Energieeffizienter und nachhaltiger Neubau von Wohngebäuden

Bauherreninformation für das Baugebiet Kornburg Nord



1. Einführung		
	1.1 Das Neubaugebiet Kornburg Nord	4
	1.2 Kleines Einmaleins der Energieeinsparverordnung EnEV	6
	1.3 Definition von Energiestandards	8
2. Empfehlungen zum Gebäudekonzept		
Thema: Form	2.1 Optimierung des A/V_e Verhältnis	10
	2.2 Intelligente Festlegung der Dämmebene	12
Thema: Gebäudehülle	2.3 Dämmung der Gebäudehülle	14
	2.4 Luftdichte Konstruktion der Gebäudehülle	14
	2.5 Wärmebrückenfreie Konstruktion der Gebäudehülle	15
Thema: solare Optimierung	2.6 Optimierung der Fensterflächenanteile	16
	2.7 Gliederung der Grundrisse zur Sonnenlaufbahn	18
	2.7 Vermeiden von sommerlicher Überhitzung	20
Fazit	2.9 Strategien energieeffizienter Architektur	21
3. Empfehlungen zum Technikkonzept der Wärmeversorgung		
	3.1 Einführung energieeffiziente Technik	22
	3.2 Erneuerbare Energien Wärmegesetz EEG 2009	22
	3.3 Dezentrale Versorgung	22
	3.4 Zentrale Versorgung	22
	3.4.1 Zentrale Versorgung einer Reihenhauszeile	22
	3.4.1 Zentrale Versorgung von Quartieren	22
	3.6 Gegenüberstellung verschiedener Wärmeversorgungsvarianten	24
4. Förderungen		
	4.1 Empfehlungen zur Recherche und Übersicht der aktuellen Förderprogramme	26



Abb. Städtebauliche Entwurfsplanung vor der Optimierung



Abb. Städtebauliche Entwurfsplanung nach der Optimierung

1.1 Das Neubaugebiet Kornburg Nord

Das Neubaugebiet Kornburg Nord bietet die Vorraussetzungen für eine energieeffiziente und nachhaltige Bebauung in einem Umfeld mit einer sehr hohen Wohn- und Freiflächenqualität.

Das ca. 9,63 ha große Planungsgebiet liegt am nördlichen Rand des Stadtteils Kornburg und damit im äußersten Süden des Nürnberger Stadtgebiets an der Grenze zum Markt Wendelstein.

Die Ortsmitte befindet sich ca. 500 m vom Planungsgebiet entfernt. Öffentliche Einrichtungen wie Kindergärten, Post, Kirchen etc. sind in Kornburg vorhanden. Die Grund- und Hauptschule mit Kinderhort in der Luther-King-Straße liegt in guter fußläufiger Erreichbarkeit, südlich des Planungsgebietes. Bei Realisierung der Planung können insgesamt ca. 210 Hauseinheiten (ca. 110 Reihenhäuser und 90 Einheiten in Form von Einzel- oder Doppelhäuser) für ca. 650 Einwohner errichtet werden.

In der Siedlungsplanung wurden die Grundsteine für energieeffiziente Architektur gelegt. Komplexe Zusammenhänge wie Verschattung und solare Einträge, Verkehr, Lärm, städtebauliche Anbindung, Dichte, benachbarte Bebauung

und Wärmeversorgung wurden in das Konzept miteingearbeitet, um eine nachhaltige Bebauung sicherzustellen.

Besonders ist dabei, dass zu einem früheren Zeitpunkt des Bebauungsplanverfahrens von der Stadt die Gelegenheit ergriffen wurde, den städtebaulichen Entwurf energetisch zu prüfen und zu optimieren. Durch diese Optimierung werden die Grundsteine für energieeffiziente und nachhaltige Architektur gelegt.

Durch die Reduzierung der Verschattungen der Gebäude, können die solaren Einträge maximal genutzt werden und es wird eine hohe Wohn- und Freiflächenqualität durch lichtdurchflutete Innen- und Aussenräume sichergestellt.

Weitere erhebliche Energieeinsparungen können durch die Festlegung des Standards KfW 60 / KfW 40 oder Passivhaus erreicht werden. Längerfristig sind durch den stetigen Anstieg der Energiekosten verbesserte Standards sehr wirtschaftlich. Um zukunftsweisende und nachhaltige Gebäude zu konzipieren muss die längerfristige Entwicklung der Energiepolitik betrachtet werden. Mit weiteren Verschärfungen der Energieeinsparverordnung EnEV ist in den nächsten Jahren zu rechnen.



Entwurfsplanung vor der Optimierung. Verschattung der Gebäude am 21. Dezember um 12:00 Uhr.



Entwurfsplanung nach der Optimierung. Verschattung der Gebäude am 21. Dezember um 12:00 Uhr.

Abb. Durch die Optimierung der Gebäudetrauf- und Firsthöhen, der Erdgeschossfussbodenhöhen und der Dachformen, reduzieren sich die Verschattungen. Das solare Potenzial kann genutzt werden, es entstehen lichtdurchflutete Innen- und Außenräume

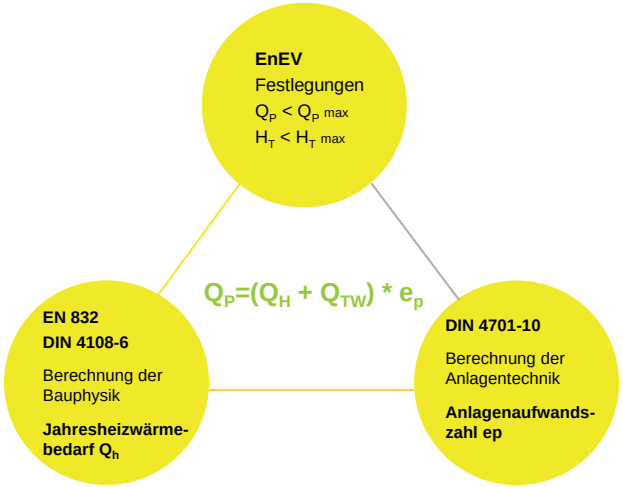


Abb. Die Energieeinsparverordnung EnEV basiert auf zwei Festlegungen. Zum einen wird die Qualität der Gebäudehülle, durch eine Begrenzung der maximalen Transmissionswärmeverluste, die ein Gebäude über die Gebäudehülle verliert festgelegt. Im weiteren wird die Effizienz der Anlagentechnik festgelegt.

1.2 Kleines Einmaleins der Energieeinsparverordnung EnEV

Die EnEV 2007 ist die derzeit in Deutschland gültige Verordnung, über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagetechnik bei Gebäuden. Diese Verordnung regelt die Wärme- und Energiebedarfsberechnung und legt die Grenzwerte für den maximalen Energiebedarf eines Gebäudes fest. Die zwei wesentlichen Normen zur EnEV sind die DIN 4108-6 und die DIN 4701-10.

Die erste Energieeinsparverordnung EnEV 2002 ist am 01.02.2002 in Kraft getreten. Derzeit wird vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBS) die EnEV 2009 vorbereitet. Ziel ist es, die EnEV 2009 am 1. Januar 2009 in Kraft zu setzen. Mit einer Verschärfung der Anforderungen der EnEV 2007 um -30% ist auf jeden Fall zu rechnen.

Die Energieeinsparverordnung definiert in Abhängigkeit des Verhältnis der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A und dem eingeschlossenen Bauwerksvolumen V_e den zulässigen *Jahres-Primärenergiebedarf Q_P``, als auch den maximal zulässigen Transmissionswärmeverlust H_T`.

Um zukunftsweisende und nachhaltige Gebäude zu konzipieren, muss die längerfristige Entwicklung der Energiepolitik betrachtet werden. Auch in Hinsicht auf die zukünftige Energiepreisentwicklung ist die Wahl eines Energiestandards der über den geforderten Standard der EnEV hinausgeht. wirtschaftlich und zukunftsorientiert.

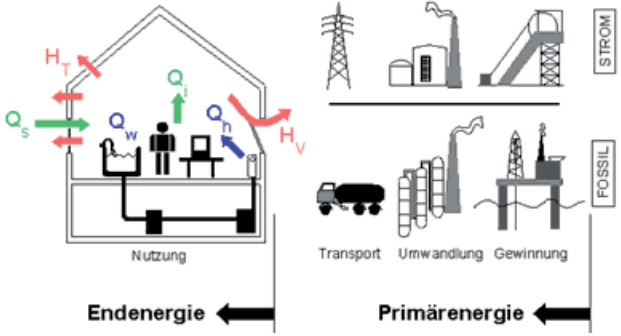


Abb. Die EnEV betrachtet die Energiebilanz eines Gebäudes unter Berücksichtigung der zusätzlichen Energiemenge die durch vorgelagerten Prozessketten wie Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der eingesetzten Brennstoffe entstehen. Quelle: dena

Energiebilanz eines Gebäudes

Um während der Heizperiode eine definierte Temperatur aufrechtzuerhalten, muss dem Gebäude Energie zugeführt werden. Ein Teil dieser Energie kommt von außen durch die Sonneneinstrahlung, sowie aus internen Wärmequellen wie Beleuchtung, Personen, Abwärme von Geräten. Die Gebäudehülle verliert über Transmissionsverluste Wärme, durch den Sauerstoffbedarf im Wohnrauminneren und Undichtigkeiten in der Gebäudehülle lassen sich Lüftungswärmeverluste nicht vermeiden. In der Heizwärmebilanz werden die Wärmegewinne mit den Wärmeverlusten verrechnet. Die Heizenergiebilanz ist von einer Vielzahl städtebaulicher, bauphysikalischer, formspezifischer, nutzerspezifischer und äußerer Einflussgrößen bestimmt.

*Primärenergiebedarf Q_P: Die Energiemenge, die zur Deckung des Endenergiebedarfs benötigt wird, unter Berücksichtigung der zusätzlichen Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze „Gebäudehülle“ bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entstehen. Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z.B. CO2- Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird.

Quellen und Hintergrundinformationen:

Deutsche Energie - Agentur DENA www.dena.de
Online Seminar unter www.baunetz.de (Infolines)

1.3 Definition der Energiestandardstandards

Energiestandards dienen dazu, die gesamtenergetische Qualität eines Gebäudes einzuordnen. Maßstab und Hilfsmittel dazu ist meist die derzeit geltende Energieeinsparverordnung (EnEV) bzw. das Berechnungsverfahren.

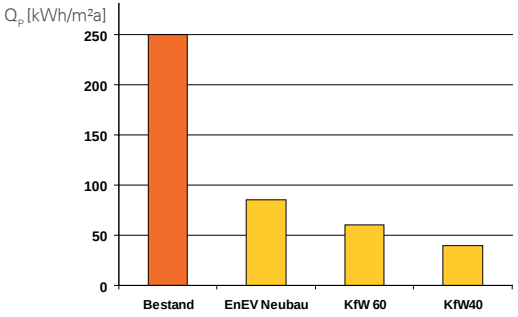


Abb. Vergleich des Primärenergiebedarfs verschiedener Energiestandards

EnEV-Standard

Die EnEV stellt, in Abhängigkeit vom A/V_e-Verhältnis, d.h. von der Geometrie eines Gebäudes, Anforderungen an:

- Primärenergie-Bedarf für Heizung und Warmwasser-Bereitung (kWh/m²a)
- mittlerer U-Wert (H_T') der Gebäudehülle (W/m²K)

Niedrigenergiehaus (NEH)

Eine eindeutige und allgemein anerkannte Definition dafür existiert nicht. Meist entstanden mit jeder neuen Wärmeschutzverordnung neue Definitionen für das NEH. Dieses hatte dann jeweils die gesetzlichen Anforderungen zu unterbieten.

Energiesparhaus 60 (nach KfW)

Ein KfW 60-Haus weist einen Primärenergiebedarf von maximal 60 kWh/m²a, ermittelt nach dem Rechenverfahren der EnEV, auf. Zudem ist der maximal zulässige Wert *H_T' um 30% zu unterschreiten. Diese Anforderungen sind bei größeren Gebäuden in der Regel leichter zu erreichen als bei kleinen, da bei ihnen zum einen das A/V_e-Verhältnis und damit die spezifischen Verluste über die Gebäudehülle geringer sind. Zum anderen werden mit dem geringeren A/V_e-Verhältnis die Anforderungen an die Gebäudehülle geringer. Die Definition dieses Energiestandards beruht auf einem Förderprogramm der KfW, die für derartige Gebäude zinsgünstige Darlehen vergibt.

Energiesparhaus 40 (nach KfW)

Ein KfW 40-Haus weist einen Primärenergiebedarf von maximal 40 kWh/m²a, ermittelt nach dem Rechenverfahren der EnEV, auf. Zudem ist der maximal zulässige Wert H_T' um 45% zu unterschreiten. Dieser Standard erfordert

Maßnahmen, die im Einzelfall nahe an denen für ein Passivhaus sein können.

Bei beiden KfW-Energiesparhäusern und den EnEV Standard gilt: Bei Gebäuden, die zu mehr als 70% mit erneuerbaren Energien oder aus Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) versorgt werden, ist nur die (erhöhte) Anforderung an H_T' zu erfüllen.

Passivhaus
Ein Passivhaus weist einen Jahresheizwärmebedarf von maximal 15 kWh/m²a und einen Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasser-Bereitung und Haushaltsstrom von maximal 120 kWh/m²a (jeweils bezogen auf Wohnfläche!) auf (Definition und Berechnung nach Passivhaus-Institut Darmstadt). Um diese Werte zu erreichen, sind folgende Maßnahmen bzw. Komponenten unabdingbar:

- hochwertiger Wärmeschutz mit Dämmstoffdicken von 25cm bis 40cm in den Außenbauteilen

- 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung

- besondere Sorgfalt hinsichtlich Luftdichtheit und Reduzierung von Wärmebrücken

- kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

Bei allen Standards, die Anforderungen an absolute Werte (z.B. Heizwärme oder Primärenergie) stellen, sind die Anforderungen bei kleineren, weniger kompakten Gebäuden bedeutend schwerer zu erfüllen, als bei großen, kompakten Gebäuden.

*Spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' : Wärmestrom durch die Gebäudehülle je Grad Temperaturdifferenz, bezogen auf die Bauteilfläche. Der maximal zulässige spezifische Transmissinswärmeverlust wird in der Energieeinsparverordnung EnEV festgelegt.

Quellen und Hintergrundinformationen:
Passivhaus Institut - Infos zum Passivhaus,
www.passiv.de

Online-Lexikon zum energieeffizienten Bauen mit Infos zum energieeffizienten Bauen mit sehr umfangreichen Informationen, Normen und Hinweisen zu Förderprogrammen. www.baunetz.de/infoline/energieeffizientesbauen

2.1 Optimierung des A/V_e - Verhältnis

Durch die richtige Gestaltung der Oberflächen kann Energie gewonnen und bewahrt werden. Die Verluste durch Transmission steigen direkt proportional zur wärmeübertragenden Umfassungsfläche. Um die Transmissionsverluste der Gebäudehülle so gering wie möglich zu halten, müssen die wärmeübertragenden Flächen minimiert werden.

Ein Messwert zur Bestimmung der optimalen Bauform ist das A/V_e-Verhältnis. Das A/V_e-Verhältnis ist eine wesentliche Kenngröße bei der Heizwärmebedarfsberechnung für die Energieeinsparverordnung.

Das A/V_e-Verhältnis beschreibt das Verhältnis der Wärmeabstrahlenden Oberfläche A und dem beheizten Volumen V_e des Gebäudes. Je kleiner der A/V_e-Wert, desto günstiger und kompakter die Baukörperform und desto kleiner wird der Heizwärmebedarf. Je größer das Volumen eines Baukörpers, desto günstiger wird das erreichbare A/V_e-Verhältnis.

Typische A/V_e-Verhältnisse sind:
- freistehende Einfamilienhäuser 0,7 bis über 1,2
- Reihenhäuser 0,5 bis 1,0
- Mehrfamilienhäuser 0,2 bis 0,6



Abb. Haus Freudenstein, Einfamilienhaus, Fabi Architekten in Regensburg, Photograph: Herbert Stolz

Durch kompakte Gebäudeformen werden Bau-, Betriebs- und Unterhaltskosten gesenkt. Je geringer die kostenintensive Außenhüllfläche eines Gebäudes im Vergleich zum Volumen liegt – und mithin zur nutzbaren Fläche – desto wirtschaftlicher ist die Gebäudeausführung.

Die Kompaktheit eines Gebäudes wird bereits in der Phase der ersten Projektentwürfe entschieden. Der Einfluss von Kosten und Ökologie ist in dieser Phase bedeutend größer als bei Entscheidungen in späteren Phasen.

Winkelbungalows und Einfamilienhäuser fallen durch den hohen Aussenwandanteil (schlechtes A/V_e-Verhätnis) sehr ungünstig aus. Sehr kompakte Bauformen wie Doppelhäuser, Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser hingegen können mit einem geringeren Dämmstandard angesetzt werden, um die Anforderungen zu erfüllen.

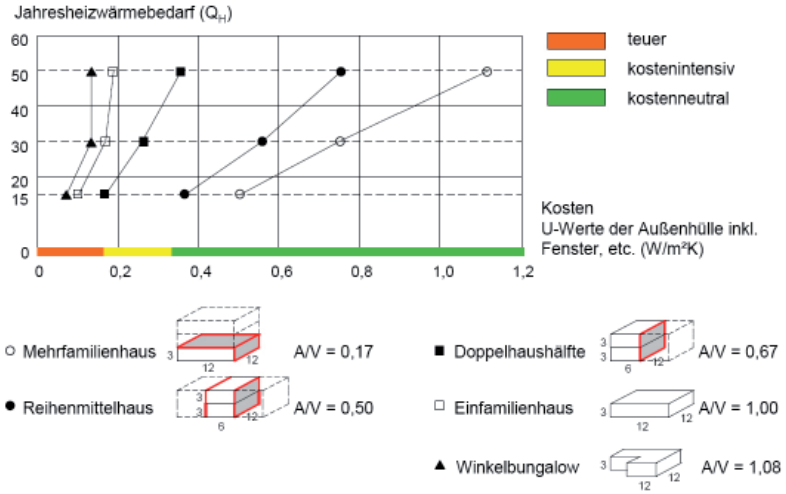


Abb. A/V_e-Verhältnis und abhängige U-Werte die angestrebt werden müssen in Verbindung der Mehrkosten. Quelle: GAS Sahner Architekten

*U-Wert: Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) in W/(m²K) gibt den Wärmestrom an, der durch 1 m² eines Bauteils hindurchfließt, wenn die Temperaturdifferenz der angrenzenden Luftschicht 1 Kelvin beträgt. Je kleiner der U-Wert, desto besser die Wärmedämmung eines Bauteils.

2.2 Intelligente Festlegung der Dämmebene

Für die Niedrigenergiebauweise und Solararchitektur ist vor allem die thermische Gebäudehülle von Bedeutung.

In der Energieeinsparverordnung ist die Systemgrenze definiert als gesamte Außenoberfläche bzw. der beheizten Zone eines Gebäudes, über die der Heizwärmebedarf mit einer bestimmten Innentemperatur ermittelt wird. Darin sind inbegriffen alle Räume, die direkt durch Raumverbund (z.B. Hausflure und Dielen) beheizt werden. Räume, die bestimmungsgemäß nicht zur Beheizung vorgesehen sind, liegen außerhalb der Systemgrenze [DIN 4108-6]. Flächen der Systemgrenze die nicht von der Außenluft berührt sind, werden mit Temperaturkorrekturfaktoren F_x abgemindert.

Außenbauteile tragen im wesentlichen durch ihre Transmissionswärmeverluste zum Energieverbrauch von Gebäuden bei. Durch gezielte Festlegung der Systemgrenze z.B. über Wintergärten, Atrien, Zonen zum unbeheizten Raum etc. reduzieren sich die Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle. Die Festlegung der Systemgrenze sollte aus energetischen und wirtschaftlichen Gründen optimiert werden.

Berechnungswerte der Temperaturkorrekturfaktoren F_x:

Aussenluftberührte Bauteile	$F_x = 1,0$
zu unbeheizten Räumen	$F_u = 0,5$

Wände und Fenster zu unbeheizten Glasvorbauten mit einer Verglasung:

Einfachverglasung	$F_u = 0,8$
Zweischeibenverglasung	$F_u = 0,7$
Wärmeschutzverglasung	$F_u = 0,5$

Beispiel: Eine Aussenluftberührte Wand verliert bei einem Temperaturkorrekturfaktor $F_x = 1,0$, 100% der Transmissionswärmeverluste. Eine Wand zu einem unbeheizten Glasvorbau mit Wärmeschutzverglasung mit einem Temperaturkorrekturfaktor $F_u = 0,5$ nur 50% der Transmissionswärmeverluste. Die Transmissionswärmeverluste reduzieren sich.

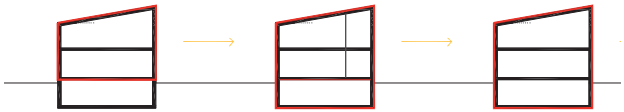


Abb. Die Transmissionswärmeverluste einer Außenwand reduzieren sich durch eine gezielte Festlegung. Durch das Einbeziehen des Kellers in das beheizte Volumen, verbessert sich die Energiebilanz.

Beispiele für die Festlegung der Dämmebene:

- Schaffung thermischer Übergangszonen im Eingangsbereich, z.B. Windfänge
- Atrien und überdachte Innenhöfe
- Wintergärten und Pufferzonen
- Treppenhaus als beheizten Raum ausführen
- Keller zum beheizten Volumen, durch eine geringe Dämmung in der Bodenplatte zum Keller, können behagliche Oberflächentemperaturen der Erdgeschossplatte sichergestellt werden. Das A/V_e-Verhältnis verbessert sich, die Nutzungsmöglichkeiten des Kellers erweitern sich.



Abb. Atrium für Belichtung und solaren Eintrag in den Innenräumen. Amrein und Giger Architekten. Photograph: Adriano A. Biondo, biondo pictures

2.3 Dämmung der Gebäudehülle

Um die Wärme im Gebäudeinneren zu bewahren, ist der Einsatz von Dämmmaterialien nötig. Durch die Verwendung dämmender Materialien verbessern sich die Wärme- und Schallschutzeigenschaften. Als Dämmstoff werden Materialien bezeichnet, deren Wärmeleitfähigkeit kleiner als 0.1 W/mK ist. Für den Einsatz von Dämmmaterialien können künstliche Materialien, geschäumte anorganische, sowie organische Dämmstoffe, Zellulose- und Holzdämmstoffe, sowie andere natürliche Dämmstoffe verwendet werden.

Je höher die Dämmqualität der Gebäudehülle, desto weniger verliert die Gebäudehülle durch Transmissonswärmeverluste. Der U-Wert fällt bei zunehmenden, aber kleinen Dämmschichtdicken zunächst schnell ab. Der Abfall verringert sich mit weiter zunehmender Dicke immer langsamer. Die Dämmfähigkeit wächst nicht mehr entsprechend einer dickerern Dämmschicht. Dämmen lohnt sich bis zu einer Dämmschichtdicke von etwa 40 cm. Sinnvolle Dämmschichtdicken für Außenbauteile für Niedrigenergiegebäude liegen zwischen 10 cm und 40 cm, zum Erdreich hin bis zu 15 cm. Die Dimensionierung der Dämmstärken ist sehr stark abhängig vom A/V_e-Verhältnis. Je schlechter das A/V_e-Verhältnis des Gebäudes, desto besser muss das Gebäude gedämmt werden. Durch das Wählen einer kompakten Baukörperform und die Reduzierung der aussenluftberührten Bauteile (intelligente Definition der Dämmebene) können bereits in der Vorentwurfsplanung die späteren Dämmstärken beeinflusst und reduziert werden.

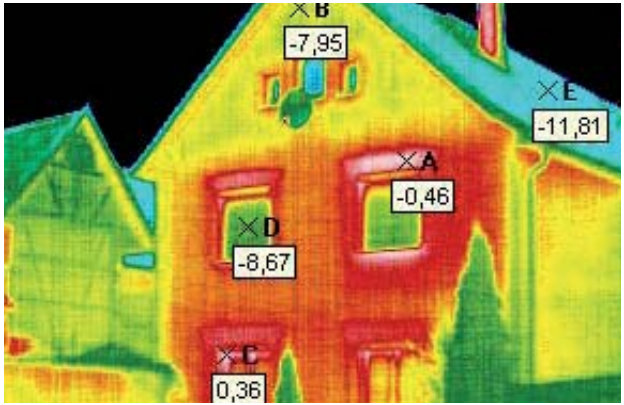
2.4 Luftdichte Konstruktion der Gebäudehülle

Die natürliche Belüftungsrate hängt im entscheidenden Maße von der Luftdichtheit der Gebäudehülle ab. Insbesondere bei sehr niedrigen Aussenlufttemperaturen und durch Wind können erhebliche Wärmeverluste über undichte Stellen in der Gebäudehülle auftreten, insbesondere an Fugen, Fenstern und Türen, aber auch an Bauteilanschlüssen wie z.B. an der Außenwand-Dachverbindung oder auch durch Steckdosen. Die luftdichte Gebäudehülle muss planerisch folgerichtig ausgeführt werden. Die luftdichte Ausführung der Gebäudehülle trägt zur Behaglichkeit in den Innenräumen bei.

2.5 Wärmebrückenfreie Konstruktion

Wärmebrücken sind Schwachstellen in der Gebäudehülle. Durch Wärmebrücken entstehen einerseits zusätzliche Wärmeverluste, anderseits treten Aufgrund der niedrigeren Oberflächentemperaturen oft Bauschäden auf. Durch eine detaillierte Planung der Gebäudehülle und der konstruktiven Details kann die Anforderung an eine Reduktion der Wärmebrücken ohne hohen finanziellen Aufwand erbracht werden. Durch eine präzise Planung und Reduzierung der Wärmebrücken, können Bauschäden wie z.B. Schimmelpilzbildung verhindert werden, die Wärmeverluste der Gebäudehülle werden reduziert, die Nutzerqualität für die Bewohner steigt.

Durch Wärmebrücken in der Konstruktion entstehen niedrige Oberflächentemperaturen auf den Innenseiten der Bauteile der Gebäudehülle. In den Bereichen mit niedrigen Oberflächentemperaturen, kann bei hohen Luftfeuchten Wasser kondensieren. Die Wand wird dadurch feucht und bildet eine gute Vorraussetzung für das Wachstum von Schimmelpilzen. Je niedriger die Oberflächentemperatur von Bauteilen ist, desto höher ist die relative Feuchte in der Grenzschicht zum Bauteil. Aus diesem Grunde müssen Konstruktionen so ausgeführt werden, dass bei üblichen Raumluftfeuchten auch im Grenzbereich zum Bauteil relative Feuchten von über 80% nicht dauerhaft auftreten.



Quellen und Hintergrundinformationen:

Wolfgang Feist: Wärmebrückenfreies Konstruieren beim Massivbau, in: Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Phase II Protokollband Nr. 16 Wärmebrückenfreies Bauen PHI, Darmstadt Juni 1999

G. Hauser: Wärmebrückenkatalog digitaler Wärmebrückenkatalog erhältlich bei: Zentrum für umweltbewusstes Bauen, Kassel www.zub-kassel.de

Dr. B. Kaufmann: Das Passivhaus – Energie-Effizientes Bauen Informationsdienst Holz (Herausgeber) download unter www.passiv.de



Abb. Großflächige Verglasungen nach Süden und lichtdurchflutete Innenräume. Wohnhaus in Wien. Architekt: Georg Driendl, Photograph: Siegrun Appelt

2.6 Optimierung der Fensterflächenanteile

Der optimale Fensterflächenanteil einer Fassade hängt vom Klima, den U-Werten des Fensters und der Gebäudehülle, sowie vom *g-Wert des Fensters ab. Entscheidend ist auch die innere Gliederung eines Gebäudes, durch die Anordnung der Räume wird der solare Nutzungsgrad festgelegt. Je nach Konfiguration der Parameter ergibt sich, daß der Energiebedarf einer Fassade mit zunehmender Fensterfläche entweder monoton zu- oder abnimmt, oder bei einem bestimmten Flächenanteil einen Minimalwert aufweist.

Die Fensterflächenanteile sollten in Abhängigkeit der Orientierung und Sonnenlaufbahn optimiert werden. Es ist erforderlich die Fensterflächenanteile der Fassade an die inneren Grundrissstruktur der Gebäude anzupassen. Räume mit einem hohen Anspruch an Licht und Wärme können mit sehr großen Fenstern ausgestattet werden, wogegen sehr kleine Räume mit niedrigen Anforderungen das solare Potential schlecht ausnutzten können. Sehr kleine Räume können sich schnell erhitzen, durch Ablüften der Wärme, wird ein schlechter Ausnutzungsgrad erreicht.

Ost- und Westfenster empfangen 60%, Nordfenster 38%, der nutzbaren solaren Einstrahlung im Vergleich zu einem

nach Süden gerichteten Fensters. Ost- und Westfenster weisen durch die tiefen Sonnenstände der sommerlichen Morgen- und Abendsonne größere Überhitzungsprobleme auf als Südfenster. Die Abbildung zeigt, dass sich eine Vergrößerung der Verglasung nach Süden positiv auf die Energiebilanz auswirkt. Mit zunehmend kleinerem A/V_e-Verhältnis steigt der Einfluss an. Der Fensterflächenanteil im Norden sollte sehr gering gestaltet werden.

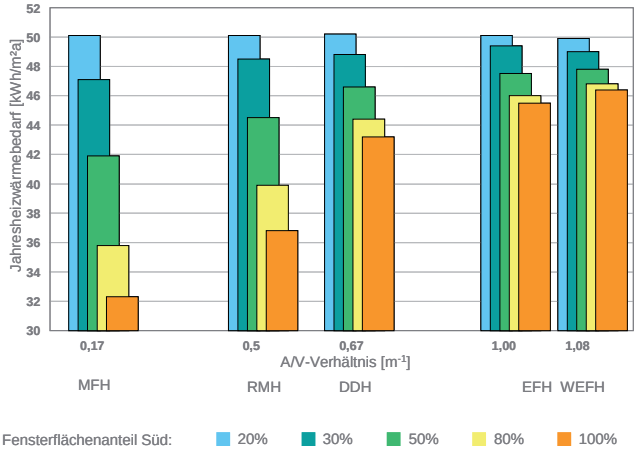


Abb. Durch die Vergrößerung der Fensterflächenanteile nach Süden, bei zunehmend kleinerem A/V_e-Verhältnis entsteht eine verbesserte Energiebilanz. Quelle: GAS Sahner Architekten

Bei der Wahl der Fenster sollte unbedingt auf eine gute Wärmedämmqualität geachtet werden. Besonders bei sehr großflächigen Verglasungen sollten sehr gute U-Werte angestrebt werden. Derzeit werden Passivhausfenster mit einer Dreifachverglasung mit U-Werten von 0,5 W/m²a bis 0,8 W/m²a angeboten. Wärmeschutzverglasungen mit Zweifachverglasung weisen U-Werte von 1,1 W/m²a bis 1.4 W/m²a auf. Fenster mit schlechteren U-Werten sind nicht empfehlenswert.

*g-Wert Der g-Wert kennzeichnet den Energiedurchlassgrad einer Verglasung und damit z.B. die Menge an Sonnenlicht, die durch das Fensterglas dringt. Bei modernen Fenstern liegt der g-Wert bei 0,6. Das bedeutet, dass 60% der Sonnenenergie durch das Fenster gelangt.

2.7 Gliederung der Grundrisse zur Sonnenlaufbahn

Bei der Grundrissgestaltung lassen sich energetische Optimierungspotentiale über eine thermische Zonierung nutzen. Die Zonierung der Innenräume, die auf die unterschiedlichen Qualitätsanforderungen in Bezug auf Tageslicht, Innenraumklima, Nutzung und Lärmschutz eingeht, ist maßgebend für die Planung. Die Nutzflächen werden gezielt in Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturanforderungen gegliedert. Hierbei sind die klimatischen Ausgangsbedingungen für unterschiedlich orientierte Flächen zu berücksichtigen.

Es ist sinnvoll, Bereiche mit hohen Qualitätsanforderungen zum Sonnenlauf zu positionieren, niedrige- oder unbeheizte Flächen sowie Räume mit hohen internen Wärmelasten als Pufferzone im Norden anzuordnen. Darüber hinaus, kann durch eine gezielte Anordnung von Zonen ohne Wärmeanforderungen das Gebäude thermisch optimiert werden.

Durch die Anordnung der Wohnräume zur Sonnenlaufbahn entstehen lichtdurchflutete Räume mit einer hohen Wohnqualität. Das solare Potenzial kann während der Heizperiode genutzt werden.

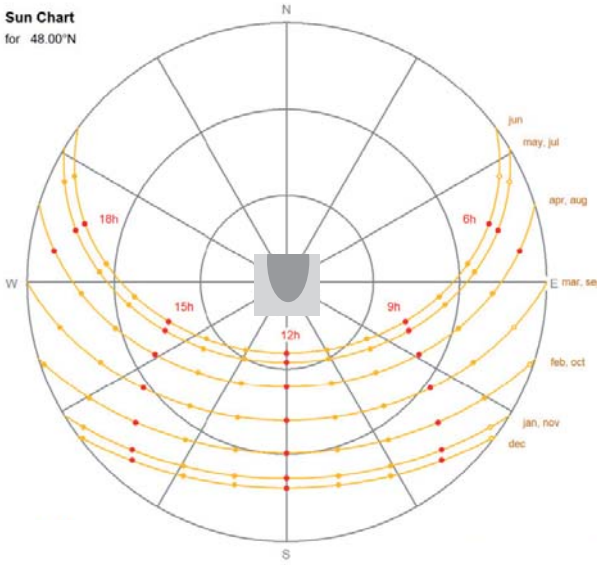


Abb. Die Abbildung zeigt die Sonnenlaufbahn bezogen auf die Monate. Räume mit hohen Qualitätsanforderungen an Licht und Temperatur sollten zum Sonnenlauf positioniert werden. Quelle: SunPath



Abb. Besonnung RH Nord-Süd

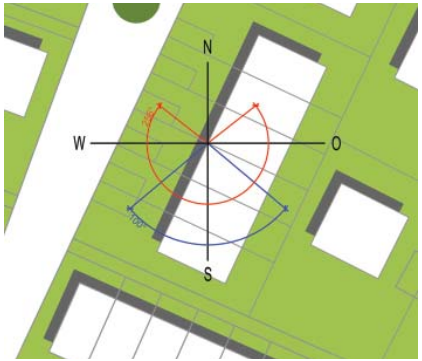


Abb. Geometrie RH Ost West

Nord-Südorientierte Gebäude. Bei der klassischen solaren Zonierung orientiert sich der Baukörper nach Süden, dorthin öffnen sich die Wohnräume und nutzen die solare Einstrahlung. Die Räume mit hohen Anforderungen an Licht und Wärme sollten im Süden des Gebäudes zur Sonnenlaufbahn positioniert werden. Räume mit niedrigeren Anforderungen wie Abstellräume und Erschließung können im Norden positioniert werden. Es empfiehlt sich bei Nord-Südorientierten Gebäuden, die Baukörper eher länger und mit einer geringeren Tiefe auszuformen, um zu vermeiden, dass 50% der Räume sich nach Norden orientieren. Diese lineare Gliederung macht nicht nur energetischen sondern auch funktionalen Sinn.

Ost-Westorientierte Gebäude. Die Orientierung der Gebäude nach Ost-West bringt eine durchgehende Besonnung der Räume mit sich. Die Typologie kann eher tiefer und mit geringerer Breite ausgeführt werden, da die Räume sich nach Osten und Westen orientieren können. In der Mitte des Gebäudes können sich funktionale Zonen befinden. Durch die schmale Grundgeometrie entsteht ein sehr gutes A/V_e Verhältnis. Für Ost-West orientierte Gebäudehauszeilen entsteht im Winter eine durchgehende Besonnung, um eine sommerliche Überhitzung zu vermeiden, sollten Verschattungseinrichtungen vorgesehen werden. Diese Orientierung stellt sich vor allem für Reihenhäuser als sehr vorteilhaft dar.

2.8 Vermeiden von sommerlicher Überhitzung

Die Energiebilanz im Sommer wird durch die solare Einstrahlung und die internen Wärmelasten bestimmt. Im Sommer muss ein zuviel an Strahlungseintrag vermieden werden. Während die Wärmeabgabe durch Personen und Geräte nur eine kleine Rolle spielt, stehen die solaren Einträge in direktem Zusammenhang mit der Orientierung des Gebäudes und dem Energiedurchlassgrad der Fassade. Eine ausgewogene Optimierung der Fassade im Sommer und im Winter ist maßgeblich um das Gleichgewicht nicht zu stören.

Bei einer Nord-Süd-Ausrichtung wird nur die Südseite angestrahlt. Durch den sehr spitzen Einfallswinkel ist die auftreffende Strahlung gering und die Reflexion sehr hoch. Horizontale Sonnenschutzlamellen können die stark einfallende Strahlung abblenden und der Ausblick wird nicht eingeschränkt. Energiearmes, diffuses Licht kann trotzdem in den Innenraum gelangen, die interne Belastung durch den Strombedarf kann dadurch vermieden werden.

Bei einer Ost-West-Orientierung werden beide Fassadenhälften von einer niedrig stehenden Sonne bestrahlt. Die Einstrahlung ist durch den niedrigen Einstrahlungswinkel sehr hoch, die Reflexion an den Scheiben dadurch sehr gering. Bei horizontalen Lamellen wäre eine sehr dichte Stellung nötig, um die Strahlen abzuhalten. Dadurch wird der Ausblick verhindert und der Tageslichteinfall reduziert. Der Strombedarf für die Beleuchtung und die internen Lasten steigen. Durch eine Verschattung mit vertikalen Lamellen mit einstellbarem Winkel können die Sonnenstrahlen abgefangen werden und im Rauminneren fällt genügend Tageslicht ein, der Ausblick wird nicht eingeschränkt.

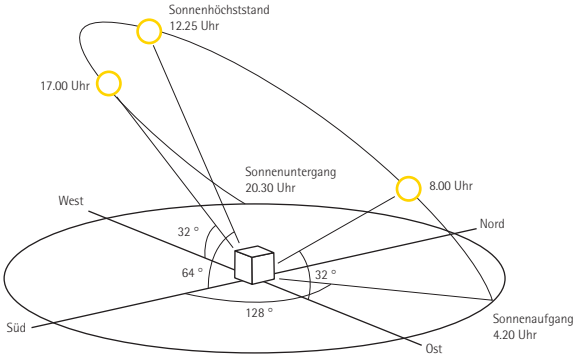


Abb. Besonnung der Fassade im Sommer. Durch den horizontalen Einfallswinkel der Sonne an Ost- und Westfassaden können sich die dahinterliegenden Räume überhitzen. Quelle: Climadesign Atlas, G. Hausladen, Callwey, 2004

2.9 Fazit: Strategien energieeffizienter Architektur

Die zukünftige Entwicklung der Energiepolitik sollte bei der Wahl eines Energiestandards unbedingt berücksichtigt werden um eine nachhaltige Bebauung sicherzustellen.

Bereits in der Vorentwurfsplanung lässt sich der Heizwärmebedarf eines Gebäudes positiv beeinflussen durch:

- Kompakte Gebäudegeometrie
- Intelligente Definition der Systemgrenze (Gebäudehülle)
- Hohe Qualität der Wärmedämmung
- Luftdichte Gebäudehülle
- Wärmerückgewinnung, kontrollierte Lüftung
- Wärmbrückenfreie Gebäudehülle
- Nutzen des solaren Potenzials;
- Maßnahmen zur passiven Sonnenenergienutzung
- Temperaturgerechte innere Grundrissaufteilung
- Massive Bauteile zur Wärmespeicherung, Nutzen solarer Gewinne
- Sommerlicher Wärmeschutz

3.1 Einführung energieeffiziente Technik

Das Ziel nachhaltiger Planungen sollte die Entwicklung von Gebäudekonzepten sein, wobei Architektur und der Einsatz erforderlicher, intelligenter Technik und regenerativer Energieträger parallel und aufeinander abgestimmt zu einem Gesamtsystem entwickelt werden. In Abhängigkeit des zu erzielenden Energiestandards muss die Versorgungstechnik gewählt werden, d.h, sehr niedrige Energiestandards wie z.B. KfW40 können nicht mit Anlagen mit schlechten Anlagenaufwandszahlen e_p-Werten erreicht werden.

3.2 Erneuerbare Energien Wärmegesetz EEG 2009

Am 5. Dezember 2007 hat das Bundeskabinett den Entwurf des "Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien und damit zusammenhängender Vorschriften" beschlossen. Das geltende Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll damit abgelöst werden. Ziel des geplanten Gesetzes ist, den Anteil Erneuerbarer Energien im Wärmebereich bis 2020 von derzeit sechs auf dann 14% zu erhöhen. Dies sollte mittels einer Regelung gelingen, die bei Neubauten den Einsatz entsprechender Anlagen verpflichtend vorschreibt.



Abb. Reihenhauszeile mit dezentraler und zentraler Wärmeversorgung

3.3 Dezentrale Versorgung

Bei einer dezentralen Wärmeversorgung wird jedes Gebäude durch einen eigenen Wärmeerzeuger versorgt.
Dazu ist für jedes Gebäude die entsprechende Versorgungsleitung oder ein entsprechender Brennstofflagerraum erforderlich.

3.4 Zentrale Versorgung

3.4.1 Gemeinsame Versorgung für eine Reihenhauszeile

In vielen Fällen stellt ein Zusammenschluss mehrerer Wohneinheiten eine effiziente und wirtschaftliche Lösung für die Wärmeversorgung der Gebäudeeinheiten dar. Eine gemeinsame Versorgung einer ganzen Hauszeile unterscheidet sich in folgenden Punkten von einer Einzelversorgung der Gebäude:

Technische Erfordernisse:
Es wird nur eine Wärmezentrale errichtet. Diese sollte jederzeit von außen zugänglich sein. Im Untergeschoß eines Reihenhauses ist dies schwer zu gewährleisten. Es bieten sich folgende Alternativen an:

- abgetrennter Raum oder Anbau an eine Garage
- unterirdischer Anbau an ein Reihenendhaus (mit Zugang von außen)
- Container

Zur Abrechnung sind für jedes Gebäude Messeinrichtungen, z.B. ein Wärmemengenzähler für die Heizwärme und ein Wasserzähler für die WW-Menge, erforderlich.

Organisatorische Erfordernisse:
Zu klären ist die Betreiberform. Erforderlich ist ein Investor, der die Anfangsinvestitionen tätigt, sowie ein Betreiber, der für Wartung, Reparaturen, Energieeinkauf und Abrechnung verantwortlich ist. Dabei bieten sich u.a. drei Formen an:

- Investition und Betrieb durch Eigentümergemeinschaft, Verwaltung durch die Eigentümer
- Investition durch Eigentümergemeinschaft, Betrieb und Verwaltung durch einen Hausverwalter
- Investition und Betrieb durch professionellen Contractor, Verkauf von Wärme an die Gebäudenutzer.



Abb. Zentrale Wärmeversorgung eines Quartiers

3.4.2 Zentrale Versorgung von Quartieren

Im Zuge des Gesamtkonzeptes einer energieeffizienten und wirtschaftlichen Versorgung, bietet es sich an, mehrere Wohneinheiten eines Quartiers mit in das Versorgungskonzept mit einzubeziehen. Durch diese Quartiersversorgung können auch kleinere Wohneinheiten wie z.B. Einfamilienhäuser und Doppelhäuser miteinbezogen werden. Somit sind diese Gebäudeeinheiten nicht von teureren dezentralen Wärmeversorgungseinrichtungen abhängig. Die Größe dieser Versorgungseinheiten ist von der vorgesehenen Abfolge und der Geschwindigkeit der Aufsiedlung und der geplanten Größe der Bauabschnitte abhängig. Vorallem für Bauträger die in kurzen Zeitabständen mehrer Wohneinheiten erstellen, bietet sich diese Art der Versorgung als wirtschaftliche und effiziente Wärmeversorgung an.

Energiesystem / Technik	Erdgas-Kessel	Solarenergie	Holzpellets
Erläuterung	konventionelle Technik (Vergleichsmaßstab für sonstige Systeme)	Wärmeerzeugung aus Solarstrahlung (Kollektoren)	Wärmeerzeugung aus Holzpellets im Heizkessel
Verfügbarkeit / Potenzial	vor Ort ausreichend Versorgungskapazitäten vorhanden, global zunehmende Verknappung zu erwarten	grundsätzlich unendlich, v.a. jedoch nutzbar für WW-Bereitung, mit Speichern auch für Heizung (30-50% Anteil)	Holz derzeit in ausreichendem Maße vorhanden, Produktionskapazität für Pellets stark steigend
Einsparpotenzial / Energiestandards	-	keine Emissionen im Betrieb für KfW 60 bzw. 40 allein meist nicht ausreichend	CO_2-neutraler Brennstoff, da das bei der Verbrennung freiwerdende CO_2 beim Pflanzenwachstum gebunden wurde; KfW 60 bzw. 40 problemlos umsetzbar
Stand der Technik	gängige Technik	marktreife Technik, v.a. Flachkollektoren im Einsatz	ausgereifte Verbrennungstechnik, erste Brennwertkessel in Betrieb, Abgasreinigung in Entwicklung
Einsetzbarkeit in zentralen und dezentralen Systemen	beides möglich, zentrale Anlagen aber wegen zusätzlicher Wärmeverluste nicht sinnvoll	beides möglich, Langzeitspeicher überwiegend in größeren Einheiten	beides möglich, Kesselgröße meist bis ca. 500 kW, darüber Holzhackschnitzel
		für alle Systeme: Einsatz in zentraler Versorgung sinnvoll,	
Wirtschaftlichkeit	geringe Anfangsinvestitionen, unsichere Preisentwicklung	sehr hohe Anfangsinvestitionen, fast keine Betriebskosten	hohe Investitionen, niedrige Energiepreise f. Holz, insgesamt konkurrenzfähig mit Gas und Öl
Kombinationsmöglichkeiten	mit allen Arten von erneuerbaren Energien kombinierbar, häufig zur Spitzenlastdeckung eingesetzt	mit fossilen Wärmeträgern oder mit Holz; mit BHKW ungünstig	monovalent oder als Grundlastwärmeerzeuger, Kombination mit thermischen Solaranlagen sehr günstig
Förderprogramme		Marktanreizprogramm (BAFA) Solarthermie 2000plus (für Anlagen > 100 m²)	Marktanreizprogramm (BAFA)

<table>
<tr><th colspan="2">Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)</th><th rowspan="2">Wärmepumpe / Erdsonden</th></tr>
<tr><th>Erdgas</th><th>*Pflanzenöl</th></tr>
<tr><td colspan="2">gemeinsame Erzeugung von Wärme und Strom durch Verbrennung von Erdgas bzw. Pflanzenöl, hohe Effizienz gegenüber konventioneller Stromerzeugung durch Abwärmenutzung</td><td>Nutzung der oberflächennahen Geothermie (10-20°C) mittels Wärmepumpen</td></tr>
<tr><td>s. bei Erdgas</td><td>bisher kleiner Pflanzenölmarkt. Es sollte kein Palmöl sondern nur einheimische Öle verwendet werden. *Es bestehen Humanitäre Bedenken,</td><td rowspan="2">für EFH flächendeckend möglich, erfordert Niedertemperatur-Heizsystem</td></tr>
<tr><td colspan="2">im Wohnungsbau ganzjähriger Betrieb möglich, 60-80% Deckung durch BHKW möglich</td></tr>
<tr><td>KfW 60 bzw. 40 problemlos realisierbar, wenn Wärmeanteil aus BHKW größer als 70%</td><td>nahezu CO_2-neutraler Brennstoff, zudem Stromgutschrift; KfW 60 bzw. 40 problemlos umsetzbar</td><td>ca. 25-30%
KfW 60 mit vertretbarem Mehraufwand umsetzbar, KfW 40 meist nur mit zusätzlicher Solaranlage und Wärmerückgewinnung möglich</td></tr>
<tr><td>ausgereifte Technik</td><td>ausgereifte Technik</td><td>ausgereifte Technik</td></tr>
<tr><td colspan="2">beides möglich, Einsatz im EFH wegen geringer Auslastung wirtschaftlich nicht sinnvoll</td><td rowspan="2">günstig für dezentralen Einsatz, für zentrale Systeme ungünstig wegen höherer Systemtemperaturen</td></tr>
<tr><td colspan="2">weil durch größere Einheiten deutlich günstigere spezifische Kosten erreicht werden</td></tr>
<tr><td>Wirtschaftlichkeit bei Anlagen < 50 kWel und bei Eigennutzung des Stroms, hohe Laufzeiten erforderlich, Abhängigkeit von 2 Energiepreisen (Gas und Stromerlös)</td><td>hohe Investitionen, hoher Brennstoffpreis, hohe Einspeisevergütung nach EEG (ca. 19 ct/kWh)</td><td>hohe Investitionen für Erdsonden oder Brunnen, niedrige Energiekosten</td></tr>
<tr><td colspan="2">Grundlastwärmeerzeuger, meist kombiniert mit Spitzenkessel (Gas oder Pflanzenöl)</td><td>im EFH monovalent (dezentrale Versorgung)</td></tr>
<tr><td>KWK-Gesetz (Einspeisevergütung)</td><td>EEG (Einspeisevergütung)</td><td>-</td></tr>
</table>

4.1 Empfehlungen zur Recherche und Übersicht der aktuellen Förderprogramme

Es werden sehr vielseitige Förderprogramme angeboten. Um sich einen kleinen Überblick zu verschaffen, werden hier einige Förderdatenbanken aufgelistet, um die Recherche zu erleichtern. Die Förderungen beziehen sich oft auf die verschiedenen Regionen und auf bestimmte Zeiträume. Darum ist es sinnvoll die Fördermöglichkeiten aktuell abzurufen.

Informationen zu Fördermöglichkeiten in Nürnberg:

"100 Häuser für 100 Familien" Nürnberger Förderprogramm. Die Stadt Nürnberg unterstützt junge Familien oder Alleinerziehende mit mindestens einem Kind, die in Nürnberg ein Familienheim oder eine Familienwohnung bauen oder als Neubau erwerben wollen, mit einem Zuschuss in Höhe von bis zu 9.000 EUR. Der Zuschuss erhöht sich für das zweite und für jedes weitere Kind um je 2.000 EUR. Daneben können für besonders energieeffiziente Bauvorhaben noch bis zu 1.000 EUR gewährt werden. Ist von Bund, Land, der Stadt oder aufgrund anderer Maßnahmen eine Verbilligung des Grundstückspreises gewährt worden, reduziert sich der Zuschuss auf die Hälfte. Nähere Informationen unter www.wohnen.nuernberg.de

EAM: Energieagentur Mittelfranken,
Landgrabenstraße 94, 90443 Nürnberg,
Telefon 0911 801170, www.eamfr.de

ETZ: Energietechnologisches Zentrum,
Landgrabenstraße 94, 90443 Nürnberg,
Telefon 0911 994396-0,
www.etz-nuernberg.de

N-ERGIE: CO_2 Förderprogramm,
Telefon 01802 111 444 (6 ct pro
Anruf aus dem Festnetz der Deutschen Telekom. Bei Anrufen aus den Mobilfunknetzen gelten möglicherweise abweichende Preise) oder E-mail: dialog@n-ergie.de.

Reg.v.Mfr.: Regierung von Mittelfranken,
Promenade 27, 91522 Ansbach,
Telefon 0981 53-1270,
Fax: 0981 53-5270

SOLID: Solarenergie Informations und
Demonstrationszentrum GmbH,
Heinrich-Stranka-Straße 3-5,
90765 Fürth,
Telefon 0911 810270,
www.solid.de

Beratungsangebote der Stadt Nürnberg:

UwA: Umweltamt Nürnberg,
Lina-Ammon-Straße 28, 90471 Nürnberg,
www.umwelt.nuernberg.de

- Sanieren und Bauen mit System
Terminvereinbarung unter
Telefon 0911 231-4624 möglich

Informationen zu Fördermöglichkeiten allgemein:

Aktuelle Förderungen unter www.foerderdatenbank.de

BAFA: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Frankfurter Straße 29-31, 65760 Eschborn/Ts., Telefon 06196 4040, Fax: 06196 94226, www.bafa.de

Beraternetz: Netz der Energieberater in Mittelfranken (Netzwerk BAU und ENERGIE), www.newebauen.de

BINE Informationsdienst:
Kaiserstraße 185-197, 53113 Bonn,
Förder-Hotline: 0228 9237914,
www.energiefoerderung.de und
www.bine.de

BMWi: Bundesministerium für Wirtschaft, Villemombler Straße 76, 53123 Bonn, Telefon 0228 615-0, www. bmwi.de

BdE: Bund der Energieverbraucher e.V., Grabenstraße 17, 53619 Rheinbreitbach, www.energienetz.de

dena: Deutsche Energie Agentur, Chausseestraße 128a, 10115 Berlin, Infoline: 08000 736734, www.dena.de und www.zukunfts-haus.de

KfW: Kreditanstalt für Wiederaufbau, Telefon 01801 335577 und über Ihre Hausbank, www.kfw.de

baunetz: Online-Lexikon zum energieeffizienten Bauen mit Infos zum energieeffizienten Bauen mit sehr umfangreichen Informationen, Normen und Hinweisen zu Förderprogrammen. www.baunetz.de/infoline/energieeffizientesbauen

Der Bericht wurde gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, dem CO_2-Minderungsprogramm der Stadt Nürnberg und der N-Ergie.

Herausgeber: Umweltamt und Stadtplanungsamt der Stadt Nürnberg, 2008

Ansprechpartner:

Umweltamt Nürnberg,
Lina-Ammon-Straße 28,
90471 Nürnberg

Für Verfahrensfragen:

Stadtplanungsamt Nürnberg
Lorenzer Str. 30
90402 Nürnberg
Telefon: 0911/231-4900

Für technische Fragen:

Berichterstellung der Pilotstudie Kornburg Nord:

G.A.S. Sahner- Architekten und Stadtplaner
Prof. Dipl. Ing. Georg Sahner BDA / E2D
Dipl.-Ing. (FH) Julia Drittenpreis
Ludwigstrasse 57
70178 Stuttgart
0711/666210

Steinbeis – Transferzentrum, Energie-, Gebäude- und Solartechnik (STZ-EGS)
Dipl. Ing. Jörg Baumgärtner
Dipl.-Ing. Josef Broll
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart
Telefon: 0711/990 07 5