

# Planungsleitfaden Plusenergie

Energieeffizienz und gebäudeintegrierte regenerative

Energieträgertechnologien in Vorentwurf und Entwurf

Teil 2 – Energieeffizienz in Städtebau und Raumplanung

U. Knappl, C. Ipser, K. Stieldorf

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

# 56c/2012

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Planungsleitfaden Plusenergie

Energieeffizienz und gebäudeintegrierte regenerative  
Energieträgertechnologien in Vorentwurf und Entwurf

Teil 2 – Energieeffizienz in Städtebau und Raumplanung

DI Ursula Knappl  
Spherolight OG

DI Christina Ipser, Prof. DI Dr. Karin Stieldorf  
Institut für Architektur und Entwerfen  
Technische Universität Wien

Wien, Juni 2012

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“).

Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Energieeffiziente Stadtplanung</b> .....	<b>4</b>
1.1 Bedeutung der energieeffizienten Stadtplanung .....	4
1.2 Geschichtlicher Hintergrund .....	4
1.2.1 Trendprognosen und Hypothesen.....	6
1.3 Potentiale der energieeffizienten Stadtplanung.....	6
1.3.1 Potentialbegriffe.....	6
1.3.2 Energie- und Ressourceneinsparpotentiale im Städtebau.....	7
1.3.3 Solares Flächenpotential .....	7
1.3.4 Potentiale der städtebaulichen Bestandsoptimierung .....	7
1.4 Ziele und Schwerpunkte der energieeffizienten Stadtplanung.....	9
1.5 Methoden der energieeffizienten Stadtplanung.....	10
1.5.1 Steuerungsinstrumente .....	10
1.5.1.1 Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung .....	10
1.5.1.2 Rechtliche Festsetzungen und deren Auswirkungen .....	11
1.5.1.3 Förderprogramme.....	11
1.5.1.4 Pilotprojekte und Städte der Zukunft .....	12
1.5.2 Planungsinstrumente.....	12
1.5.2.1 Entwurfsoptimierung durch Simulation .....	12
1.5.2.2 Überprüfung der städtebaulichen Planung.....	13
1.5.2.3 Planungsmaßnahmen .....	15
1.6 Weitere wichtige Aspekte in der energieeffizienten Stadtplanung .....	17
<b>2 Anforderungen urbaner Gebäudeplanung in Plusenergiestandard</b> .....	<b>18</b>
2.1 Vermeidung von Wärmeverlusten .....	18
2.1.1 Gebäudegeometrie.....	18
2.1.2 Kompaktheit.....	20
2.1.3 Topographie .....	21
2.1.4 Dichtheit.....	22
2.1.5 Wärmebilanz.....	22
2.2 Aktive und passive solare Gewinne.....	23
2.2.1 Anforderungen an den solaren Städtebau .....	23
2.2.2 Passive Gewinne .....	24
2.2.3 Aktive Gewinne.....	25
2.3 Stadtklimatische Aspekte .....	25
2.3.1 Klimagerechte Stadtplanung .....	25
2.3.2 Planerische Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas .....	26
2.4 Urbane Dichte - humanökologische Betrachtung.....	27
2.4.1 Das Einfamilienhaus und seine Alternativen .....	27
2.4.2 Nutzerakzeptanz.....	28

<b>3 Städtebauliche Bestandsoptimierung</b> .....	<b>29</b>
3.1 Gestalterische Faktoren bei der städtebaulichen Bestandsoptimierung .....	29
3.2 Stadtsanierung - Typisierung und standardisierte Sanierungsverfahren .....	30
<b>4 Projekte mit Vorbildwirkung</b> .....	<b>35</b>
4.1 Allgemeines .....	35
4.2 Nutzungsanforderungen .....	35
4.3 Energieeffiziente Stadtmodelle und Musterstädte .....	35
4.3.1 Hannover-Kronsberg .....	35
4.3.2 Stadtbad Chemnitz .....	35
4.3.3 Musterstadt Güssing.....	36
4.3.4 Stadterneuerung: Pilotprojekt „Köln-Bocklemünd“ .....	36
4.3.5 Stadterweiterung: SolarCity im Linzer Stadtteil Pichling .....	36
4.3.6 Stadterweiterung: Seestadt Aspern, Wien (Baubeginn 2010).....	37
<b>5 Weiterführende Informationen</b> .....	<b>38</b>
5.1 Hilfreiche Links .....	38
5.2 Empfohlene Literatur .....	38
<b>6 Literatur</b> .....	<b>39</b>



# 1 Energieeffiziente Stadtplanung

## 1.1 Bedeutung der energieeffizienten Stadtplanung

Nicht nur die Problematik des Klimawandels und der Ressourcenknappheit, sondern auch die Anforderungen des modernen und zeitgemäßen Städtebaus zeigen den Handlungsbedarf und fordern zum Umdenken auf. Städte verursachen durch hohen Ressourcenverbrauch und Schadstoffemissionen starke Umweltbelastungen, die auch Auswirkungen auf das soziale und wirtschaftliche Zusammenleben haben. Verbesserte Technologien zur Energiegewinnung können bei gleichzeitigem Anstieg des Energiebedarfs keinen Ausgleich schaffen. Aus diesen Gründen wird die energieeffiziente Stadt zu einem unerlässlichen Zukunftsmodell.

Betrachtungen zum Thema Energieeffizienz sollten in der Stadtplanung mittlerweile als Normal- und nicht als Sonderfall erfolgen. Energiegerechte Stadtplanung ist Stand der Technik und ein wichtiger Bestandteil des modernen Städtebaus. Sie reagiert auf schlechte Umwelt- und Lebensbedingungen und bildet die Voraussetzungen für die Entstehung bzw. Verwirklichung energieeffizienter Bauweisen.

Durch energieeffiziente Stadtplanung von Neubaugebieten können bereits im Vorfeld überflüssige bauliche Maßnahmen an den Gebäuden vermieden werden. Sie bildet die Basis für eine effektive energieoptimierte Gebäudeplanung, welche sich durch verstärkte Dämmmaßnahmen, regenerative Energieerzeugung und eine rationelle Energieversorgung auszeichnet. Der Mehraufwand gegenüber herkömmlicher Städteplanung amortisiert sich also innerhalb kurzer Zeit.

Wesentliche Planungsziele des effizienten Städtebaus liegen in der Senkung des Gebäude-Wärmeverlustes durch ein geeignetes Oberflächen-Volumen-Verhältnis, der Schaffung optimaler Voraussetzungen für eine aktive und passive Solarenergienutzung, sowie einer effizienten Wärmeversorgung.

## 1.2 Geschichtlicher Hintergrund

Energieeffiziente Stadtplanung ist eine Fortführung revolutionärer Bewegungen im Umgang mit menschlichem Wohlbefinden im urbanen Raum – in diesem Zusammenhang spricht man heute auch von der „Zweiten Moderne“.

In der Moderne des 19. Jahrhunderts fand ein grundlegendes Umdenken in der Stadtplanung statt. Planer und Architekten sahen sich dazu veranlasst, sich mit den Missständen, hervorgerufen durch die industrielle Revolution, auseinanderzusetzen. Daraus entstanden zwei erste moderne Stadtkonzepte: die Gartenstadt und die Funktionale Stadt.

Das Gartenstadtkonzept Ebenezer Howards stellte eine Reaktion auf die schlechten Wohn- und Lebensverhältnisse der breiten Bevölkerung am Ende des 19. Jahrhunderts dar. Die Gartenstadt sollte eine großemäßig begrenzte Stadt mit ökonomischer Basis sein, die durch

Industrie/Handwerk und Landwirtschaft gebildet wird. Sie beinhaltet landstädtische Bauformen, welche durch die Parameter Luft, Licht, Sonne und Grün sowie durch organische Straßengrundrisse und eine Anpassung an die Topographie bestimmt werden. Die Bewohner müssen sich in die vorgegebenen Strukturen der Wohngemeinschaft einfügen.

Mit der Funktionalen Stadt legte Le Corbusier ein neues und radikales Konzept als Diskussionsschwerpunkt beim vierten Internationalen Kongress für neues Bauen 1933 (CIAM, Charta von Athen) vor. Im Mittelpunkt der Idee standen menschliche Bedürfnisse und die Verbesserung der Lebensbedingungen in den Städten. Auch hier spielten die Parameter: Raum, Luft, Licht, Sonne, Grün und Ruhe eine wesentliche Rolle. Vor allem die Abschottung des Wohnraums von Belastungen durch Industrie oder Verkehr, sowie eine strikte Trennung der Funktionen sollten in der Planung vordergründig sein und auf die städtebauliche Ebene ausgeweitet werden.

Tatsächlich verliefen die städtebaulichen Entwicklungen zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Mitteleuropa häufig nicht sehr geregelt. Nach dem ersten Weltkrieg wurden im deutschsprachigen Raum zahlreiche Villen- und Behelfssiedlungen errichtet, was zur Zersiedelung des Umlandes der gewachsenen Städte führte. Es kam zu Bestandsveränderungen, die vom Baublock über die Zeile bis hin zum Punkthaus führten. Nach dem zweiten Weltkrieg fand eine explosionsartige Ausbreitung ineffizienter Bauungsstrukturen im Umraum von Kleinstädten und Dörfern statt. Das Problem der Zersiedelung wurde durch den aufkommenden Individualverkehr gelöst. Der Stellenwert des PKWs nahm zu und führte schließlich zu mehr Platzbedarf für Parkmöglichkeiten und einem Ausbau der Straßen. Für die zersiedelten Dörfer musste eine ausreichende Infrastruktur geschaffen werden und Einkaufszentren wurden sehr häufig „auf der grünen Wiese“ errichtet.

Erst die Ölkrisen der 70er Jahre verursachten ein Umdenken in der Bevölkerung und boten Anlass zur Entwicklung und politischen Debatte über rationelle Energieverwendung und die Nutzung erneuerbarer Energien. Als Reaktion entstanden revolutionäre Architekturprojekte und technisch innovative Konzepte, wie sie etwa 2008 in Montreal in der Ausstellung „1973: Sorry, Out of Gas“<sup>1</sup> gezeigt wurden.

In den 80er und 90er Jahren wurden wichtige Entwicklungsimpulse in Richtung einer breiten Markteinführung verschiedener regenerativer Energieträgertechnologien gesetzt und erste Demonstrationsprojekte für besonders energieeffiziente Bauweisen realisiert.

Auch in der Stadtplanung kommt es wieder zu einem Umdenken. Die „Zweite Moderne“ zu Beginn des 21. Jahrhundert, entspricht einer Reform der ursprünglichen Bewegung im 19. Jahrhundert. Ihre Inhalte betreffen neben der Thematik nachhaltiger Entwicklungen, den Wiederaufbau ökologischer Kreisläufe, eine Reorganisation der technischen Infrastruktur und eine neue Form der Urbanität.

---

<sup>1</sup> Die ausstellungsbegleitende Internetseite kann unter <http://www.sorryoutofgas.org/> abgerufen werden.

### 1.2.1 Trendprognosen und Hypothesen

Ausgehend von aktuellen Trendprognosen der Stadtentwicklung werden Extremszenarien von völliger Zersiedelung der Landschaftsräume bis hin zur autofreien Stadt dargestellt. Bei genauerer Betrachtungsweise im Gesamtkontext bezogen auf Infrastruktur und Verkehr findet ein langsames, aber erzwungenes Umdenken in eine gesteuerte Siedlungsentwicklung, die sich stark am öffentlichen Verkehr orientiert, statt.

Eine Ableitung möglicher Entwicklungsszenarien erfordert eine genaue Analyse historischer Beispiele, sowie die zu schaffenden Maßnahmen für deren Erhaltung bzw. Verbesserungen in Bezug auf Ressourceneffizienz und höherer Lebensqualität. Aufgrund des steigenden Komforts und der Zunahme an technologiebasierter Ausstattung müssen neue Zukunftstechnologien, innovative Baustoffe und Techniken eingesetzt werden, um den Energieverbrauch der Städte und ihrer Bewohner standhalten zu können.

Die Gesellschaftsform spiegelt sich in der gebauten Umgebung sowie in den Raumkonzepten wider. Das Raum- und Nutzungsverhalten der Bewohner prägt ihre Lebensräume. Dauerhafte Nutzungsspuren sind in den Siedlungsräumen deutlich erkennbar. Die Vorzüge des Wohnumfeldes und die Lebensqualität fußen im Gestaltungskonzept. Dies bedeutet eine Planung für die Gemeinschaft und nicht für das Individuum und beinhaltet kommunikative Raumsysteme auf Basis des Zusammenlebens. Dazu ist eine Bewusstseinsbildung aller Beteiligten im Planungs- und Gestaltungsprozess erforderlich.

## 1.3 Potentiale der energieeffizienten Stadtplanung

### 1.3.1 Potentialbegriffe

Im Zusammenhang mit Energieeffizienz und regenerativen Energien werden unterschiedliche Potentialbegriffe definiert:

Potentialbegriffe	
<b>Theoretisches Potential</b>	Das theoretische Potential wird durch physikalische Gesetzmäßigkeiten bestimmt (z.B. die jährliche Sonnenenergieeinstrahlung auf einer bestimmten Fläche).
<b>Technisches Potential</b>	Das technische Potential ist geringer als das theoretische Potential und basiert auf dem technischen Entwicklungsstand einer Technologie (z.B. dem Wirkungsgrad einer Photovoltaik-Anlage).
<b>Sozioökonomisches Potential</b>	Das sozioökonomische Potential ist durch Verhaltens- und Lebensstiländerungen bedingt (z.B. als komfortabel empfundene Raumtemperaturen).
<b>Wirtschaftliches Potential</b>	Das wirtschaftliche Potential beinhaltet den Kostenvergleich von Systemkosten aus der Nutzung erneuerbarer Energien zu konkurrierenden Systemen (z.B. Investitions- und Betriebskosten einer PV-Anlage im Vergleich zu aktuellen Strompreisen).
<b>Erwartungspotential</b>	Das Erwartungspotential gibt die tatsächlich erwartete Ausschöpfung des technischen und wirtschaftlichen Potentials an.

Tabelle 1: Definition unterschiedlicher Potentialbegriffe.

### 1.3.2 Energie- und Ressourceneinsparpotentiale im Städtebau

Das Energie- und Ressourceneinsparpotential im Städtebau ist enorm - wird in der Regel jedoch bei weitem nicht ausgeschöpft. Städtebauliche Optimierung schafft vielfach die Voraussetzungen für energieeffiziente Bauweisen und für eine wirtschaftlich sinnvolle aktive Sonnenenergienutzung. Passive Solarenergiegewinne gewinnen mit zunehmendem baulichem Wärmeschutz in der Heizwärmebilanz an Bedeutung. Sie können durch solarenergetische Planung ohne baulichen Aufwand deutlich gesteigert werden.

Insgesamt kann in Neubaugebieten durch strategische Stadtplanung der Heizenergiebedarf in der Regel um ca. 5-10% und in Einzelfällen um bis zu 40% gesenkt werden. (Goretzki 2007, S. 66)

### 1.3.3 Solares Flächenpotential

Solare Potentiale sind abhängig von Gegebenheiten wie Nutzungsart von Gebäuden und Außenräumen, städtebauliche Dichte, Ausrichtung und Kompaktheit der Gebäude, Bauphysik, Gebäudetechnik, Besonnung und Belichtung, Energieversorgungsinfrastruktur sowie von der Menge und Qualität solartechnisch geeigneter Dach- und Fassadenflächen. Für Österreich wird das gesamte technische solare Flächenpotential auf etwa 114 km<sup>2</sup> Dach- und rund 52 km<sup>2</sup> Fassadenfläche geschätzt. (Kaltschmitt 2009, S. 189)

Solartechnisches Flächenpotential pro Person in Westeuropa		
Auf Dächern		An Fassaden
9 m <sup>2</sup>	Wohngebäude	3,5 m <sup>2</sup>
3 m <sup>2</sup>	Agrargebäude	0,5 m <sup>2</sup>
2,5 m <sup>2</sup>	Industriebauten	1 m <sup>2</sup>
2,5 m <sup>2</sup>	Nutzbauten	1 m <sup>2</sup>
1,5m <sup>2</sup>	Andere Gebäude	0,5 m <sup>2</sup>
<b>18,5 m<sup>2</sup></b>	<b>alle Gebäude</b>	<b>6,5 m<sup>2</sup></b>

Tabelle 2: Solare Potentialfläche in Westeuropa pro Person auf Dächern und Fassaden (Quelle: Everding (Hrsg.) 2007, S.233)

### 1.3.4 Potentiale der städtebaulichen Bestandsoptimierung

Das größte Potential energieeffizienter Planung liegt eher in der Bestandssanierung als im Neubaubereich.

Städtische Sanierungskonzepte können nur auf Basis einer präzisen Analyse der Stadtcharakteristik (vgl. Stadtbausteine, Stadtraumtypen) erfolgreich umgesetzt werden. Dazu muss die sogenannte „Eingriffsempfindlichkeit“ des jeweiligen Stadtbausteins im Sanierungskonzept definiert werden. Im Konzept erfolgt die Bündelung einzelner

Sanierungsmaßnahmen sowie die Einbindung in ein integriertes Gesamtgefüge. Dabei handelt es sich um die Erstellung einer städtebaulichen Analyse anhand entstehungsgeschichtlicher Aspekte und um die Verbesserung baulicher Defizite. Daraus kann ein städtebaulicher Maßnahmenkatalog abgeleitet werden, der sowohl ein Freiraumkonzept als auch architektonische und gestalterische Aspekte innerhalb des Sanierungsvorhabens vorsieht.

Die Integration solartechnischer Komponenten in die bestehende Stadtarchitektur birgt einerseits ein großes Potential und muss andererseits äußerst sensibel verfolgt werden. Bei der Entwicklung solarenergetischer Sanierungskonzepte müssen die gestalterischen Ausgangspunkte sowie die Erscheinung der Solarkomponenten im gesamten Stadtkontext betrachtet werden. Wesentlichen Einfluss auf die Sanierungsmethoden und -maßnahmen haben jedoch ökonomische Aspekte. Meist sind Sanierungsprojekte mit integrierter Solartechnik ausschließlich mit Hilfe von Förderprogrammen finanzierbar.

Bei der städtischen Sanierung müssen städtische Rahmenkonzepte für einen bestimmten Stadtraumtyp zugeschnitten werden. In der Praxis wurden gelungene Pilotprojekte in Deutschland mit „Bielefeld-Schneidemühlerstraße“ und „Köln-Bocklemünd“ durchgeführt. Der Erfolg dieser Nachkriegsbautensanierung liegt in den im Vorfeld durchgeführten Studien zur Eingriffsempfindlichkeit. In den Pilotprojekten wurden Photovoltaikmodule in die gestalterische Syntax unter Miteinbeziehung gegebener Gebäudecharakteristika integriert.

Ziel der nachhaltigen Stadtsanierung ist ein ökologischer Stadtumbau unter besonderer Berücksichtigung solarenergetischer Aspekte. Dabei muss die Einbindung solartechnischer Komponenten in Einklang mit den Stadtbausteinen stehen. Eine zielgerichtete Auslobung von Wettbewerben für die Neuplanung bzw. Sanierung städtischer Teilgebiete ist eine empfehlenswerte Herangehensweise. Um die Qualität des Vorhabens zu steigern, sollte die Festlegung von Energiegrenzwerten und energetische Ziele im Vorfeld geklärt werden. Die Prüfung nach architektonischer Qualität sollte unter strengen Auflagen geschehen. Die Sanierung an städtebaulichen Schlüsselstellen ist vorrangig. Dadurch wird eine Qualitätsverbesserung und Imageaufwertung stigmatisierter Stadtquartiere schneller erzielt.

Als Schlussfolgerung einer idealen Vorgehensweise lässt sich ein methodischer Ansatz zur Analyse typologischer und struktureller Merkmale von Dach und Fassade ableiten. Die Klärung wichtiger gestalterischer Randbedingungen für die Integration solartechnischer Systeme sollte bei der Planung im Vorfeld genau erwogen werden. Nachkriegsbauten lassen sich aufgrund ihrer strukturierten und konstruktiven Merkmale gut typisieren. Sie sind daher für ein standardisiertes Sanierungsverfahren, welches eine serielle Reihung der Bauteile beinhaltet, gut geeignet. Unter standardisiertem Sanierungsverfahren versteht man die Entwicklung übertragbarer Lösungsmodelle für 50er-, 60er- und 70er-Jahre Bauten. Bei Gründerzeithäusern ist dies nicht der Fall. Hier bedarf es einer sorgfältigen und sensiblen Herangehensweise und speziell auf den Einzelfall zugeschnittener Sanierungskonzepte. Die Bestände werden durch die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen an heutige bzw. künftige Wohnverhältnisse angepasst.

<b>Sanierungspotentiale städtischer Stadtbausteine</b>		
<b>Fallbeispiel</b>	<b>Objektbeschreibung</b>	<b>Möglichkeiten</b>
Wohnungsbau um 1900 Gründerzeithaus	5-geschossig: Sockel-, Mezzanin-, Regelgeschosse ziegelgedecktes Satteldach, 42° Dachneigung Fassade: rhythmische horizontale und vertikale Gliederung, hervorspringende Risalite, Gesimse, ornamentale plastische Gliederung	Anordnung von PV- Elementen im Dachbereich oder im Oberlichtbereich als integrierter Blend- und Sonnenschutz möglich
Verwaltungsbau 50er Jahre	Dach: blechgedecktes Satteldach, asymmetrisch geneigt Straßenfassade: Vorhangfassade aus Leichtmetallprofilen, rhythmische Gliederung aus farbigen Glasbrüstungselementen und Fixverglasungen	Dachfläche: gut geeignet für großflächige Anordnung solartechnischer Elemente Fassade: opake Brüstungselemente und Fixverglasungen sind ideal für Integration semitransparenter PV- Module Pfosten-Riegel-Fassade: Struktur ist gut geeignet für die Integration solartechnischer Elemente
Siedlungsgebäude der 60er Jahre	5-geschossiges Punktwohnhaus Fassade: 2 asymmetrische vertikal geschlossene Teilflächen; axial angeordnete Fensteröffnungen; horizontal kontinuierliche Abfolge gleicher Geschosse	Orientierung an vorhandenen Proportionen und Größen; Verwendung weißer Deckprofile zur Akzentuierung der Rasterung; Kollektorflächen an der Südfassade

Tabelle 3: Beispiele städtischer Sanierungspotentiale (Quelle: Everding (Hrsg.) 2007)

## 1.4 Ziele und Schwerpunkte der energieeffizienten Stadtplanung

Die Ziele einer energieeffizienten Planung auf Siedlungsebene liegen in der Schmälerung des Energieeinsatzes und Ressourcenverbrauchs durch Reproduktion, Substitution und Regeneration bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Nutzeransprüchen, stadtökologischen Aspekten, sowie Anforderungen der Stadtgestalt und des öffentlichen Raums.

Eine Optimierung der Ressourceneffizienz wird unter anderem durch die Implementierung zukunftsweisender Gebäudekonzepte wie etwa dem Plus-Energie-Standard erzielt. Auch die Substitution des Individualverkehrs durch hochrangigen öffentlichen Verkehr spielt eine wesentliche Rolle. Anstatt eines ringförmigen wird ein polyzentrales Siedlungswachstum, sowie ein ausgewogenes Maß an Nachverdichtung und infrastruktureller Ergänzung in zersiedelten Bereichen angestrebt.

Neben der Beachtung energetischer und flächensparender Kriterien, stellen auch die Neubestimmung des öffentlichen Raumes und die Berücksichtigung sich rasch ändernder

raum- und zeitbezogener Nutzeransprüche wesentliche Parameter der energieeffizienten Stadtplanung dar.

Das Hauptaugenmerk liegt allerdings in der Formulierung der Qualitätskriterien für Stadtgestalt und ressourceneffizienter Siedlungs- und Bebauungsstrukturen. Ein Themenschwerpunkt energieeffizienter Siedlungsstrukturen liegt in der optimalen Orientierung der Gebäude. Rein südorientierte Bebauungsstrukturen wirken stadtgestalterisch monoton - es bedarf daher der Berücksichtigung der Orts- bzw. Stadtgestalt und deren Funktionsprogramm. Gebaute Beispiele bezüglich Ressourceneffizienz im Einklang mit stadträumlichen Qualitäten wurden in Deutschland mit der Südstadt Tübingen und Vauban Freiburg und in Österreich mit der SolarCity Linz und der Brünnerstraße in Wien umgesetzt.

## **1.5 Methoden der energieeffizienten Stadtplanung**

### **1.5.1 Steuerungsinstrumente**

Neben den einzelnen Planungsparametern, gestalterischen Faktoren, sozioökonomischen Aspekten, stadthistorischen Hintergründen etc., schaffen politische Strukturen mit der Erstellung von Verordnungen, Richtlinien und Gesetzen die Rahmenbedingungen für gegenwärtige und künftige Entwicklungen.

Festlegungen in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen bilden die Voraussetzungen für energieeffizientes Bauen. Der Bebauungsplan gilt als wichtigstes Instrument energieeffizienter Stadtplanung. Er basiert auf dem Flächenwidmungsplan und unterliegt dem Raumordnungsgesetz des jeweiligen Bundeslandes (in Österreich). Ausschlaggebend für die Qualität der Energieeffizienz im städtebaulichen Entwurf ist das räumliche Konzept mit seinen gestalterischen Qualitäten innerhalb gesetzlicher bzw. rechtlicher Bestimmungen.

#### **1.5.1.1 Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung**

Die jeweiligen gesetzlichen Vorschriften, Bauordnungen und Richtlinien geben den Spielraum für den solarenergetischen Entwurf vor. Für die Umsetzung von Energieeffizienz in der Planungspraxis bedarf es politischer Beschlüsse. In Dortmund liegt bereits ein Beschluss vor, welcher die solarenergetische Überprüfung mittels computergestützter Simulation verlangt.

Kommunale Widmungspolitik, Raumordnungsgesetze, bewusstseinsbildende Maßnahmen (z.B. Bürgermeister Schulungen) und „Best-Practice“-Gemeinden sorgen für Fortschritt in der energieeffizienten Stadtplanung.

Festsetzungen der solarenergetischen Mindeststandards in der Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung ermöglichen eine Beurteilung städtebaulicher Entwürfe. Gesetzliche Regelungen und Vorschriften bezüglich Bauweise, Geschosshöhe, First- und Traufhöhe, Dachform, überbaubarer Grundstücksfläche, äußerer Gestaltung bestimmen über die Gebäudegeometrie maßgeblich den Wärmeverlust bzw. die passiven solaren Erträge der Gebäude und somit den Heizenergiebedarf. Die Bestimmungen der genehmigten Dachneigung

beeinflussen vor allem die aktiven solaren Gewinne. Festsetzungen betreffend das Erschließungssystem, den Grundstückszuschnitt sowie die Grundstücksgröße bestimmen die Anschlussdichte und definieren somit die Voraussetzungen und Wirtschaftlichkeit der Energie- bzw. Wärmeversorgung.

Mit Hilfe der Gesetzgebung kann die Nutzung erneuerbarer Energien als Wirtschaftsgut für Bauherren interessant werden. Im Bebauungsplan sollen daher günstige Voraussetzungen zur passiven, thermischen und photovoltaischen Sonnenenergienutzung geschaffen werden.

#### **1.5.1.2 Rechtliche Festsetzungen und deren Auswirkungen**

Durch planungsrechtliche Festsetzungen können geeignete Voraussetzungen zur Nutzung erneuerbarer Energien geschaffen werden. Dies betrifft vor allem geeignete Dachflächen und optimale Anordnung bzw. Stellung der Baukörper.

Die Grundlagen bzw. die Vorgaben städtebaulicher Strukturen sind im Bebauungsplan und im Flächenwidmungsplan geregelt, die wiederum den Raumordnungsgesetzen des jeweiligen Bundeslandes unterliegen (Gemeindeplanung in Österreich). Bestimmungen zur Gebäudetypologie und die Bebauungsdichte werden hier festgelegt. Es bedarf einer individuellen Überprüfung und Abstimmung aller Planungsparameter und bauordnungsrechtlichen Bestimmungen hinsichtlich energetischer Auswirkung.

Die im Bebauungsplan getroffenen Festsetzungen haben Auswirkungen auf mögliche Wärmeverluste der Gebäude aufgrund des vorgeschriebenen Grads an Kompaktheit. Dies beinhaltet im Speziellen das Außenflächen-Wohnflächen-Verhältnis sowie das Außenflächen-Oberflächen-Verhältnis. Dadurch ergibt sich der Jahres-Primärenergiebedarf. Die Art und das Maß der baulichen Nutzung treffen Festlegungen in Bezug auf die Höhe baulicher Anlagen, Grundflächenzahl, Vollgeschosse, Geschossflächenzahl, Baumassenzahl. Mit Hilfe von Baulinien, Baugrenzen und Bebauungstiefen wird die überbaubare Grundstücksfläche sowie die Stellung baulicher Anlagen definiert.

Die nachträgliche Anbringung erforderlicher Wärmedämmung an der Außenfassade steht oft im Konflikt zum vorgeschriebenen Gebäudeabstand und verursacht zudem eine Erhöhung der erlaubten Bebauungsdichte. Sanierungsmaßnahmen am Bestand können auch aufgrund von brandschutzrechtlichen Bestimmungen eingeschränkt werden. Weiterführende Literatur zu diesem Thema: [Kriterienkatalog Plus-Energiesanierung | AEE – Institut für Nachhaltige Technologien, 2010]

#### **1.5.1.3 Förderprogramme**

Staatliche Förderungen unterstützen meist nur Teilaspekte innerhalb eines Maßnahmenkatalogs. Allerdings hängt die städtebauliche Qualität davon ab, ob alle vorhandenen sozialen, städtebaulichen und architektonischen Anforderungen (bauphysikalisch, baukonstruktiv, stadtraum- und gebäudetypologisch) erfüllt werden.



Zur Durchführung innovativer urbaner Projekte müssen die Rahmenbedingungen auf die Anwendung erneuerbarer Energien in bestehenden Förderprogrammen modifiziert werden. Dies beinhaltet eine inhaltliche Kombination von erneuerbaren Energiekonzepten mit anderen städtebaulichen Fragestellungen und ein breitgefächertes Spektrum verschiedener Sanierungsmaßnahmen. Die Finanzierung eines Sanierungskonzeptes kann über mehrere Förderprogramme abgewickelt werden, um ein möglichst umfangreiches Maßnahmenmodell umsetzen zu können.

Förderprogramme setzen auf die Vorbildwirkung ihrer Projekte. Daher sollten die Anforderungsprofile eines solaren Städtebaus genau definiert werden, die später auch in die Planung zukünftiger Baugebiete und Sanierungsvorhaben einfließen sollen. In den Anforderungsprofilen sollten Planungskennziffern zur Bewertung der solaren und energetischen Qualitäten enthalten sein.

#### **1.5.1.4 Pilotprojekte und Städte der Zukunft**

Durch die Etablierung von Pilotprojekten werden die planerischen Voraussetzungen ebenso erkennbar wie die späteren Auswirkungen der unterschiedlichen Energiekonzepte auf die städtebauliche Entwicklung.

Mit der Initiative SMART CITIES wurde auf europäischer Ebene eine Plattform zur Umsetzung von Demonstrationsprojekten und für die rasche Markteinführung innovativer Energietechnologien geschaffen. Diese Initiative wurde über den SET-Plan (Strategische Energie Technologie) ins Leben gerufen. Mit Hilfe von F&E-Programmen („Haus der Zukunft“ und „Energiesysteme der Zukunft“) haben österreichische Forscher und Unternehmer die Chance für eine erfolgreiche Beteiligung an transnationalen Aktivitäten (siehe BMVIT, AIT).

### **1.5.2 Planungsinstrumente**

#### **1.5.2.1 Entwurfsoptimierung durch Simulation**

Energieeffizienter Städtebau umfasst eine Vielzahl an Parametern, die in einem komplexen Wirkungszusammenhang zu einander stehen. Für die Bewertung bzw. Optimierung städtebaulicher Entwürfe in Bezug auf Energieeffizienz ist daher unter anderem eine computergestützte Simulation erforderlich. Simulationsprogramme werden auch für die solar-energetische Optimierung bzw. Prüfung von Bebauungsplänen eingesetzt.

#### **Städtebauliche Modelle**

Die richtige Modellbildung sowie die Auswahl geeigneter Bewertungskennwerte zählen zu den wesentlichen Planungsgrundlagen. Das städtebauliche Modell beinhaltet alle räumlichen Elemente der näheren Umgebung, sprich alle bestehenden und geplanten Gebäude bzw. Bepflanzungen sowie die Topographie des Planungsbereichs.

Wärmeverluste und Solargewinne sollten nicht gesondert, sondern stets im Wirkungszusammenhang betrachten werden - vor allem die Verschattungswirkung auf

umgebende Bebauung ist dabei maßgeblich. Eine einseitige Bewertung kann zu einem gravierenden Energiemehrverbrauch führen. Bei der Schattenwurfsermittlung muss über einen längeren Betrachtungszeitraum simuliert werden, um eine annähernde Aussage über solarenergetische Auswirkungen treffen zu können. Teilverschattungen durch wechselnde Belaubung der Bäume kann beispielsweise gar nicht erfasst werden.

Eine Optimierung ganzer Baugebiete mittels Verschattungsstudien ist in der Regel nicht möglich, da diese zu komplex ist und daher auch nicht finanzierbar. Die Optimierung eines Einzelobjektes kann im energieeffizienten Städtebau jedoch eine Verschlechterung der Nachbargebäude hervorrufen und umgekehrt.

Die Berechnung des wohnflächenspezifischen Heizwärmebedarfs zählt – vor allem bei der solarenergetischen Wettbewerbsvorprüfung – als CO<sub>2</sub>-relevantes Kriterium. Dies beinhaltet die Bilanzierung passiver Solargewinne aufgrund städtebaulicher Randbedingungen und der gebäudegeometrisch bedingten Wärmeverluste für den definierten Wärmeschutzstandard. Die Solargewinne setzen sich im städtischen Modell aus allen Gebäuden bzw. Fassaden zusammen. Man beachte, dass Berechnungsergebnisse einzelner Gebäude in einfachen Zeilenstrukturen sich bei der städtebaulichen Simulation nicht auf den gesamten Planungsbereich übertragen lassen. Daher wurden eigens geschaffene Simulationsprogramme für die solarenergetische Stadtoptimierung entwickelt.

### **Simulationssoftware**

Die städtebauliche Optimierungssimulation erfolgt unter Einbeziehung der aktiven und passiven Solargewinne und bilanziert somit den Heizwärme- bzw. Primärenergiebedarf für den gesamten Planungsbereich. Dabei müssen für jedes einzelne Gebäude die Besonnungskriterien bzw. solaren Gewinne erfasst werden. Daher kann nur ein speziell auf Städtebau gerichtetes Simulationssystem verwendet werden, welches alle planungsrelevanten Parameter mit einbezieht.

Als wichtigste Parameter bei der Wahl des Simulationsprogramms müssen die Eignung und die Berechnungsgenauigkeit gewährleistet sein.

#### ***1.5.2.2 Überprüfung der städtebaulichen Planung***

Städtebauliche Planungen müssen auf ihr solarenergetisches Potential überprüft werden, damit Optimierungsmaßnahmen gesetzt werden können.

Bei städtebaulichen Wettbewerben müssen bereits in der Auslobung solarenergetische Anforderungen definiert und mittels Computersimulation quantitativ überprüft werden. Dabei sollen die Aspekte der Nutzung regenerativer Energien, betreffend die aktive und passive Solarenergie, und der nachhaltigen Bauweisen bezogen auf Wärmebedarfsminimierung, im Anforderungskatalog der Ausschreibung enthalten sein um somit als Kriterien in die Wettbewerbsbeurteilung einfließen.

Die solarenergetischen Beurteilungskriterien beinhalten:

- die solaren Verluste bei der passiven Sonnenenergienutzung durch ungünstige Orientierung, Gebäudeverschattung und/oder vegetations- bzw. topographisch bedingter Verschattung.
- eine Bewertung der Kompaktheit durch Ermittlung des wohnflächenspezifischen Wärmeverlustes entsprechend der definierten Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz.
- eine Bewertung der Gesamtenergiebilanz durch die Ermittlung des Primärenergiebedarfs für Heizung und Warmwasseraufbereitung.
- die Einhaltung der Mindestanforderungen an die Besonnungsdauer (z.B. lt. DIN).

Auch allgemeingültige städtebauliche Kriterien und die Eingriffsempfindlichkeit spielen eine wesentliche Rolle bei der solarenergetischen Entwurfsoptimierung.

Die Überprüfung basiert auf baurechtlich festgelegten solarenergetischen Mindeststandards, welche maximal zulässige solare Verluste, wohnflächenspezifische Energiebedarfsdaten und Berechnungsverfahren beinhalten sollten. Somit können städtebauliche Konzepte und Entwürfe bereits in ihrer frühen Phase optimiert werden.

### 1.5.2.3 Planungsmaßnahmen

#### Planungsempfehlungen für die Stadtplanung und den Stadtumbau

Analysen / Studien	Konzepte / Festlegungen	Vorgehensweise
Umweltstudien	Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung	Einbindung klimatischer Gegebenheiten im Masterplan
Bedürfnisanforderungen Funktionsprogramme	Neues Funktionsprogramm Nutzungskonzepte aufgrund unterschiedlicher wirtschaftlicher und demographischer Prognosen Nutzungsdurchmischung (Gebäude-, Block- und Gebietsdurchmischung)	Integration von Nutzung, Stadtstruktur, Verkehr und Energie Schaffung von Identifikation mit dem Stadtteil (Charakteristik) Breitgefächertes Angebot von verschiedenen Parzellengrößen
Ökologische Verdichtung	(Nach-) Bebauungsdichtenkonzept	Abgestufte bauliche Dichten Umnutzung von innerstädtischen Brachen (Innen vor Außen) Objektconfiguration durch dichte, kleinteilig parzellierte Bebauung
Variantenstudien	Ideen, Skizzen, Visionen	Erstellung unterschiedlicher Szenarien
alte/neue Infrastruktur Versorgungseinrichtungen integrierter städtischer Organismus	Lagebestimmung, identitätsstiftende Sichtbeziehungen multifunktionales Stadtzentrum nutzungsdurchmischte Nachbarschaftseinheit	Nähe zum Stadtzentrum (kurze Wegstrecken) Gewerblich genutzte Erdgeschoßzonen sorgen für Belebtheit des öffentlichen Raumes
Verkehr Anbindung Wegführung Erhebung der täglichen Wege	Verkehrskonzept, Verkehrsberuhigung Anbindungskonzept Ausgeklügeltes Wegenetz Erschließungskonzept (autofrei, autoreduziert oder verkehrsberuhigt) Bevorzugung der Fußgänger und Radfahrer innerhalb der Baublöcke	Tempolimits Haltestellen als wichtige Konzentrationspunkte, fußläufige Erschließung, Erreichbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel Ausbau der Schiene als leistungsfähiges Nahverkehrsmittel, kurze Intervalle öffentlicher Verkehrsmittel
Energiebedarf, -verbrauch CO2-Vermeidung	Energieversorgungskonzept: Heizung, Warmwasseraufbereitung, elektrische Energiegewinnung, umweltfreundliche Energieträger	Dezentrale vs. zentrale Energieversorgung Dach- bzw. Sonnenkollektoren Windkraft Integrierte Photovoltaik
Entsorgung	Entsorgungs- und Recyclingkonzepte	Abwasserfreie Siedlungen durch Reinigung des Grauwassers Müllseparations- und Verwertungsanlagen

---

**Planungsempfehlungen für die Stadtplanung und den Stadtumbau**


---

Analysen / Studien	Konzepte / Festlegungen	Vorgehensweise
Freiflächenbedarf Außenraumgestaltung Öffentlicher Raum	Grünraumkonzept Straßenraumgestaltungskonzept Gestaltungskonzept Baukörperanordnungskonzept Vegetationskonzept	Schaffung von Kontinuität im Raum durch Feinstruktur gleichartiger Gliederungselemente, proportionale Platzgestaltung Hierarchisch gestufte öffentliche Räume, Plätze mit hoher Aufenthaltsqualität durch belebte Begrenzungen, Nutzungsvielfalt, Zugänglichkeit, Ablesbarkeit, Sicherheit urbaner Komfort, urbanes Raumerlebnis durch straßenraumbegleitende Bebauung und Setzung von Vegetationselementen, abwechslungsreiche Bebauungsstrukturen Berücksichtigung der Charakteristika der Stadtbausteine
Stadtklimatische Aspekte	Stadtklimakonzept	Windkorridore zur Durchlüftung der Stadt im Sommer Hierarchisches Grünflächenkonzept in Abstimmung zur Hauptwindrichtung
Bauweise Eingriffsempfindlichkeit Bilanz	Passiv-, Solar- oder Plusenergiekonzept Neubau, Bestandssanierung	Ableitung der Vorgehensweise laut Projektanforderungen und Möglichkeiten in Bezug auf baurechtliche Bestimmungen, Erhaltung der Stadtcharakteristik, sozi-ökologischen Auswirkungen und Energieziele Flexibilität und Variabilität bei Ausgestaltung von Gebäuden standardisierte Lösungsmodelle für Stadtraumtypen Erfüllung energetischer Anforderungsprofile

---

---

**Planungsempfehlungen für die Stadtplanung und den Stadtumbau**

Analysen / Studien	Konzepte / Festlegungen	Vorgehensweise
Soziale Aspekte	Nutzungskonzept	Vielfalt an Wohnformen, Gebäudetypen und Nutzung durch viele soziale Gruppen Soziale Einrichtungen und Angebote Partizipative Organisationsformen, Gemeinschaftsflächen und –räume, Betreuung/Beratung in der Stadt, Selbstverwaltung, Verantwortung als Grundprinzip

*Tabelle 4: Planungsmaßnahmen für den ganzheitlichen städtebaulichen Entwurf (nach Everding (Hrsg.) 2007)*

### 1.6 Weitere wichtige Aspekte in der energieeffizienten Stadtplanung

Die Verkehrsplanung ist wesentlicher Bestandteil des Städtebaus, allerdings wird dieser Punkt hier nicht näher behandelt. Ebenso die Problematik der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Luftschadstoffe bzw. Treibhausgase und deren Reduktion als langfristiges Klimaschutzziel kann nur kurz angeschnitten werden. Erneuerbare Energieträgersysteme werden in Teil 4 des Leitfadens ausführlich behandelt.

## 2 Anforderungen urbaner Gebäudeplanung in Plusenergiestandard

Basierend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhausstandard wird im Plusenergiekonzept neben einer verbesserten Energieeffizienz auf den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energieträger und ökologische, nachwachsende Rohstoffe gesetzt. Dabei erfolgt die Energieerzeugung direkt vor Ort, also am Standort bzw. am oder im Gebäude selbst. Dabei wird auch auf eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerbedürfnisse besonderen Wert gelegt. In Österreich und Deutschland werden bezüglich Ökoeffizienz und Nachhaltigkeit in der Stadt- und Gebäudeplanung richtungsweisende Schritte demonstriert.

Das Maßnahmenpaket für die Stadtsanierung bzw. energieeffiziente Stadtentwicklung umfasst neben bautechnischer Anforderungen auch die Sicherstellung der Energieversorgung. Die Planung berücksichtigt die optimale Sonnenausrichtung als Energiequelle für Heizung und Warmwasseraufbereitung. Die Minimierung der Wärmeverluste wird zum einen über kompakte Bauformen und zum anderen durch verbesserte Gebäudehüllen gesteuert.

### 2.1 Vermeidung von Wärmeverlusten

#### 2.1.1 Gebäudegeometrie

Der spezifische Wärmeverlust steht in Zusammenhang mit der Gebäudegeometrie. Die Optimierung der Gebäudegeometrie beinhaltet eine quantitative Abstimmung der zulässigen Gebäudeabmessungen, überbaubare Grundstücksfläche, Dachform, First- und Traufenhöhe, Anzahl der Geschosse und Dachneigung hinsichtlich wohnflächenspezifischem Wärmeverlust und Umgebungsverschattung.

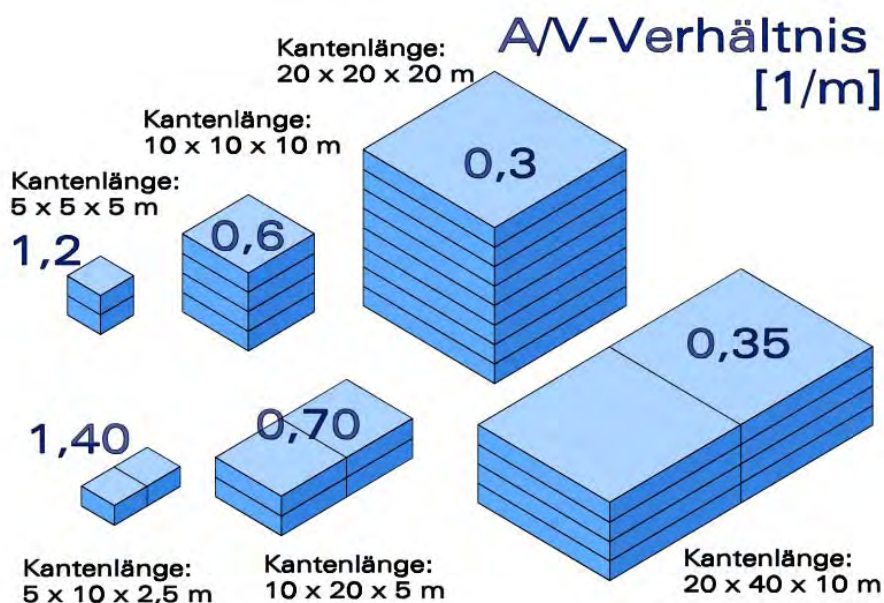


Abbildung 1: Baukörpervolumen und davon abhängiges A/V-Verhältnis (Quelle: Goretzki 2007, S. 25)

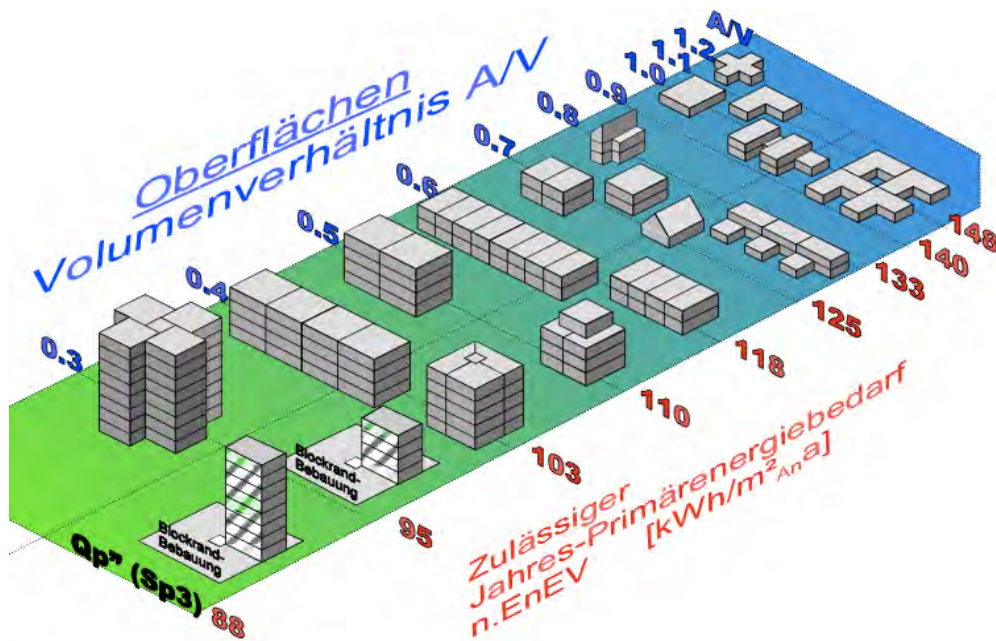


Abbildung 2:  
Typische A/V-Verhältnisse unterschiedlicher Gebäudetypen (Quelle: Goretzki 2007, S. 26)

Spezifischer Wärmeverlust in Abhängigkeit von der Gebäudegeometrie				
Kriterium/Dachform	Flachdach	Satteldach	Pultdach	Staffelpultdach
<b>Kompaktheit</b>	bei eingeschossiger Bebauung ungünstig; bei zwei und mehr Geschossen günstig; Staffelflachdach ungünstiger	abhängig von der Traufenhöhe (Drempel) und Dachneigung, d.h. der Wohnfläche WF im DG günstig bis ungünstig	mit zunehmender Dachneigung zunehmend ungünstiger. Bei minimierter Traufenhöhe befriedigend	gegenüber Pultdach nochmals ungünstiger
<b>Wohnflächen-spezifischer Heizenergiebedarf</b>	100 %	98% - 140%	105% - 125%	110% - 130%
<b>Verschattung der Umgebung</b>	mittel, bei Staffelflachdach etwas günstiger	Abhängig von Traufhöhe und Dachneigung, bis 25° gering, ab ca. 35° hoch	Je nach Dachausrichtung und Neigung, d.h. Höhe der Nord-Wand gering bis sehr hoch	Je nach Dachausrichtung und Neigung, d.h. Höhe der Nord-Wand gering bis sehr hoch
<b>Möglichkeit zur Anbringung von Kollektoren am Dach</b>	Günstige Voraussetzungen unabhängig von der Gebäudestellung	Günstige Voraussetzungen, jedoch von Gebäudestellung abhängig	Konflikt zwischen aktiver und passiver Sonnenenergienutzung	Konflikt zwischen aktiver und passiver Sonnenenergienutzung
<b>Optimale Dachneigung</b>		Optimum abhängig von Gebäudetiefe und Drempel	weniger als 5° oder um 15° - 20°	weniger als 5° oder um 20° - 25°

Tabelle 5: Übersicht des Heizenergiebedarfs der jeweiligen Stadtraumtypen (Quelle: Goretzki, 2007, S. 52)



### 2.1.2 Kompaktheit

Gebäude verlieren durch ihre Hüllfläche Wärme an die Umgebung. Daher ist eine Minimierung der wärmeübertragenden Hüllflächen im Verhältnis zur Nutz- oder Wohnfläche im Rahmen der Bebauungsplanfestsetzungen erforderlich.

Als Maß für die Kompaktheit gilt das Oberflächen-Volumen-Verhältnis  $A/V$ . Je kleiner die wärmeübertragende Hüllfläche  $A$  im Verhältnis zum eingeschlossenen Gebäudevolumen  $V$ , desto niedriger ist der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf und desto weniger Wärme verliert das Gebäude (bezogen auf das Gebäudevolumen  $V$ ). Bei Bürogebäuden kann eine zu hohe Kompaktheit einen Kühlbedarf (auch im Winter) hervorrufen.

Planungsempfehlungen nach Goretzki (2007) sehen für kleinere freistehende Baukörper mit einem Gebäudevolumen bis zu  $2000 \text{ m}^3$  ein Längen- und Tiefenverhältnis von 1:1 bis 3:2 im Gebäudegrundriss vor. Dabei sollte das Verhältnis 2:3 der mittleren Dachhöhe zur Kantenlänge des Gebäudegrundrisses nicht überschritten werden. Bei größeren Baukörpern sollte die größtmögliche quadratische Gebäudefläche auf 15-17 m Seitenlänge begrenzt werden. Bei zweigeschossigen Gebäuden sollte die Zeilenlänge mehr als 20 m - bei mehrgeschossigen Gebäuden mehr als 30 m betragen. Die Obergrenze aus energetischer Sicht liegt bei 60 m. Die Gebäudetiefe sollte immer über 10 m liegen. Mehrgeschossige Bauformen sollten aus heizenergetischer Sicht eingeschossigen Gebäuden vorgezogen werden.

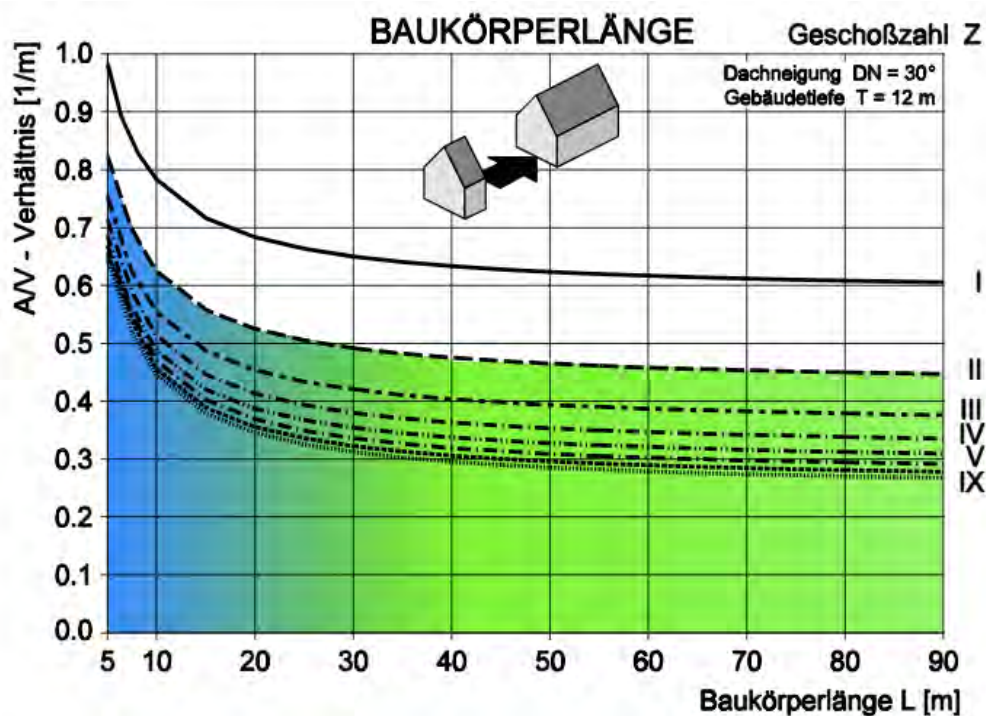


Abbildung 3: Kompaktheit in Abhängigkeit von der Baukörperlänge (Quelle: Goretzki 2007, S. 28)

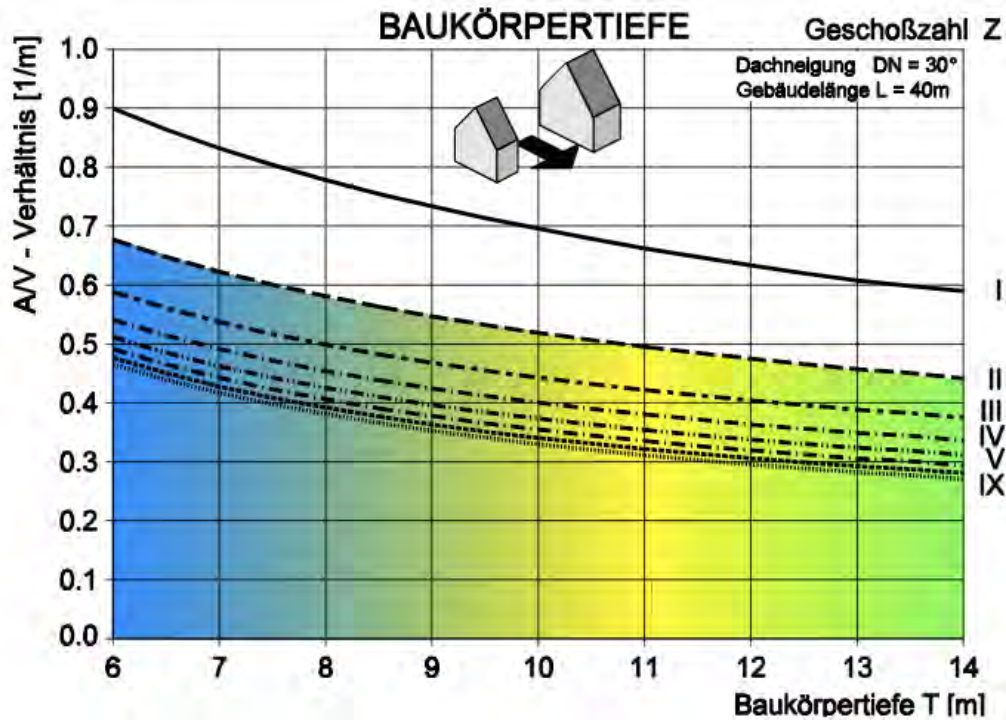


Abbildung 4: Kompaktheit in Abhängigkeit von der Baukörpertiefe (Quelle: Goretzki 2007, S. 29)

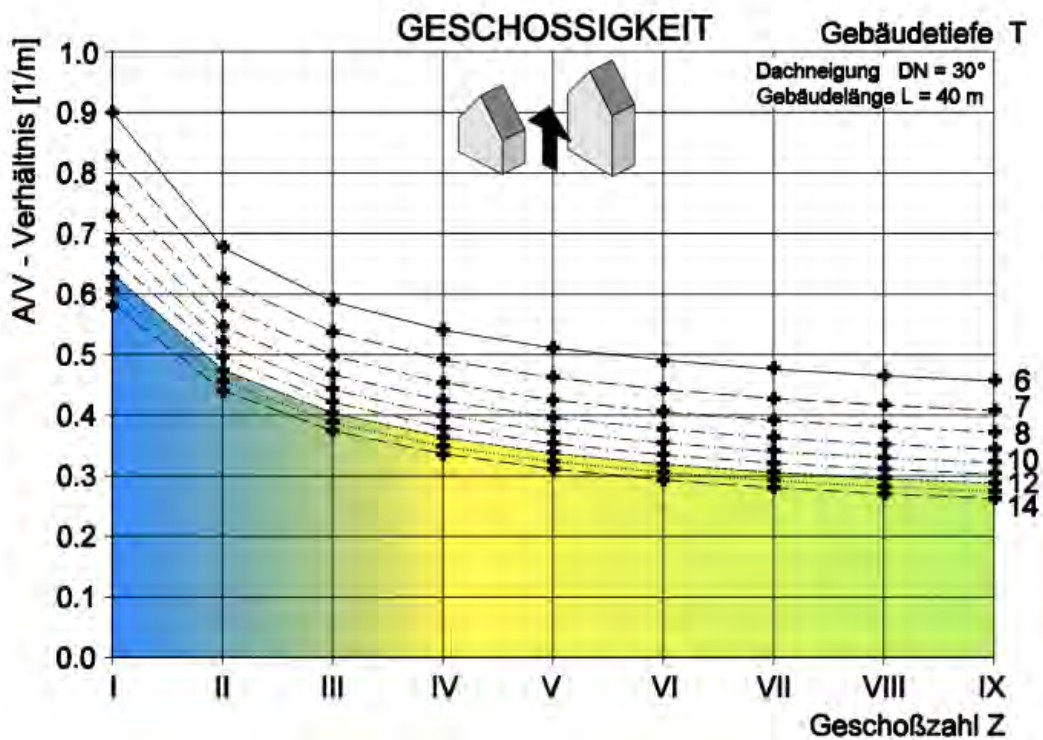


Abbildung 5: Kompaktheit in Abhängigkeit von der Anzahl der Geschosse (Quelle: Goretzki 2007, S. 29)

### 2.1.3 Topographie

Die Umgebungstemperatur wird durch die Topographie beeinflusst - und somit auch der Energiebedarf von Gebäuden. So können in Bodensenken, Mulden und Tallagen die

Solargewinne beeinträchtigt werden. In Kuppenlagen können nachts bei klarem Himmel aufgrund höherer Abstrahlung niedrigere Temperaturen auftreten. Die Wirkung der Topographie auf den Wärmeverlust von Gebäuden wird allerdings häufig überschätzt.

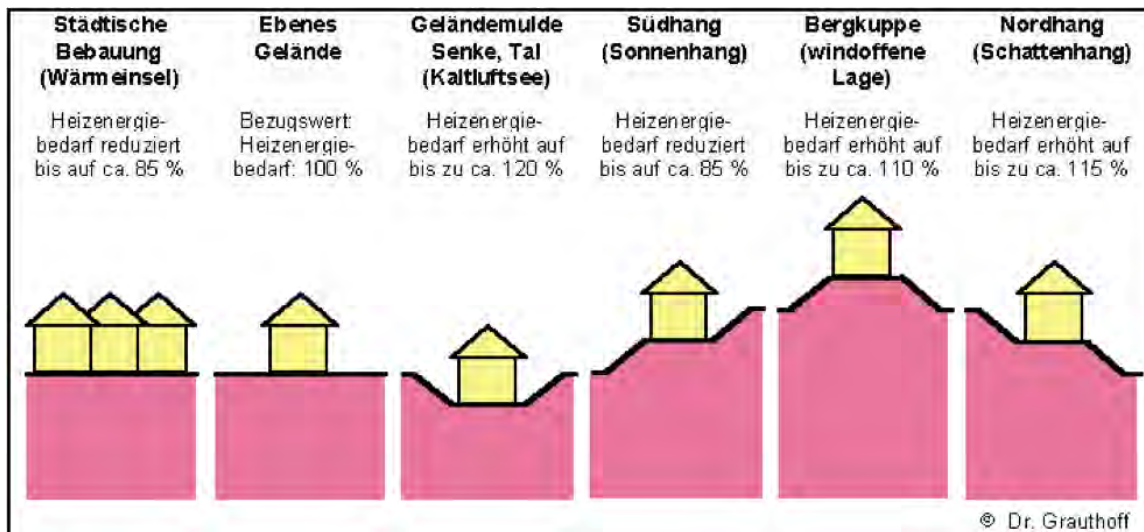


Abbildung 6: Heizenergiebedarf in Abhängigkeit von den lokalklimatischen Verhältnissen (Quelle: Grauthoff et. al 2002, S. 16)

#### 2.1.4 Dichtheit

Durch die Vermeidung von Wärmebrücken können Wärmeverluste und Bauschäden großteils ausgegrenzt werden. Daher bedarf es der Erfassung etwaiger Wärmebrücken und deren Behebung als primäre Sanierungsmaßnahme. Die Luftdichtheit kann mit Hilfe der „Blower Door“-Messung überprüft werden. Nutzer müssen zu einer bewussten kontrollierten Lüftung angehalten werden.

#### 2.1.5 Wärmebilanz

Die Wärmebilanz eines Gebäudes wird durch dessen Wärmegewinne und Verluste bestimmt. Der Solargewinn ist von den Fenstergrößen und den Besonnungsvoraussetzungen abhängig. Gebäudeinterne Gewinne entstehen durch Abwärme von Personen, Geräten und Beleuchtung. Die Wärmeverluste entstehen durch Lüftung und Transmissionen (Wärmebrücken). Mittels Wärmetauscher können bis zu 85% der Wärme aus der Abluft zurück gewonnen werden. Eine massive Bauweise erhöht die Speicherfähigkeit und wirkt großen Außentemperaturschwankungen entgegen. Transparente Wärmedämmung, wärmebrückenfreie Konstruktionen, Wärmeschutzrollos (Sommer und Winter) sowie eine exakte Planung von Glasvorbauten (Wintergärten) können zur Minimierung bzw. Vermeidung von Wärmeverlusten beitragen.

Die Ausrichtung eines solaren Heizsystems erfordert kurze Leitungsführungen sowie ein Reagieren auf schwankende Energiegewinne aufgrund von Einstrahlung oder Abwärme.



## 2.2 Aktive und passive solare Gewinne

Die Gebäude der Zukunft übernehmen die Funktion als dezentrale Kraftwerke. Dazu bedarf es der aktiven und passiven Energiegewinnung über die Gebäudehülle. Mit Hilfe von Computersimulationen nach städtebaulichen Vorgaben werden optimale Voraussetzungen zur Ausschöpfung solarenergetischer Potentiale sichergestellt. Durch Förderungen werden die Anschaffung und der Einsatz solartechnischer Anlagen angeregt.

Im solarenergetischen Städtebau ist weniger die strikte Südausrichtung aller Gebäude als vielmehr die Minimierung der Verschattung bedeutsam. Ziel ist es eine möglichst hohe Bebauungsdichte unter möglichst geringer gegenseitiger Verschattung zu erreichen. Aus energieeffizienter Stadtplanung können Synergieeffekte aufgrund der Evaluierung des Bauland- und Erschließungsbedarfs, der Senkung der Baukosten und Erhöhung der Bebauungsdichte bei verbesserter Besonnung entstehen.

### 2.2.1 Anforderungen an den solaren Städtebau

Solarer Städtebau orientiert sich nach der Sonne, die als Hauptenergiequelle fungiert. Arbeitsgrundlagen für die Berechnung der Sonnenstrahlung sind in der VDI-Richtlinie 3789 (Blatt 2, 1994) enthalten. Tages- und jahreszeitliche Veränderungen des Sonnenstandes sind in der Planung zu berücksichtigen und tragen zur Orientierung und Neigung von Flächen nach Himmelsrichtung bei. Im Winter verschiebt sich das Strahlungsmaximum aufgrund des niedrigen Sonnenstandes zu den südorientierten Flächen, während im Sommer die west-, ostorientierten Flächen die größeren Tagessummen aufweisen.

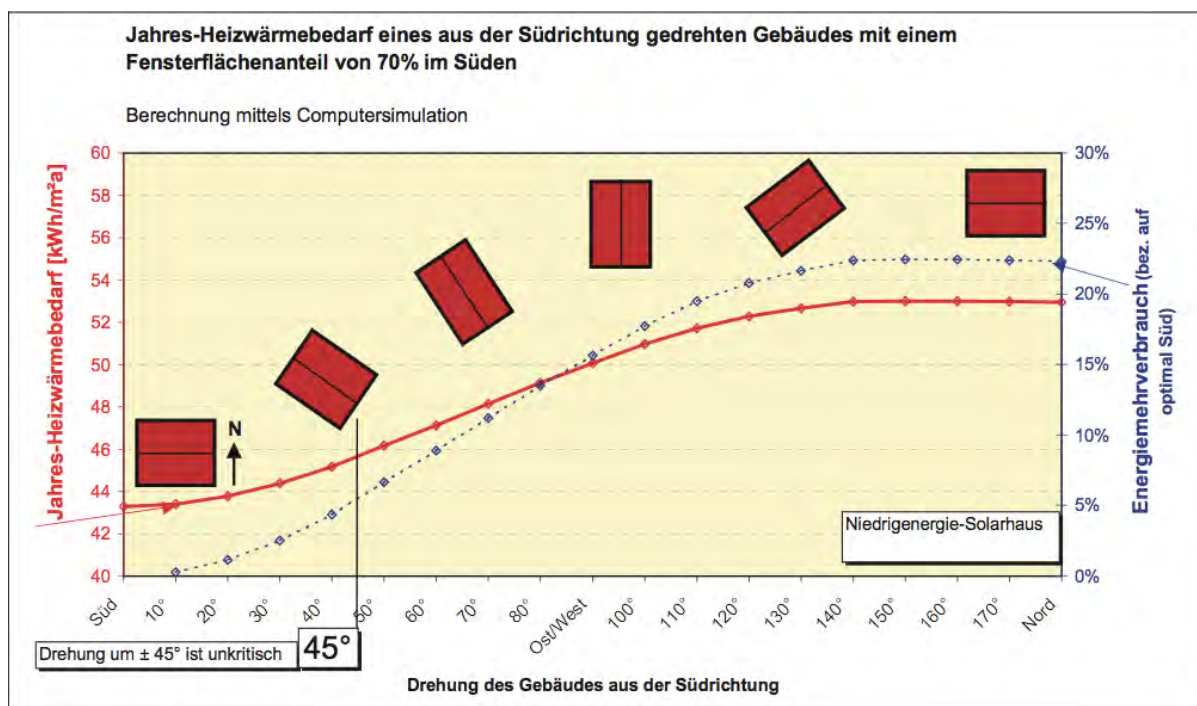


Abbildung 7: optimale Gebäudeausrichtung mittels Computersimulation (Quelle: Wortmann und Scheerer 2002, S. 20)

Aus heizenergetischer Sicht (Senkung des Energieverbrauchs um ca. 10%) spricht die Gebäudeausrichtung für eine Südexposition, jedoch zeigt die Realität der gebauten Stadt bei niedrigem Sonnenstand (morgens, abends und in den Wintermonaten) ein Verschattungsproblem aufgrund der verbauten Umgebung. Die Wirkung der Südorientierung in den einzelnen Räumen hängt stark vom Fensterflächenanteil und der Fensterqualität ab. Solares Bauen erfordert optimale Besonnungsverhältnisse aller Aufenthaltsräume, besonnte Grünbereiche sowie gute Sichtverbindungen von innen nach außen.

## 2.2.2 Passive Gewinne

Zur Erzielung passiver Gewinne müssen eine optimale Sonnenausrichtung der Gebäude und deren Fensterflächen gewährleistet sein. Dafür ist eine Südorientierung mit einer maximalen Abweichung von 30° am besten geeignet. Durch Südausrichtung wird nicht nur eine längere Besonnungsdauer geschaffen, sondern auch sommerliche Überhitzung vermieden. Ein ungünstiger Bebauungsplan könnte den passiven Solargewinn um ca. die Hälfte reduzieren. Gegenseitige Verschattung oder Verschattung durch Vegetation können für die Energieausbeute ein großes Problem darstellen. Daher sollte das Abstands-Höhen-Verhältnis von 2,5 nicht unterschritten werden.

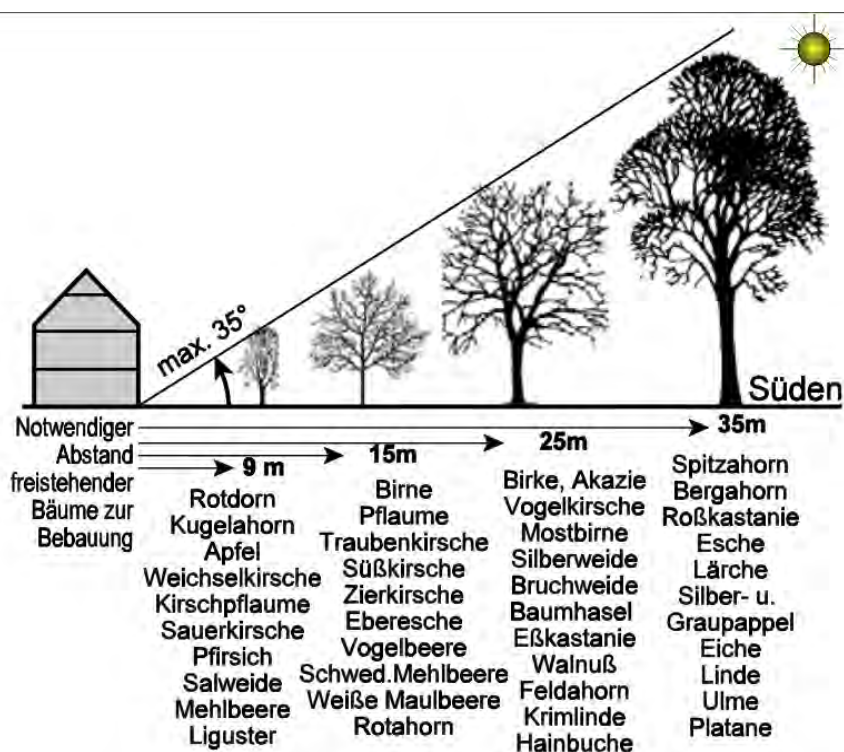


Abbildung 8: Abstand-Höhenverhältnis (Quelle: Goretzki 2007, S. 58)

Fenster sollten einen möglichst geringsten U-Wert (Wärmedurchlasskoeffizienten) und einen möglichst hohen g-Wert (Gesamtenergiedurchlassgrad) aufweisen. Um die solaren passiven Gewinne im Gebäude zu speichern, muss der erforderliche Wärmeschutzstandard sowie eine

ausreichende Dichtheit und massive Speichermasse vorhanden sein. Die Wärme kann auch aus der Abluft mittels mechanischer Rückgewinnungsanlagen erhalten bleiben.

### **2.2.3 Aktive Gewinne**

Im Gegensatz zur passiven Sonnenenergienutzung muss bei der aktiven Gewinnung die Energie transportiert werden. Die aktive Solarenergiegewinnung kann durch solarthermische Anlagen für die Wärmeerzeugung und Photovoltaik zur Stromerzeugung erfolgen.

Bei der aktiven Solarenergiegewinnung spielt die Neigung und Ausrichtung der Dachform sowie die Verschattung der Fassaden oder Dachhaut – insbesondere bei Photovoltaik - eine wesentliche Rolle.

Um im Jahresmittel einen optimalen solaren Deckungsgrad von 60% zu erzielen sind ca. 1,0 bis 1,3 m<sup>2</sup> Flachkollektorfläche je Person oder ca. 3-4 m<sup>2</sup> je 100m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche erforderlich. (Quelle: Goretzki, 2007)

Durch Flachdächer ist stets eine optimale Ausrichtung der Kollektoren gegeben. Gestalterisch sollte auf sichtbare Kollektorrückansichten verzichtet werden. Vertikale Fassaden sind für die Anbringung von Flachkollektoren aufgrund der geringen Einstrahldichte im Sommer und höheren Verschattung durch umliegende Objekte in der Übergangszeit kritisch zu betrachten. Auch hier können ungünstige städtebauliche Festsetzungen den Ertrag durch aktive Sonnenenergienutzung erheblich beeinträchtigen.

## **2.3 Stadtklimatische Aspekte**

### **2.3.1 Klimagerechte Stadtplanung**

In der energieeffizienten Stadt- und Siedlungsplanung müssen klimatische Standortfaktoren berücksichtigt und als wichtige Planungsgrundlage herangezogen werden. Dabei handelt es sich um meteorologische Einflussgrößen, die in großräumige Klimata und topographisch bedingte mikroklimatische Variationen unterschieden werden. Mikroklimatische Variationen beinhalten Parameter wie Sonneneinstrahlung, Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschläge und Windverhältnisse (Luftzirkulation).

Klimagerechtes Bauen in Europa bedeutet die Erarbeitung geeigneter Planungsinstrumente für energiesparende Gebäudekonzepte in verschiedenen europäischen Klimazonen. Dies beinhaltet eine intelligente Planung, welche die Zusammenhänge zwischen lokalem Klima und Energieverbrauch genau kennt und im Gebäudeentwurf effizient umsetzt. Dazu müssen entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen im Flächenwidmungs- bzw. Bebauungsplan verankert sein, die folgende klimabezogene Ziele verfolgen:

- Verbesserungen des Behaglichkeitsklimas bzw. des Bioklimas
- Verbesserung der Siedlungsdurchlüftung
- Förderung der Frischluftzufuhr durch lokale Windsysteme

- Verminderung der Freisetzung von Luftschadstoffen und Treibhausgasen
- Ermittlung und sachgerechte Bewertung vorhandener oder zu erwartender Belastungen
- Sachgerechte Reaktion auf die Belastungssituation durch Anpassung von Nutzungskonzepten

Die klimatische Bedingungen in Mitteleuropa zeichnen sich durch hohe jährliche bzw. durch mittlere bis geringe tägliche Temperaturunterschiede sowie mittlere bis hohe Luftfeuchtigkeit aus. Es bedarf daher an Schutz vor winterlicher Auskühlung, vor sommerlicher Überhitzung sowie vor Niederschlägen. Sowohl für die Bausubstanz als auch für die umgebenden Außenanlagen stellen Stürme und heftige Regenfälle eine Bedrohung dar.

Für die klimagerechte Siedlungsplanung sind die Wahl des Standortes, die Orientierung der Siedlung bzw. Baugruppen und die Art der Zuordnung einzelner Bauten zur natürlichen bzw. gebauten Umgebung wichtige Aspekte. Zusätzlich tragen die Optimierung des Oberflächen-Volumen-Verhältnisses der Baukörper, die Wahl von Dachform bzw. Dachüberstand, die Orientierung anhand der Windrichtung und eine optimale Südausrichtung mit geeignetem Sonnenschutz, je nach Anforderungsprofil, zur Energieeffizienz bei.

### **2.3.2 Planerische Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas**

Aufgrund verschiedener lokalklimatischer Effekte liegt die durchschnittliche Lufttemperatur in vielen Städten deutlich über der durchschnittlichen Lufttemperatur des Umlands. Dieser sogenannte Wärmeinseleffekt ist in der Regel im Winter stärker ausgeprägt als im Sommer und während der Heizperiode – zumindest aus Sicht des Heizenergieverbrauchs – nicht unbedingt nachteilig. Vor allem während sommerlicher Hitzeperioden kann sich dieser Effekt jedoch sehr negativ auf das Wohlbefinden der Stadtbevölkerung auswirken.

Eine wichtige Maßnahme zur Verminderung des Wärmeinseleffekts und zur Verbesserung der Luftqualität im städtischen Raum ist eine ausreichende Belüftung. So sollten etwa Straßen und Gebäude parallel zu bestehenden Luftströmungen bzw. zur vorherrschenden Windrichtung ausgerichtet sein. Eine Begrenzung der Bauhöhe und des Überbauungsgrades muss sich an den Hängen orientieren. Zeilenbebauung parallel zum Hang sollte vermieden werden um kein Hindernis für die abwärtsfließenden Luftmassen darzustellen. Vielmehr bedarf es einer aufgelockerten, abgestuften Bebauung am Siedlungsrand sowie einer offenen Anordnung von Gebäuden um Grünflächen.

Versiegelte Flächen tragen durch ihre Wärmespeicherfähigkeit wesentlich zur Entstehung städtischer Wärmeinseln bei. Die Ausbildung des Stadtklimas kann also auch durch Umwandlung städtischer Bereiche in Vegetationsflächen zur Erhaltung und Wiedergewinnung natürlicher Begrünung verbessert werden. Auch eine Vielzahl kleinerer engvernetzter Grünflächen trägt in Summe zu einer Reduktion der thermischen Belastungen bei. So können etwa auch Dach- und Fassadenbegrünungen zu einer Verbesserung der lokalen klimatischen

Bedingungen beitragen, dabei entfällt jedoch Platz für die Anbringung solartechnischer Elemente.

Eine Bepflanzung mit Bäumen und Sträuchern entlang der Straßen trägt ebenfalls zur Wärmereduzierung innerhalb bebauter Gebiete bei. Großkronige Bäume sorgen für den entsprechenden Schattenwurf und schaffen behagliche Aufenthaltsräume im städtischen Raum. Bei der Entwicklung der Bepflanzungskonzepte ist allerdings darauf zu achten, dass die aktiven Solarenergiegewinne der umliegenden Gebäude nicht beeinträchtigt werden. Außerdem sollten bei der Anordnung der Grünflächen immer die Hauptbelüftungsachsen berücksichtigt werden, sodass ein Abtransport von Schadstoffen und Wärme erfolgen kann.

## **2.4 Urbane Dichte - humanökologische Betrachtung**

### **2.4.1 Das Einfamilienhaus und seine Alternativen**

Das Einfamilienhaus ist in Österreich eindeutig die beliebteste Wohnform, obwohl sie zugleich auch als die problematischste eingestuft werden kann. Als freistehendes Gebäude stellt sie die meiste Fläche an privatem Freiraum zur Verfügung. Im Vergleich zum Geschosswohnungsbau sind Einfamilienhäuser jedoch nicht gerade energieeffizient. Die gestreuten Siedlungsstrukturen bringen außerdem wesentlich höhere Erschließungskosten mit sich als kompakte Siedlungsformen, und der enorme Flächenverbrauch dieser Bauweise stellt in Regionen mit knappen Flächenressourcen ein echtes Problem dar. In Anbetracht dieser Tatsachen wird klar, dass das frei stehende Einfamilienhaus unter den zukunftsorientierten Siedlungsformen äußerst kritisch betrachtet werden muss.

Wohnbauförderungspolitik im großstädtischen Umfeld bietet die Chance flächensparende Bauweisen attraktiver zu gestalten und so eine akzeptierte Alternative zum Einfamilienhaus zu schaffen. Die hohen Grundstückspreise führen in urbanen Gebieten zu kleineren Parzellengrößen und zu einem geringeren Flächenverbrauch.

Sinnvolle Siedlungspolitik betreibt ein sanftes Baugebot in erschlossenen Ortsteilen und sorgt für eine wohldurchdachte Nachverdichtung in bestehenden Siedlungsgebieten. Dabei sollte vor allem die Nachverdichtung in guten Lagen mit hoher Standortqualität forciert werden. Im Rahmen baurechtlich zulässiger Möglichkeiten kann Dachgeschossausbau oder Gebäudeaufstockung betrieben werden. Eine weitere Option der nachträglichen Verdichtung ist der Verbau von Balkonflächen – allerdings gehen damit eine Beeinträchtigung der Belichtung und der Verlust privater Freiräume einher.

Eine nachhaltige Siedlungsentwicklung schafft einen Zuwachs an Einwohnern und Wirtschaftsaktivitäten ohne dabei größere Eingriffe in Natur und Landschaft vorzunehmen. Eine geglückte Mischung der Funktionen Wohnen, Arbeiten und Freizeit kann dazu beitragen ein zusätzliches Verkehrsaufkommen zu vermeiden.

Als Voraussetzung für zukunftsweisenden Städtebau gilt die Planung integrierter Standorte und flächensparender Siedlungsstrukturen. Dabei müssen siedlungspolitische Strategien eingesetzt



werden um der Zersiedelung und Suburbanisierung entgegenzuwirken. Die kompakte europäische Stadt weist eine Besiedlungsdichte von 40 bis 60 Personen pro Hektar auf. Die Mindestgeschossflächenzahl (Minstdichte) flächensparender Bauweisen beträgt 0,6 (auch bei Einfamilienhäusern). Durch Brachenreaktivierung kann der Flächenbedarf erheblich gesenkt werden. (Everding, 2007)

#### **2.4.2 Nutzerakzeptanz**

Bei der Wahl der Wohnform orientieren sich Nutzer an Wohnförderungen, Werbung, fertigen „Wohnprodukten“ (Fertigteilhaus) etc. Die Entscheidung für eine Wohnform wird neben finanziellen Faktoren auch durch Aspekte wie Platzbedarf, Freiraumgestaltung, Grundriss, Ausstattung, Barrierefreiheit, Umgebung, Nachbarschaft und Lärmbelastung, sowie durch Parameter wie Sicherheit und Selbstverwirklichung beeinflusst.

Ein sehr wichtiger Faktor für das Erzielen einer hohen Nutzerzufriedenheit ist die Verfügbarkeit verschiedener Infrastruktureinrichtungen. Zur Bedarfsabschätzung helfen dem Planer hier Orientierungswerte einschlägiger Fachliteratur. Für die Verbesserung der Infrastruktur in bestehenden Siedlungsgebieten lassen sich Brachflächen nutzen, die bereits in die vorhandene Stadtstruktur eingebettet sind.

### 3 Städtebauliche Bestandsoptimierung

Im energieeffizienten Städtebau liegt das größte Potential in der Bestandssanierung. Dabei muss allerdings im Vorfeld eine Evaluierung der Sanierungsrelevanz des jeweiligen Standortes durchgeführt werden, ob eine Bestandsoptimierung auf Plusenergie-Standard wirtschaftlich möglich ist oder nicht (Sanierung oder Abbruch?). Dies betrifft vor allem die aufwändige Gebäudetechnik, die bei zu hohem Energieverbrauch eingesetzt werden müsste, um eine positive Energiebilanz zu erreichen. Plusenergie bedeutet mehr Energie zu erzeugen als tatsächlicher Bedarf vorhanden ist. Der Überschuss an Energie wird entweder ins Netz einspeist, gespeichert oder an andere Objekte bzw. Bereiche verteilt.

Bei der Altbausanierung kann durch verbesserte Wärmedämmung, Fenstertausch, Erneuerung des Heizsystems, Grundrissänderungen, Barrierefreiheit, Umstellung auf Regenversickerungsanlagen und Integration solartechnischer Anlagen die Qualität erheblich angehoben werden. Geringer Ressourcenverbrauch zählt als Schwerpunkt. Dazu bedarf es einer Reduktion des Transmissionswärmeverlustes durch Oberflächenminimierung.

Bei der Bestandssanierung können vorgefertigte Module eingesetzt werden. Allerdings erfordert dies eine exakte Planung der Anlieferungs- und Montageabläufe sowie die Klärung der Zufahrtsmöglichkeiten (siehe Geier et.al, 2010, S. 22)

Zur Qualitätsüberprüfung werden Bewertungswerkzeuge mit unterschiedlicher Zielsetzung eingesetzt. Zu den österreichischen Systemen zählt die klima:aktiv-Programmlinie oder das TQB-Gebäudebewertungssystem. Dies erfolgt ab der Planungsphase bis zur Beurteilung nach Fertigstellung.

Die langfristige Umsetzung der Ziele erfolgt durch einen Dringlichkeitsplan in der Bestandssanierung in Abhängigkeit zu gesellschafts-politischen und wirtschaftlichen Aspekten (Quelle: AEE – Institut für Nachhaltige Technologien).

#### 3.1 Gestalterische Faktoren bei der städtebaulichen Bestandsoptimierung

Energieeffiziente Optimierungsmaßnahmen betreffen vor allem die Bereiche Wärmeschutz, leistungsstarke Verglasungssysteme, modernisierte Haustechnikanlagen, Kollektoranlagen und Photovoltaikmodule. Neben funktionalen und konstruktiven Kriterien, spielt im städtebaulichen Erscheinungsbild der sichtbare Einbau der Elemente eine tragende Rolle.

Gestaltungskomponenten nehmen erheblichen Einfluss auf die Akzeptanz neuer Technologien. Daher bedarf es einer gut geplanten Integration in Dach- und Fassadenfläche. Eine detaillierte Analyse typologischer und struktureller Merkmale ist ein wichtiger Bestandteil des Planungskonzepts. Die ästhetische Wirkung kommt nicht nur aufgrund von Form und Farbe zur Geltung sondern primär durch Struktur, Größe, Proportion und Oberflächen des Erscheinungsbildes. Für den Einbau solarenergetischer Elemente im Dachbereich bietet sich die Gliederung in kleinteilige Dachdeckungselemente besonders gut an. Die Fassade fungiert

als visueller Imagerträger. Gliederungselemente der Fassade müssen daher auf Takt, Rhythmus, Raster, strukturelle Erscheinungsformen, baukonstruktive Ausführungen, Proportionen, Anordnungsprinzipien und Binnengliederung der Flächen Bedacht nehmen. Die Fassadenfläche bietet ein großes Spektrum an Variationen und Erscheinungsformen. Eine gelungene gestalterische Integration beinhaltet die Berücksichtigung baulicher Aspekte, Planung im Detailmaßstab, Dimensionierung von Bauteilen, Ausbildung von Anschlussgeometrien bzw. Profilquerschnitten sowie eine strukturelle Gliederung.

Nicht alle Flächen eignen sich für die Integration energietechnischer Elemente – vor allem bedarf es im Bestand einer ausreichenden Identifizierung zusammenhängender in sich geschlossener Flächen. Eine Abstimmung vom Gesamtkonzept bis zur Einzelheit – auch in Bezug auf Oberflächen und Farbigkeit – ist empfehlenswert.

Die Erhaltung der identitätsstiftenden Charakteristik des Stadtbildes ist oberstes Planungsprinzip und appelliert an einen bewussten Umgang mit den Bestandsbauten. Unter Beachtung der räumlichen und strukturellen Gegebenheiten muss auf ein einheitliches Architektur-, Farb- und Materialkonzept sowie auf eine einheitliche Außenraumgestaltung geachtet werden.

### 3.2 Stadtsanierung - Typisierung und standardisierte Sanierungsverfahren

In Österreich und Deutschland lassen sich standardisierte Sanierungsverfahren auf Basis einer Typisierung der Bestände anhand ihres stadthistorischen Hintergrunds und ihrer Charakteristik sowie der Abwägung ihres Optimierungspotentials und ihrer Eingriffsempfindlichkeit ableiten.

#### *Typisierung und Charakterisierung der Stadtbausteine (Ö, D)*

Typ	Bestandscharakteristik	Voraussetzungen für die Solarenergienutzung
Altstadtquartiere: Historisches Stadtzentrum	Gemischte Nutzungen und hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 1,2)	Kompliziert: aufgrund von Denkmalschutzes und Fassadenkleinteiligkeit ABER: vielfältige Nutzungsänderungen aufgrund von Eigentümerwechsel möglich; hohe Modernisierungsbereitschaft
Innerstädtische Baublöcke: Gründer- und Vorkriegszeit	Gemischte Nutzungen und hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 2,0)	Kompliziert: aufgrund von Orientierung und Anbringung des erforderlichen Wärmeschutzes ABER: aufgrund von Eigentümerwechsel hohe Modernisierungsbereitschaft
Gewerbe- und Industriekomplexe: Gründer- und Vorkriegszeit	Maschinenhallen und mehrgeschossige Gewerbe- und Verwaltungsgebäude Auch außerhalb städtischer	Zum Teil gut, jedoch können Denkmalschutz, Heizsysteme und erforderliche Wärmedämmmaßnahmen ein Problem darstellen

**Typisierung und Charakterisierung der Stadtbausteine (Ö, D)**

Typ	Bestandscharakteristik	Voraussetzungen für die Solarenergienutzung
	Gründerzeitgürteln; Mittlere Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,7)	ABER: aufgrund von gewerblichen Umnutzungen durch öffentliche Eigentümer besteht hohe Modernisierungsbereitschaft
Zweckbau-Komplexe und öffentliche Einrichtungen: Gründer- und Vorkriegszeit	Krankenhäuser, Schulen, Schwimmbäder; Innerhalb städtischer Gründerzeitgürteln Hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 1,0)	Kompliziert: aufgrund von Verschattung, Denkmalschutz, Heizsysteme und erforderlicher Wärmedämmung
Werk- und Genossenschafts-siedlungen: Gründer- und Vorkriegszeit	Kleine Wohnungen, teilweise mit Gärten Hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 1,0)	Kompliziert: aufgrund von Verschattung, Dachformen, Heizsysteme und erforderlicher Wärmedämmung ABER: Modernisierungsbereitschaft in den Genossenschafts- und Unternehmensbeständen
Einfamilienhausgebiete, Villen- und Beamtenvierteln: Gründer- und Vorkriegszeit	Gartenstädtische Siedlungsbereiche oder individuell bebaute Parzellen niedrige Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,3)	Zum Teil gut – zum Teil schlecht: aufgrund von Baumverschattung, Dachformen, Heizsysteme und erforderlicher Wärmedämmung ABER: durch Privatisierung und Eigentümerwechsel kommt es zur Modernisierungsbereitschaft
Wiederaufbau-Ensembles: Siedlungen und Gebäudekomplexe der 50er Jahre	Gemischte Nutzungen auf historischem Stadtgrundriss Hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 2,0)	Zum Teil kompliziert: aufgrund von Verschattung, Heizsysteme und erforderlicher Wärmedämmung ABER: Modernisierungsbereitschaft nur bei gefragten Standorten
Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus: Siedlungen und Gebäudekomplexe der 50er Jahre	Ausschließlich Wohnnutzung, kleine Wohnungen, große Gebäudeabstände niedrige Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,5)	gut: geringe Verschattung (durch Baumbestand), gute Besonnung, häufige Südorientierung ABER: Modernisierungsbereitschaft nur bei gefragten Standorten
Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus der 60er Jahre: Geschosswohnbau der 60er und 70er Jahre	Ausschließlich Wohnnutzung, Zeilenbauweise oder Punkthäuser mit Grünanlagen mittlere Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,8)	gut: geringe Verschattung (durch Baumbestand), häufige Südorientierung ABER: häufig nur Teilmodernisierungen
Hochhaus-Wohnsiedlungen: Geschosswohnbau der 60er und 70er Jahre	In Grünlage, unterschiedliche Wohnungstypen mit hohem Komfortstandard hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 1,2)	schlecht: Süd- aber auch Nordorientierungen, teilweise Zugwindbelastung und undichte Fassaden ABER: Leerstände veranlassen zur Komplettmodernisierung
Geschosswohnbau: Neubaugebiete und Baukomplexe seit	3 bis 6-geschossige Wohnbauten (Gesellschaften	Zum Teil gut: häufige Ost-, Westorientierungen, teilweise

<b>Typisierung und Charakterisierung der Stadtbausteine (Ö, D)</b>		
<b>Typ</b>	<b>Bestandscharakteristik</b>	<b>Voraussetzungen für die Solarenergienutzung</b>
den 80er Jahren	oder Bauträger) mittlere Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,8)	Verschattungen im untersten Geschoss ABER: divergierende Modernisierungsbereitschaft bei der Gebäudehüllensanierung
Einfamilienhausgebiete: Neubaugebiete und Baukomplexe seit den 80er Jahren	niedrige Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,4)	Zum Teil gut: nur teilweise Verschattungen, Modernisierungsbereitschaft bei der Gebäudehüllensanierung
Gewerbe- und Industriegebiete: seit den 80er Jahren	Leichtbauhallen, 2 bis 3- geschossige Büro- und Verwaltungsgebäude mittlere Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,7)	Zum Teil gut aufgrund verbesserter baulicher Qualität, jedoch zum Teil starke Verschattungen ABER: Modernisierungsbereitschaft bei der Gebäudehüllensanierung
Büro- und Infrastrukturkomplexe: seit 80er Jahren	mehrgeschossige Gebäudekomplexe hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 1,0)	Schlecht: aufgrund starker Verschattungen, zum Teil Zugwindbelastungen, Klimatisierung der Gebäude erforderlich (hoher Strombedarf) ABER: Modernisierungsbereitschaft bei der Gebäudehüllensanierung
Einkaufszentren: seit den 80er Jahren	Kompakte, flächensparende Bauweise hohe Dichte (durchschnittliche GFZ = 1,0)	Kompliziert: keine natürliche Belichtung, aufwändige Gebäudetechnik, Klimatisierung (hoher Strombedarf) ABER: Modernisierungsbereitschaft bei der Gebäudehüllensanierung
Freizeitanlagen: seit den 80er Jahren	Großflächige Anlagen am Stadtrand niedrige Dichte (durchschnittliche GFZ = 0,2)	Kompliziert: wenig natürliche Belichtung, aufwändige Gebäudetechnik, Klimatisierung (hoher Strombedarf) ABER: Modernisierungsbereitschaft bei der Gebäudehüllensanierung ab 2020

Tabelle 6: Kategorisierung deutsch-österreichischer Stadtbausteine (Quelle: Everding (Hrsg.) 2007)

Stadträume unterscheiden sich nach:

- Gebietsgrundriss und Parzellierungsstruktur
- Bebauungsstruktur und Gebäudestellung
- Gebäudehöhen und –dichten
- Freiflächenaufbau
- Sozialräumlicher Zonierung
- Systematik der äußeren und inneren Erschließung

Sie bedürfen einer Kategorisierung hinsichtlich ihrer Entstehungsgeschichte und erfordern sowohl eine ökologische als auch eine ökonomische Strukturverbesserung.

Lösungsmodelle für die Stadtraumtypen sind an städtebauliche Entwicklungsziele und gestalterische Qualitätsanforderungen angepasst. Zur Erstellung eines Standardisierungsverfahrens müssen Prototypen entwickelt werden. Die Modelle beinhalten Anforderungen an Belichtung und Besonnung, Gebäudehüllenoptimierung, aktive und passive Solarenergienutzung zur Wärmeversorgung (Warmwasser und Heizung) sowie Stromgewinnung innerhalb eines gestaltungsverträglichen Rahmens.

<b>Lösungsmodelle für Nachkriegsbautensanierung</b>		
<b>Modell</b>	<b>Voraussetzungen</b>	<b>Ziele</b>
50er-Jahre Siedlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegliederter, aufgelockerter Städtebau</li> <li>• Geordnete sonnenorientierte Ausrichtung</li> <li>• Gut belichtete Südfassaden (auch im Winter)</li> <li>• Großflächige Satteldächer</li> </ul>	Reduzierung des Heizwärmebedarfs: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserte Wärmedämmung</li> <li>• Kontrollierte Lüftung, Wärmerückgewinnung</li> <li>• Vermeidung von Wärmebrücken</li> <li>• Solarthermische Kollektoren, Pufferspeicher bzw. Langzeitspeicher</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Reduktion und Klimaschutzwirkung</li> </ul>
60er-Jahre Siedlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere städtebauliche Dichte (im Vgl. zur 50er Jahre Siedlung)</li> <li>• Punkthäuser</li> <li>• Niedriges Flächenpotential aufgrund kleinteiliger Fassaden und Flachdächer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanierung der Gebäudehülle</li> <li>• Erneuerung der Gebäudetechnik</li> <li>• Einsatz von Solarthermie</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Reduktion und Klimaschutzwirkung</li> </ul>
60er-/70er Jahre Siedlung	Bestehende Anbindung an Fernwärmenetze (ersetzt solarthermische Maßnahmen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration photovoltaischer Anlagen</li> <li>• Dämmung der Außenwände</li> <li>• Wärmeschutzverglasungen</li> <li>• Wärmerückgewinnung durch Lüftungsanlagen</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Reduktion und Klimaschutzwirkung</li> </ul>

Anmerkung: Der vorgesehene Zielheizwärmebedarf für das Jahr 2050 beträgt max. 50 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Tabelle 7: Lösungsmodelle für Nachkriegsbauten (Quelle: Everding (Hrsg.) 2007)

Zum Teil wurden in den 80er Jahren Sanierungen am 50er Jahre Bestand durchgeführt. Dabei wurden die Bestände mit Etagenheizungen, Doppelverglasungen und Wärmedämmung ausgestattet. Allerdings wurde aufgrund der wärmethemischen Sanierung die Belichtungsqualität beeinträchtigt. Aus diesem Grund bieten sich Fenstervergrößerungen – vor allem bei 50er- und 70er-Jahre Bauten – als weitere Sanierungsmaßnahme an. Bestände der 80er-Jahre weisen ein Flächenpotential sowohl für solarthermische Anlagen als auch für die

thermische Kühlung auf. Bei der Flächenverteilung stehen oft Solarthermie und Photovoltaik sowie Dach- bzw. Fassadenbegrünung in Konkurrenz zueinander.

<b>Sanierungsbedarf von Bauteilen</b>	
<b>Bauteil</b>	<b>Erneuerungszyklus</b>
Außenputz	20-40 Jahre
Sichtbeton	27-50 Jahre
Vorhangfassade	25-30 Jahre
Dacheindeckung	16-50 Jahre
Flachdachbahnen	13-20 Jahre
Dachrinnen und Fallrohre	16-20 Jahre
Fenster und Türen	20-80 Jahre
Verglasungen	13 Jahre
Isolierverglasungen	13-27 Jahre

*Tabelle 8: Erneuerungszyklen von Bauteilen der Gebäudehülle (Quelle: Everding (Hrsg.) 2007, Solarer Städtebau, Seite 199, Tab.5.3.5)*

Gebäude mit Flachdächern und Vorhangfassaden weisen einen frühzeitigeren Sanierungsbedarf auf als Gebäude mit Putz- oder Klinkerfassaden. Dazu ist eine Kombination mehrerer Sanierungsmaßnahmen anzuraten. Dies beinhaltet mitunter eine Verbesserung des Vollwärmeschutzes und Heizsystems sowie die Einbindung solartechnischer Systeme.

## 4 Projekte mit Vorbildwirkung

### 4.1 Allgemeines

Ob Projekte in Passiv-, Klimaaktiv-, Plusenergie – Ausführung geplant bzw. ausgeführt werden hängt von den Gegebenheiten und rechtlichen bzw. finanziellen Rahmenbedingungen ab. Schlussendlich geht es um das optimale Ausschöpfen von Potentialen im möglichen Rahmen.

### 4.2 Nutzungsanforderungen

Die Gebäudearchitektur, vor allem aber die Gebäudetechnik ist im Wohnbau anders als im Bürobau. Es bestehen ganz andere Anforderungen bzw. Lastprofile, die für die Anlagen- bzw. Systemdimensionierung erforderlich sind.

Aufgrund der inneren Lasten durch Menschen und Geräte (z.B. Computer, Beleuchtung) kann es vor allem im Bürobau zu häufiger Überhitzung kommen (auch im Winter).

### 4.3 Energieeffiziente Stadtmodelle und Musterstädte

Energieeffizienz im urbanen Raum ist ein komplexes Themengebiet, zu dessen Erforschung noch zahlreiche Pilotprojekte und Langzeitstudien anhand energieeffizienter Stadtmodelle erforderlich sein werden. In Österreich und Deutschland wurden jedoch bereits erfolgreich einige Musterstädte mit sehr ambitionierten Energiekonzepten umgesetzt.

#### 4.3.1 Hannover-Kronsberg

Der Expo-Stadtteil Hannover-Kronsberg (D) sieht als primäres Umweltziel die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mindestens 60% vor. Dies wird durch wirtschaftliche Nahwärmeversorgung, Begrenzung des Wärmebedarfs auf max. 55 kWh/m<sup>2</sup> und ein Stromsparprogramm umgesetzt. Weitere Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 20-30% sind durch Nutzung erneuerbarer Energien und innovativer Technik möglich. Das Projekt umfasst: 32 Reihenhäuser in Passivbauweise, Photovoltaik-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden, Geschosswohnungen mit großflächigen Solarkollektoren und mit Langzeitspeicher für sommerliche überschüssige Wärme, Windkraftanlagen der Megawattklasse etc. Die städtebauliche Planung sieht einen Raster, welcher abschnittsweises Bauen begünstigt, vor.

#### 4.3.2 Stadtbad Chemnitz

Das Stadtbad Chemnitz (Sachsen, D) kann aus Gründen des Denkmalschutzes nicht sein gesamtes Einsparpotential ausschöpfen. Dennoch werden durch die Anbringung von 290 m<sup>2</sup> Kollektorfläche 20 000 Liter Heizöl pro Jahr eingespart.



### **4.3.3 Musterstadt Güssing**

Die Musterstadt Güssing (Burgenland, Ö) kann durch thermische Optimierung der Gebäudehüllen 60% des jährlichen Heizwärmebedarfs einsparen. Der Warmwasserbedarf bezogen auf Gesamtverbrauch und Einwohnerzahl ergibt einen jährlichen Energiebedarf von 0,92 MWh pro Kopf. Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch an Energie für Warmwasserbereitung liegt zwischen 0,8 und 1,9 MWh – bei Einfamilienhäusern in der Regel bei 1,2 MWh pro Person. Die Warmwasserbereitstellung mittels Solarthermie kann ca. 40 bis 60% des Jahresenergiebedarfs abdecken. Als Daumenregel gelten in diesem Projekt 2 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person, bei einer Durchschnittsbelegung von 2,5 Personen pro Gebäude.

### **4.3.4 Stadterneuerung: Pilotprojekt „Köln-Bocklemünd“**

Das Stadterneuerungsprojekt in Nordrhein-Westfalen (D) wird mittels zwei verschiedener Förderprogramme finanziert. Unter der Beteiligung der Mieter wurde ein Rahmenkonzept zur Wohnumfeldverbesserung erstellt. Die Konzepterstellung geschah in Anlehnung an das europäische Projekt SynPack, welches innovative Sanierungsprojekte fördert. Im Projekt SynPack wurden von der Firma Ecofys Energiekonzepte, welche eine hochwertige Sanierung und Solarenergienutzung umfassen, entwickelt.

Die städtebauliche Ausgangssituation bietet eine relativ gute Durchmischung der Sozialstruktur. Die Freiräume und die Ortsmitte bedürfen einer Verbesserung bzw. Aufwertung. Aufgrund der schlechten Verkehrsanbindung werden die Geschossbauten isoliert.

Das Konzept umfasst städtebauliche, architektonische und planungsstrukturelle Maßnahmen. Im Maßnahmenpaket ist eine Analyse für die Fassadensanierung vorgesehen, die für ein einheitliches gestalterisches Konzept und für ein klares Ortsbild sorgen soll. Im Rahmenkonzept ist eine besondere Berücksichtigung solarenergetischer Verbesserungsmöglichkeiten vorgesehen. Dadurch wird Raum für die Akzentuierung von Solartechnik geschaffen, um somit eine Imageaufwertung als „Solarsiedlung“ zu erfahren.

### **4.3.5 Stadterweiterung: SolarCity im Linzer Stadtteil Pichling**

Im Rahmen eines EU-geförderten Stadterweiterungsprojektes unter Teilnahme international anerkannter Architekten entstand ein europäisches Musterbeispiel mit Vorbildcharakter. Ausgangspunkt war der Masterplan 1992 von Professor Roland Rainer. 1992 bis 2008 fanden jährliche Wettbewerbsausschreibungen statt. Es entstanden Niedrigenergie- und Passivhausanlagen mit ökologischem Freiraumkonzept inklusive Versickerungssysteme.

Kompakte weitgehend nach Süden orientierte Bebauung, intelligente Fassaden, natürliche Belüftung und Belichtung, optimale Wärmespeicherung, Orientierung nördlich und südlich der Haupteerschließungsachse kennzeichnen das Stadterweiterungsgebiet.

#### **4.3.6 Stadterweiterung: Seestadt Aspern, Wien (Baubeginn 2010)**

Ziel bei diesem Stadterweiterungsprojekt ist die Schaffung von nachhaltiger Urbanität und einer ökologischen Verkehrsplanung.

Auf dem ehemaligen Flugfeld der Stadt Wien wird auf 240 ha eine energieeffiziente Siedlungsstruktur geschaffen, die als zukunftsweisender, eigenständiger, dicht bebauter, urbaner Stadtteil fungiert. Durch die Infrastrukturerweiterung mit Hilfe der U-Bahn-Erweiterung ist eine gute Stadtanbindung gegeben.

Aspern – die Work-Life-Balance-Stadt – sorgt für Akzeptanz in der Bevölkerung durch identitätsbildende Maßnahmen und Etablierung einer Marke.

Im Projekt Aspern werden eine Umweltverträglichkeitsprüfung laut EU-Richtlinie sowie eine ökologische Bauaufsicht durchgeführt.

Das Technische Energiezentrum IQ wird als erstes Demonstrationsgebäude gebaut. Die Innovation liegt in einer bedarfsgerechten Be- und Entlüftung, PV-Anlage, Windenergienutzung und Abwärmenutzung der Server als Heizung in der Übergangszeit. Der Umsetzungserfolg ist jedoch nutzerabhängig – daher wurde ein Prototyp für die künftigen Hautechnikbetreiber entwickelt.

## 5 Weiterführende Informationen

### 5.1 Hilfreiche Links

[www.wien3420.at](http://www.wien3420.at) - Informationsseite der Aspern Development AG

[www.staedtebauliche-klimafibel.de](http://www.staedtebauliche-klimafibel.de) - Städtebauliche Online-Klimafibel von Baden-Württemberg

[www.gosol.de](http://www.gosol.de) - Homepage des Solarbüros für energieeffiziente Stadtplanung Dr.-Ing. Peter Goretzki mit Informationen rund um das Thema der energieeffizienten Stadtplanung

[www.sorryoutofgas.org](http://www.sorryoutofgas.org) - Homepage zur Ausstellung 2008 in Montreal: 1973: Sorry, Out of Gas, Pilotprojekte zum Thema Energieeffizienz von 1970 - 1981

### 5.2 Empfohlene Literatur

**Everding D. (Hrsg): Solarer Städtebau.** Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 2007. - Geschichtliche Hintergründe und umfangreiche Analyse städtischer Sanierungsprojekte

**Angerer G. et al.: Rohstoffe für Zukunftstechnologien.** Fraunhofer-Institut, 2009. - Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage

**CIAM, Charta von Athen: Congrès Internationale d'Architecture Moderne – Internationaler Kongress für neues Bauen unter dem Motto „Die Funktionale Stadt“.** Le Corbusier 1943. - Unter dem Thema *Die funktionale Stadt* diskutierten Stadtplaner und Architekten über die Aufgaben der modernen Siedlungsentwicklung

**Goretzki P.: Energieeffiziente Bauleitplanung. Solarbüro Goretzki (Hrsg.).** Stuttgart 2007. - Dieses Gutachten zur energieeffizienten Bauleitplanung enthält einen Leitfaden für den energieeffizienten städtebaulichen Entwurf

**Mayerhofer R. et al.: Ressourceneffiziente Bebauungsstrukturen und Stadtgestalt – Wohnbauforschung, Projekt F 1475.** Örtliche Raumplanung TU-Wien, ArGe Projekte SV, Wien 2008. - Forschungsbericht zu ressourceneffiziente Bebauungsstrukturen und Stadtgestalt.

**Schweizer P. et al.: BAU-LAND-GEWINN ohne Erweiterung - Weiterentwicklung von Einfamilienhaus-Siedlungen.** Schriftenreihe des BMVIT: Berichte aus Energie- und Umweltforschung 7/2004, Salzburg 2003. - Forschungsbericht zu Verdichtungs- und Umnutzungspotenzialen in erneuerungsbedürftigen Einfamilienhaus-Siedlungsräumen.

**Tappeiner G. et al: Wohnräume – Nutzerspezifische Qualitätskriterien für den innovationsorientierten Wohnbau.** Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Haus der Zukunft. Im Auftrag des BMVIT, Wien 2001. - Forschungsbericht zu Zufriedenheit und Wünschen von Bewohnern innovativer Wohnbauten.

## 6 Literatur

- Abdou A.:** Wohn- und Siedlungsbau anhand von Hassan Fathys Praxis und Theorie. TU-München 1993
- Bauer M., Mösele P., Schwarz M.:** Green Building - Konzepte für nachhaltige Architektur. Callwey, München 2007
- Everding D. (Hrsg.):** Solarer Städtebau. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 2007
- Fiedler J. et al.:** Instrumente des Städtebaus. Wien 3420 Aspern Development AG. Wien 2010
- Geier S., Knotzer A.:** Erläuterungstext – Kriterienkatalog Plus-Energiesanierung. AEE – Institut für Nachhaltige Technologien. Im Auftrag des BMVIT, Gleisdorf 2010
- Goretzki P.:** Energieeffiziente Bauleitplanung – Grundlagen, Planungsleitfaden, Sicherung energieeffizienter Bauleitplanung. Gutachten im Auftrag des Stadtplanungsamt Erfurt. Solarbüro Goretzki (Hrsg.). Stuttgart 2007
- Gutmann R., Pletzer T., Schweizer P. (et al.):** BAU-LAND-GEWINN ohne Erweiterung – Weiterentwicklung von Einfamilienhaus-Siedlungen. Projektbereich aus der Programmlinie Haus der Zukunft. BMVIT (Hrsg.) Wien 2003
- Kaltschmitt Martin, Streicher Wolfgang (Hrsg.):** Regenerative Energien in Österreich - Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009.
- Koch R. et al.:** Energieautarker Bezirk Güssing. Projektbereich aus der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft. BMVIT (Hrsg.) Güssing 2006
- Korab R. et al.:** HY3GEN – ein nachwachsendes Haus. Projektbereich aus der Programmlinie Haus der Zukunft. BMVIT (Hrsg.) Wien 2007
- Mayerhofer R. et al.:** Ressourceneffiziente Bebauungsstrukturen und Stadtgestalt – Wohnbauforschung, Projekt F 1475. Örtliche Raumplanung TU-Wien, ArGe Projekte SV, Wien 2008
- Moser P., Stocker E.:** Einfamilienhaus und verdichtete Wohnformen – eine Motivenanalyse. Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Haus der Zukunft. BMVIT (Hrsg.), Wien 2001
- Rötzel A.:** Praxiswissen Umweltfreundliches Bauen. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 2005
- Tappeiner G. et al.:** Wohnräume – Nutzerspezifische Qualitätskriterien für den innovationsorientierten Wohnbau. Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Haus der Zukunft. Im Auftrag des BMVIT, Wien 2001
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg:** Städtebauliche Klimafibel online. Stuttgart Stand: 21.02.2008 (<http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/index-1.htm>)
- Wortmann R., Scheerer M. (et al.):** Passive Nutzung der Sonne in Architektur und Stadtplanung. Ingenieurbüro Wortmann & Scheerer. Bochum
- Wortmann R.:** Planungsleitfaden – 50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen. Landesinitiative Zukunftsenergien NRW. 2002