleuchtstofflampen

Bauform	Durchmesser[mm]	Kurzbezeichnung
mit eingebautem Vorschaltgerät	-	TC-SE
für externe Vorschaltgeräte	-	TC

Tabelle 9: Zusammenfassung Leuchtmittel

	Glühlampe	Niedervolt-Halogenlampen 6V, 12V, 24V	Hochvolt-Halogen 230V	Leuchtstofflampen	Kompaktleuchtstofflampen
Elektrische Leistung (Watt)	15 bis 1000	10 bis 100	40 bis 150	14 bis 58	5 bis 55
Lichtstrom (Lumen)	90 bis 18800	140 bis 2300	490 bis 2550	1350 bis 5200	250 bis 4800
Lichtausbeute (Lumen/ Watt)	6 bis 19	14 bis 23	12 bis 17	75 bis 96	50 bis 87
Lichtfarbe	ww	ww	ww	ww, nw, tw	ww, nw, tw
Farbwiedergabe	1A	1A	1A	1A, 1B	1B
mittlere Lebensdauer (h)	1000	3000	3000	10000	10000

Quelle: FGL - Fördergemeinschaft Gutes Licht; *Die Beleuchtung mit künstlichem Licht 1*, erschienen in der Schriftenreihe der FGL; 4/93; Frankfurt/M., E.V.A.

6.1.4 Vorschaltgeräte

Ein Vorschaltgerät ist ein zwischen Stromquelle und eine oder mehrere Entladungslampen geschaltetes Gerät, das mittels Impedanzen den richtigen Strom für die Lampe/n liefert und hauptsächlich dazu dient, den Strom durch die Lampe/n bei der Entladung zu begrenzen. Das Vorschaltgerät kann weitere Funktionen enthalten: zum Transformieren der Netzspannung, zur Erzeugung der zur Zündung der Lampe erforderlichen Spannung (Starter), zur Verbesserung des Leistungsfaktors und zur Vermeidung von Funkstörungen.

Prinzipiell wird zwischen induktiven und elektronischen Vorschaltgeräten unterschieden:

Induktive Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen werden in konventionelle Vorschaltgeräte (KVG) und verlustarme Vorschaltgeräte (VVG) eingeteilt. Im Vergleich zu konventionellen Vorschaltgeräten führen spezielle Bleche, größere Kupferquerschnitte und ein optimierter Kernaufbau bei verlustarmen Vorschaltgeräten zur Verringerung von Eigenverlusten. So beträgt die Verlustleistung von VVG etwa 8W bei 58W-Lampen im Gegensatz zu etwa 13W bei KVG.

Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) zeichnen sich durch extrem niedrige Verlustleistung und, dadurch bedingt, geringe Eigenerwärmung aus. Eine weitere Energieeinsparung ergibt sich daraus, dass die Lichtausbeute von Leuchtstofflampen mit steigender Frequenz bis zu etwa 10% bei 30kHz zunimmt. Daher arbeiten EVG in einen Frequenzbereich größer als 25 Hz. Lampen, die mit EVG betrieben werden, weisen eine gegenüber KVG eine bis zu 25% geringere Leistungsaufnahme aus.

Vorteile von EVG:

- niedrige Verlustleistung, geringe Eigenerwärmung
- höhere Lichtausbeute
- Flackerfreier, schneller Start

- kein stroboskopischer Effekt, kein Elektrodenflimmern
- keine Brummgeräusche, keine Kompensation, kein Starter erforderlich
- Abschaltung von nicht mehr voll funktionsfähigen Lampen

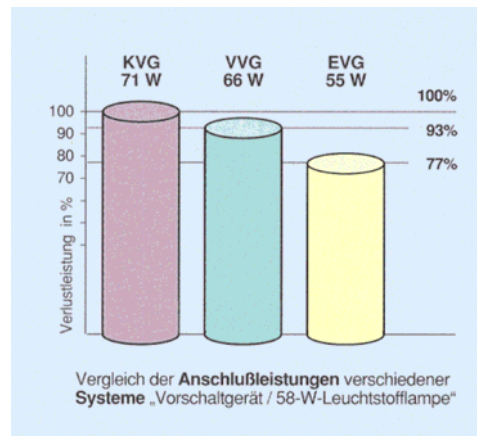


Abbildung 11: Vergleich der Anschlussleistung verschiedener Systeme „Vorschaltgerät / 58 W-Leuchtstofflampe“

Quelle: FGL - Fördergemeinschaft Gutes Licht; Die Beleuchtung mit künstlichem Licht 1, erschienen in der Schriftenreihe der FGL; 4/93; Frankfurt/M.

6.1.5 Das EU-Label für Lampen

Die EU-Richtlinie 98/11/EG bildet die rechtliche Grundlage zur Energieetikettierung (EU-Label) für Haushaltslampen. Diese Richtlinie wurde im September 1999 in nationales Recht übernommen.

Die Richtlinie gilt für mit Netzspannung betriebene Haushaltslampen (Glühlampen und Leuchtstofflampen mit integriertem Vorschaltgerät) und Haushaltsleuchtstofflampen (einschließlich ein- und zweiseitig gesockelte Lampen und Lampen ohne integriertes Vorschaltgerät).

Entsprechend der in der Richtlinie geregelten Normberechnung werden die Lampen in Energieeffizienzklassen von A (sehr gute Energieeffizienz) bis G (sehr schlechte Energieeffizienz) eingeteilt. In der Normberechnung fließen als Größen der Lichtstrom und die Leistungsaufnahme der Lampe ein. Das Ziel der Klassifizierung ist es, die Energieeffizienz der Lampen anschaulich und für Anwender vergleichbar zu machen und somit die Voraussetzungen für eine optimale Kaufentscheidung zu schaffen.

Berücksichtigt werden Lampen, die vor allem im Haushaltsbereich eingesetzt werden:

- Glühlampen
- Halogenlampen für Netzspannung
- Kompaktleuchtstofflampen
- Leuchtstofflampen

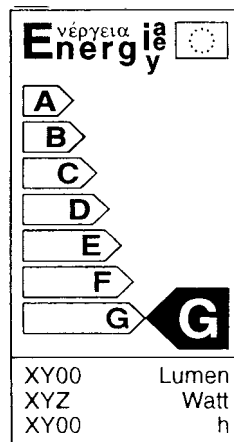


Abbildung 12: EU-Label für Lampen

Weitere Informationen:

Weitere themenrelevante Informationen finden sich unter den entsprechenden Stichworten im energytech.at Bereich [Publikationen](#) und [Links](#).

7 DAS PASSIVHAUS - EIN KONZEPT FÜR NACHHALTIGES BAUEN

Der Begriff "Passivhaus" kennzeichnet Gebäude, die ein behagliches Innenraumklima im Sommer wie im Winter auf energieeffiziente Weise und ohne den Einsatz eines herkömmlichen Heizsystems gewährleisten können.

Die drei Säulen des Passivhauskonzeptes

Das Passivhaus ist eine konsequente Weiterentwicklung des Niedrigenergiehaus-Konzeptes: Verbessere die Behaglichkeit und verringere den Energiebedarf durch "passive" bauliche und technische Maßnahmen, die dafür sorgen, dass unnötige Wärmeverluste vermieden und Wärmegewinne optimal genutzt werden.

Wärmedämmung: Die wirksamste Maßnahme zur Energieeinsparung an Gebäuden im mitteleuropäischen Klima ist der Wärmeschutz der Außenbauteile. Die im Baubereich verwendeten Dämmstoffe beruhen bisher fast ausschließlich auf der geringen Wärmeleitfähigkeit von ruhender Luft und der Vermeidung von Wärmebrücken. Die Stützstruktur des Dämmstoffes spielt hierfür keine Rolle; daher gibt es eine große Auswahl geeigneter Produkte. Passivhäuser brauchen eine ringsum geschlossene Dämmhülle. Diese sorgt für geringe Wärmeverluste und zugleich für hohe Behaglichkeit.

Warmfenster: Erst die moderne Beschichtungstechnik hat qualitativ hochwertige Verglasungen ermöglicht, die auch bei -10°C Außentemperatur immer noch innere Oberflächentemperaturen über 17°C aufweisen. Dabei lassen diese Warmgläser soviel Strahlungsenergie in den Raum, dass bei Orientierungen bis $\pm 30^{\circ}$ gegenüber Südrichtung auch im Kernwinter der Wärmeverlust durch den solaren Wärmegewinn mehr als ausgeglichen wird. Speziell für das Passivhaus entwickelte hochdämmende Fensterrahmen bilden die geeignete Brücke zur übrigen Gebäudehülle.

Lüftungs-Wärmerückgewinnung: Frischluft ist wohnhygienisch unverzichtbar - höchster Komfort wird durch eine geregelte Lüftung mit effizienter Wärmerückgewinnung erreicht. Auch hier stehen Gesundheit und Behaglichkeit im Zentrum der Projektierung. Im Passivhaus kann die Zuluft auch die Heizung der Räume mit übernehmen. Dadurch ergeben sich technisch sehr einfache Lösungen für die Wärmebereitstellung. Dies macht die besondere Attraktivität des Passivhauskonzeptes aus.

Alle drei entscheidenden Prinzipien des Passivhauses beruhen auf einer bedeutenden qualitativen Verbesserung von Bauteilen und Komponenten, die allesamt jedoch in jedem Wohngebäude ohnehin benötigt werden:

- Jedes Haus braucht eine Gebäudehülle mit Erdgeschoßboden, Außenwänden und Dach; das Passivhaus setzt auf qualitativ durchgreifende Verbesserungen bei diesen Bauteilen: sie erhalten eine hochwertige Wärmedämmung.

- Das Passivhaus fordert hochwertige Fenster, die bei guter Belichtung so geringe Wärmeverluste aufweisen, dass auch ohne Heizkörper direkt neben dem Fenster behagliche empfundene Temperaturen vorliegen.
- Jede Wohnung braucht Frischluft; nur eine Komfortlüftung kann dies in unserem Klima mit ständig schwankenden Winddruckverhältnissen gewährleisten.

Dadurch bietet das Passivhaus die Chance, sehr niedrige Energieverbräuche mit ausschließlich qualitativen und wenig aufwendigen Maßnahmen an gewöhnlichen Komponenten von Gebäuden zu erreichen. Der geringe Aufwand der passiven Maßnahmen ist von Vorteil für Ökologie und Ökonomie: Additive Maßnahmen kosten mehr Material und mehr Kapital als integrative Verbesserungen an ohnehin benötigten Komponenten.

Die erste Passivhaussiedlung in Wiesbaden mit 22 Wohneinheiten war 1997 fertiggestellt und bezogen worden. Erste Forschungsergebnisse ergaben durchschnittlich 13,4 kWh/(m²a) an Heizwärmeverbrauch sowie 15,5 kWh/(m²a) Warmwasser-Nutzwärmeverbrauch.

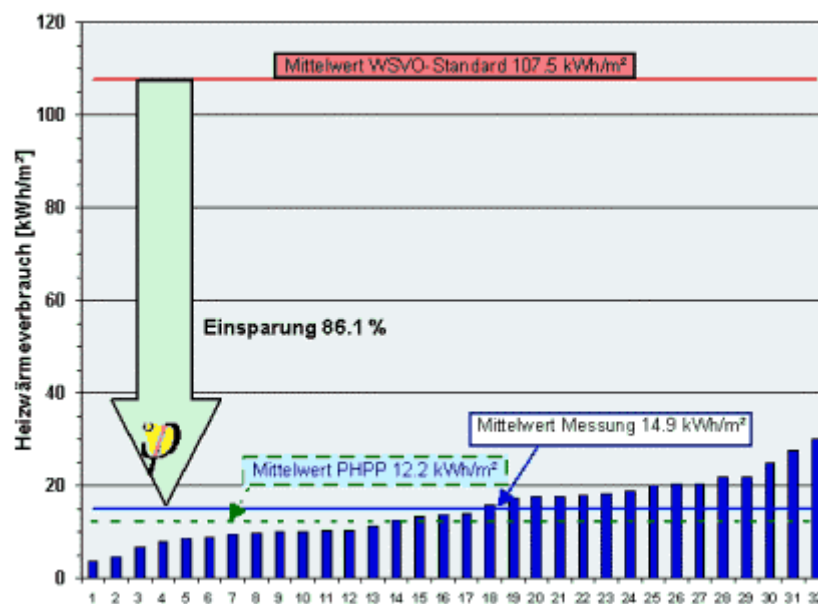


Abb. 13: Spezifischer Heizwärmeverbrauch der 32 Passivhäuser in Hannover-Kronsberg in der ersten Heizperiode 1999/2000 [Peper/Feist 2000]

(Quelle: Feist, in "[Das ökologische Passivhaus](#)", Okt. 2000, Krems & Wien, Zentrum für Bauen und Umwelt)

Beim Passivhaus handelt es sich nicht um ein neues Produkt, das von einem Konzern als Ganzes hergestellt und am Markt vertrieben wird. Es handelt sich vielmehr um einen nicht durch Patente geschützten Baustandard, der vielen Anwendern (Architekten und Bauträgern) eine qualitativ hochwertige Umsetzung ermöglicht und vielen Herstellern Raum für zugehörige hocheffiziente Einzelkomponenten bietet. Hier gab es bereits in der Vergangenheit bedeutende Synergieeffekte, da z.B. die Hersteller von passivhausgeeigneten Verglasungen auf die Hersteller von dazu geeigneten Fensterrahmen angewiesen sind und umgekehrt.

Die auf Grund der Erfahrungen im Passivhaus erkannte Möglichkeit einer nutzergeführten Bedarfslüftung wurde einer umfassenden Diskussion bzgl. der Anforderungen an die Lufthygiene unterzogen [Feist 1994]. Dabei ergab sich, dass die Innenluft in den vier Wohnungen des Passivhauses in Kranichstein die in Bezug auf Lufthygiene gesteckten Ziele in der Praxis tatsächlich erreicht. Damit wird das Komfortlüftungssystem seiner zentralen Aufgabe, der Verbesserung der Luftqualität, gerecht.

Das Projekt CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standard) hat den Bau von rund 250 Wohneinheiten im Passivhausstandard in fünf europäischen Ländern mit wissenschaftlicher Begleitung und messtechnischer Evaluation des Betriebs zum Ziel. Daraus soll ein einheitlicher Qualitätsstandard für kostengünstige Planung und Errichtung von Passivhäusern entwickelt werden und in weiterer Folge die Basis für eine breite Markteinführung geschaffen werden.

Weitere Informationen

- [CEPHEUS - Passivhäuser in Europa](#) (deutsche Projektwebsite)
- [CEPHEUS - Passivhäuser in Europa](#) (österreichische Projektwebsite)
- [Passivhaus Institut Darmstadt](#)

8 RAHMENBEDINGUNGEN UND INSTRUMENTE

Wärmeschutzbestimmungen finden sich in den Bauordnungen (bzw. in Verordnungen auf Basis der baugesetzlichen Bestimmungen) und in den Wohnbauförderungsrichtlinien der Bundesländer. Während Bauordnungen/Verordnungen u. a. energierelevante Vorschriften enthalten, die bei allen Neubauten zwingend einzuhalten sind, greifen die Bestimmungen der Wohnbauförderung (Wohnbauförderungsausgaben 1998: 34,6 Milliarden Schilling, Quelle: Österreichisches Wohnhandbuch 2000, K. Lugger) bei der Errichtung und Sanierung geförderter Wohnbauten. Über die Wohnbauförderung wird nicht nur der Wärmeschutz, sondern häufig auch die Wahl des Energieträgers bzw. des Heizungs- und Warmwassersystems und zunehmend auch der Baumaterialien bzw. anderer klimaschutzrelevanter Maßnahmen beeinflusst.

Tabelle 10: U-Wert-Obergrenzen (W/m^2K) laut baugesetzlichen Bestimmungen der Bundesländer

Stand: 2/2000 gültig seit/ab	B '98	K '97	N '96	O '95	S 1991	St 1997	T '98	V '96	W '93
Außenwand	0,45	0,40	0,40	0,50	0,47- 0,56	Mehrfam. Haus: 0,50 Ein- u. Zwei- fam. H.: 0,40	0,35	0,35	0,50
Wände gegen unbeheizte Gebäudeteile u Feuermauern	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70- 0,83	0,70	0,50	0,50	0,50
Wände gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	1,20	1,60	1,60	1,60	1,56	1,60	0,90	1,60	0,90
Decken gegen Außenluft, Dachböden, Durchfahrten	0,25	0,25	0,22	0,25	0,26- 0,30	0,20	0,20	0,25	0,20
Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40	0,40	0,40	0,45	0,37- 0,43	0,40	0,40	0,40	0,40
Decken gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90	0,90	0,90	0,90	1,03	0,90	0,70	0,90	0,90
Fenster	1,70	1,80	1,80	1,90	2,50	1,90	1,70	1,80	1,90
Außentüren	1,70	1,80	1,80	1,90	2,50	1,70 / 1,90(Glastür)	1,70	1,90	1,70
Erdberührte Wände	0,40	0,50	0,50	0,50	0,55- 0,67	0,50	0,40	0,50	0,50
Erdberührte Fußböden	0,40	0,50	0,50	0,50	0,39- 0,47	0,50	0,40	0,50	0,40

(Quelle: [E.V.A. Website](#))

Weitere Informationen:

- [Energie- und klimaschutzrelevante Bestimmungen in der Wohnbauförderung](#) (E.V.A. Website)
- Broschüre "[Energierrelevante Teilbereiche der Wohnbauförderung](#)" (LEV Steiermark)

9 FORSCHUNG UND TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNG

Wohnbauforschung

Neben Aktivitäten auf EU-Ebene, der Forschungsfonds und den Bundesministerien stellt die Wohnbauforschung (seit 1988 "verländert", jährliche Mittel von 100 Mio. ATS auf ca. 25 Millionen ATS gesunken) finanzielle Mittel für energiebezogene FTE im Gebäudebereich zur Verfügung.

Weitere Informationen

Einen Überblick über Wohnbauforschungsprojekte in Österreich bietet die Internetplattform [iswb \(infoservice wohnen+bauen österreich\)](#) und die ["Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen" \(FGW\)](#).

"Haus der Zukunft"

Besonders hervorzuheben ist die Programmlinie "[Haus der Zukunft](#)" im Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Das "Haus der Zukunft" baut auf den beiden wichtigsten Entwicklungen im Bereich des solaren und energieeffizienten Bauens auf - der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus. Für die Programmlinie "Haus der Zukunft" sollen diese "energiezentrierten" Innovationen um ökologische, ökonomische und soziale Anforderungen erweitert werden (siehe Abbildung 14).

Ziel dieser Programmlinie ist die Entwicklung und Marktdiffusion von Komponenten, Bauteilen und Bauweisen für Wohn- und Bürobauten.

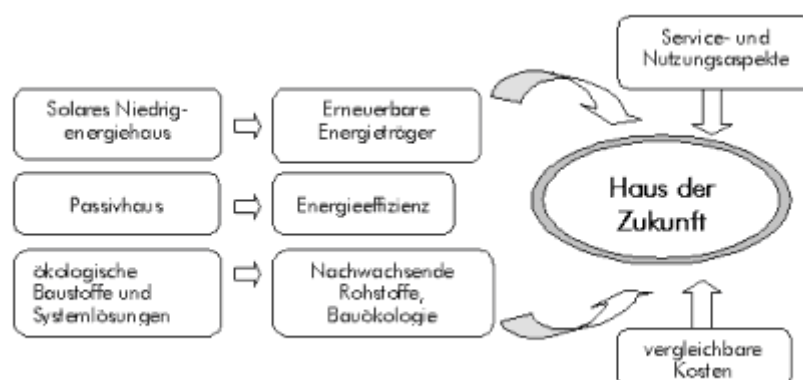


Abb. 14: Ziele der Programmlinie "Haus der Zukunft"

(Quelle: [Haus der Zukunft](#))

Weitere Informationen

Die [Website der Programmlinie "Haus der Zukunft"](#) bietet weitere Informationen über Ziel, Hintergrund und Ergebnisse.

Delphi Report Austria

Im Delphi Report Austria - einer "foresight exercise" die im Auftrag des Bundes durchgeführt wurde - ermittelten Experten sieben Innovationsfelder, auf denen Österreich längerfristige Themenführerschaft erlangen könnte. Der Bereich "umweltgerechtes Bauen und nachhaltige Wohnformen" ist einer dieser Bereiche, wobei dem solaren Bauen und der integrierten Gebäudetechnik besonders hoher Stellenwert eingeräumt wurde.

Weitere Informationen

[Website des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur](#)

[energytech.at: Technologie Delphi-Austria I-III \(Studie: Delphi Report Austria\)](#)

ATLAS - Strategien zur Europäischen Forschungs- und Technologieentwicklung

Im Rahmen eines europäischen Kooperationsprojektes wurde ein "Technologie-Atlas" über heutige und zukünftige Europäische Energietechnologien erstellt, der als Grundlage für politische und industrielle Entscheidungsträger auf nationaler und europäischer Ebene dienen soll.

Folgende Konzepte wurden als entscheidend identifiziert:

- Einfluss des lokalen Klimas auf Gebäude
- Nutzung passiver Solartechnologie durch entsprechende Gebäudegestaltung
- Berücksichtigung der grauen Energie von Baumaterialien
- Verbesserte Standards von Bauteilen und Fertigung zur Verminderung der Verluste
- Innovative und effiziente Lösungen auf der Versorgungs- und Verbraucherseite
- Nutzung baubiologisch geeigneter Materialien mit geringem Wartungsaufwand

Als zentrale Aufgaben für die kommenden Jahre wurden folgende Schwerpunkte identifiziert:

- Verbesserte Umweltstandards im Gebäudebereich
- Anpassung von Technologien
- Verbreitung von Best-practise Beispielen
- Vermarktung von Energieeffizienz über Gebäudeausweise

Weitere Informationen

- [Die ATLAS Broschüre bietet detaillierte Informationen zu den einzelnen Technologiebereichen](#)
- [ATLAS Website](#)
- [ATLAS auf der E.V.A. Website](#)

10AUSBILDUNG UND WEITERBILDUNG

Zahlreiche Institute bieten Möglichkeiten der Aus- und Weiterbildung in diesem Bereich an. Von halbtägigen Schulungen bis zur mehrjährigen Ausbildung spannt sich ein breiter Bogen.

Energieinstitut Vorarlberg

Stadtstrasse 33 / CCD, A 6850 Dornbirn

Tel.: +43 5572 31202-82

Fax: +43 5572 31202-182

E-Mail: schlader.energieinstitut@ccd.vol.at

Website: <http://www.energieinstitut.at/>

Zentrum für Bauen und Umwelt

Donau-Universität Krems

Dr. Karl-Dorrek-Straße 30, A 3500 Krems

Tel.: +43 2732 893 2650

E-Mail: hofbauer@donau-uni.ac.at (Sekretariat)

Website: http://www.donau-uni.ac.at/organisation/zbau_einleitung.html

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie

Alserbachstraße 5/8, A 1090 Wien

Tel.: +43 1 319 20 05-0

Fax: +43 1 319 20 05-50

E-Mail: ibo@ibo.at

Website: <http://www.ibo.at/> und <http://www.green-academy.at/>

Energie Tirol

Adamgasse 4, A 6020 Innsbruck

Tel.: +43 512 589913

Fax: +43 512 589913-30

E-Mail: office@energie-tirol.at

Website: <http://www.energie-tirol.at/>

Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE - AEE

Feldgasse 19, A 8200 Gleisdorf

Tel.: +43 3112 5886

Fax: 03112-5886-18

E-Mail: office@aee.at

Website: <http://www.aee.at/>

Weitere Informationen

[Veranstaltungen](#) und [Links](#) im energytech.at Technologiebereich Energie&Architektur.