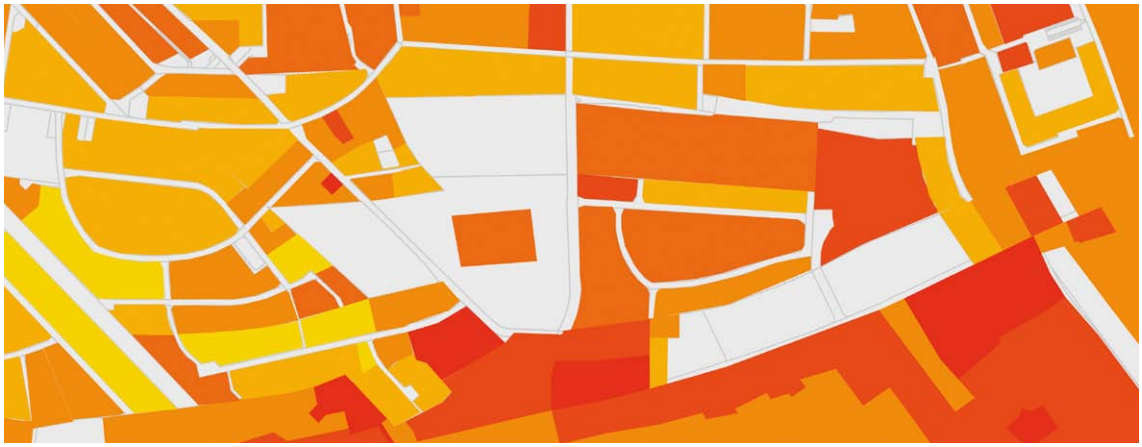
Oberste Baubehörde
im Bayerischen
Staatsministerium
des Innern

Energie und Ortsplanung



Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr. 17

Oberste Baubehörde
im Bayerischen
Staatsministerium
des Innern

Energie und Ortsplanung

Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr. 17

Aktiver Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels erfordern eine effiziente Energienutzung. Ein Großteil der Energie wird für den Betrieb von Gebäuden verwendet, gleichzeitig bestehen in diesem Bereich große Einsparpotenziale.

Bereits auf der Ebene der Ortsplanung können die Rahmenbedingungen für energieeffiziente Siedlungen geschaffen werden. Entscheidend ist dabei die Kenntnis der örtlichen Energiesituation, sowohl für die städtebauliche Planung neuer Gebiete als auch im Bestand und in der städtebaulichen Erneuerung.

Immer größere Bedeutung erlangen kommunale Energieversorgungskonzepte, die eine Nutzung der örtlichen und regionalen Energieträger im Bereich der erneuerbaren Energien ermöglichen. Unabhängig von diesen Energiepotenzialen kommt der Sonnenenergie eine entscheidende Rolle zu. Aus diesem Grund stehen die Möglichkeiten solaroptimierter Planung zur aktiven und passiven Nutzung der Sonnenenergie im Vordergrund des Arbeitsblattes.

Es werden Grundprinzipien energieeffizienten Planens erläutert und an ausgewählten Beispielen mit unterschiedlichen Schwerpunkten dargestellt. Betrachtet werden dabei primär die städtebaulichen Strukturen für Wohn- und Büronutzungen. Gewerbe und Industrie haben jeweils spezifische Anforderungen, die individuell untersucht werden müssen.

Das Arbeitsblatt bietet keine allgemein verbindlichen Musterlösungen, da die Rahmenbedingungen von Ort zu Ort verschieden sind. Die Erläuterungen und Beispiele sollen Gemeinden, Planer und Bürger jedoch für das Thema sensibilisieren und eine auf die jeweilige Situation abgestimmte Umsetzung anregen.

München, Februar 2010

Zukunft Bauen
Bayern

Joachim Herrmann
Staatsminister

Gerhard Eck
Staatssekretär

EINFÜHRUNG	NACHHALTIGKEIT	6
	ZUSAMMENHÄNGE	8
	KLIMASCHUTZZIELE	10
	GESETZLICHER RAHMEN	12
PLANUNGSRELEVANTE PARAMETER	RAHMENBEDINGUNGEN	14
	KLIMAFAKTOREN	15
	STÄDTEBAULICHER KONTEXT	16
	HANDLUNGSEBENEN	17
	BEBAUUNGSDICHTE	18
	BAUKÖRPERFORM UND KOMPAKTHEIT	20
	VARIATION DER BAUKÖRPERFORM	22
	SOLARE OPTIMIERUNG	24
	ORIENTIERUNG DER GEBÄUDE	25
	BESONNUNGSDAUER	25
	TYPOLOGIEN	26
	VERSCHATTUNG	30
	VERKEHR	33
	ENERGIEVERSORGUNG	34
	WÄRMENETZE	35
	ZENTRALE VERSORGUNG VON QUARTIEREN	36
	ZENTRALE VERSORGUNG VON HAUSGRUPPEN	37
	ENERGIEERZEUGUNG	38
	KOSTEN DER ENERGIEVERSORGUNG	39
	AKTIVE SOLARENERGIENUTZUNG	40
	SYNERGIEEFFEKTE	42
STÄDTEBAULICHE PLANUNG	PLANUNGSINSTRUMENTE	44
	ENERGIENUTZUNGSPLAN	46
	PLANUNGSSTRATEGIEN	48
BEISPIELE	FREISING, GENERAL VON STEIN KASERNE	50
	NÜRNBERG, KORNBURG NORD	52
	AUGSBURG, REESE KASERNE	54
	FREIBURG, VAUBAN - SCHLIERBERG	56
	ALLSCHWIL, REBGÄSSLI	58
	MÜNCHEN, ACKERMANNBOGEN	60
	BINSFELD, DORFKERN	62
ANHANG	LITERATURVERZEICHNIS	64
	PROJEKTINFORMATIONEN	65
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	66
IMPRESSUM		68

NACHHALTIGKEIT

Der Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ bestimmt seit einigen Jahren die Diskussion über eine zukunftsfähige Entwicklung der Menschheit. Er umfasst ökologische, ökonomische und soziale Aspekte, die gemeinsam und in ihrer Wechselwirkung betrachtet werden müssen.

Eine umfassende Definition von Nachhaltigkeit wurde erstmals 1987 von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung im sogenannten Brundtland-Bericht erarbeitet. Die Definition wurde von der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 aufgegriffen und seither im Rahmen des Rio-Folgeprozesses in zahlreichen Dokumenten konkretisiert und interpretiert. Danach bedeutet nachhaltige Entwicklung, gegenwärtige Bedürfnisse nicht auf Kosten der kommenden Generationen zu erfüllen.

Für eine nachhaltige Energienutzung müssen geeignete Energieressourcen ausreichend und dauerhaft sichergestellt und gleichzeitig die negativen Auswirkungen von Energiebereitstellung, -transport und -nutzung begrenzt sein.

Bei der Weiterentwicklung von Siedlungseinheiten und in der städtebaulichen Erneuerung gilt es, die Siedlungsstrukturen energetisch zu verbessern. Ziele müssen dabei auch die Verringerung des Energiebedarfs der Gebäude und die Versorgung mit erneuerbaren Energien sein.

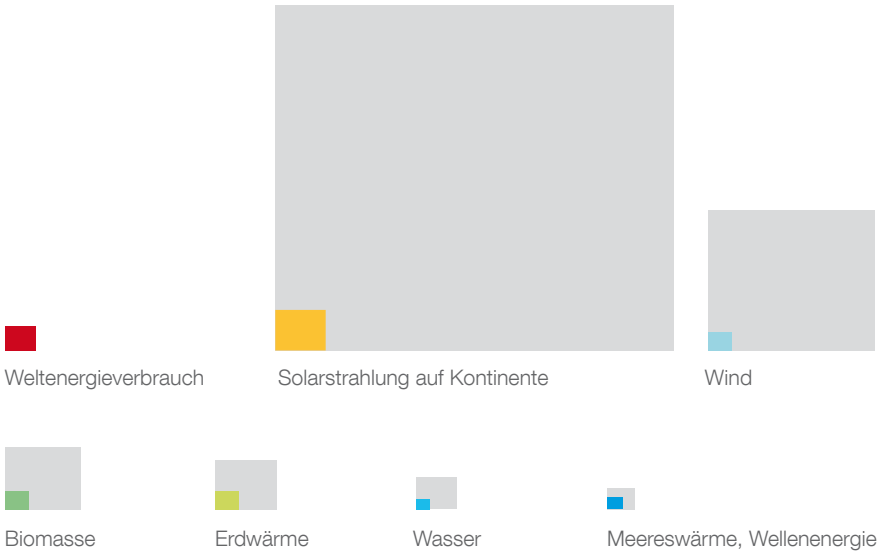
Im Zusammenhang mit der Verknappung und der zunehmend kostenintensiveren Erschließung fossiler Energievorkommen, dem Wunsch nach einer weitgehend unabhängigen Energieversorgung und der allgemeinen Klimaproblematik stößt die Nutzung von erneuerbaren Energieträgern in Politik, Industrie und Öffentlichkeit auf steigendes Interesse.

Die Erde bietet ein großes Potenzial an nachhaltigen Energieressourcen wie z.B. Energie durch Sonne, Wind, Gezeiten, Erdwärme und Wasser. Technisch ist derzeit allerdings nur ein Bruchteil davon nutzbar.

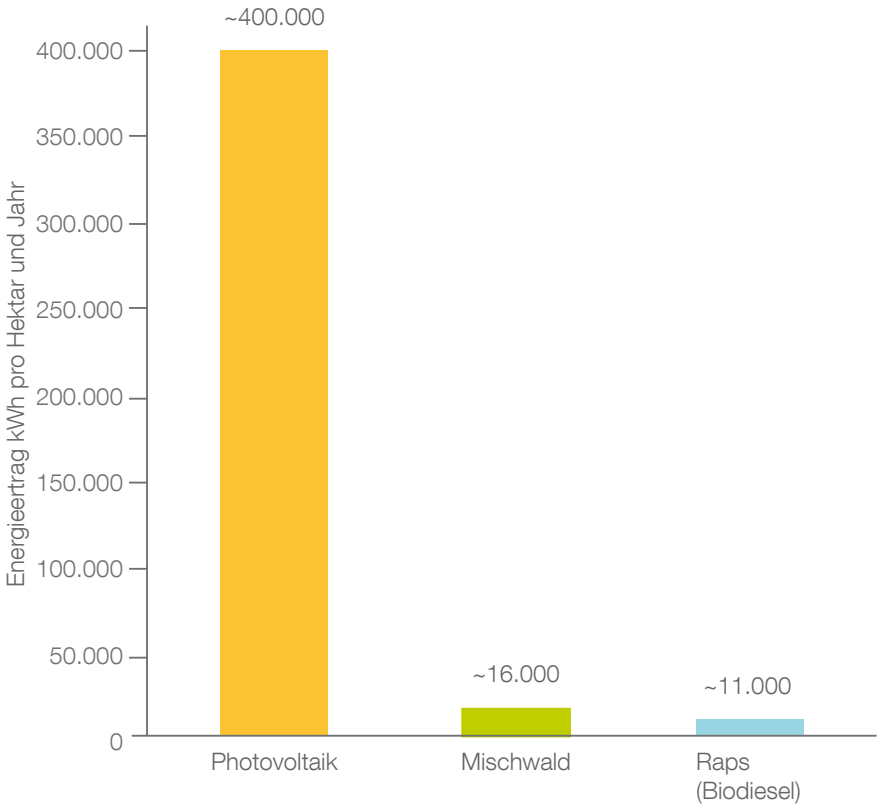
Interessant ist die flächenbezogene Gegenüberstellung der Energieerträge verschiedener erneuerbarer Energieträger.

So treffen beispielsweise auf einer Fläche von einem Hektar in Deutschland pro Jahr etwa zehn Millionen Kilowattstunden (kWh) Sonnenenergie auf die Erdoberfläche. Eine Photovoltaikanlage kann davon, bei einer verschattungsfreien Anordnung der Photovoltaikelemente, derzeit ca. 3 Mio. kWh energetisch nutzen. Bei einem angenommenen Wirkungsgrad der Photovoltaikanlage von ca. 6-18% ergibt sich daraus ein jährlicher Energieertrag von ca. 400.000 kWh pro Hektar.

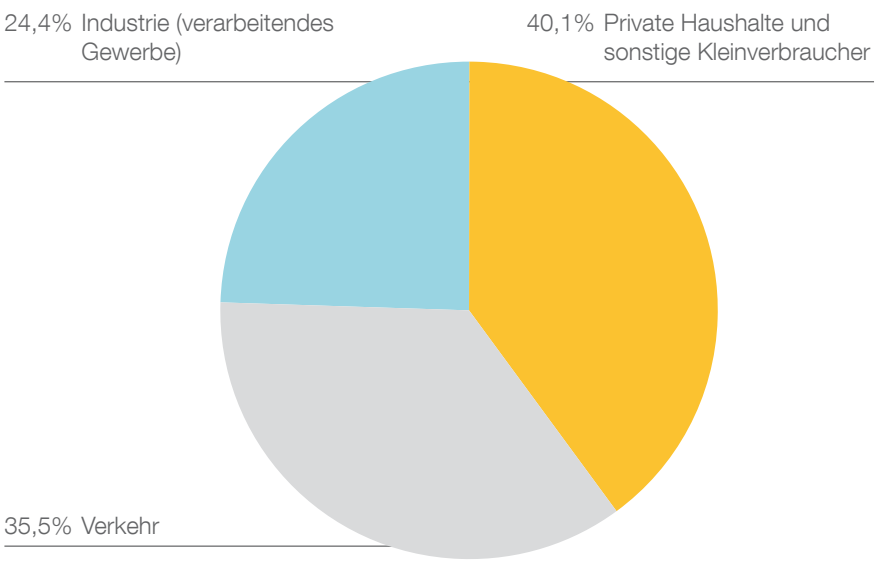
Zum Vergleich hat ein Hektar Mischwald unter Berücksichtigung des Erhalts des Baumbestandes einen jährlichen Energieertrag von ca. 16.000 kWh pro Hektar. Ein Rapsfeld gleicher Größe liefert auf dieser Fläche einen Energieertrag von ca. 11.000 kWh im Jahr, wenn daraus Biodiesel erzeugt wird. Die Energieerträge sind witterungsbedingten Schwankungen unterworfen.



Gegenüberstellung des Weltenergieverbrauchs 2005, der natürlichen Ressourcen (grau) und des derzeit technisch nutzbaren Potenzials



Exemplarische Gegenüberstellung überschlägig ermittelter Energieerträge verschiedener Energieträger pro Jahr auf der Fläche von einem Hektar in Deutschland



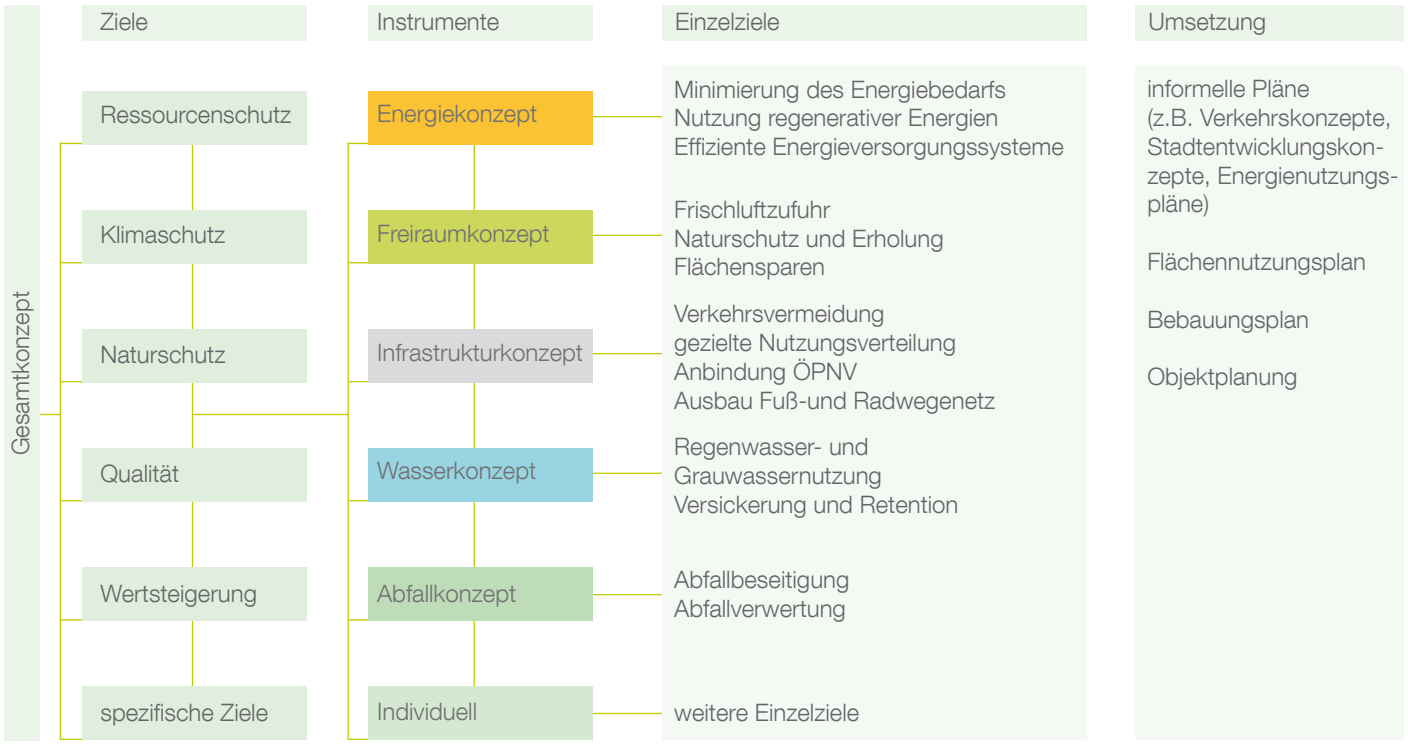
Anteil der Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch in Bayern, 2007

ZUSAMMENHÄNGE

Auf private Haushalte und sonstige Kleinverbraucher entfallen ca. 40% des Endenergieverbrauchs in Bayern. Die Energie wird dabei ganz überwiegend für den Betrieb von Gebäuden aufgewendet. Ca. 90% stammen hierbei aus nicht erneuerbaren Energiequellen.

Maßnahmen zur Energieeffizienz dürfen jedoch nicht erst beim einzelnen Gebäude ansetzen. Bereits auf der städtebaulichen Ebene werden wichtige Grundsteine für eine nachhaltige Entwicklung gelegt. Die Entwicklung zukunftsfähiger und energieeffizienter Strukturen in der Ortsplanung erfordert eine Strategie, die komplexe Zusammenhänge berücksichtigt und die flexible Anpassung an zukünftige Entwicklungen erlaubt. Die verschiedenen Bausteine des Gesamtkonzeptes müssen aufeinander abgestimmt sein.

Eine effiziente Flächennutzung und eine optimierte technische Infrastruktur bilden die Grundlage für energieeffiziente Siedlungsstrukturen. Eine nachhaltige Planung beginnt deshalb bereits mit der



Entwicklung eines Gesamtkonzeptes unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen und Zielsetzungen

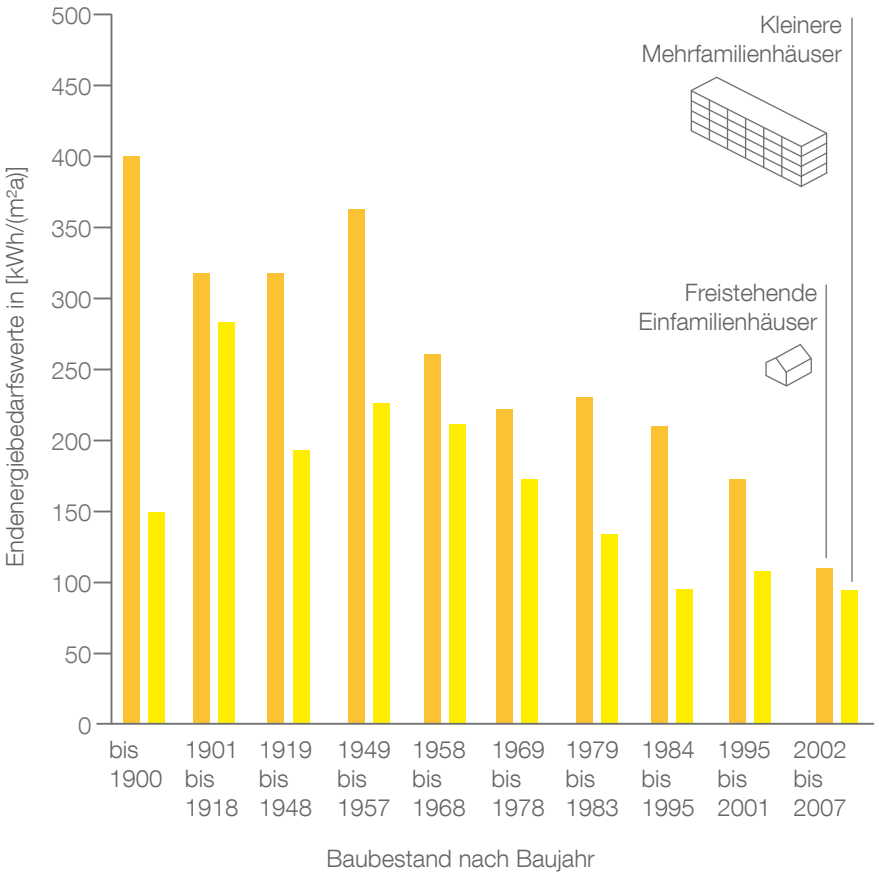
Nutzungsverteilung und der räumlichen Koordination von Bedarf und Potenzial (Flächennutzungsplan und informelle Pläne wie z.B. Verkehrskonzepte, Stadtentwicklungskonzepte oder Energienutzungspläne).

Ein Beispiel einer informellen Planung zur Unterstützung der räumlichen Koordination ist ein aktives Flächenmanagement. Hier können Flächenpotenziale und Möglichkeiten zur Innenentwicklung im städtebaulichen Gefüge aufgezeigt werden. 2004 hat die Große Kreisstadt Fürstenfeldbruck mit einer Untersuchung der bestehenden Flächen- und Nachverdichtungspotenziale begonnen und ein Flächenressourcenmanagement eingeführt. Ziel ist es, die Inanspruchnahme neuer Flächen zu reduzieren, bestehende Ortszentren und Infrastruktureinrichtungen zu stärken und städtebauliche Qualitäten zu steigern. Die Stadt erlangt einen Überblick über die vorhandenen Entwicklungspotenziale und kann ein Gesamtkonzept erstellen.

Auf der nachfolgenden Ebene bestimmen der städtebauliche Entwurf und seine Umsetzung im Bebauungsplan den künftigen Energiebedarf der Gebäude ganz wesentlich mit. Mit Hilfe städtebaulicher Verträge können zusätzlich Festlegungen zu energetischen Fragen getroffen werden.

Schließlich definieren Objekt- und Werkplanung die Energieeffizienz des einzelnen Gebäudes.

Flächenressourcenmanagement der Großen Kreisstadt Fürstenfeldbruck
Darstellung der Nachverdichtungspotenziale in unterschiedlichen Bereichen



Vergleich der mittleren Endenergiebedarfswerte (Heizung und Warmwasser) unterschiedlicher Baualtersklassen in Deutschland, Stand 2005

KLIMASCHUTZZIELE

Auf den Ebenen von Europäischer Union, Bund und Freistaat Bayern wurden ehrgeizige Klimaschutzziele festgelegt.

Bayern verfolgt mit dem 2008 beschlossenen Klimaprogramm Bayern 2020 eine vorsorgende Doppelstrategie, um dem Klimawandel und seinen Folgen wirksam vorzubeugen: Reduzierung von Treibhausgasemissionen und gleichzeitig Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel, soweit dieser bereits unvermeidlich ist. Der Freistaat setzt sich dabei das Ziel, die jährlichen energiebedingten CO_2-Emissionen von knapp sieben Tonnen bis 2020 auf deutlich unter sechs Tonnen pro Einwohner zu verringern. Bis zum Jahr 2020 soll in Bayern der Anteil der erneuerbaren Energien, bezogen auf den Endenergieverbrauch, von 10% auf insgesamt 20% angehoben werden.

Die Verringerung des CO_2-Ausstosses soll vorrangig durch Senkung des Energiebedarfs erfolgen.

MINIMIERUNG DES ENERGIEBEDARFS IM GEBÄUDESEKTOR

Für den Betrieb von Gebäuden werden ca. 40% unseres gesamten Endenergiebedarfes eingesetzt.

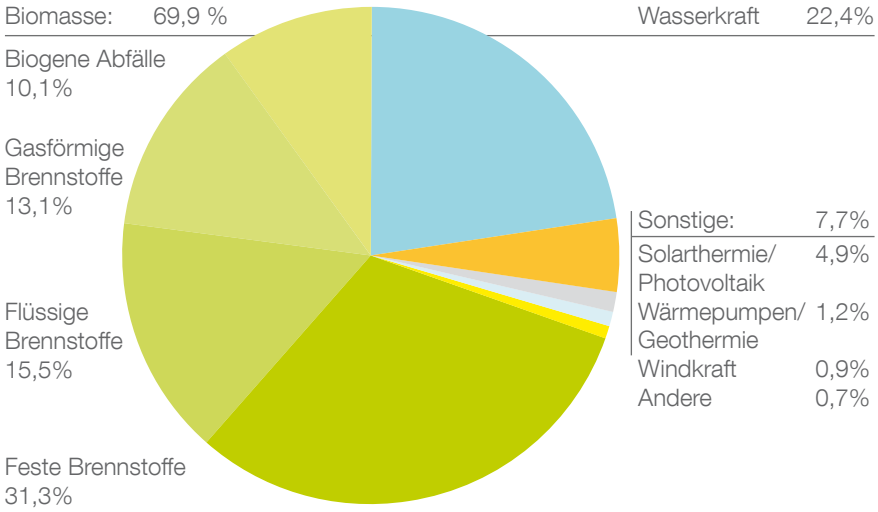
Im Jahr 2007 wurde für Deutschland ein Bestand von ca. 17,3 Mio. Wohngebäuden mit 39 Mio. Wohneinheiten sowie ca. 1,5 Mio. Nichtwohngebäuden ermittelt. 75% der Wohngebäude wurden vor 1979 errichtet. Neben der Errichtung hocheffizienter Neubauten kommt deshalb der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes eine besondere Bedeutung zu. Hier können erhebliche Energieeinsparungen erreicht werden.

MINIMIERUNG DES ENERGIEBEDARFS FÜR MOBILITÄT
Eine Durchmischung der Nutzungen wie Wohnen, Arbeiten und soziale Infrastruktur, die Anbindung bzw. der Ausbau des öffentlichen Personen-Nahverkehrs (ÖPNV) sowie eine vorrangige Innenentwicklung reduzieren die Energieaufwendungen, die durch lange Wegstrecken verursacht werden.

UMGANG MIT ENERGIETRÄGERN
Grundlage für einen wirksamen Klimaschutz ist ein ressourcenschonender, nachhaltiger Umgang mit den Energieträgern. So kann der notwendige Energiebedarf vielfach auch durch die Nutzung der Abwärme von Gewerbe und Industrie oder regenerative Energieträger gedeckt werden. Gemeinschaftliche Anlagen für Bürger und Öffentlichkeit erhöhen deren Effizienz.

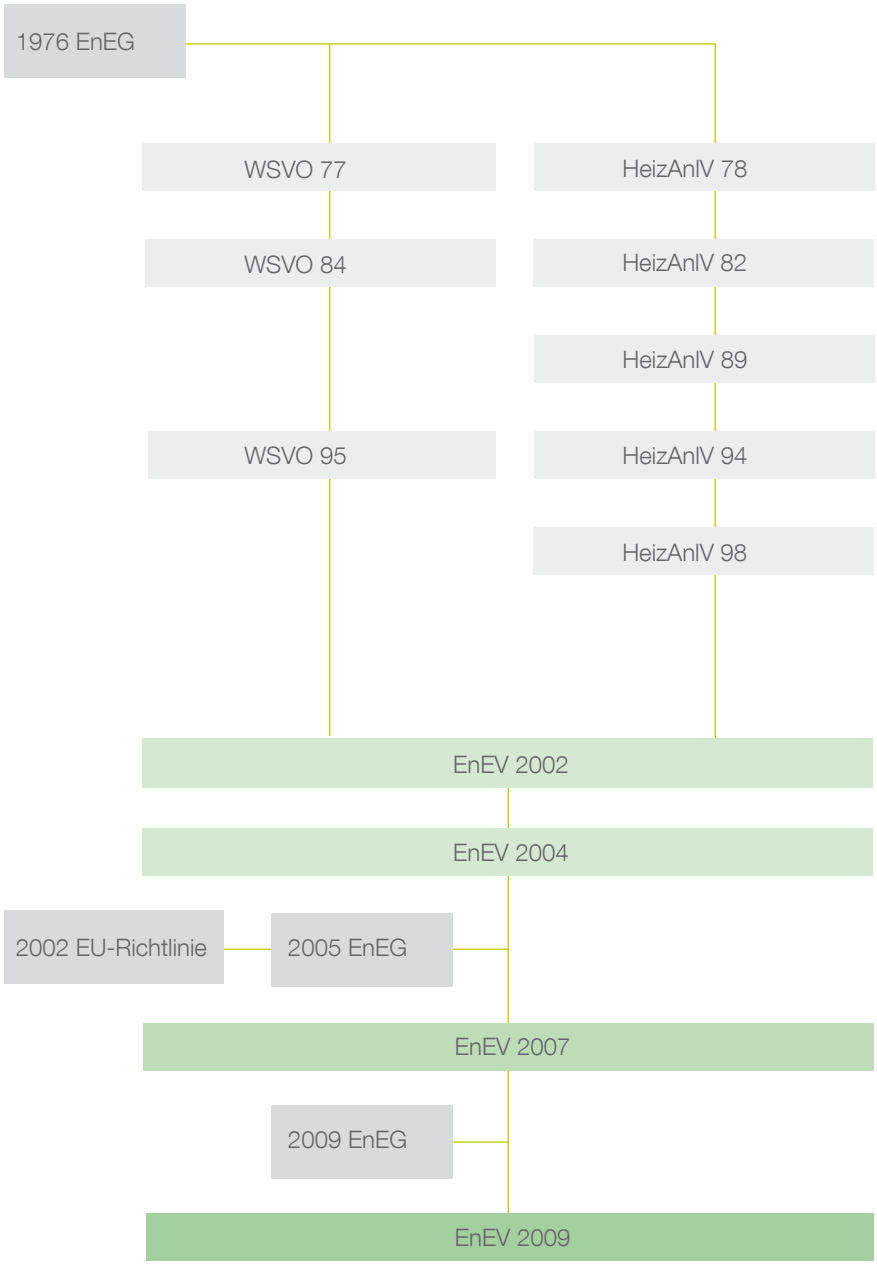
GEMEINDLICHE PLANUNG
Die Gemeinden haben über die Bauleitplanung maßgeblichen Einfluss auf die spätere Energieeffizienz neuer Siedlungsgebiete. Die energetische Verbesserung des Bestandes ist hingegen ein zentrales Thema in der städtebaulichen Erneuerung.

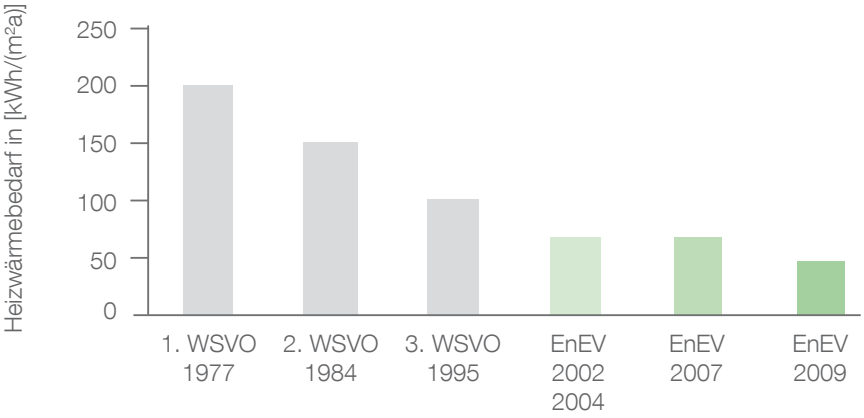
ÖFFENTLICHKEITSARBEIT
Mit Hilfe gezielter Öffentlichkeitsarbeit kann ein Bewusstsein für die Notwendigkeit des Klimaschutzes geschaffen und die Akzeptanz der Bevölkerung bei der Umsetzung von Maßnahmen verbessert werden. Durch öffentliche Diskussionen, Information und Beratung zu neuen gesetzlichen Regelungen (EEWärmeG, EnEV, etc.) werden die Ziele und Strategien vermittelt. Die Präsentation energetischer Verbesserungen im kommunalen Gebäudebestand wirkt als Vorbild und liefert Praxisbeispiele.



Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien in Bayern, 2007

In der Gemeinde Wilpoldsried wurden auf einer Ballonfahrt im Winter die verschneiten Dächer fotografiert. Im Rahmen einer kostenlosen Energieberatung für die Bürger wurden die Aufnahmen ausgewertet.





Begrenzung des Heizwärmebedarfs

GESETZLICHER RAHMEN

Im Energieeinsparungsgesetz (EnEG) aus dem Jahr 1976 regelt der Bund, dass Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden gestellt werden können. Es bildet die Grundlage für nachfolgende Rechtsverordnungen. 1977 hat der Bund mit den Verordnungen über den energiesparenden Wärmeschutz von Gebäuden (Wärmeschutzverordnung) und über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen sowie Brauchwasseranlagen (Heizungsanlagen-Verordnung) erstmals entsprechende Regelungen getroffen.

Um Gebäude künftig energetisch ganzheitlich betrachten zu können, wurden mit der Energieeinsparverordnung (EnEV 2002) die Wärmeschutzverordnung (WSVO 1995) und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV 1998) zusammengefasst. Die gleichzeitig erhöhten Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und die Anlageneffizienz konnten in einem gemeinsamen Nachweisverfahren abgebildet werden. Die Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden von 2002 machte neue Rechenregeln (DIN V 18599) und eine Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) erforderlich.

EnEV 2009

Mit der EnEV 2009 wurden die primärenergetischen Anforderungen um durchschnittlich 30% erhöht. Sie stellt Anforderungen an den energiesparenden Wärmeschutz und die energieeffiziente Anlagentechnik bei Gebäuden. Die Verordnung regelt, nach welchen Normen die Berechnung des Energiebedarfs erfolgen muss und begrenzt diesen. Zur Berechnung des Primärenergiebedarfs wird die DIN V 18599 vorgeschrieben, für Wohngebäude alternativ auch die DIN 4108-6 und die DIN 4701-10. Bei der Bilanzierung werden die Energiegewinne des Gebäudes den Energieverlusten gegenüber gestellt. Dabei betrachtet die EnEV die Primärenergiebilanz eines Gebäudes. Bilanziert wird, neben dem Endenergiebedarf eines Gebäudes selbst, auch die Energiemenge, die für vorgelagerte Prozessketten wie Gewinnung, Umwandlung

und Verteilung der eingesetzten Brennstoffe benötigt wird.

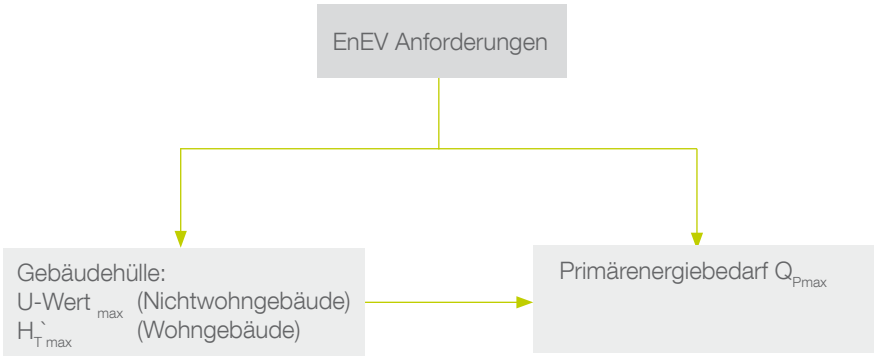
Der maximal einzuhaltende Primärenergiekennwert für ein Gebäude wird mit einem Referenzgebäudeverfahren ermittelt. Dabei wird der zulässige Kennwert anhand eines identischen Gebäudes mit gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung, aber unter Annahme normierter Bauteile und Anlagentechnik berechnet.

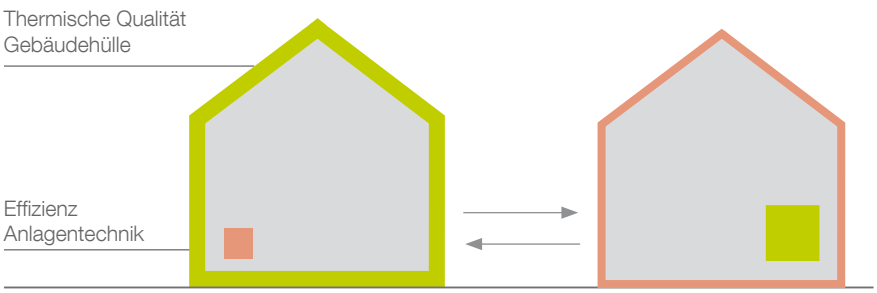
Zusätzlich werden Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle gestellt. Für Wohngebäude werden Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlustes ($H_{T\,max}$), für Nichtwohngebäude bauteilbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten ($U\text{-}Wert_{max}$) festgelegt.

Durch die ganzheitliche Betrachtung von baulichen und anlagentechnischen Komponenten entsteht ein Gestaltungsspielraum. Ein überdurchschnittlicher Standard auf der einen Seite ermöglicht ein gewisses Nachlassen auf der anderen Seite. Grenzen setzt die EnEV dort, wo sie einzelne Anforderungen auch an die thermische Qualität der Gebäudehülle und an die Effizienz der Anlagentechnik selbst stellt. Im Sinne einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Planung sollte der Energiebedarf vorrangig durch eine optimierte Gebäudehülle reduziert und der verbleibende Bedarf durch eine effiziente Technik gedeckt werden.

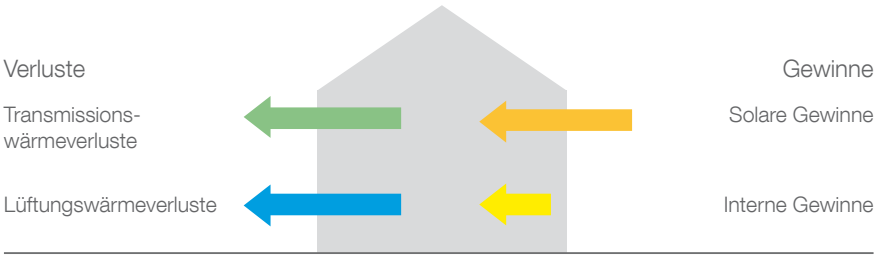
ERNEUERBARE-ENERGIEN-WÄRME-GESETZ

Das zum 01.01.2009 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) verpflichtet alle Eigentümer von Gebäuden, die neu errichtet werden, zu einer anteiligen Nutzung regenerativer Energien für die Wärmeversorgung. Diese Pflicht trifft private Bauherren ebenso wie die öffentliche Hand. Alternativ oder in Kombination können solare Strahlungsenergie, Geothermie, Umweltwärme und Biomasse genutzt werden. Die Verpflichtung zur anteiligen Nutzung regenerativer Energien für die Wärmeversorgung gilt auch als erfüllt, wenn bestimmte gesetzlich geregelte Ersatzmaßnahmen ergriffen werden.

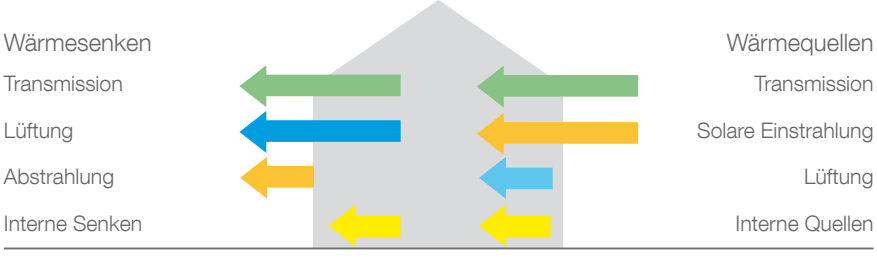




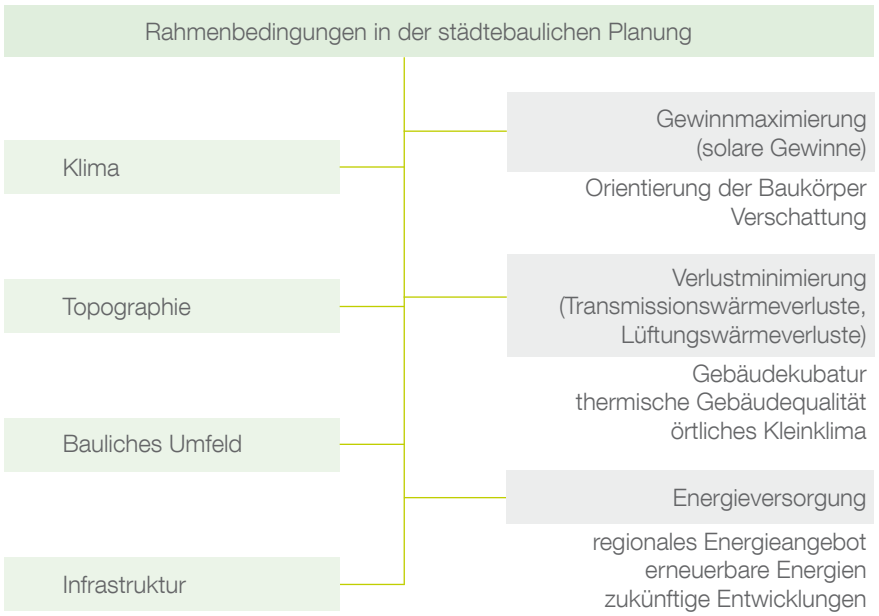
Unter Einhaltung der von der EnEV vorgegebenen Grenzwerte entsteht ein Spielraum zwischen der Qualität der Anlagentechnik und der Qualität der Gebäudehülle. Optimal ist eine hochdämmende Gebäudehülle, die eine kleiner dimensionierte und effiziente Technik, möglichst auf Basis erneuerbarer Energien, zulässt.



Energiebilanz nach DIN 4108-6



Energiebilanz nach DIN V 18599



RAHMENBEDINGUNGEN

Der Kontext, in dem das einzelne Gebäude steht, bestimmt das nutzbare energetische Potenzial. Zahlreiche Faktoren wie Klima, Topographie, bauliches Umfeld und bestehende Infrastruktur definieren den Rahmen. Hinzu treten nutzungsbedingte Anforderungen, auch hinsichtlich der Gebäudetypologie. Eine monokausale Betrachtung und Optimierung nur einzelner Faktoren kann nicht zum Erfolg führen. Aufgabe einer nachhaltigen Planung ist eine ausgewogene energieeffiziente Lösung.

Dabei gibt es zwei grundsätzliche Strategien zur Verminderung des Heizwärmebedarfs:

- Ziel des Gewinnmaximierungsprinzips sind möglichst hohe solare Einträge, die dem Gebäude als Wärme zur Verfügung stehen. Maßgeblich ist dabei die Orientierung der Baukörper und die Vermeidung von Verschattung.

- Nach dem Verlustminimierungsprinzip werden durch kompakte Baukörperformen und hohen Wärmeschutz die Energieverluste durch Transmission und Lüftung eines Gebäudes reduziert. Einfluss hierauf haben auch Windverhältnisse und Umgebungstemperatur.

In der Praxis werden beide Prinzipien und deren spezifische Einflussgrößen in aller Regel miteinander verbunden.

Die Nutzung des regionalen Energieangebotes, vor allem im Bereich der erneuerbaren Energien, sowie die Möglichkeit auf zukünftige Entwicklungen flexibel zu reagieren, sind weitere Aspekte für ein nachhaltiges Konzept.

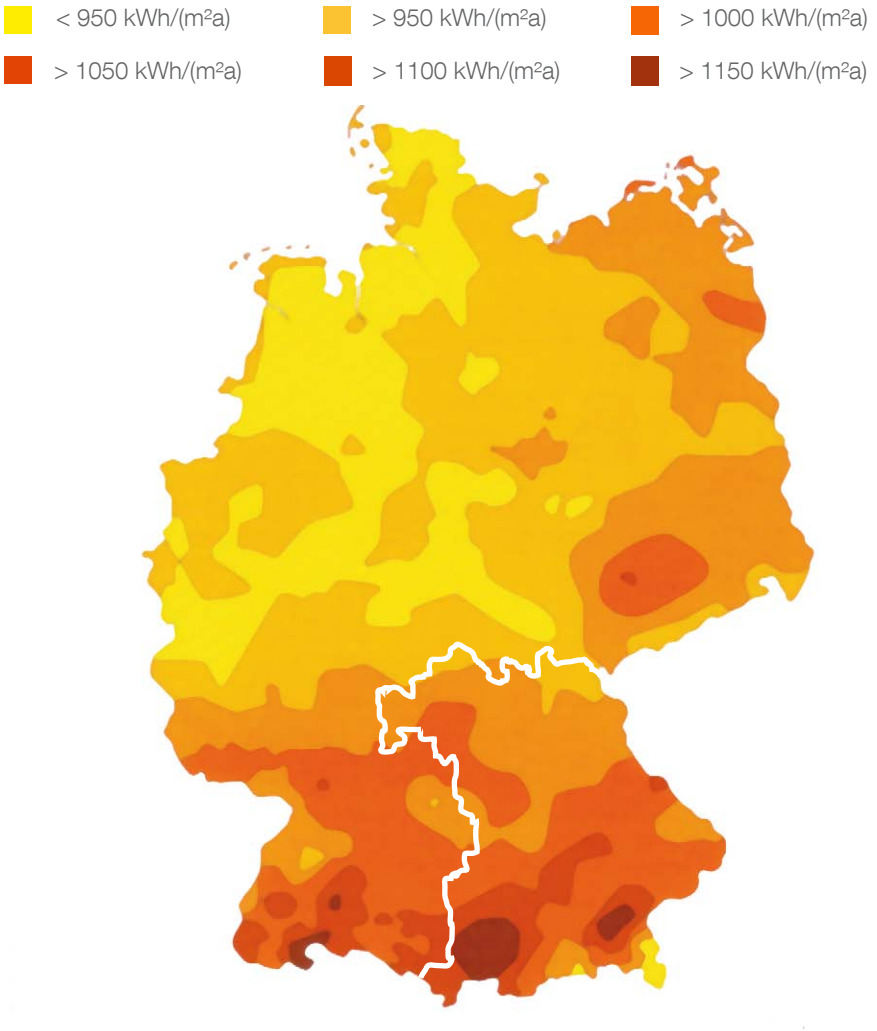
KLIMAFAKTOREN

Der Begriff „Klima“ beschreibt den Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort, der sich durch meteorologische Größen beschreiben lässt. Es gibt unterschiedliche Klimazonen mit jeweils jahreszeittypischen Temperaturverläufen, spezifischer Sonneneinstrahlung und -intensität, Windgeschwindigkeiten und -richtungen. Entscheidend für die klimatischen Bedingungen sind die geographischen Koordinaten, die Höhenlage über dem Meeresspiegel sowie regionale und landschaftliche Einflüsse.

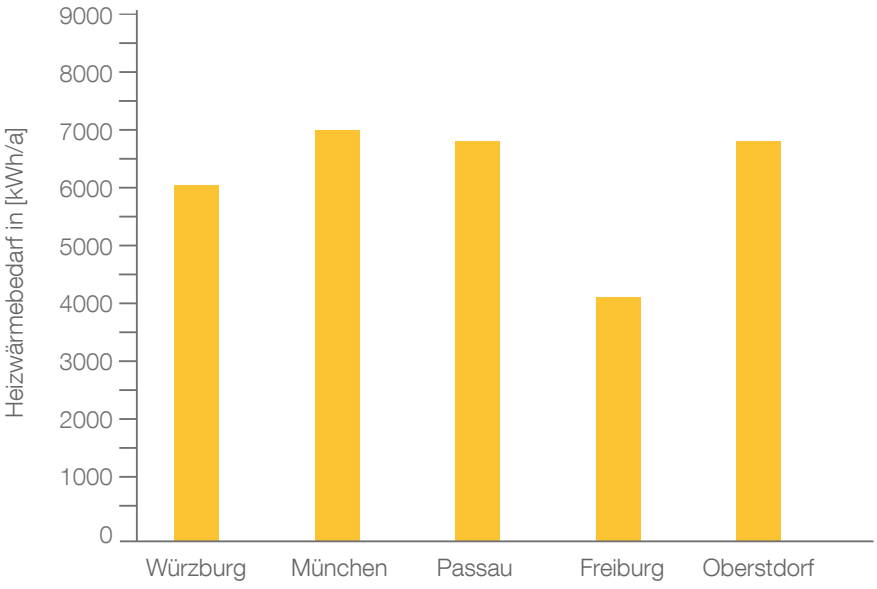
Bayern hat im deutschlandweiten Vergleich die höchsten solaren Einstrahlungswerte. Da das Klima vom Golfstrom beeinflusst wird, ist es für die geographische Lage ungewöhnlich mild. Die Wintertemperaturen liegen dennoch um den Gefrierpunkt. Durch die Ausdehnung von der Rhön über das Maintal bis zu den Alpen bestehen große regionale Unterschiede.

Es ergeben sich somit unterschiedliche standortbezogene Anforderungen an die städtebauliche Planung. Das örtliche Kleinklima ist geprägt durch die Topographie, die Orientierung des Grundstücks zum Sonnenlauf, das jeweils nutzbare Strahlungspotenzial der Sonne, Strömungsverhalten und Intensität von Wind und spezifische Witterungseinflüsse wie z. B. Nebel. Niederschläge und die Verdunstung von Oberflächenwasser bewirken eine Abkühlung der Umgebung. Gleichzeitig wird das örtliche Kleinklima beeinflusst durch die Bebauung und Bepflanzung.

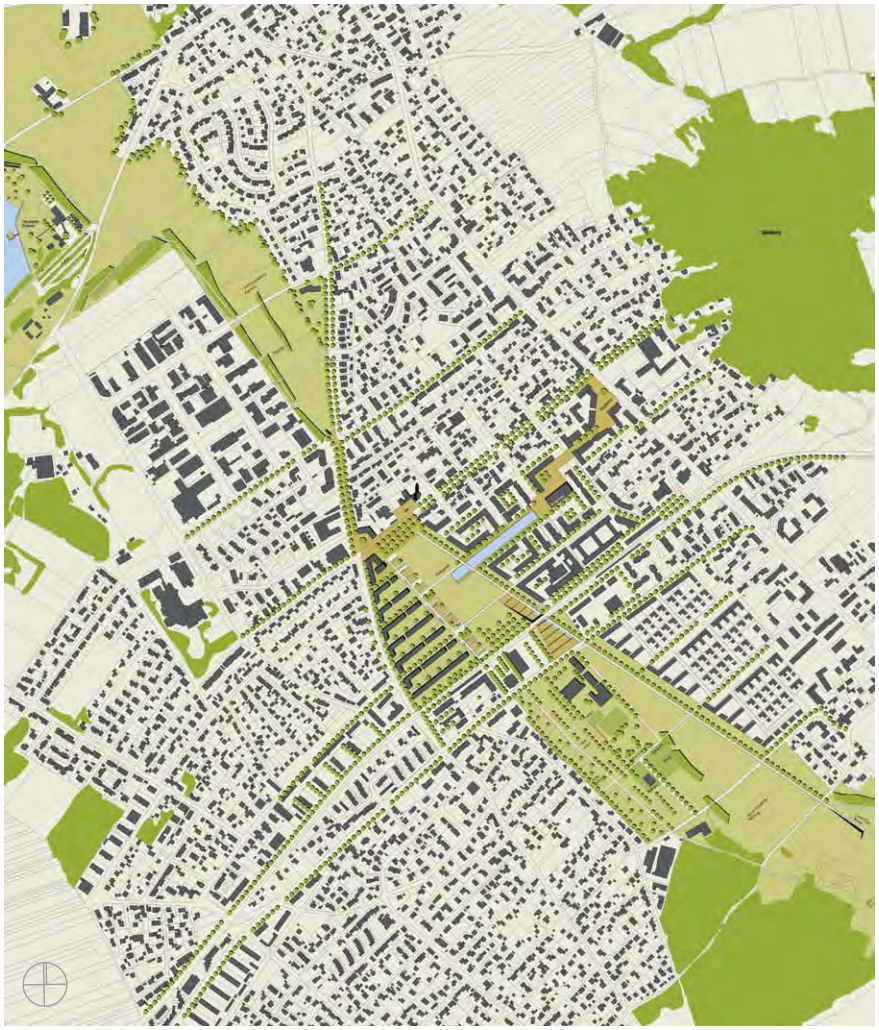
Die wichtigsten klimatischen Faktoren sind die Solareinstrahlung und deren jahres- und tageszeitliche Schwankung. Die Solareinstrahlung setzt sich aus direkter und diffuser Strahlung zusammen. Die regional unterschiedlich hohe Sonneneinstrahlung hat großen Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz der Gebäude.



Sonneneinstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland und Bayern



Vergleich des Jahresheizwärmebedarfs für ein Beispielgebäude an unterschiedlichen Standorten (Wohnen, A/V_e = 0,73, Fensterflächenanteil 16%, Südorientierung)



Städtebaulicher Ideenwettbewerb „Gilchinger Glatze“: 1. Preis Marcus Rommel Architekten, Stuttgart/Trier, Landschaftsarchitekten Ernst + Partner, Trier

STÄDTEBAULICHER KONTEXT

Der Schwerpunkt einer nachhaltigen, klimaschonenden und damit zukunftsorientierten Siedlungsentwicklung ist die Konzentration der Siedlungstätigkeit auf die Innenstädte und Ortszentren, bei einer gleichzeitig bedarfsgerechten und zurückhaltenden Neuausweisung von Bauflächen. Generell gilt es, die Flächeninanspruchnahme zu reduzieren. Einen Beitrag hierzu leistet die Schaffung kompakter Siedlungseinheiten sowohl in neuen Baugebieten, als auch bei der städtebaulichen Erneuerung.

Maßgeblich ist zudem die vorhandene Topographie. Sie prägt die städtebauliche Struktur entscheidend, Straßenverläufe und Infrastruktureinrichtungen müssen auf diese reagieren. Hierbei ist der Schutz besonderer Landschaftsräume wie Hänge, Hügelkuppen und Schutzgebiete zu beachten.

Freiflächen tragen zur Energieeffizienz der Siedlung bei. Auf versiegelten Flächen steigt der langfristige Mittelwert der Lufttemperatur gegenüber der unbebauten Umgebung. Durch die Beschränkung der Bodenversiegelung und innerörtliche Freiflächen werden die ökologischen Ausgleichsfunktionen erhalten und das örtliche Kleinklima verbessert. Frischluftschneisen garantieren einen Luftaustausch im Quartier, Aufheizungseffekten wird entgegengewirkt. Der Energieaufwand für Klimatechnik an Gebäuden kann so reduziert werden.

Bei der Neuaufstellung des Flächennutzungsplanes der Gemeinde Gilching spielten zentrale Freiflächen eine große Rolle. Die Gemeinde beschloss, die städtebauliche Struktur und die Infrastruktureinrichtungen, die dem starken Zuwachs der vergangenen Jahrzehnte nicht gewachsen waren, anzupassen. Auf einem noch unbebauten Gelände in zentraler Lage soll deshalb ein neues Zentrum entstehen, die angrenzenden Quartiere sollen besser verknüpft werden und zugleich ein großer Freiflächenanteil mit hoher Naherholungsqualität erhalten bleiben. Auf Grundlage eines im Jahr 2005 durchgeführten Ideenwettbewerbes wurde ein Rahmenplan erarbeitet.

HANDLUNGSEBENEN

Auf der Ebene des Flächennutzungsplanes werden grundsätzliche Entscheidungen über die Lage eines Baugebietes, die Nutzungsverteilung und die Anbindung an vorhandene Infrastruktur festgelegt.

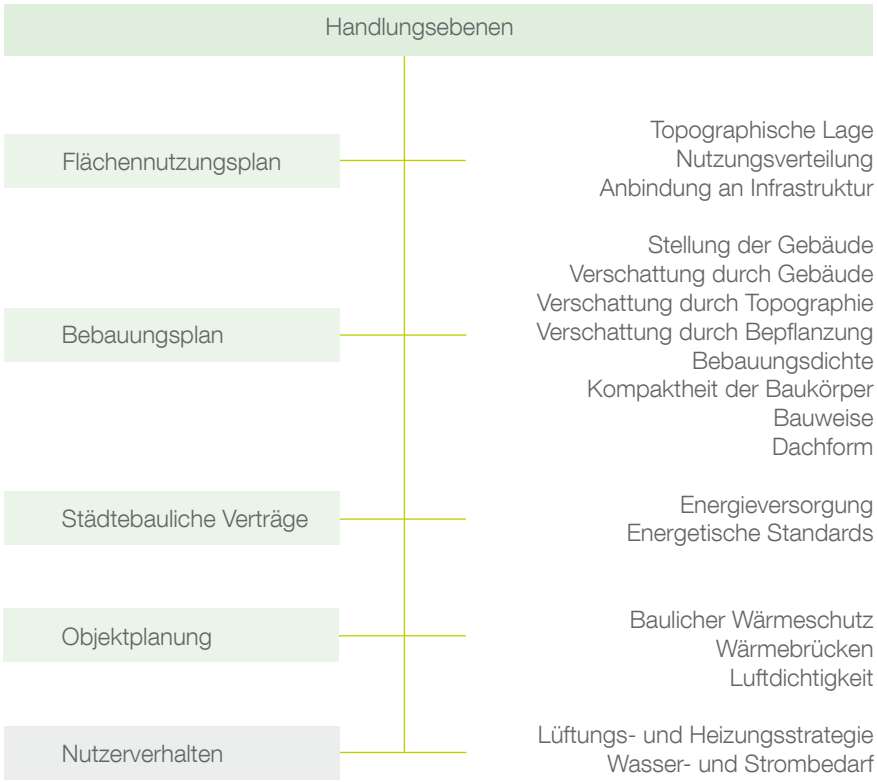
Im Bebauungsplan werden Festsetzungen zur Stellung der Gebäude sowie zur Bebauungsdichte getroffen. Die Orientierung der Baukörper ist dabei maßgeblich für die Wahl der Grundrisstypologie. Weitere energiewirksame Einflussgrößen im städtebaulichen Entwurf sind Geometrie und Kompaktheit der Baukörper. Entscheidend sind die Bauweise, das Verhältnis von Tiefe, Länge und Höhe, der Versatz von Baukörpern und die Dachform.

Unter anderem können über städtebauliche Verträge mit den Bauherren weitergehende Vorgaben zum energetischen Standard der Einzelbaukörper und zur Energieversorgung getroffen werden.

Für die konkrete Objektplanung liegt die Verantwortung für eine energieeffiziente Bauweise in der Hand des Bauherrn. Ziel ist ein hoher baulicher Wärmeschutz, die Vermeidung von Wärmebrücken und eine luftdichte Außenhülle.

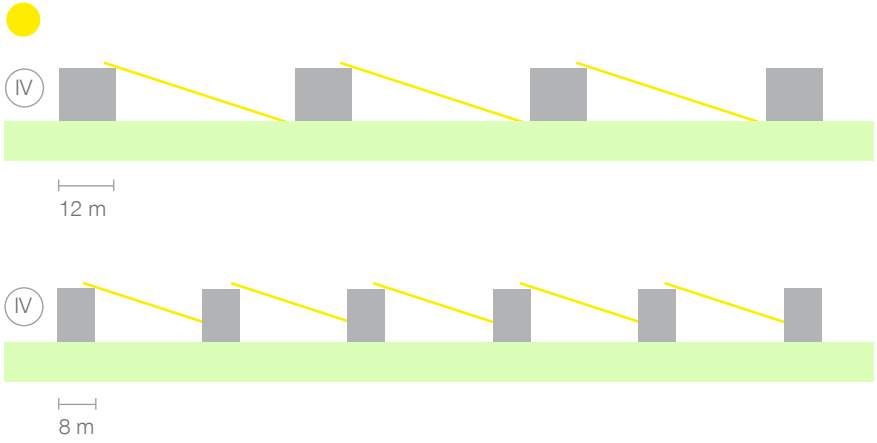
Der einzelne Nutzer hat durch sein Lüftungsverhalten und den privaten Wasser-, Wärme- und Strombedarf weiteren Einfluss auf die Energieeffizienz des Gebäudes.

Die Zeitspanne vom Entwurf eines städtebaulichen Konzeptes bis zur Umsetzung und Realisierung der Einzelgebäude umfasst viele Jahre. Deshalb ist eine vorausschauende flexible Planung wichtig, die einen robusten Rahmen auch für spätere Maßnahmen setzt.

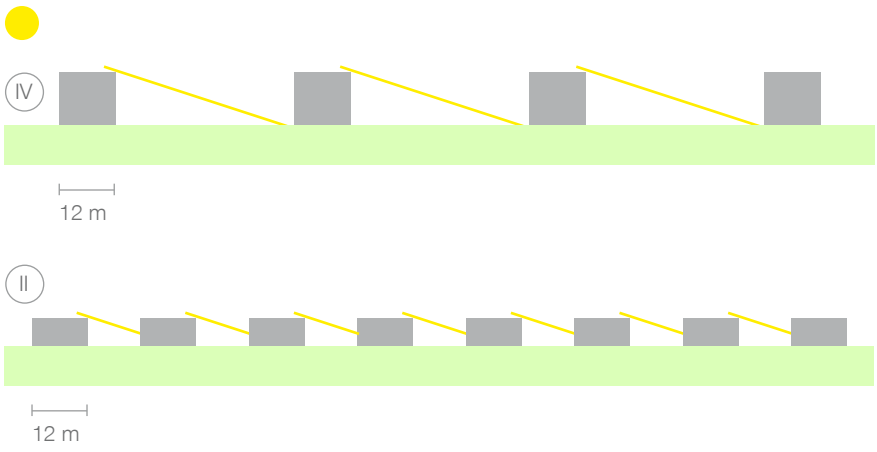


Ackermannbogen, München

Variation der Gebäudetiefe



Variation der Gebäudehöhe



Vergleich der Gebäudeabstände einer Zeilenbebauung bei gleichbleibender baulicher Dichte im Hinblick auf die Besonnungsverhältnisse

BEBAUUNGSDICHTE

Ziel einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung ist die Schaffung kompakter Siedlungseinheiten.

Eine flächensparende Bauweise bewahrt unversiegelte Flächen, die zum Erhalt der natürlichen Ausgleichsfunktionen beitragen. Gleichzeitig reduziert sich der Aufwand für Erschließungsmaßnahmen. Neben wirtschaftlichen Aspekten stellen kompakte Siedlungen deshalb einen Beitrag zu einer nachhaltigen Siedlungspolitik dar.

Eine Bebauungsstruktur, die durch geringere Dichte und damit größere Abstände zwischen den Gebäuden auf eine Maximierung der solaren Einträge abstellt, kann hingegen den Heizwärmebedarf der Einzelgebäude reduzieren.

Wie diese manchmal widersprüchlichen Ziele erfüllt werden können, muss jeweils in einem spezifischen Konzept, das auch die vorhandene Bebauung, die Lage des Baugebietes und die Topographie einbezieht, erarbeitet werden. Hierbei spielen historisch gewachsene Strukturen, regionaltypische Bauweisen, Sichtbeziehungen und Nutzungszusammenhänge eine Rolle.

Die Gebäudetypologie steht in direktem Zusammenhang mit der Nutzung. Vor allem für Wohngebäude bestimmen die Orientierung und der Grundrisstyp die mögliche Gebäudetiefe, da eine ausreichende Belichtung von Wohn- und Aufenthaltsräumen sichergestellt sein muss. Die erreichbare bauliche Dichte wird somit begrenzt durch die Besonnungsanforderungen.

Bei gleicher baulicher Dichte ist die Besonnungssituation abhängig von Breite und Höhe der Baukörper. Tiefere Baukörper oder eine Erhöhung der Geschosszahl führen jeweils zu größeren Gebäudeabständen.

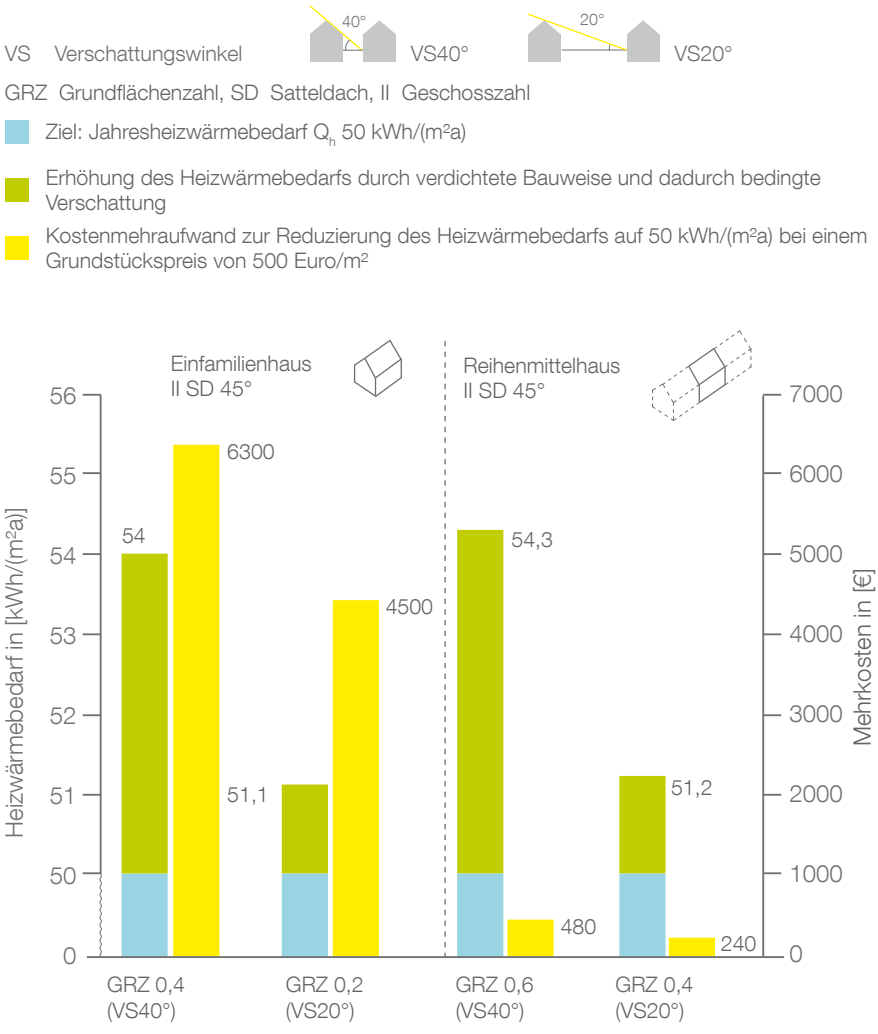
In einer Untersuchung wurde der Aufwand verglichen, der bei einem Reihenmittelhaus bzw. einem freistehenden Einfamilienhaus notwendig ist, um bei unterschiedlicher Bebauungsdichte und dadurch bedingten unterschiedlichen Verschattungswinkeln einen Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/(m²a) zu erreichen.

Ein Reihenmittelhaus besitzt nur wenig Außenwandflächen, die gedämmt werden müssen. Gleichzeitig ist durch die kompakte Baukörperform für eine optimierte Gebäudehülle lediglich eine geringere Erhöhung der U-Werte der Außenhülle, der Dämmung und der Fenster erforderlich. Es entstehen deshalb nur sehr geringe Mehrkosten für bauliche Verbesserungen. Bei einem freistehenden Einfamilienhaus hingegen ist ein höherer Aufwand erforderlich, um einen Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/(m²a) zu erreichen.

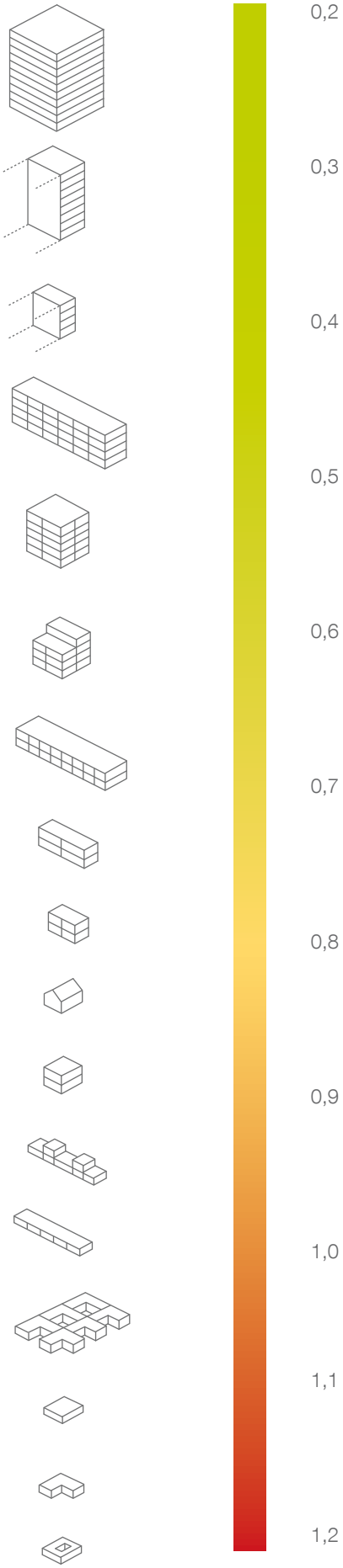
Die Dämmmaßnahmen an der Außenhülle verbrauchen zusätzliche Grundstücksfläche. Bei hohen Grundstückspreisen wirkt sich dieser Flächenverbrauch deshalb mittelbar auf die Kosten zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs aus.

Grundsätzlich empfehlen sich daher kompakte Baukörper, insbesondere dann, wenn die solaren Bedingungen nicht optimal sind.

Wohnen in den Isarauen, Freising



Exemplarischer Vergleich des Kostenaufwandes um einen Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/(m²a) zu erreichen bei unterschiedlicher Bebauungsdichte und dadurch bedingten Verschattungswinkeln, nach: Energetisch optimierte Planungsentscheidungen - Praxisleitfaden für kostengünstige Wohnimmobilien, Sahner G., Stohrer M.K., König N.



A/V_e-Verhältnis unterschiedlicher Gebäudetypen

BAUKÖRPERFORM UND KOMPAKTHEIT

Eines der wichtigsten Steuerungselemente einer energieeffizienten Bauleitplanung sind die Festsetzungen bezüglich kompakter Gebäudestrukturen. Hier werden Grundsteine für den späteren Energieverbrauch der Gebäude gelegt. Die Festsetzungen zu Bauweise und Gebäudetyp in Zusammenhang mit Festsetzungen wie z.B. Baulinien und -grenzen, Höhe der baulichen Anlagen und Dachformen bestimmen die Abmessungen des Baukörpers und das Maß an Kompaktheit. Ein Messwert zur Bestimmung der Kompaktheit des Baukörpers ist das A/V_e-Verhältnis. Dieses beschreibt das Verhältnis der Wärme abstrahlenden Aussenhülle A zum beheizten Volumen V_e des Gebäudes. Ein kompakter Baukörper hat somit einen niedrigen A/V_e-Wert.

Je geringer der Anteil an Wärme übertragenden Flächen eines Gebäudes, desto weniger Transmissionswärmeverluste entstehen. Kompaktere Bauformen haben deshalb einen geringeren Heizwärmebedarf. Größere Baukörpervolumen können generell ein günstigeres A/V_e-Verhältnis erreichen als kleinere Volumen, verdichtete Bauformen weisen deshalb niedrigere A/V_e-Werte auf. Auch der Anteil der erdberührten Flächen hat Einfluss auf den Heizwärmebedarf, da die Wärmeverluste gegenüber dem Erdreich geringer ausfallen als gegenüber der Außenluft. Bei einem identischen A/V_e-Verhältnis verliert ein flaches Gebäude weniger Wärme als ein turmartiger Baukörper. Die nebenstehende Grafik gibt einen Überblick über den Zusammenhang von Gebäudetyp und A/V_e-Verhältnis.

Bereits in den ersten Projektentwürfen wird die Kompaktheit eines Gebäudes festgelegt. In dieser Phase ist der Einfluss auf die zukünftige Energiebilanz und die zu erwartenden Kosten bedeutend größer als bei Entscheidungen in späteren Phasen. Durch kompakte Gebäudeformen reduzieren sich neben den Baukosten auch die Betriebs- und Unterhaltskosten. Je geringer die kostenintensive Außenhüllfläche eines Gebäudes im Vergleich zu seinem Volumen und damit gleichzeitig zur nutzbaren Fläche, desto

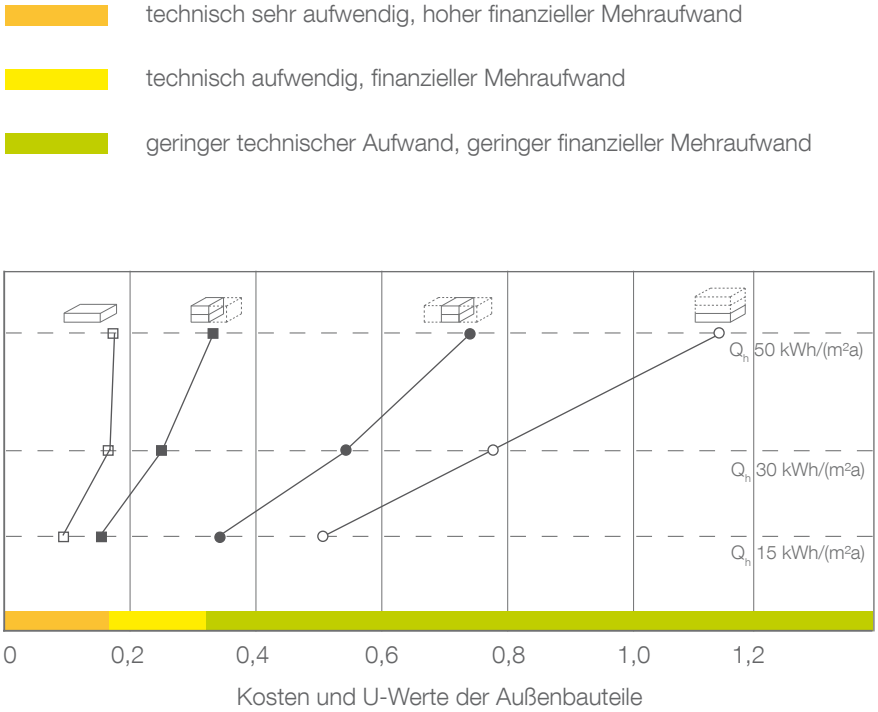
wirtschaftlicher ist das Gebäude.

In nebenstehender Grafik wird der notwendige Aufwand bei der Errichtung eines Gebäudes mit einem Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/(m²a) mit dem Aufwand bei einer Verbesserung auf 30 kWh/(m²a) bzw. auf 15 kWh/(m²a) verglichen. In der beispielhaften Betrachtung hat das Reihenmittelhaus (A/V_e = 0,5) mit Außenbauteilen, die im Mittel einen U-Wert von 0,8 W/(m²K) haben, einen Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/(m²a). Um diesen auf 15 kWh/(m²a) zu senken, müssen Außenbauteile eingesetzt werden, deren durchschnittlicher U-Wert ca. 0,4 W/(m²K) beträgt. Der finanzielle Mehraufwand ist gering, da meist Standardprodukte verwendet werden können.

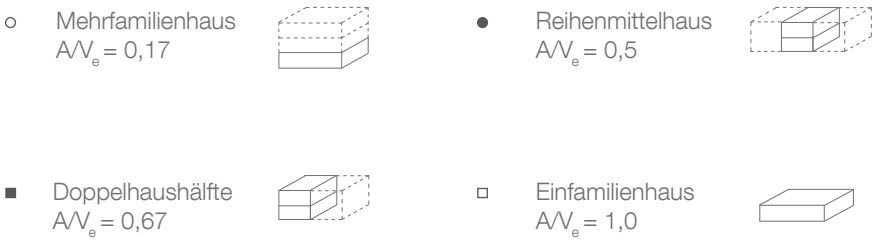
Dagegen benötigt eine Doppelhaushälfte aufgrund ihrer geringeren Kompaktheit (A/V_e = 0,67) Außenbauteile mit einem mittleren U-Wert von 0,2 W/(m²K) um einen Jahresheizwärmebedarf von 15 kWh/(m²a) zu erreichen. Dies ist technisch aufwendiger und führt deshalb zu höheren Kosten.

Grundsätzlich ist eine energetische Modernisierung dann sinnvoll, wenn ohnehin erforderliche Sanierungsmaßnahmen anstehen. Unterstützt werden energetisch wirksame Maßnahmen auch durch Förderprogramme des Bundes und Landes. Unabhängig von der Gebäudetypologie führt die Umsetzung von Niedrigenergiestandards zu einer Reduzierung der Betriebs- und Unterhaltskosten.

Vergleicht man bei gleichbleibendem Volumen unterschiedliche Gebäudetypen, wird deutlich, dass der Heizwärmebedarf vor allem durch kompakte Baukörper gesenkt wird. Dieser Aspekt ist bereits auf der Ebene der städtebaulichen Planung zu berücksichtigen.

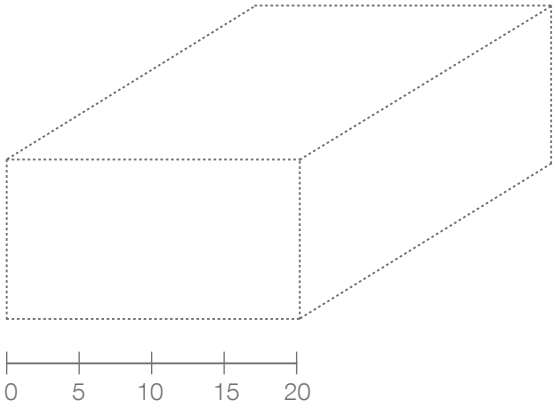


Kosten und U-Werte der Außenbauteile



Zusammenhang zwischen dem Jahresheizwärmebedarf, der Kompaktheit eines Gebäudes und der thermischen Qualität der Gebäudehülle

		EFH	RH	MFH	HH
A/V_e-Verhältnis	[1/m]	0,78	0,65	0,43	0,49
Verhältnis außenluftberührte Bauteile zu Erdreich	[-]	3,7:1	2,9:1	6,7:1	26,3:1
Thermische Verluste der Hülle H_T`	[W/(m²K)]	0,49	0,46	0,56	0,63
Heizwärmebedarf Q_h	[kWh/(m²a)]	72 (100%)	60 (83%)	48 (66%)	56 (77%)



VARIATION DER BAUKÖRPERFORM

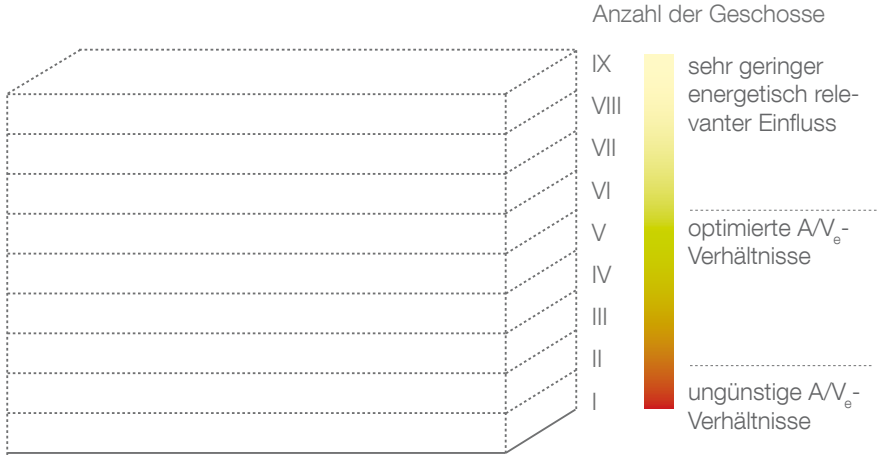
Setzt man das A/V$_e$-Verhältnis eines Baukörpers in Beziehung zu seiner Gebäudegeometrie zeigt sich, dass eine Veränderung der Baukörperform in vielen Fällen eine maßgebliche Verbesserung der Kompaktheit zur Folge hat, ab bestimmten Grenzwerten aber nur noch ein sehr geringer energetisch relevanter Einfluss besteht.

TIEFE DER BAUKÖRPER

Das A/V$_e$-Verhältnis eines Baukörpers verbessert sich mit zunehmender Baukörpertiefe. In gleichem Maß nehmen allerdings die Möglichkeiten zur natürlichen Belichtung der Aufenthaltsräume und zur passiven Solarenergienutzung ab. Zudem muss die Festlegung sinnvoller Baukörpertiefen in Abhängigkeit von der Gebäudeorientierung getroffen werden. So können Ost-West orientierte Gebäude tiefer ausgeführt werden, da die Aufenthaltsräume in den Morgen- und Abendstunden besonnt werden. Bei südorientierten Gebäuden mit einer Tiefe bis zu ca. 8 m können zwar alle Aufenthaltsräume zur Sonne ausgerichtet werden, das Gebäude hat jedoch durch seine geringe Baukörpertiefe ein ungünstigeres A/V$_e$-Verhältnis. Bei sehr tiefen Baukörpern müssen die Möglichkeiten einer natürlichen Belichtung und Belüftung berücksichtigt werden. In der Praxis haben sich bei Zeilenbauweise daher, abhängig von der Nutzung und Orientierung, Baukörpertiefen von ca. 10 m bis 14 m gut bewährt. Bei tieferen Baukörpern sind Maßnahmen für eine ausreichende Belichtung wie z.B. Atrien und Dachfenster sinnvoll.

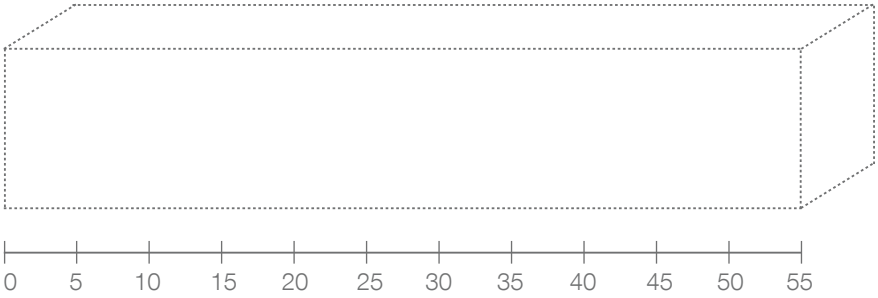
HÖHE DER BAUKÖRPER

Die Anzahl der Geschosse beeinflusst das A/V$_e$-Verhältnis sehr stark. Das Verhältnis beider Faktoren entwickelt sich allerdings nicht linear. Bei ein- bis fünfgeschossigen Baukörpern führt eine Erhöhung des Gebäudes zu einer überproportionalen Verbesserung des A/V$_e$-Verhältnisses. Bei höheren Gebäuden sinkt der Einfluss. Es entstehen weitere Verbesserungen, deren energetisch wirksamer Einfluss jedoch gering ist.



LÄNGE DER BAUKÖRPER

In einem Bereich von 10 m bis ca. 25 m Gebäudelänge bewirkt eine Verlängerung des Baukörpers eine überproportional starke Verbesserung der Kompaktheit. Bei der Erweiterung des Baukörpers über diesen Bereich hinaus sinkt der Einfluss jedoch ab. Es ergeben sich keine wesentlichen Verbesserungen mehr für das A/V_e-Verhältnis des Baukörpers.

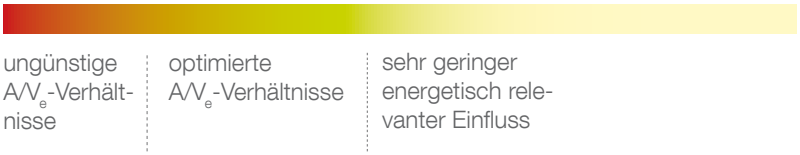


Länge der Baukörper in [m]

VERSATZ VON BAUKÖRPERN

Vor- und Rücksprünge an einem Baukörper vergrößern die Fassadenfläche und erhöhen damit das A/V_e-Verhältnis. Zusätzlich wirken sich dabei entstehende gegenseitige Verschattungen negativ auf den Heizwärmebedarf aus.

Allerdings bieten beispielsweise Winkelgebäude oder Atriumhäuser die Möglichkeit, Tageslicht in innenliegende Räume zu leiten. Dies bewirkt jedoch gleichzeitig eine größere Außenwandfläche. Diese gegensätzlichen Ziele müssen je nach Situation aufeinander abgestimmt werden.



DACHFORMEN

Eine steilere Dachneigung erhöht das Volumen eines Baukörpers, dabei vergrößert sich jedoch nicht immer die nutzbare Fläche. Über einen Kniestock kann bei einer flacheren Dachneigung zusätzliche Nutzfläche geschaffen werden.

Kompakte Baukörper in der „Permoserstraße“ in Ingolstadt

EnEV 2007

EnEV 2009

EnEV 2009 - 30%

Gegenüberstellung der solaren Gewinne und der Wärmeverluste bei unterschiedlicher Qualität der Gebäudehülle (Berechnung eines Beispielgebäudes: Wohnen, A/V_e = 0,73, Fensterflächenanteil 16%, Südorientierung)

SOLARE OPTIMIERUNG

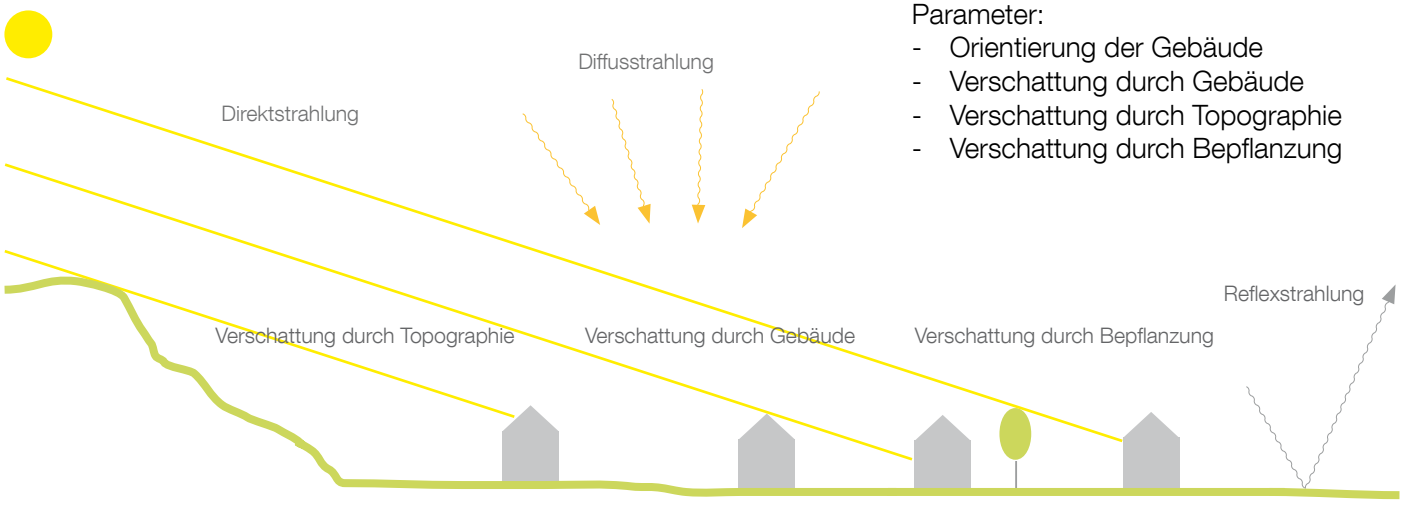
Der städtebauliche Raum wird geprägt durch Topographie, Landschaftsraum, Vegetation, Stadtstruktur und Umgebung, Erschließungssysteme, private und öffentliche Freiräume, Gebäudestrukturen und Nutzungen. Diese Elemente stehen energetisch in Wechselwirkung zueinander. Das Zusammenspiel definiert auch die städtebauliche Besonnungssituation.

Der städtebauliche Entwurf und die entsprechenden Festsetzungen bestimmen das Potenzial an passiver und aktiver Solarenergienutzung. Eine gezielte stadträumliche Planung, in der die beiden Ziele, einerseits die Wärmeverluste durch kompakte Baukörper zu minimieren und andererseits die Energiegewinne durch solare Einstrahlung zu maximieren, verknüpft werden, trägt zur Energieeffizienz bei.

Der solaren Optimierung sind jedoch Grenzen gesetzt. Abhängig von der Gebäudenutzung kann die Gefahr einer Überhitzung bestehen. Hohe interne Wärmelasten und höhere sommerliche Temperaturen in Folge des Klimawandels müssen berücksichtigt werden.

Mit steigendem Dämmstandard eines Gebäudes nehmen die solaren Gewinne in absoluten Zahlen geringfügig ab. Das Verhältnis zwischen solaren Gewinnen und Heizwärmebedarf verbessert sich jedoch.

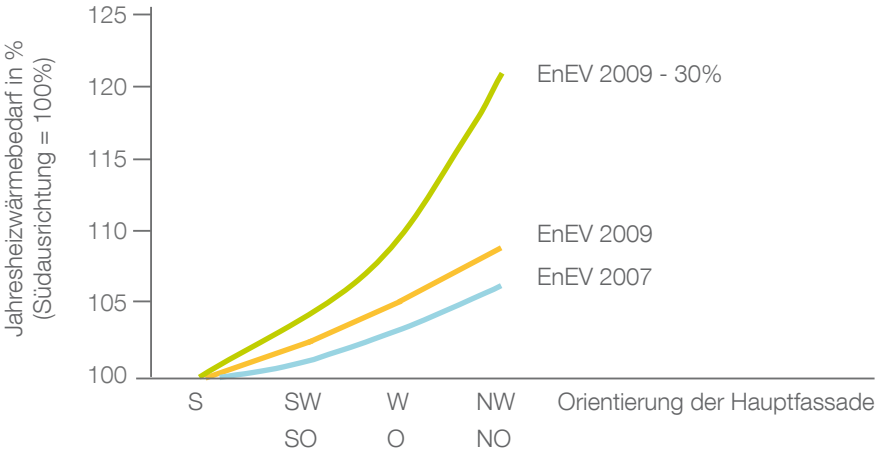
Wesentlichen Einfluss auf die solaren Gewinne haben folgende städtebauliche Parameter:
- Orientierung der Gebäude
- Verschattung durch Gebäude
- Verschattung durch Topographie
- Verschattung durch Bepflanzung



ORIENTIERUNG DER GEBÄUDE

Die Orientierung eines Gebäudes bestimmt den solaren Wärmegewinn während der Heizperiode. Ost- und Westfenster empfangen 60%, Nordfenster 38% im Vergleich zur nutzbaren solaren Einstrahlung eines nach Süden gerichteten Fensters.

Bei Gebäuden, die die Anforderungen der EnEV 2009 erfüllen, erhöht sich der Heizwärmebedarf bei einer Abweichung von der Südorientierung vergleichsweise schwach. Ein Gebäude mit einem um 30% erhöhten Standard reagiert dagegen deutlich sensibler. Dieser Effekt tritt ein, weil die solaren Einträge bei diesen Gebäuden einen größeren Anteil an der Wärmebilanz des Gebäudes haben.



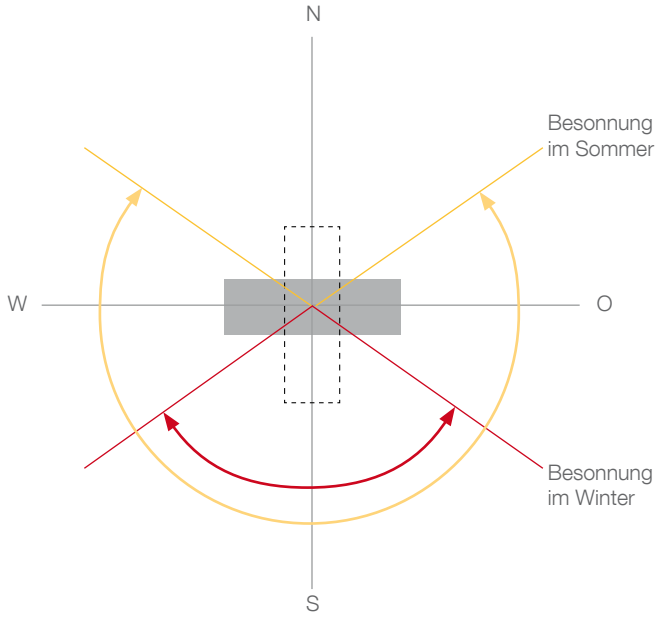
Einfluss der Orientierung der Hauptfassade auf den Jahresheizwärmebedarf bei unterschiedlichen Energiestandards (Berechnung eines Beispielgebäudes: Wohnen, A/V_e = 0,73, Fensterflächenanteil 16%)

BESONNUNGSDAUER

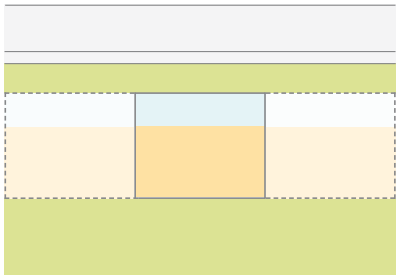
Die Besonnungssituation von Gebäuden und Freiflächen ist abhängig von der Orientierung und verändert sich je nach Tages- und Jahreszeit. In den Wintermonaten sind die Verschattungen am größten, gleichzeitig können solare Gewinne in dieser Zeit den Heizwärmebedarf reduzieren.

Ausreichend Licht und Sonne sind ein Grundbedürfnis des Menschen. In der Entwurfsplanung ist die Belichtung und Besonnung der Aufenthaltsräume deshalb ein zentrales Kriterium für die Nutzungsqualität des Gebäudes.

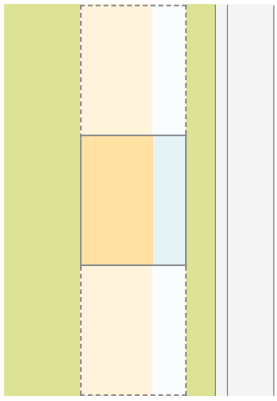
Im BauGB findet sich dies in der Forderung nach gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnissen (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB, § 34 Abs. 1 BauGB). Die Bayerische Bauordnung schreibt einen Mindestanteil Fensterfläche vor (Art. 45 Abs. 2 BayBO), um eine ausreichende Belichtung und Belüftung in Aufenthaltsräumen zu garantieren.

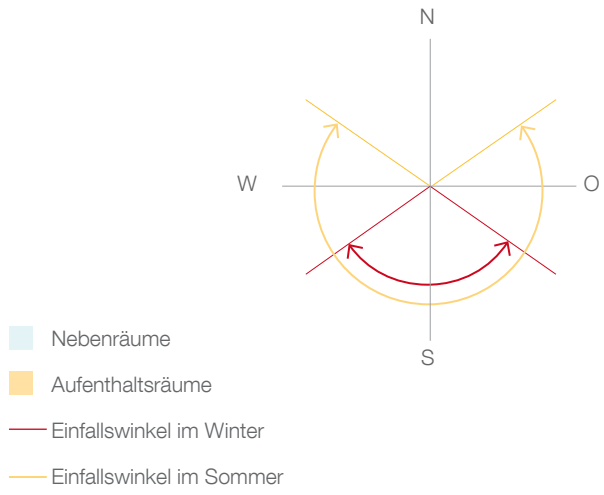


Nord-Süd-Orientierung



Ost-West-Orientierung





Besonnung bei unterschiedlicher Orientierung

TYPOLOGIEN

Die Anordnung der Räume in einem Gebäude ist abhängig von den Anforderungen der Nutzung an Belichtung und Temperatur. An Wohn- und Arbeitsräume werden andere Bedingungen als an Schlaf- und Nebenräume gestellt.

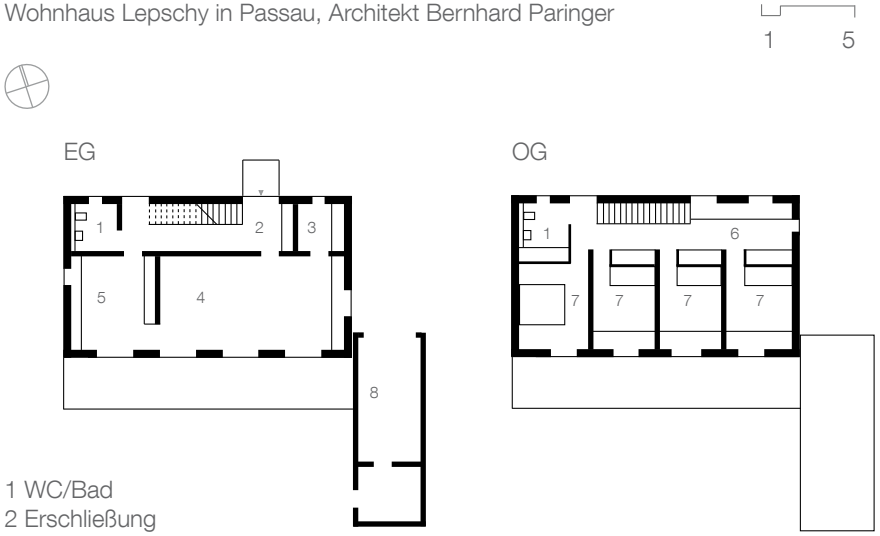
Nachfolgend werden beispielhaft unterschiedliche Grundrisstypen für Wohngebäude in Bezug auf ihre Orientierung dargestellt.

NORD-SÜD-TYP

Die Aufenthaltsräume orientieren sich bei diesem Grundrisstyp nach einer Seite. Bei einer Südausrichtung kann die maximale solare Einstrahlung genutzt werden. Es entstehen gut besonnte Aufenthaltsräume. Erschließung und Räume mit niedrigeren Anforderungen werden dabei sinnvollerweise im Norden positioniert. Die Baukörpertiefe ist allerdings begrenzt.

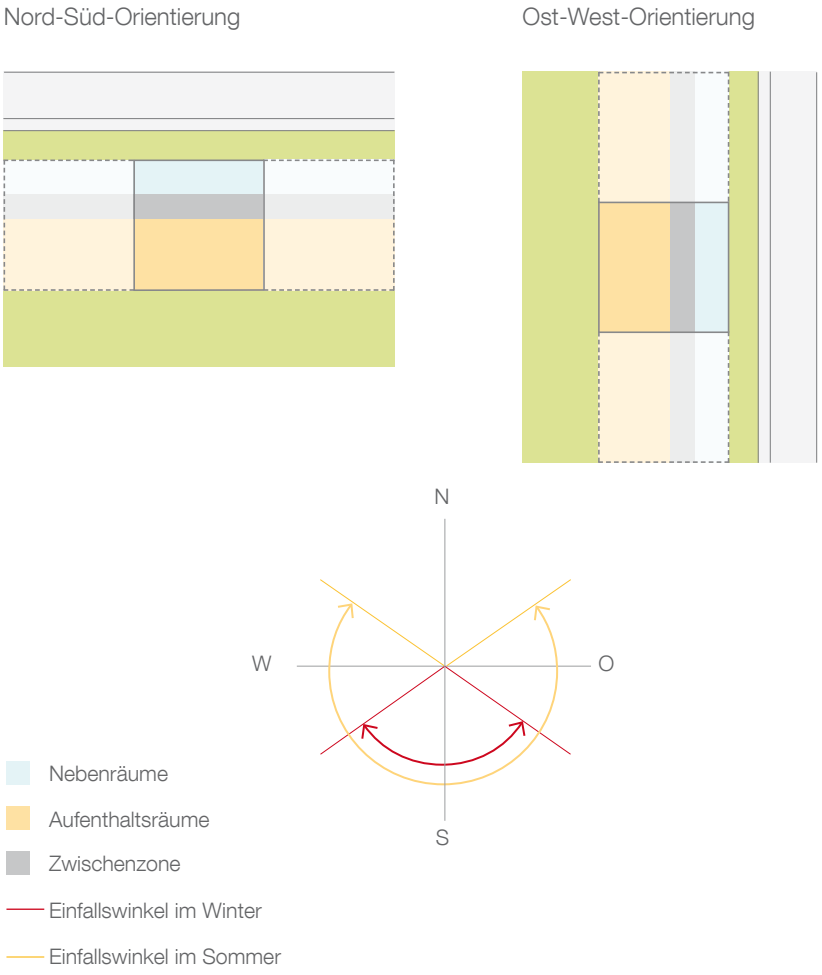
Dagegen verringert sich bei einer Ost-West-Orientierung desselben Grundrisses die solare Einstrahlung, vor allem während der Heizperiode im Winter.

Wohnhaus Lepschy in Passau, Architekt Bernhard Paringer



1 WC/Bad
2 Erschließung
3 Lager Essen
4 Kochen / Essen
5 Wohnen
6 Arbeiten
7 Schlafen
8 Garage

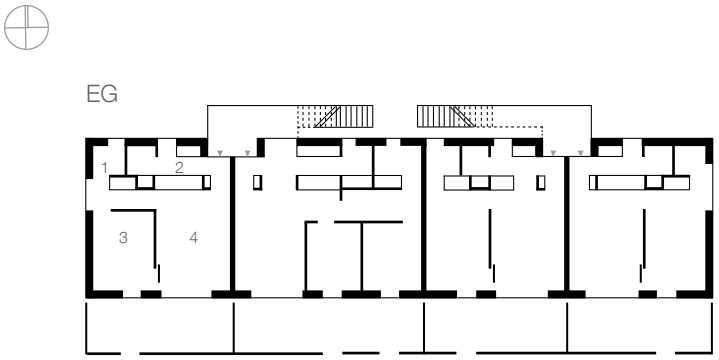
Der gleiche Grundrisstyp kann durch eine Zwischenzone modifiziert werden, in der unbelichtete Nebenräume oder die Erschließung angeordnet sind. Dies ermöglicht größere Baukörpertiefen und damit bessere A/V_e-Verhältnisse der Gebäude.



Besonnung bei unterschiedlicher Orientierung

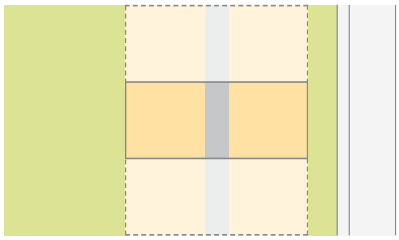
Mehrfamilienhaus in Ludwigsfeld (Neu-Ulm), G.A.S. Sahner Architekten

1 5

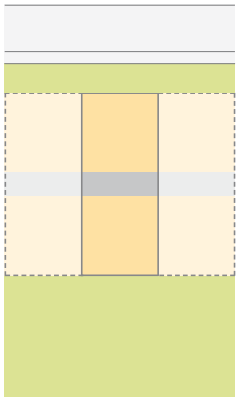


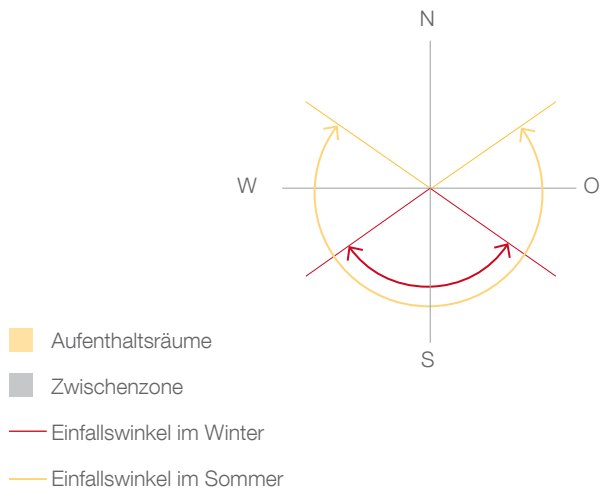
1 Bad
2 Küche
3 Schlafen
4 Wohnen

Ost-West-Orientierung



Nord-Süd-Orientierung





Besonnung bei unterschiedlicher Orientierung

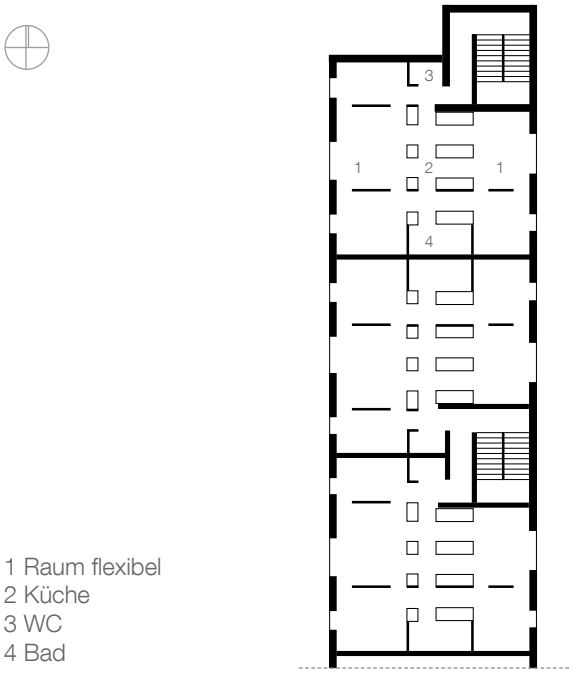
OST-WEST-TYP

Die Aufenthaltsräume orientieren sich hier nach zwei Gebäudeseiten. In der Mitte des Gebäudes befindet sich eine funktionale Zone für Nutzungen, die keine natürliche Belichtung erfordern. Dies ermöglicht tiefe Grundrisse und vergleichsweise schmale Wohneinheiten. Bei größeren Gebäudevolumen wie Reihenhauszeilen und Mehrfamilienhäusern sind dadurch sehr kompakte Baukörper mit einem niedrigen A/V_e-Verhältnis möglich.

Bei einer Ost-West-Ausrichtung bietet die beidseitige Orientierung zu jeder Tageszeit besonnte Aufenthaltsräume. Die solaren Einträge sind jedoch insgesamt geringer als bei einer Südausrichtung. Aufgrund der tiefstehenden Sonne in den Abend- und Morgenstunden sind in der Übergangszeit und im Sommer Verschattungseinrichtungen gegen Überhitzung notwendig.

Diese Zonierung ist für eine Nord-Süd-Orientierung des Baukörpers weniger gut geeignet, da die nach Norden gerichteten Aufenthaltsräume nicht ausreichend besonnt werden.

Mehrfamilienhaus in der Steiermark, Riegler Riewe Architekten



1 Raum flexibel
2 Küche
3 WC
4 Bad

1 5

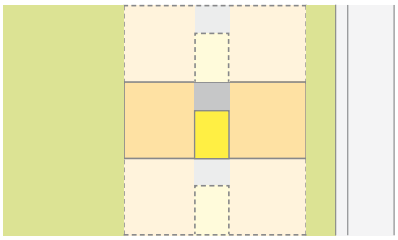
ATRIUM-TYP

Der Atrium-Typ lässt sich sehr vielseitig anwenden. Bei schwierig zugeschnittenen Grundstücken, sehr dichter Bebauung, kleinen Außenräumen oder hohen Lärmbelastungen bietet dieser Grundrisstyp Vorteile.

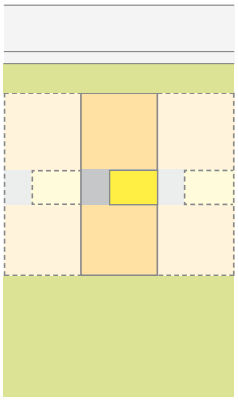
Über einen Innenhof werden innenliegende Räume mit Tageslicht versorgt und zusätzliche solare Gewinne erzielt. Diese Belichtung ermöglicht tiefe Grundrisse in jeder beliebigen Orientierung.

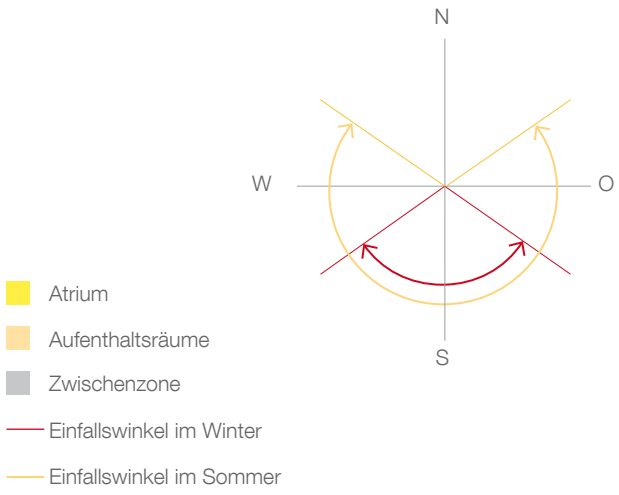
Im Sommer funktioniert das Atrium wie ein Kamin, die warme Luft wird abgelüftet. Mit Hilfe einer temporären, transparenten und thermisch wirksamen Überdachung kann das Atrium im Winter eine Pufferzone bilden, die durch solare Gewinne das Gebäudeinnere direkt erwärmt oder zur Erwärmung der Zuluft einer Lüftungsanlage dienen kann. Durch eine Überdachung des Atriums entsteht ein hervorragendes A/V_e-Verhältnis des Gebäudes, der Heizwärmebedarf wird reduziert.

Ost-West-Orientierung



Nord-Süd-Orientierung



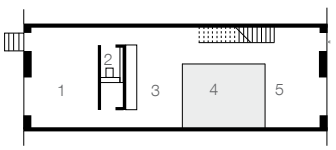


Besonnung bei unterschiedlicher Orientierung

Reihenhausanlage in Allschwil, Amrein Giger Architekten

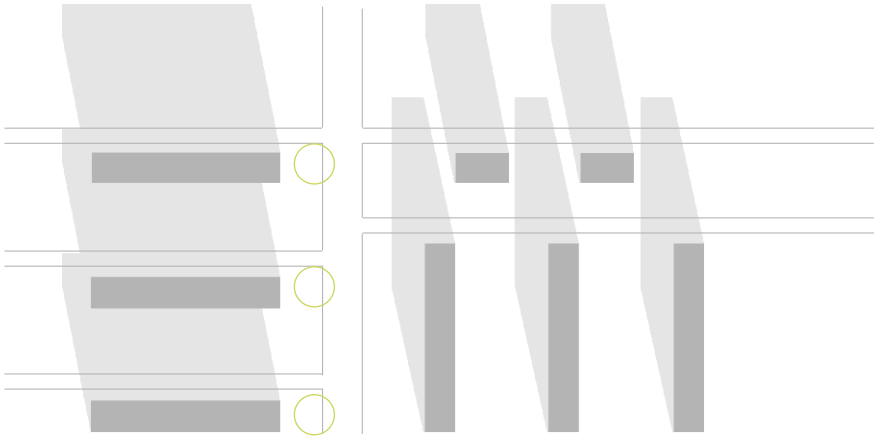
1 5

OG

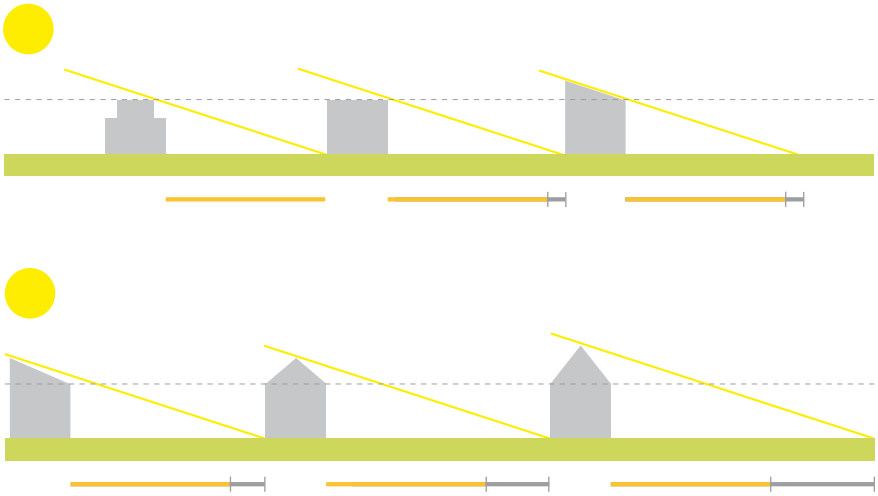


EG

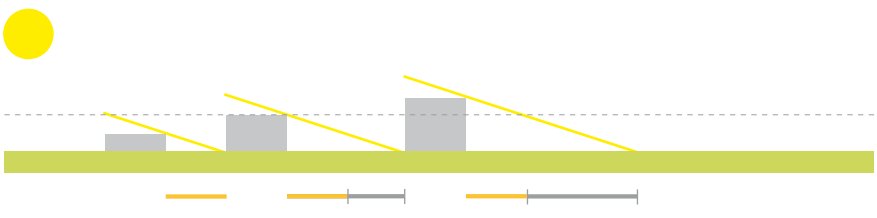
1 Wohnen
2 WC/Bad
3 Küche
4 Atrium
5 Arbeiten
6 Schlafen



Verschattung von zweigeschossigen Gebäuden am 21. Dez. um 11.30 Uhr



Auswirkung der Dachform auf einen Gebäudeabstand ohne Verschattung



Auswirkung der Gebäudehöhe auf einen Gebäudeabstand ohne Verschattung zum Zeitpunkt der Wintersonnwende bei dem niedrigsten Einstrahlungswinkel im Jahr.

VERSCHATTUNG DURCH GEBÄUDE

Vor allem bei Gebäuden mit niedrigem Heizwärmebedarf spielt die Nutzung der solaren Einträge eine große Rolle. Verschattungen führen zu verminderten solaren Gewinnen. Einfluss auf die solaren Gewinne haben die Stellung der Gebäude, die Baukörperform, die Höhenentwicklung und die Dachform. Mit Hilfe von Verschattungssimulationen kann in der Entwurfsphase die optimale Position der Gebäude ermittelt werden.

Folgende Punkte unterstützen eine verschattungsfreie Gebäudestellung: Hohe Gebäude werfen besonders lange Schatten, deshalb sollten diese möglichst im Norden positioniert werden. Zudem ist eine Ost-West-Orientierung empfehlenswert, da hier die Schatten schmaler ausfallen und dahinterliegende Gebäude nur punktuell verschattet werden. Bei einem rechnerischen Gebäudeabstand von ca. 2,5-facher Gebäudehöhe werden bei südorientierter Zeilenbauweise die benachbarten Gebäude kaum mehr verschattet. Allerdings kann durch versetzte Gebäudeanordnung und die Mischung verschiedener Gebäudetypen eine Verschattungsfreiheit bereits bei deutlich geringeren Gebäudeabständen erreicht werden.

Die Aspekte des flächensparenden Bauens und die Möglichkeiten passiver Solarenergienutzung müssen eng aufeinander abgestimmt werden. Während eine flächensparende Bauweise den Verbrauch unversiegelter Flächen minimiert und der Energiebedarf gesenkt wird, hat die passive Solarenergienutzung einen positiven Einfluss auf den Heizwärmebedarf des Einzelgebäudes. Andererseits können solaroptimierte Gebäudeabstände zu längeren Verteilleitungen bei Wärmenetzen und so zu höheren Netzwärmeverlusten führen. Die Energiebilanz des gesamten Quartiers kann somit wiederum schlechter ausfallen.

Häufig lassen sich durch kompakte Gebäudeformen oder beispielsweise die Ausbildung von Terrassengeschossen dichtere Quartiere umsetzen, die gleichzeitig einen geringen Flächenverbrauch haben und Verschattungen vermeiden.

VERSCHATTUNG DURCH TOPOGRAPHIE

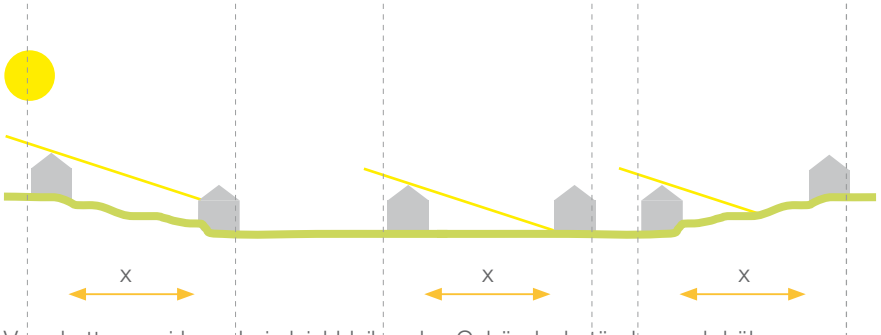
Die Orientierung des Grundstücks und die Topographie beeinflussen die solaroptimierte Anordnung der Bebauung. Die Verschattungswirkung durch topographische Gegebenheiten ist abhängig von der Höhendifferenz zwischen Baugebiet und Gelände sowie der Orientierung des Grundstücks. Gebäude auf der Nordseite von Hügeln oder Bergen können durch die Topographie selbst verschattet werden.

In nebenstehender Grafik wird die Verschattungswirkung bei der Anordnung von Gebäuden an einem Nord- und Südhang sowie in der Ebene verglichen.

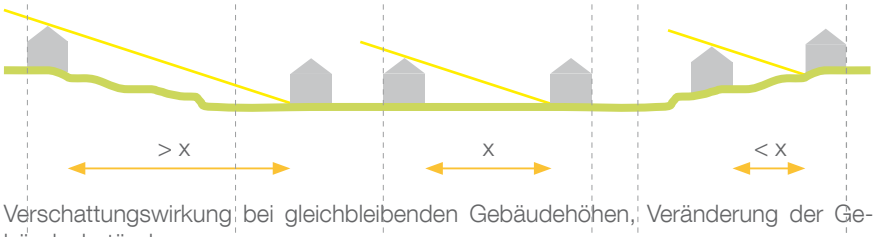
Bei gleichem Gebäudeabstand und identischen Gebäudehöhen verlängert sich der Schattenwurf eines Gebäudes an einem Nordhang, an einem Südhang dagegen ist er verkürzt.

Um eine identische Besonnungssituation für die Gebäude zu schaffen, bedarf es an einem Nordhang deshalb größerer Abstände zwischen den Gebäuden. An einem Südhang können die Abstände dagegen verkleinert werden. Die Bebauung eines Südhangs ermöglicht eine größere städtebauliche Dichte bei gleichzeitig guter Besonnungssituation der Gebäude.

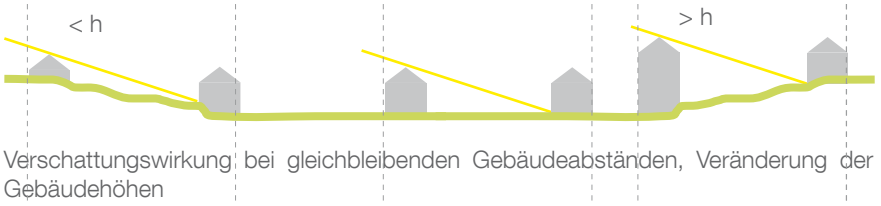
Werden die Gebäudeabstände an einem Nordhang dagegen nicht verändert, kann die Besonnungssituation durch eine Veränderung der Gebäudehöhen verbessert werden.



Verschattungswirkung bei gleichbleibenden Gebäudeabständen und -höhen



Verschattungswirkung bei gleichbleibenden Gebäudehöhen, Veränderung der Gebäudeabstände



Verschattungswirkung bei gleichbleibenden Gebäudeabständen, Veränderung der Gebäudehöhen

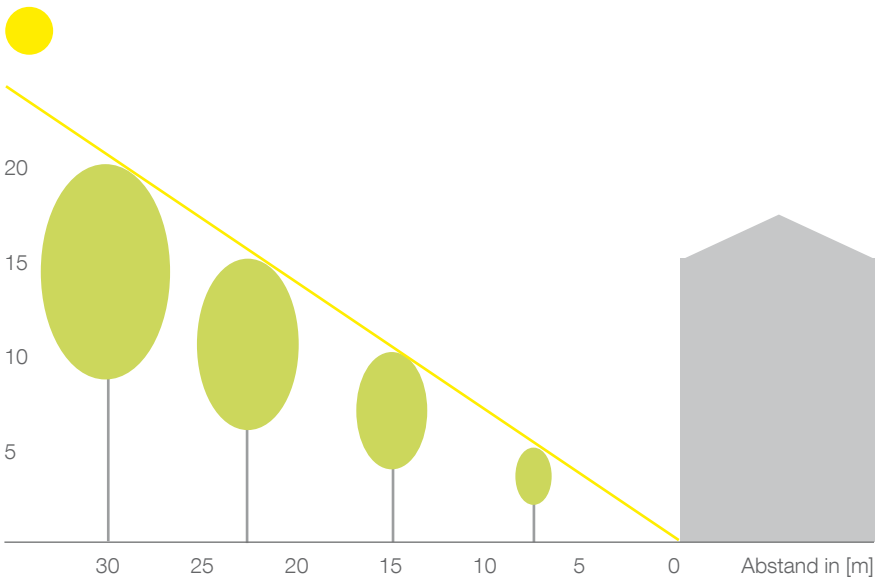
VERSCHATTUNG DURCH BEPFLANZUNG

Eine Verschattung von Gebäuden kann durch entsprechende Anordnung und Abstand der Bäume vor der Fassade vermieden werden. Baumreihen und Einzelbäume prägen den Stadtraum auf unterschiedliche Art und erzielen verschiedene Wirkungen hinsichtlich Verschattung.

Bei der Baumwahl sind Größe, Kronen- und Wuchsform an die spezifische Situation anzupassen. So sind beispielsweise Bäume mit sehr schmalen oder sehr kleinen, kompakten Kronenformen auch für beengte Stadträume gut geeignet.

Weitere Kriterien zur Auswahl der Baumart stellen Art, Dauer und Zeitpunkt der Belaubung dar. Bäume mit mittlerem bis lichtem Geäst sind lichtdurchlässig und auch vor Südfassaden geeignet. Bäume mit kurzer Belaubungsdauer halten während der Heizperiode keine solare Einstrahlung ab.

Bei der Grünplanung empfiehlt es sich, geeignete Fachplaner frühzeitig miteinzubeziehen.



VERKEHR

Einen wesentlichen Beitrag zur CO_2- Reduzierung und damit zum Klimaschutz leistet eine Siedlungsentwicklung, die Verkehr reduziert und durch eine Beschränkung der Bodenversiegelung die Ausgleichsfunktionen der unversiegelten Flächen erhält. Schwerpunkte einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung sind deshalb die Schaffung kompakter Siedlungseinheiten und die vorrangige Konzentration der Siedlungstätigkeit auf die Innenstädte und Ortszentren. Damit verbunden ist eine generelle Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen.

In der städtebaulichen Planung gilt es, insbesondere die Verkehrswegelängen zu verkürzen. Die Anbindung der Siedlungen an den ÖPNV sowie die Stärkung von Fahrrad- und Fußgängerverkehr müssen in gleichem Maße bedacht werden wie die Infrastruktur des motorisierten Individualverkehrs.

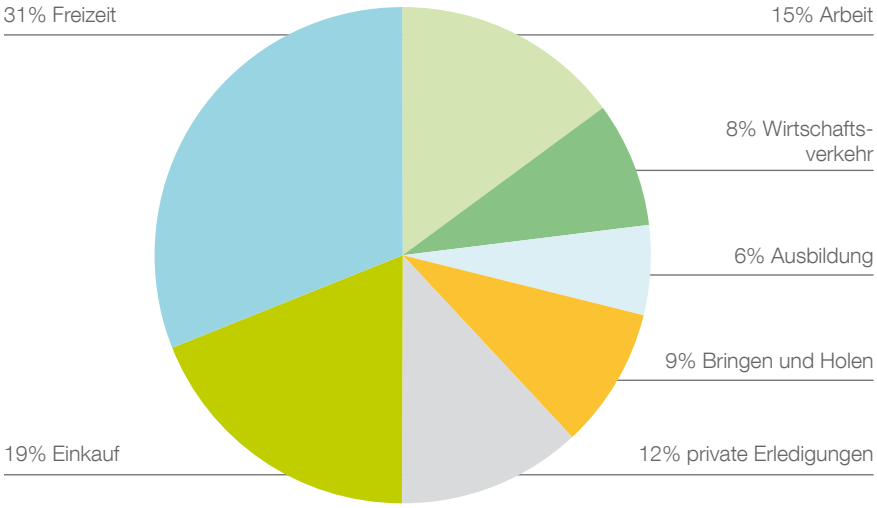
Zudem kann durch ein vielfältiges Versorgungsangebot in den Ortszentren die Zahl der Fahrbewegungen reduziert werden. Ziel ist die Stadt der kurzen Wege.

In einer modellhaften Bilanzierung zeigt sich, dass neben dem Aufwand für Heizen vor allem der Energiebedarf für Mobilität den Pro-Kopf-Verbrauch bestimmt. Exemplarisch werden drei Fälle verglichen, die Wohnfläche beträgt jeweils 120 m²:

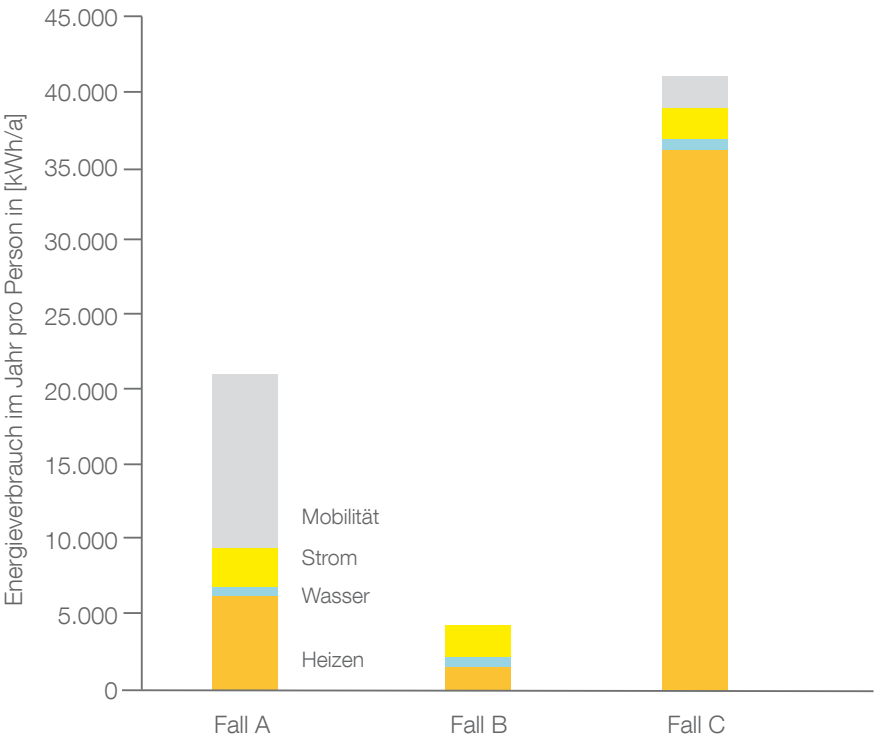
Fall A:
Energiestandard EnEV 2009
Mittelklassewagen
Arbeitsweg 30 km

Fall B:
Energiestandard Passivhaus
Fahrrad
Arbeitsweg 2 km

Fall C:
Energiestandard unsanierter Altbau
Kleinwagen
Arbeitsweg 10 km



Verkehrsaufkommen nach Nutzung in Deutschland



Vergleich des jährlichen Energieverbrauchs in einer modellhaften Betrachtung

Gas-Blockheizkraftwerk in Ingolstadt „Permoserstraße“ mit Nahwärmeversorgung für die Umgebung

ENERGIEVERSORGUNG

Auf der Ebene der Ortsplanung werden auch die Rahmenbedingungen für die Energieversorgung eines Baugebietes festgelegt. Es ist Aufgabe der Gemeinden, die Grundlagen für eine effiziente und nachhaltige Energieversorgung zu schaffen.

Auch im Hinblick auf das zum 01.01.2009 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz ist es angezeigt, bereits in der Bauleitplanung die Möglichkeiten des Einsatzes erneuerbarer Energien zu berücksichtigen.

Die Wahl der geeigneten Energieversorgung ist abhängig von den örtlichen Standortbedingungen, der Größe und dem Energiebedarf des zu versorgenden Gebietes. Maßgeblich sind daher auch die Bebauungsdichte und der energetische Standard der Gebäude. Es empfiehlt sich, bereits auf der Ebene der städtebaulichen Planung zu überprüfen, ob ein zentrales System wirtschaftlicher ist als mehrere dezentrale Anlagen. Da zentrale Versorgungseinrichtungen für einen wirtschaftlichen Betrieb eine effiziente Auslastung und einen konstanten Energiebedarf erfordern, ist es sinnvoll, in dem technischen Gesamtkonzept die ergänzende Nutzung von Photovoltaik und Solarthermie sowie den verringerten Energiebedarf von Niedrigenergiegebäuden zu betrachten. Versorgungskonzepte müssen deshalb jeweils individuell erstellt werden.

	dezentral (5-30 kW)	Baufeld (30-250 kW)	Bauabschnitt (400-600 kW)	Bauabschnitt (> 600kW)
Solaranlagen (unterstützend)	geeignet		bedingt geeignet	
Pelletskessel				
Hackschnitzel Heizanlage				
Gas BHKW				

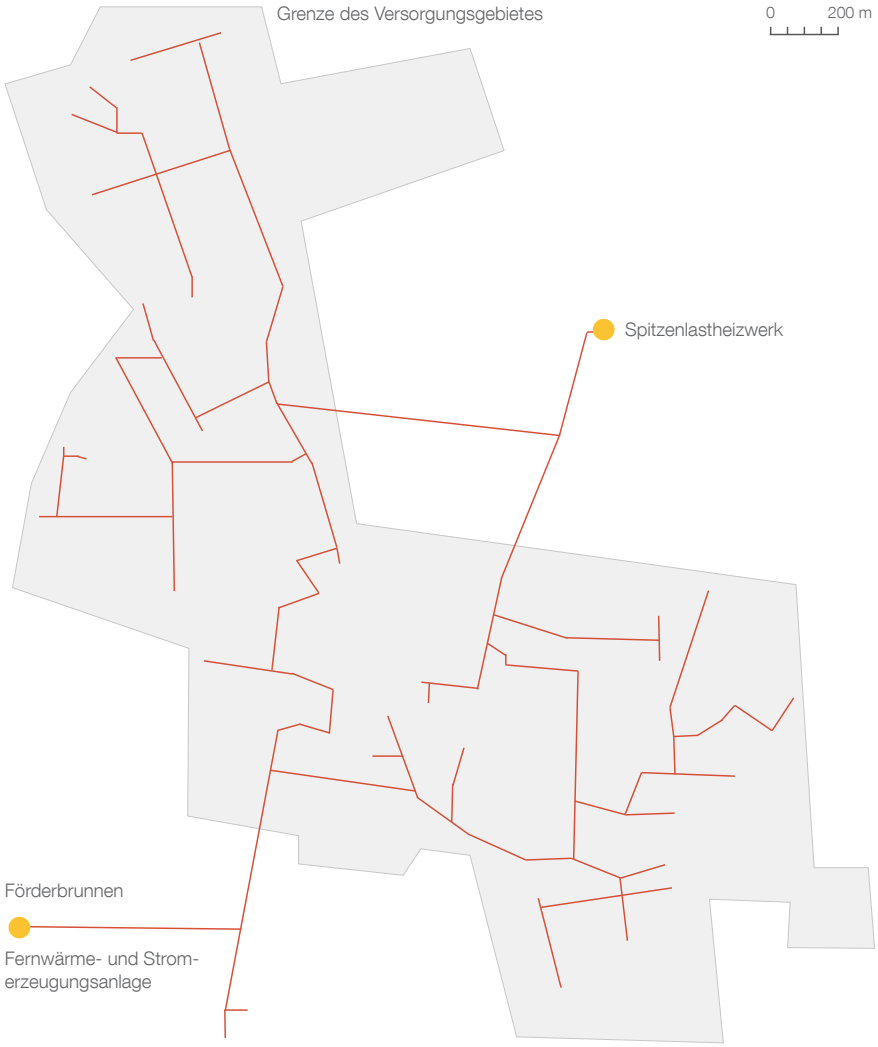
Gegenüberstellung der wirtschaftlichen Eignung verschiedener Wärmeversorgungssysteme für das Gebiet Kornburg Nord. Geeignete Versorgungskonzepte müssen jeweils individuell untersucht werden.

WÄRMENETZE

Über Wärmenetze wird zentral erzeugte Wärme an mehrere Abnehmer geliefert. Diese Art der Wärmeversorgung kann gegenüber einem dezentralen System Vorteile hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Energieverbrauch und Emissionsausstoß bieten, da die Einzelgebäude keine eigenen Wärmeerzeuger und keinen eventuell erforderlichen Brennstofflagerraum benötigen. Über Fernwärmenetze können Städte, Siedlungen, Quartiere oder einzelne Hausgruppen mit Wärme versorgt werden. Bei der Erschließung von kleinen Einheiten mit eigener Wärmeerzeugung spricht man auch von Nahwärmenetzen.

Die Wärmeenergie kann zum Beheizen von Gebäuden und zur Erwärmung des Brauchwassers eingesetzt werden. Abhängig von den örtlichen Rahmenbedingungen wird die Wärme meist in Heizkraftwerken durch Kraft-Wärme-Kopplung oder in Heizwerken erzeugt. Als Energieträger werden z.B. Steinkohle, Erdgas, Heizöl, Abfälle oder Biomasse verwendet. Auch industrielle Abwärme oder Abwasser können als Wärmequelle dienen.

Im Wärmenetz treten Wärmeverluste auf, weil die Leitungen selbst wärmer sind als beispielsweise das umgebende Erdreich. Die Wärmeverluste sind umso höher, je größer die Temperaturdifferenz bzw. je länger das Leitungsnetz ist. Es ist deshalb sinnvoll, die Vorlauftemperatur des Wärmenetzes möglichst gering zu halten. Sie wird maßgeblich durch den Bedarf der Verbraucher bestimmt. Bei Gebäuden mit guter Wärmedämmung und großen Heizflächen sind geringere Temperaturen ausreichend. Für kleinere Wärmenetze in Verbindung mit Niedertemperatursystemen ist besonders die Nutzung von erneuerbaren Energien wie z.B. Solarenergie, Erdwärme und Grundwasser geeignet. Aufgrund der Leitungswärmeverluste und der Investitionskosten für das Wärmenetz ist ein sinnvolles Verhältnis zwischen Netzlänge und genutzter Wärmemenge erforderlich. Ein Wärmenetz ist umso wirtschaftlicher, je höher die genutzte Wärmemenge pro Trassenmeter des Wärmenetzes ist.



Tiefengeothermie-Fernwärmenetz Unterhaching, Stand 2009

Temperaturbereich Thermalwasser:	60 - 122 °C
Temperaturbereich FW-Vorlauf:	85 - 110 °C
Temperaturbereich FW-Rücklauf:	65 - 70 °C
Fernwärmenetz (31.12.08):	28 km Länge
Geothermische Wärmeleistung:	bis zu 38 MW
Elektrische Leistung:	ca. 3,4 MW
Spitzen- und Ausfallzeiten:	fossilbefeuerte Heizanlage

Gleichmäßige, vorhersehbare Aufsiedlungsgeschwindigkeit: Die Leitungen können im Gebäudeinneren verlaufen.

Ungleichmäßige, unvorhersehbare Aufsiedlungsgeschwindigkeit: Es empfiehlt sich, die Leitungen im Straßenraum zu verlegen.

ZENTRALE VERSORGUNG VON QUARTIEREN

Ein technisches Gesamtkonzept für ein Quartier ist Voraussetzung für eine energieeffiziente und wirtschaftliche Versorgung. Es können dabei auch kleinere Wohneinheiten wie z.B. freistehende Einfamilienhäuser und Doppelhäuser einbezogen werden.

Die Größe der Versorgungseinheiten und die Netzstruktur sind abhängig von der Größe des Baugebietes, den geplanten Bauabschnitten sowie Abfolge und Geschwindigkeit der Aufsiedlung. Vor allem für Konzepte, in denen mehrere Einheiten zusammen von einem Investor errichtet werden, ist eine zentrale Quartiersversorgung geeignet.

Ist die Geschwindigkeit der Aufsiedlung des Quartiers nicht vorhersehbar, kann es sinnvoll sein, die Versorgung in mehrere Teilbereiche zu gliedern. In diesem Fall empfiehlt es sich, die Leitungen in der Straße zu verlegen und die Gebäude individuell anzuschließen.

Soll ein Wärmenetz in einem bestehenden Baugebiet geschaffen werden, ist es empfehlenswert, vor Beginn der Planungen mit den Hauseigentümern abzuklären, ob und wann ein Anschluss erfolgen soll. So kann beispielsweise über Vorverträge eine wirtschaftliche Planung der Energieversorgung und des Wärmenetzes gesichert werden.

ZENTRALE VERSORGUNG VON HAUSGRUPPEN

In vielen Fällen stellt auch ein Zusammenschluss mehrerer Wohneinheiten eine effiziente und wirtschaftliche Lösung für die Wärmeversorgung dar.

Hier wird ein zentraler Wärmeerzeuger für die gesamte Hausgruppe errichtet. Da dieser jederzeit zugänglich sein sollte, ist es sinnvoll, ihn in einem abgetrennten Raum, z.B. einem oberirdischen oder unterirdischen Anbau an ein Endgebäude mit Zugang von außen, unterzubringen.

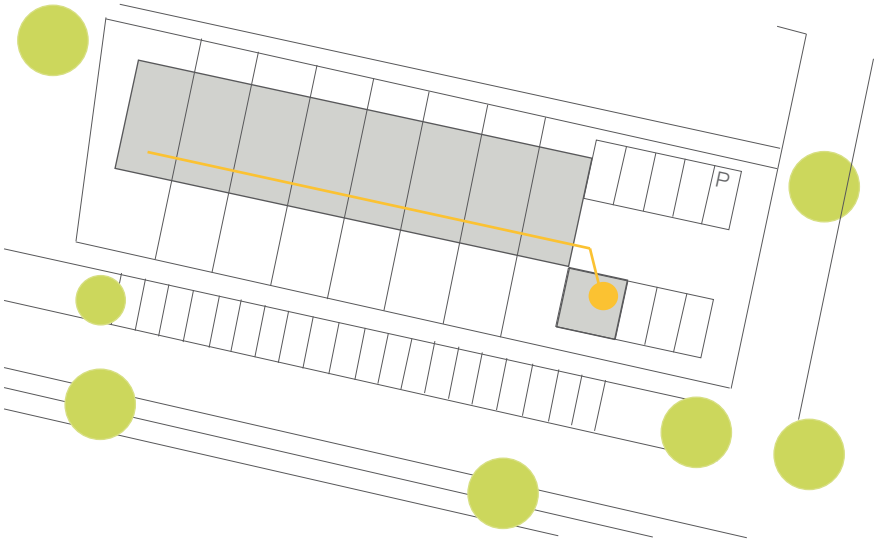
Verlaufen die Leitungen im Gebäudeinneren, reduzieren sich die Leitungswärmeverluste und die Kosten.

Zur Abrechung sind für jede Einheit getrennte Messeinrichtungen wie z.B. Wärmemengenzähler für die Heizwärme und Wasserzähler für die Warmwassermenge erforderlich.

Sammelanschlüsse erfordern Absprachen und Regelungen für Wartung, Unterhalt und bauliche Veränderungen. Sie sind daher rechtlich abzusichern. Entsprechende Leitungsrechte werden auf Grundlage von Vereinbarungen gegebenenfalls im Grundbuch eingetragen. Meist wird dabei den Versorgungsunternehmen eine Grunddienstbarkeit hinsichtlich Zutrittsrechten bei Reparaturen und Kontrollen eingeräumt.

Es bieten sich folgende Betreiberformen an:

- Investition, Betrieb und Verwaltung durch die Eigentümergemeinschaft
- Investition durch die Eigentümergemeinschaft, Betrieb und Verwaltung durch einen Hausverwalter
- Investition und Betrieb durch einen professionellen Contractor, der die Wärme an die Gebäudenutzer verkauft.



Blockheizkraftwerk für das Prinz-Karl-Viertel in Augsburg

ENERGIEERZEUGUNG

Regional sind unterschiedliche Angebote von Energieträgern und Energieformen vorhanden. Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung gilt es, die ökologischen Potenziale der Umgebung zu untersuchen und zu nutzen. Sinnvoll ist eine frühzeitige Konzeptentwicklung bereits in der Phase der städtebaulichen Planung.

Folgende Beispiele können einen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten:

- Regenerative Rohstoffe in der Region
- Erd- und Grundwasserwärmenutzung
- Abwasserwärmenutzung
- Industrieanlagen mit überschüssiger Abwärme
- Mitnutzung der Energieversorgung eines Gebäudes
- Nutzung und Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen
- Zusammenschluss bestehender Energieversorgungssysteme

Eine effiziente Erzeugung bieten auch Blockheizkraftwerke. Die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme wird über Wärmenetze an die Gebäude abgegeben. Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen können dabei auch bereits für Einfamilienhäuser geeignet sein.

Die Ausbreitung eventuell entstehender Emissionen wie Lärm, Erschütterungen oder Luftverunreinigungen innerhalb des Gebäudes oder nach außen kann durch technische Maßnahmen verhindert werden und stellt deshalb heute auch in Wohngebieten im Allgemeinen kein Problem dar. Errichtung, Beschaffenheit und Betrieb von Feuerungsanlagen, die keiner Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) bedürfen, werden in der 1. BImSchV (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen) geregelt.

Möglichkeiten erneuerbarer Energieerzeugung

	Strom	Wärme	Strom + Wärme
Sonne	Photovoltaikanlagen	Solarthermieanlagen	
	Solartherm. Kraftwerke		
Wind	Windenergiekonverter		
Wasser	Wasserkraftwerke		
Biomasse		Verfeuerungsanlagen	Kraft-Wärme-Kopplung
Luft		Wärmepumpen	
Grundwasser		Wärmepumpen	
Erdwärme oberflächennah		Wärmepumpen	
Erdwärme oberflächenfern			Geoth. Kraftwerke

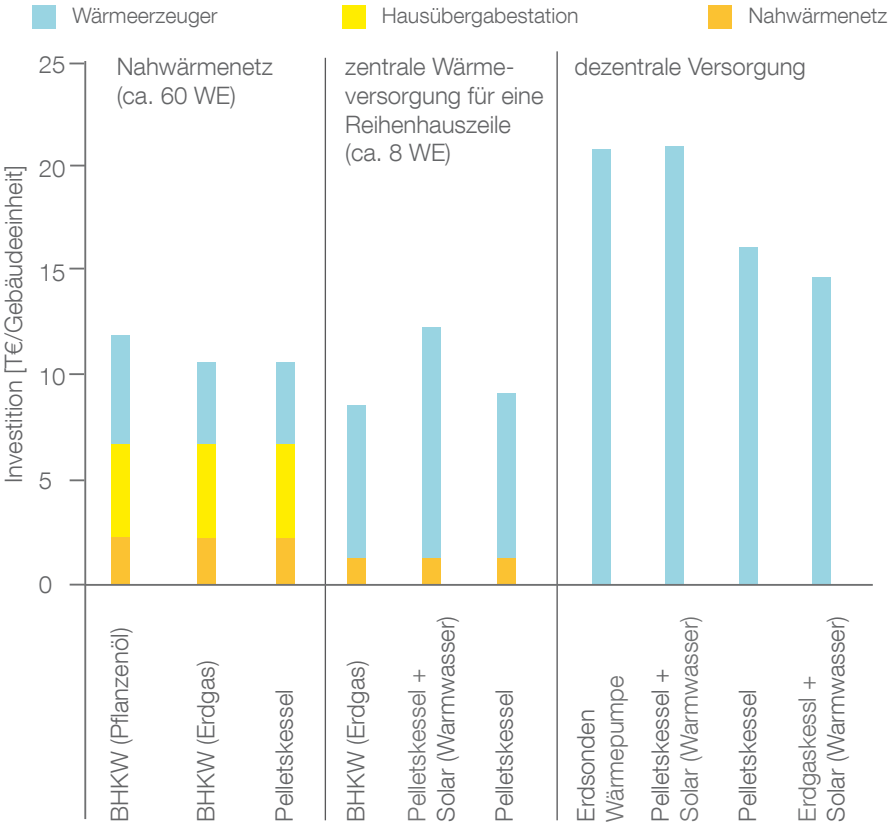
KOSTEN DER ENERGIEVERSORGUNG

Durch den Einsatz energieeffizienter Wärmeversorgungssysteme werden die Investitions- und Unterhaltskosten pro Gebäudeeinheit reduziert.

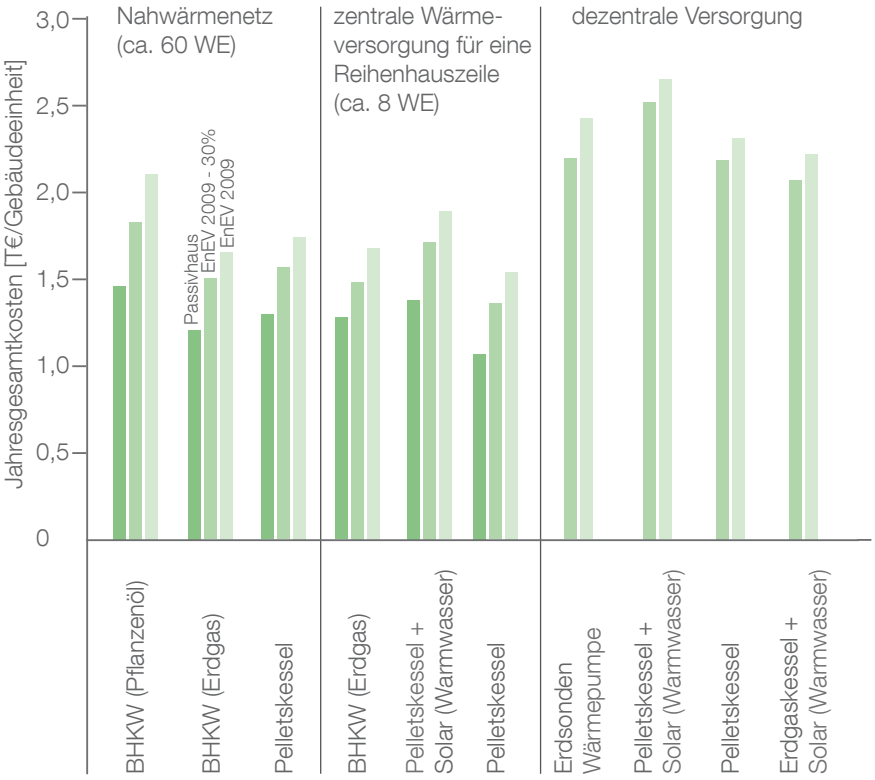
Interessant ist ein Vergleich der Investitionskosten für unterschiedliche Wärmeversorgungsarten für den Energiestandard nach der EnEV 2009 sowie ein Vergleich der Jahresgesamtkosten verschiedener Wärmeversorgungsarten für jeweils unterschiedliche Energiestandards. Die Ergebnisse stammen aus einer Pilotstudie für energieeffiziente Bauleitplanung in Nürnberg, Kornburg Nord. Im untersuchten Gebiet gibt es Reihenhauszeilen, Doppelhäuser und Einfamilienhäuser.

Der Vergleich der Investitionskosten zeigt, dass dezentrale Anlagen deutlich teurer sind als zentrale.

Auch bei den Jahresgesamtkosten zeigt sich, dass zentrale Wärmeversorgungsanlagen in der Regel günstiger ausfallen. Die Jahresgesamtkosten setzen sich zusammen aus Kapitalkosten für die Investition, Kosten für Instandsetzung, Wartung, Betrieb und Energiekosten wie z.B. die Kosten für Gas oder Pellets. Die Kosten für die Gebäudehülle sind hier nicht berücksichtigt. Im Bereich der dezentralen Versorgung wurde der Passivhausstandard nicht untersucht. Grundsätzlich wäre hier auch eine Wärmeversorgung im niedrigen Leistungsbereich möglich.

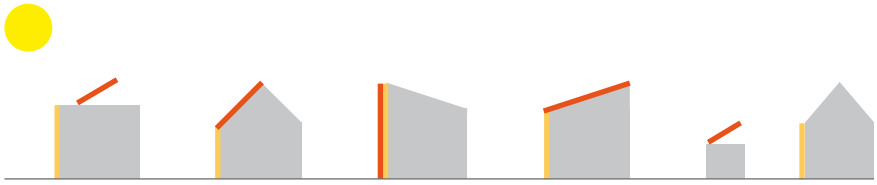


Investitionskosten pro Gebäudeeinheit für unterschiedliche Wärmeversorgungsanlagen bei einem Energiebedarf nach EnEV 2009 für Nürnberg, Kornburg Nord (inkl. Einspeisevergütung und BAFA Marktanreizprogramm)



Jahresgesamtkosten pro Gebäudeeinheit für unterschiedliche Wärmeversorgungsarten bei unterschiedlichen Wärmeschutzstandards für Nürnberg, Kornburg Nord (inkl. Einspeisevergütung und BAFA Marktanreizprogramm)

Thermische Kollektoren erwärmen das Brauchwasser und unterstützen die Heizung. Zusätzlich produziert eine Photovoltaikanlage Strom.



aktive Solarenergienutzung: Photovoltaik oder Solarthermie

passive Solarenergienutzung: Fensterflächen

Abstimmung aktiver und passiver Solarenergienutzung in Zusammenhang mit der Gebäudekubatur und Orientierung

System	Solargewinnung	Energieertrag
1 m² Photovoltaik Dach	Strom	ca. 150 kWh/a
1 m² Photovoltaik Fassade	Strom	ca. 60 kWh/a
1 m² Solarthermie Dach	Wärme	ca. 300 kWh/a

Energieerträge unterschiedlicher aktiver Solarsysteme bei optimaler Ausrichtung und Neigung. Die Energieerträge sind jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und abhängig von der Effizienz der Anlage.

AKTIVE SOLARENERGIENUTZUNG

Es lassen sich zwei Arten der aktiven Nutzung von Solarenergie am Einzelgebäude unterscheiden: Solarthermie und Photovoltaik.

Bei der Solarthermie wandeln Solarkollektoren die Sonnenstrahlen in Wärme um. Solarthermische Anlagen können zur Warmwassererzeugung und zur Unterstützung der Heizungsanlage genutzt werden.

Bei Photovoltaikanlagen wandeln Solarzellen die im Licht enthaltene Strahlungsenergie in Strom um.

Der energetische Ertrag der Systeme ist abhängig von den Standortbedingungen und den städtebaulichen Rahmenbedingungen. Auch die geographische Lage, der Neigungswinkel und die Exposition bestimmen über den Solarertrag.

Die Gebäudeform und Orientierung wird von vielen Faktoren wie dem städtebaulichen Kontext, der Nutzung, der zur Verfügung stehenden Fläche und dem regionalen Klima beeinflusst. Eine möglichst effiziente aktive und passive Solarenergienutzung wird durch frühzeitige Abstimmung der Gebäudegeometrie und der technischen Anlage aufeinander erreicht. Erforderlich ist daher ein integriertes energetisches Gesamtkonzept.

Für die Solarthermie ergeben sich unterschiedliche Anforderungen abhängig von einer Nutzung zur Heizungsunterstützung oder zur Warmwasserbereitung. Für einen hohen Ausnutzungsgrad der solaren Energie sollte die Sonnenstrahlung bei Flachkollektoren möglichst senkrecht auf die Module auftreffen, der optimale Neigungswinkel variiert deshalb. Röhrenkollektoren sind bedingt durch die Form der Röhren unabhängig von dem Neigungswinkel der Anlage.

Soll primär die Warmwasserbereitung außerhalb der Heizperiode durch Solarkollektoren erfolgen, eignen sich eher flachere Neigungswinkel, da die Sonne in dieser Zeit in einem sehr steilen Winkel einfällt. Die Sonne geht im Sommer morgens im Nordosten auf und am Abend

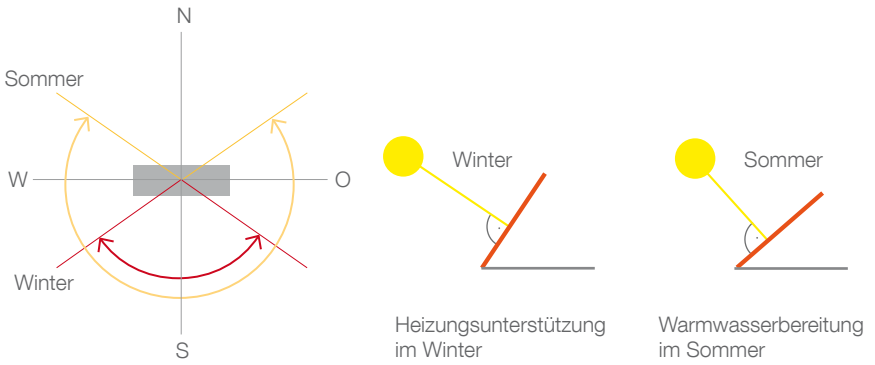
im Nordwesten wieder unter. Durch die lange Besonnungszeit können die Kollektoren bis zu 45° aus der Südrichtung abweichen.

Wenn die Solarkollektoren zur Beheizung in den Wintermonaten dienen, eignen sich eher steilere Neigungswinkel, da die Sonne in dieser Jahreszeit sehr flach einfällt. Durch die kurze Besonnungszeit im Winter sollten die Kollektoren nicht mehr als 15° von der Südachse abweichen.

Im Gegensatz zu Solarkollektoren können Photovoltaikanlagen den diffusen Strahlungsanteil bei bedecktem Himmel besser ausnutzen. Dadurch bieten diese einen erweiterten Spielraum hinsichtlich der Orientierung und dem Neigungswinkel. Jedoch sollte die Anlage verschattungsfrei sein, da sonst der Stromertrag erheblich gemindert wird.

Mit Hilfe von Beispielen und Beratung können die Bauherren über Gestaltung und Integration von Solarelementen in die Architektur informiert werden.

Optimierter Neigungswinkel je nach jahreszeitlicher Nutzung und Art der Solaranlage

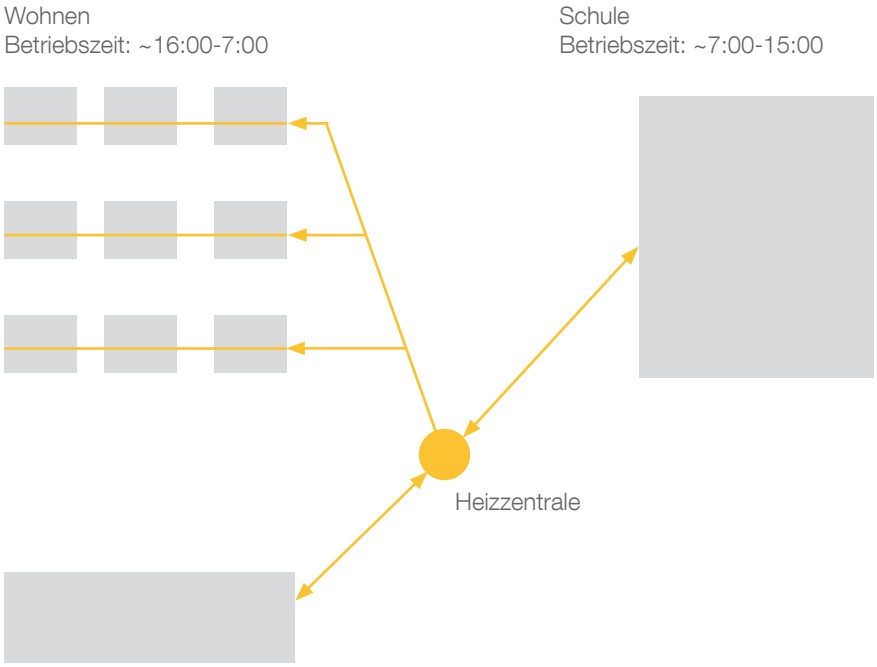


Heizungsunterstützung im Winter

Warmwasserbereitung im Sommer

Gemeinschaftlich von Bürgern betriebene Photovoltaikanlage auf dem Dach der Grundschule in Waldmünchen

Thermische Solaranlage auf einem Wohnhaus in Landsham



Systemskizze eines Zusammenschlusses verschiedener Nutzungsarten. Durch die unterschiedlichen Betriebszeiten entsteht eine hohe Grundauslastung der Wärmeversorgung.

Beheizung der Wohngebäude mit Abwärme der Wacker Chemie AG in Burghausen

SYNERGIEEFFEKTE

Verschiedene Gebäudetypologien und Nutzungsarten im städtebaulichen Kontext bedingen unterschiedliche Versorgungskonzepte. Durch eine vorausschauende Planung der technischen Infrastrukturen bzw. flexible Netzstrukturen lassen sich die spezifischen Erfordernisse aufeinander abstimmen und unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz wünschenswerte Synergieeffekte erzielen.

Liegen Wohnen, Gewerbe und Produktion in kurzer Entfernung zueinander, bietet sich die Chance eines aufeinander abgestimmten Systems zur Energieversorgung. In Gewerbe und Produktion entsteht häufig Abwärme, die in der Regel vor Ort nicht weiter genutzt werden kann. Für die Wärmeversorgung von Wohn- und Verwaltungsgebäuden stellt die Abwärme jedoch einen wertvollen Beitrag zur Energieversorgung dar.

Die individuellen Betriebszeiten der Nutzungen können zusätzlich bei der Planung von Leitungsnetzen berücksichtigt werden, um eine hohe Grundauslastung bei der Wärmeversorgung zu erzielen.

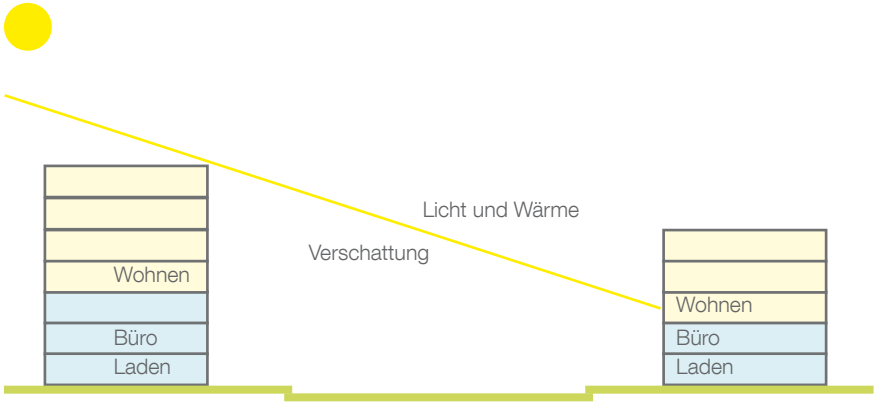
Bereits seit 1996 werden in Burghausen in direkter Nachbarschaft zu dem Unternehmen Wacker Chemie AG 35 Wohneinheiten sowie das Sportheim und die Turnhalle mit industrieller Abwärme versorgt. Aus dem Zentralsystem des Warmwasserkreislaufes der Wacker Chemie AG werden für die Wohngebäude, das Sportheim und die Turnhalle je ein eigener Heizkreis abgekoppelt. Die Abwärme wird als Warmwasserumlauf mit einer Vorlauftemperatur von ca. 110 °C zur Verfügung gestellt, der Heizkreislauf für die Wohngebäude wird mittels eines Wärmetauschers auf 77 °C eingestellt. In jedem Gebäude befindet sich eine Übergabestation. Von dort aus werden die einzelnen Wohnungen, insgesamt 2.400 m² Wohnfläche, mit Heizwärme und Warmwasser versorgt.

Auch bei einer vertikalen Nutzungsmischung lassen sich positive Synergieeffekte erzielen.

Beispielsweise weisen Bürogebäude in den Sommermonaten häufig Überhitzungsprobleme auf. Mit aufwendigen Verschattungssystemen müssen die solaren Einträge reduziert werden. Durch die Anordnung der Büroräume in den unteren Ebenen einer mehrgeschossigen Bebauung lassen sich in städtebaulich verdichteten Bereichen ohne baulichen Mehraufwand Verschattungseffekte erzielen.

Um in Läden Waren präsentieren zu können, muss der Innenraum im Verhältnis zum Außenraum heller sein. Liegt die Erdgeschosszone im verschatteten Bereich, kann die Beleuchtung der Laden- und Geschäftszone reduziert werden.

Dagegen befinden sich die Wohnräume mit hohen Anforderungen an Licht und Wärme in den oberen Geschossen, die nicht verschattet werden.



Nutzung von Synergieeffekten durch vertikale Schichtung der Nutzungen

PLANUNGSINSTRUMENTE

Die Gemeinden sind im Rahmen der kommunalen Planungshoheit für ihre städtebauliche Ordnung und Entwicklung verantwortlich. Die Bauleitplanung kann einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, indem sie die Möglichkeiten des Planungsrechts mit Blick auf eine energiesparende und nachhaltige Siedlungsentwicklung anwendet.

Bedeutsam sind hierbei besonders die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, die Konzentration der Siedlungstätigkeit auf die Innenstädte und Ortszentren, eine bedarfsgerechte und zurückhaltende Neuausweisung von Bauflächen, die Schaffung kompakter Siedlungseinheiten sowie die dadurch erreichbare Reduzierung des Verkehrs.

FLÄCHENNUTZUNGSPLAN
Bereits auf der Ebene des Flächennutzungsplanes werden insbesondere durch die Auswahl der Flächen, deren Lage und Orientierung sowie die Nutzungsverteilung die Voraussetzungen für eine nachhaltige und damit energieeffiziente und zukunftsfähige Siedlungsentwicklung geschaffen.

BEBAUUNGSPLAN
Auf der Ebene des Bebauungsplanes können detaillierte Aspekte festgelegt werden. Dabei ist zu beachten, dass Festsetzungen nur aus städtebaulichen Gründen und auf gesetzlicher Grundlage erfolgen dürfen (Festsetzungskatalog in § 9 Abs. 1 BauGB). Allgemeine Klimaschutzerwägungen alleine können eine bauleitplanerische Festsetzung nicht begründen.

Oftmals haben ohnehin zu treffende Festsetzungen gleichzeitig Einfluss auf die Energieeffizienz. Ansatzpunkte hierfür sind insbesondere:

- Die solare Ausrichtung der Gebäude
- Die Vermeidung von Verschattung
- Die Begünstigung einer kompakten Bauweise

Maßgeblich sind die Festsetzungen hinsichtlich Bauweise, überbaubarer Grundstücksfläche sowie Stellung der baulichen Anlagen (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) und Festsetzungen zu Art und Maß der baulichen Nutzung (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB).

Für gemeinschaftliche Energieversorgungskonzepte können Festsetzungen zu Versorgungsflächen, -anlagen und -netzen und entsprechenden Leitungsrechten (§ 9 Abs. 1 Nr. 12,13, 21 BauGB) getroffen werden. Nach § 9 Abs.1 Nr. 23 b BauGB können aus städtebaulichen Gründen Gebiete festgelegt werden, in denen bei der Errichtung von Gebäuden bestimmte bauliche Maßnahmen für den Einsatz erneuerbarer Energien wie insbesondere Solarenergie getroffen werden müssen. Ob Festsetzungen zum Einbau technischer Anlagen selbst möglich sind, ist derzeit umstritten.

Zudem können Gebiete festgesetzt werden, in denen luftverunreinigende Stoffe, z.B. Brennstoffe wie Kohle oder Heizöl, nicht oder nur beschränkt verwendet werden können (§ 9 Abs. 1 Nr. 23 a BauGB). Weitere Festsetzungen für Anlagen und Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB möglich.

STÄDTEBAULICHER VERTRAG
In städtebaulichen Verträgen nach § 11 BauGB kann die Gemeinde mit einem Dritten Regelungen vereinbaren, die über die Festsetzungsmöglichkeiten in einem Bebauungsplan hinausgehen. Soweit dies den städtebaulichen Planungszielen entspricht, kann sie beispielsweise mit dem Bauherren die Nutzung bestimmter Energieversorgungssysteme oder den energetischen Gebäudestandard festlegen.

Gleiches gilt für den Durchführungsvertrag im Rahmen eines Vorhaben- und Erschließungsplanes nach § 12 BauGB. Gleichzeitig sind die Gemeinden hier nicht auf die Festsetzungsmöglichkeiten des § 9 BauGB beschränkt, im Rahmen der städtebaulichen Erforderlichkeit können weitere Regelungen getroffen werden.

Ist die Gemeinde Eigentümerin der Flächen, kann sie auch im Rahmen von Kaufverträgen nach dem Grundsatz der Vertragsfreiheit zusätzliche Regelungen treffen.

INFORMELLE PLANUNGEN

Themen der Energieeffizienz können auch Bestandteil von Untersuchungen und Entwicklungskonzepten sein. Neben beispielsweise Grünplanungskonzepten oder Verkehrsentwicklungsplänen sind hier besonders kommunale Energiekonzepte zu nennen. Das Instrument des Energienutzungsplanes wird auf den folgenden Seiten detaillierter erläutert.

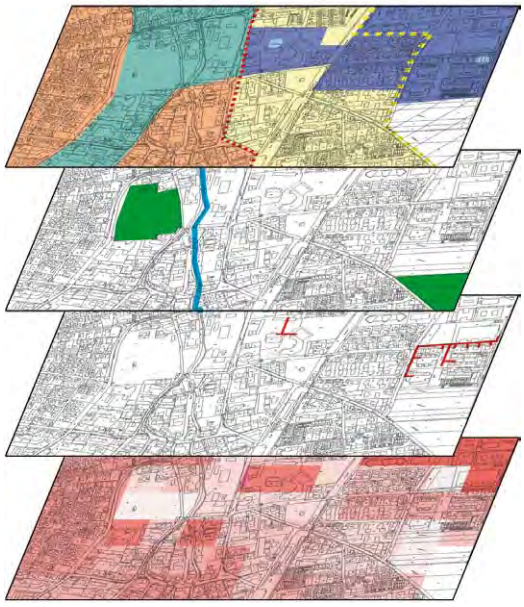
STÄDTEBAULICHE ERNEUERUNG

Die Anpassung der Siedlungsstruktur an die Erfordernisse des Umweltschutzes und an die Anforderungen an gesunde Lebens- und Arbeitsbedingungen ist Aufgabe im Bereich der städtebaulichen Sanierung und damit auch der Städtebauförderung in Bayern. Im Rahmen von vorbereitenden Untersuchungen nach § 141 BauGB vor der förmlichen Festlegung eines Sanierungsgebietes oder als Teil eines städtebaulichen Entwicklungskonzeptes nach § 171 b BauGB können energetische Rahmenpläne entwickelt werden.

ANSCHLUSS- UND BENUTZUNGSZWANG AN WÄRMENETZE

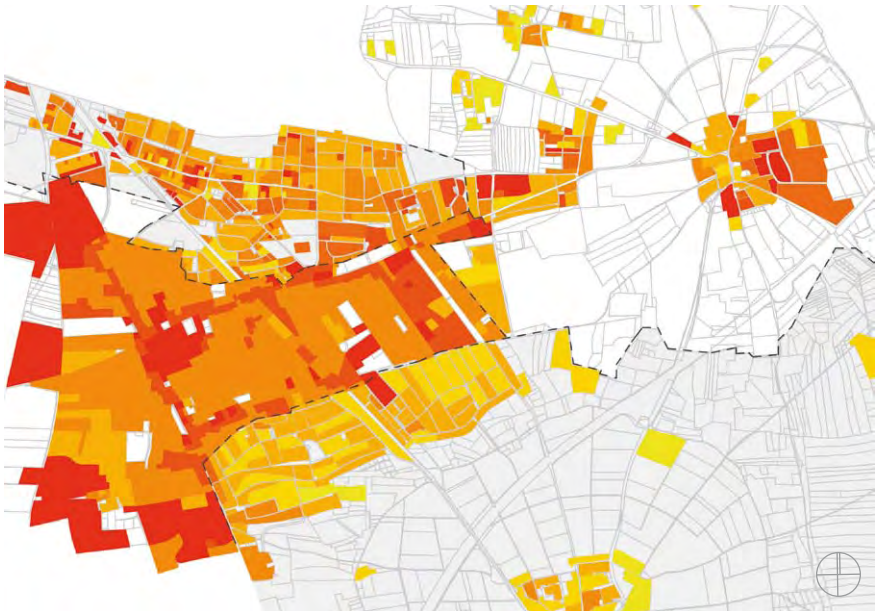
Nach Art. 24 GO kann die Gemeinde durch Satzung bei Neubaugrundstücken und in Sanierungsgebieten den Anschluss an gemeindliche Einrichtungen zur Versorgung mit Fernwärme und deren Benutzung verpflichtend vorschreiben, wenn dies aus besonderen städtebaulichen Gründen oder zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen notwendig ist. Ausgenommen sind Grundstücke mit emissionsfreien Heizeinrichtungen.

§ 16 EEWärmeG sieht darüber hinaus vor, dass Gemeinden „von einer Bestimmung nach Landesrecht, die sie zur Begründung eines Anschluss- und Benutzungszwangs an ein Netz der öffentlichen Nah- oder Fernwärmeversorgung ermächtigt, auch zum Zwecke des Klima- und Ressourcenschutzes Gebrauch machen“ können.



Auf Basis des bestehenden Energiebedarfs, der regionalen Energiepotenziale und der energiepolitischen Zielsetzungen entstehen Konzepte für die zukünftige energetische Versorgung eines Gebietes.

Ausschnitt der Wärmebedarfsdichtekarte für Modellgemeinden im Landkreis München



ENERGIENUTZUNGSPLAN

Das Instrument des Energienutzungsplanes ist geeignet, ein ganzheitliches Energiekonzept für eine oder mehrere Gemeinden zu entwickeln.

Ein Energienutzungsplan stellt, als informelle Planung auf gleicher Maßstabsebene wie der Flächennutzungsplan, die zukünftige energetische Entwicklung unter Einbeziehung des Bestandes in der gesamten Gemeinde dar. Er unterstützt die Gemeinde bei der Umsetzung ihrer energiepolitischen Zielsetzungen wie die Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen und deren Preisentwicklung durch den Ausbau der Nutzung regenerativer und regionaler Energieträger. Neben dem Beitrag zum Schutz des Klimas bieten sich weitere Chancen: Im Bereich der erneuerbaren Energien können Arbeitsplätze entstehen, die Wertschöpfung erfolgt in der Region. Die energiepolitische Ausrichtung und Vorbildwirkung können positive weiche Standortfaktoren für die Ansiedlung von Bewohnern und Firmen darstellen. Ein Energienutzungsplan dient der Gemeinde deshalb auch als Grundlage für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung.

Für die Erstellung eines Energienutzungsplanes wird zunächst der Ist-Zustand des Energieverbrauchs und der Versorgung analysiert. Dabei werden auch absehbare zukünftige Entwicklungen einbezogen. Zu diesem ersten Schritt gehört die Dokumentation des Stromverbrauchs der gesamten Gemeinde. Der Wärmebedarf aller Gebäude aus Wohnnutzung, Gewerbe, Industrie und Sondernutzung wird in einer Wärmebedarfsdichtekarte dargestellt. Je heller eine Fläche dargestellt ist, desto geringer ist der Wärmebedarf. Es werden Ziele festgelegt, wieweit der aktuelle Energiebedarf durch energetische Sanierungen und verbesserte Anlagentechnik reduziert werden soll.

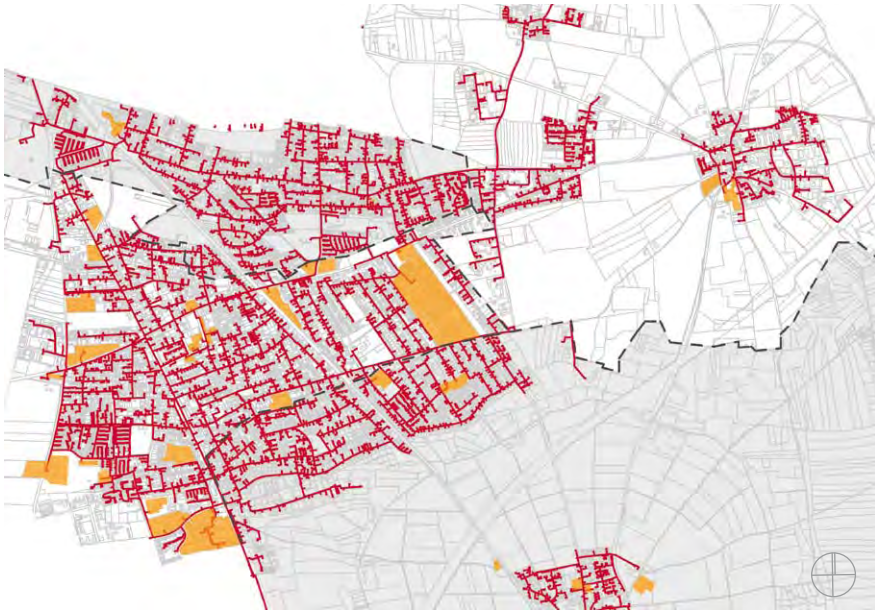
Zudem erfolgt eine Erfassung der vorhandenen Energieinfrastruktur, bestehender Wärmenetze und Energieerzeugungsanlagen. Diese werden in das zukünftige Energiekonzept der Gemeinde einbezogen.

Zentraler Punkt ist die Untersuchung potenzieller regenerativer Energiequellen für das Gemeindegebiet. Sinnvoll ist es, auch die umgebenden Gemeinden miteinzubeziehen. In einem Übersichtsplan werden die erneuerbaren Energiequellen räumlich verortet und können mit dem jeweiligen zukünftigen Energiebedarf in der Umgebung koordiniert werden.

Der Energienutzungsplan bietet der Gemeinde einen Überblick über die Energieversorgung und verbindet den Energiebedarf mit den Potenzialen einer regenerativen und regionalen Versorgung. Handlungsfelder für die kommunale Planung werden deutlich, es können konkrete Umsetzungsmaßnahmen festgelegt werden.

Aktuell entstehen im Rahmen des Forschungsprojektes „Kommunaler Klimaschutz – zukunftsfähige Energiekonzepte am Beispiel des Landkreises München“ Energienutzungspläne für sechs Modellgemeinden im Landkreis. Neben der Obersten Baubehörde unterstützen das Projekt finanziell die Bayerischen Staatsministerien für Umwelt und Gesundheit und für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, der Landkreis München und das Energieunternehmen e-on. Ziel ist ein Leitfaden, der anderen Gemeinden Hilfestellung gibt bei der Erstellung eines Energienutzungsplanes.

Die dargestellten Karten zeigen Ausschnitte aus der aktuellen Wärmebedarfsdichtekarte und aus der Darstellung der leitungsgebundenen energetischen Infrastruktur für die Modellgemeinden Neubiberg, Ottobrunn, Putzbrunn, Hohenbrunn, Höhenkirchen-Siegertsbrunn und Aying. In der nebenstehenden Karte sind, als ein Beispiel für regionale Energiepotenziale im Untersuchungsgebiet, die Möglichkeiten der Grundwasserwärmenutzung für oberflächennahe Geothermie dargestellt.



bestehende Nahwärmenetze

vorhandenes Gasnetz

Vorhandene leitungsgebundene Energieinfrastruktur in Modellgemeinden im Landkreis München

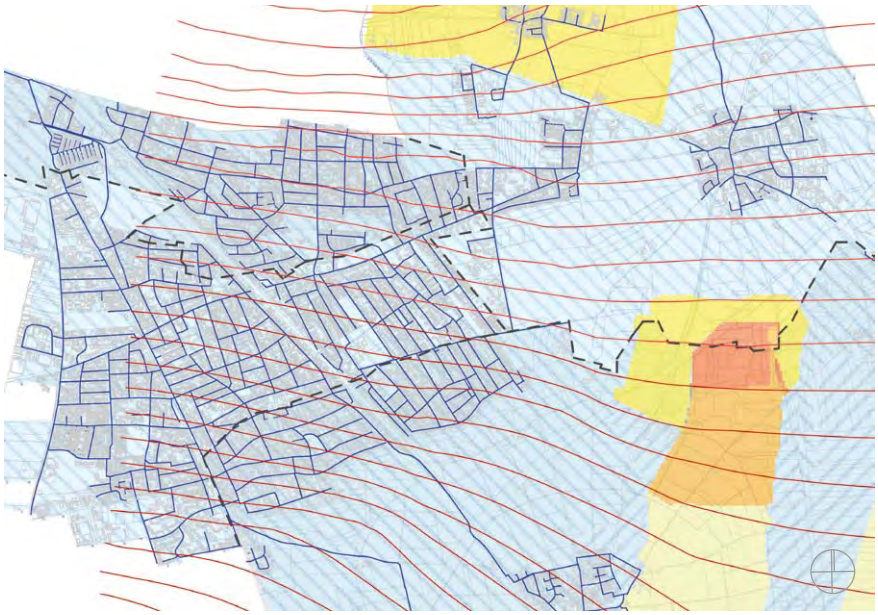
Erfassung der Grundwasserschichten und Wasserschutzgebiete in Modellgemeinden im Landkreis München

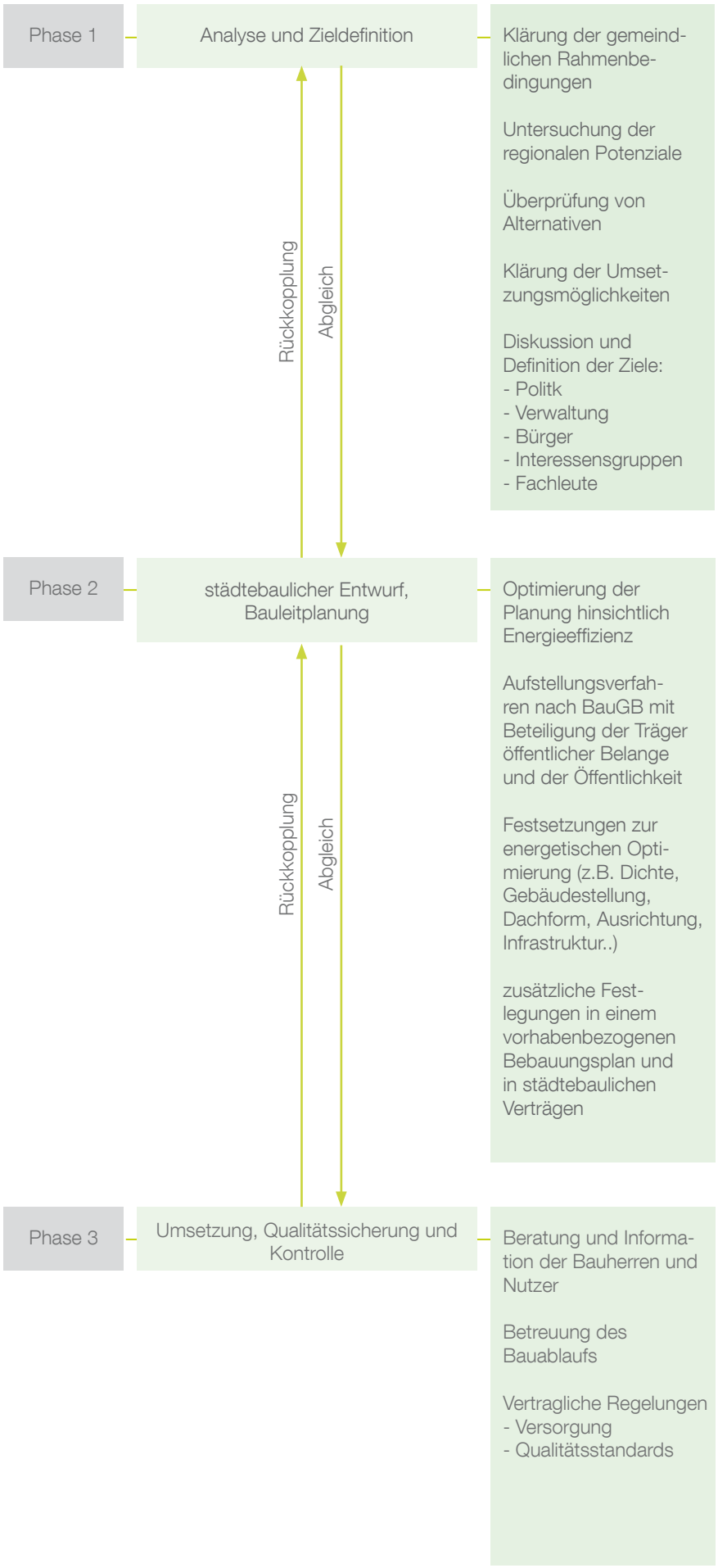
Grundwasserwärmepumpe und direkte Grundwassernutzung möglich

Wasserschutzgebiet: Erdwärmenutzung unzulässig

Wasserschutzgebiet: Erdwärmenutzung grundsätzlich unzulässig, in Sonderfällen mit Ausnahmegenehmigung

Höhenverlauf der Grundwasserschicht über NN





PLANUNGSSTRATEGIEN

Für eine nachhaltige Entwicklung müssen die Aspekte einer energieeffizienten Siedlungsentwicklung bereits frühzeitig in den gemeindlichen Planungsprozess einbezogen werden. Bei der Entwicklung neuer Baugebiete und in der städtebaulichen Erneuerung können entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden.

ANALYSE UND ZIELDEFINITION

Erste Schritte sind zunächst die Analyse der Planungsvoraussetzungen sowie die Diskussion und Definition, welches Niveau der Energieeffizienz angestrebt werden soll. In dieser ersten Phase werden die wichtigsten Grundsteine für eine energieeffiziente Planung gelegt. Neben Politik und Verwaltung können auch Bürger und Interessensgruppen aktiv an der Diskussion und Zieldefinition mitwirken. Begleitend erfolgt eine fachliche Beratung durch Architekten, Fachingenieure und Experten für energetische Fragestellungen. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist die Akzeptanz dieser Ziele in der Öffentlichkeit entscheidend.

Eine Standort-, Bestands- und Bedarfsanalyse macht die vorhandenen Potenziale transparent und zeigt Zielkonflikte auf. Zunächst werden alternative Entwicklungsszenarien und Planungen erarbeitet. Die Orientierung an den gemeindlichen Rahmenbedingungen und Potenzialen ist hierbei Voraussetzung für die Umsetzbarkeit der gewählten Planung.

BAULEITPLANUNG

An die Analyse und Zieldefintion schließen sich in Phase 2 die großräumige Konzeption im Flächennutzungsplan, der städtebauliche Entwurf und die Bebauungsplanung an. Verbindliches Baurecht wird geschaffen.

In den Planungen werden die Ergebnisse der Voruntersuchungen umgesetzt. Im konkreten städtebaulichen Entwurf gilt es, die Planung hinsichtlich Energieeffizienz zu optimieren und dies, sofern die entsprechenden Voraussetzungen vorliegen, mit Hilfe der Festsetzungsmöglichkeiten im Bebauungsplan zu verankern. Vielfach empfiehlt sich ein städtebaulicher Wettbewerb mit energetischem

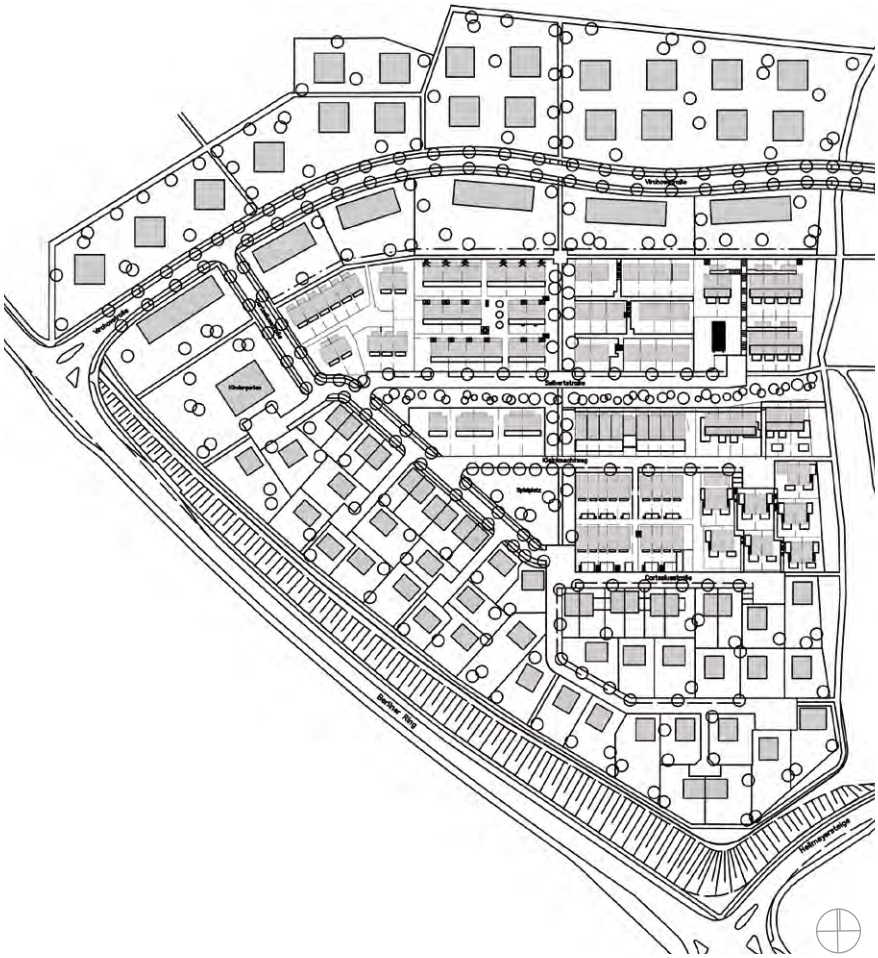
Schwerpunkt, hier erhält die Gemeinde mehrere Planungsvarianten.

UMSETZUNG DER PLANUNG
Ziel ist es, bei der anschließenden Realisierung der Planung in Phase 3 die Planungsziele zu verwirklichen. Die Möglichkeiten der Gemeinde reichen von Beratung und Information der Bauherren durch Planer und Gemeinde bis hin zu städtebaulichen Verträgen mit dem Investor. Über vertragliche Regelungen beim Grundstücksverkauf durch die Gemeinde selbst können weitere Pflichten vereinbart werden. Beispiele sind der Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz, der Nachweis der energetischen Zielwerte für die Gebäude, die Durchführung eines Blower-Door-Tests oder das Hinzuziehen spezieller Fachplaner.

Bei der Passivhaussiedlung „Im Sonnenfeld“, die seit ca. 10 Jahren in Ulm-Eselsberg entsteht, befanden sich die Grundstücke ausschließlich im Besitz der Stadt Ulm. Somit konnte diese die Bauherren beim Grundstückskauf verpflichten, die Gebäude in einer vorgegebenen Zeit zu realisieren und die Grenzwerte für Passivhäuser einzuhalten. Diese Vorgaben wurden in einem Projektpflichtenheft vertraglich vereinbart und über eine Vertragserfüllungsbürgschaft gesichert.

Während der Planung und Bauausführung wurde die Einhaltung des Passivhausstandards mehrfach überprüft. Gleichzeitig stand ein Ingenieurbüro den Investoren zu kostenlosen Auskünften und Beratungsleistungen zu passivhausspezifischen Fragen oder zum Zertifizierungsverfahren zur Verfügung.

Passivhaussiedlung „Im Sonnenfeld“ in Ulm-Eselsberg



Lageplan der Passivhaussiedlung „Im Sonnenfeld“ Ulm-Eselsberg

1. Preis
Architekten Priska Ammann, Martin Albers, Landschaftsarchitekt Rolf Lynen

FREISING,
GENERAL VON STEIN KASERNE

Schwerpunkt:	Städtebaulicher Ideenwettbewerb 2008
Nutzung:	Wohnen, Schule, Nahversorgung
Plangebiet:	16 ha
Wohneinheiten:	ca. 500
Auslober:	Stadt Freising

Die Stadt Freising lobte 2008 einen offenen städtebaulichen Ideenwettbewerb auf dem Areal der ehemaligen General von Stein Kaserne aus. Zielsetzung war die Schaffung eines räumlich, verkehrlich und sozial optimal integrierten Quartiers mit hohen Wohn- und Freiraumqualitäten.

Da für den Bereich der Wohnbauflächen eine Entwicklung über einen Zeithorizont von 10 Jahren geplant ist, wurde das Gebiet in Bauabschnitte unterteilt.

Die Nahversorgungs- und Infrastruktureinrichtungen werden auch die Versorgung für die nähere Umgebung übernehmen und eine Durchmischung des Gebietes fördern. Angestrebt sind wohnortnahe Arbeitsplätze in Büro und Handel. Ziel ist eine ausgewogene Bewohnerstruktur, die durch verschiedene und flexible Wohnformen unterstützt wird. Hochwertige Freibereiche mit hoher Aufenthaltsqualität sollen Identifikationswirkung entfalten.

Ein Schwerpunkt der Aufgabenstellung war es, ein energieeffizientes und nachhaltiges Quartier zu entwickeln, das trotz der geforderten verdichteten Siedlungsstruktur die aktive und passive Nutzung von Solarenergie ermöglicht. Bei der Beurteilung der Wettbewerbsarbeiten wurde deshalb großes Augenmerk auf die solare Optimierung gelegt.

Die prämierten Wettbewerbsarbeiten zeigen, dass die Forderung nach einer energieeffizienten Siedlungsstruktur nicht notwendigerweise nur zu südorientierten Baukörpern führen muss. Vielmehr ist eine Bandbreite unterschiedlicher Ansätze möglich. Sowohl bei einer fingerförmigen Zeilenbebauung, die sich mit der Umgebung verzahnt, als auch bei der Ausbildung von einzelnen Hofanlagen ist eine verschattungsfreie und optimal besonnte Bebauung möglich. Auch die Kombination verschiedener Wohn- und Baukörperformen kann nach solaren Gesichtspunkten optimiert werden.

In einer Simulation des Schattenwurfes wurden die Anordnung der Gebäude zueinander und ihre Höhenentwicklung überprüft. Dabei wurde nachgewiesen, dass alle Gebäude trotz der dichten Bebauung am 21. Dezember weitgehend verschattungsfrei sind. Auch die Grünplanung hat über Positionierung und Wahl der Bepflanzung entscheidenden Einfluss auf die Besonnungssituation.

Die Arbeiten der Preisträger schlagen einen Passivhaus- oder Niedrigenergiestandard für sämtliche Gebäude vor. Für die Energieversorgung werden unterschiedliche Lösungen angeboten: Der Anschluss an ein bereits bestehendes Biomasse-Heizkraftwerk in der näheren Umgebung, mehrere kleine Heizanlagen für einzelne Gebäudekomplexe oder Wärmepumpen. Die Gebäudeorientierung ermöglicht jeweils auch eine Unterstützung dieser Lösungen durch Photovoltaik oder Solarthermie.

zwei 2. Preise:
Architekten Björn Severin, Volker Kleinekort, Landschaftsarchitekt Georg Verhas (oben) und Architekt Sebastian Hryck, Landschaftsarchitekt Stefan Kalckhoff (unten)

NÜRNBERG, KORNBURG NORD

Schwerpunkt:	Optimierung des Bebauungsplanes 2007
Nutzung:	Wohnen
Plangebiet:	9,5 ha
Wohneinheiten:	210
Untersuchung:	G.A.S. Sahner Architekten mit Steinbeis Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik EGS, Stuttgart

Das Planungsgebiet liegt am nördlichen Rand des Nürnberger Stadtteils Kornburg, ca. 500 m von der Ortsmitte entfernt. Die Siedlung bietet Raum für ca. 650 Bewohner.

Bereits zu einem frühen Zeitpunkt des Bebauungsplanverfahrens ergriff die Stadt Nürnberg die Gelegenheit, den städtebaulichen Entwurf energetisch zu prüfen und zu optimieren.

Die Zusammenhänge von Verschattung und solaren Einträgen, Verkehr, Lärm, städtebaulicher Anbindung, Dichte, benachbarter Bebauung und Wärmeversorgung wurden untersucht und in das Konzept eingearbeitet.

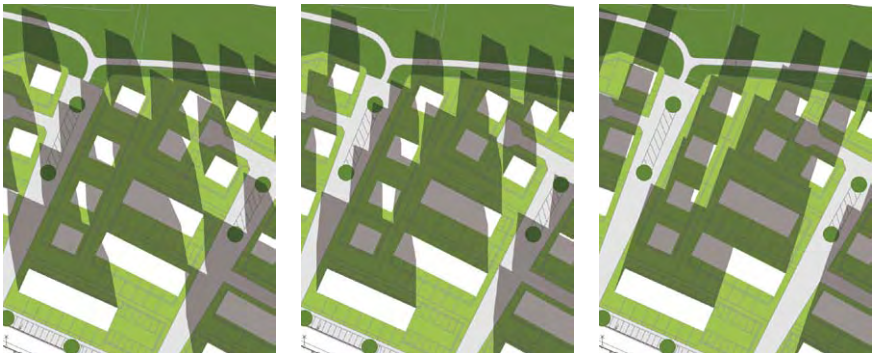
Die Verschattung der Gebäude wurde reduziert, um die solaren Einträge maximal zu nutzen. Sehr hohe Gebäude wurden dafür nach West-Ost orientiert, da sie bei dieser Ausrichtung geringere Schatten auf die dahinterliegenden Gebäude werfen als südorientierte Gebäude. An Stelle von Satteldächern mit Dachneigungen bis 45° wurden Flachdächer und Pultdächer mit einer Dachneigung von weniger als 15° festgelegt. Die niedrigere Firsthöhe reduziert den Schattenwurf.

Im Westen des Gebietes besteht eine höhere Lärmbelastung. Deshalb wurden hier Atriumhäuser vorgeschlagen.

Bei der Untersuchung stellte sich heraus, dass durch einen für alle Gebäude verbindlichen Energiestandard von KfW 40 oder Passivhaus erhebliche Energieeinsparungen möglich sind.

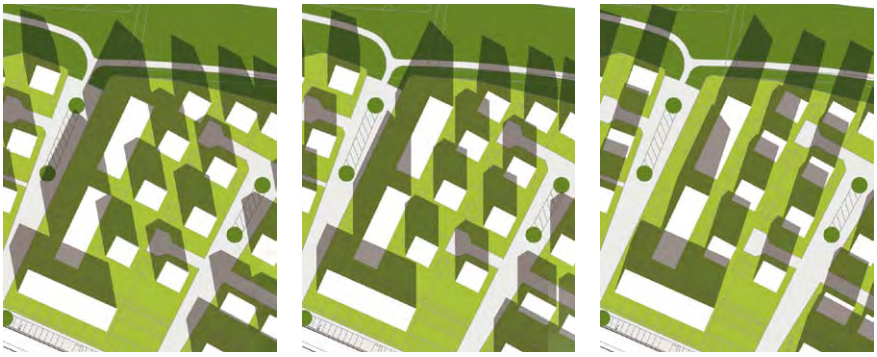
Vorgeschlagen wurde außerdem eine zentrale Energieversorgung. Abhängig von dem gewählten Energiestandard erwies sich diese Variante in der Untersuchung als wirtschaftlicher als eine dezentrale Versorgung.

Zur Unterstützung der Bauherren bei der Realisierung bietet die Stadt Nürnberg eine begleitende Beratung an. Hierbei informiert sie unter anderem über mögliche Förderungen, energiesparendes Bauen und regenerative Energien. Den Bauherren steht eine Baufibel zur weiteren Information zur Verfügung.



11:30 Uhr 12:15 Uhr 13:30 Uhr

Verschattungsschema (ursprünglicher Bebauungsplan)



11:30 Uhr 12:15 Uhr 13:30 Uhr

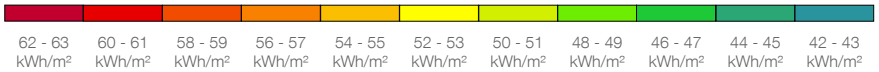
Verschattungsschema (optimierter Bebauungsplan)

Problemanalyse der ursprünglichen Planung

Optimierungsschema für den Bebauungsplan

Heizwärmebedarf im ursprünglichen Entwurf

Heizwärmebedarf im optimierten Entwurf



AUGSBURG, REESE KASERNE

Schwerpunkt:	Optimierung des Bebauungsplanes, Wärmenetz 2008
Nutzung:	Wohnen, Mischnutzung
Plangebiet:	ca. 45 ha
Wohneinheiten:	ca. 520
Untersuchung:	Hochschule Augsburg Prof. Georg Sahner Ingenieurbüro EST GmbH, Miesbach

Zur Bewältigung der Konversion wurden für das ehemalige Gelände der Reese Kaserne in Augsburg bereits frühzeitig Wettbewerbe, Planungen und eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt und mit Mitteln der Städtebauförderung unterstützt (Bund-Länder-Städtebauförderungsprogramm „Stadtumbau West“). In einem Pilotprojekt wurde 2008 auf der Ebene des Bebauungsplanes ein Energiekonzept entwickelt. Bereits zu einem frühen Zeitpunkt des Verfahrens wurde der städtebauliche Entwurf nach energetischen Gesichtspunkten optimiert.

Im ersten Schritt erfolgte eine Analyse der bestehenden Planung. Mit Hilfe von Verschattungssimulationen und an Hand detaillierter Berechnungen wurden die Potenziale des Baugebietes aufgezeigt.

Gebäudeabstände, Gebäude- und Dachformen wurden im Hinblick auf eine größtmögliche Ausnutzung des solaren Potenzials verbessert. Die geschlossenen Gebäudeformen der ursprünglichen Planung wiesen eine hohe Eigenverschattung auf. In den Innenecken entstanden Gebäudebereiche, die schwer belichtet werden können. Die Baukörper wurden deshalb aufgelöst.

Außerdem wurde eine fünfgeschossige Punkthausbebauung vorgeschlagen. Diese Kubatur ist sehr kompakt und erzeugt nur geringe Verschattungen über den Tagesverlauf. Die Punkthäuser grenzen an den Park und bieten eine hohe Wohnqualität.

Die Zeilenbebauung entlang des Parks orientiert sich nach Süden, die Grünstruktur wird mit dem Bebauungsgebiet verzahnt.

Die im Optimierungskonzept gewählten Baumarten und deren Positionierung vermeiden unerwünschte Verschattungen während der Heizperiode.

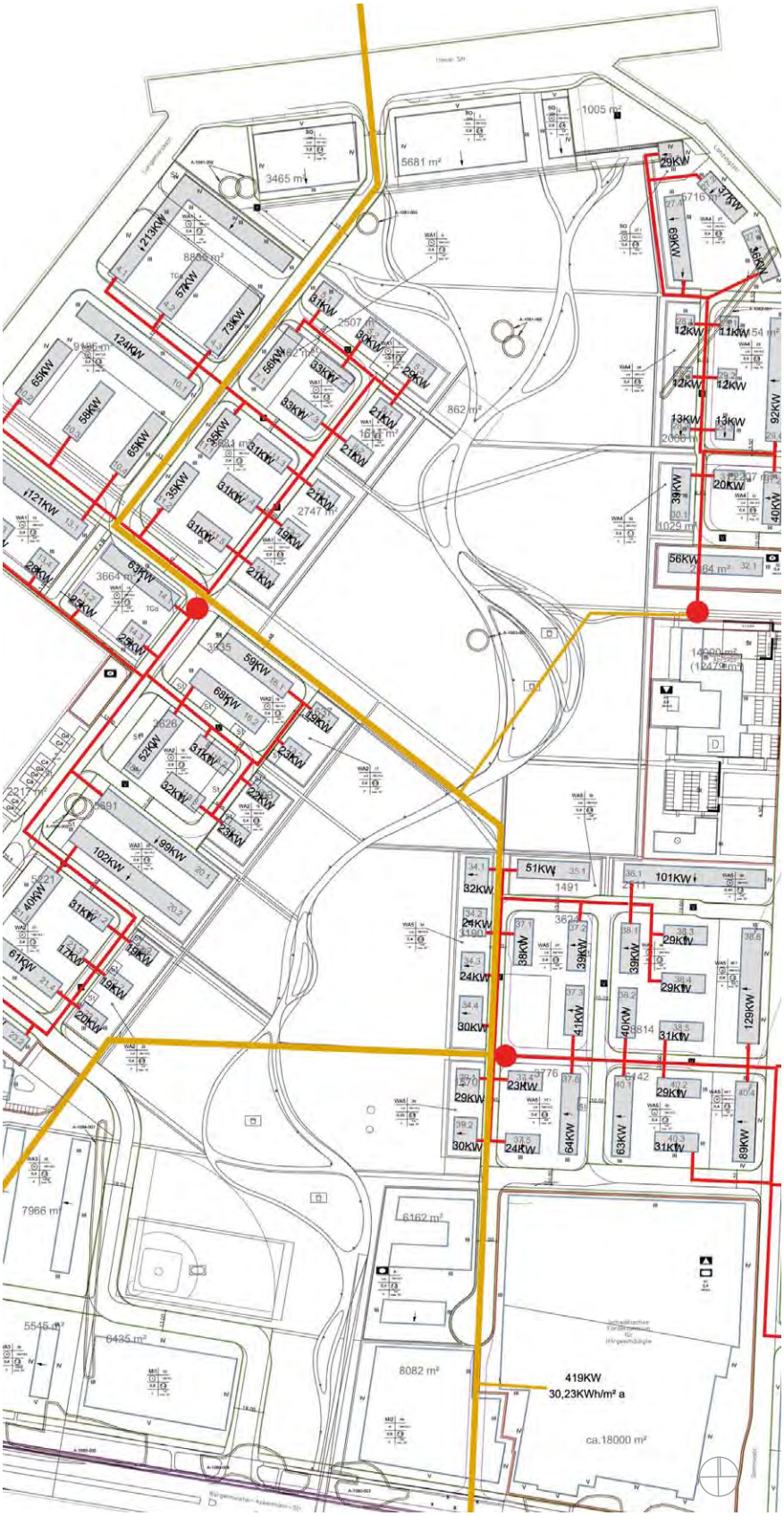
Im zweiten Schritt wurden unterschiedliche Konzepte zur Energieversorgung des Gebietes entwickelt und ihre ökonomischen und ökologischen Auswirkungen untersucht. Im Ergebnis haben sich zentrale Versorgungskonzepte im Vergleich zu dezentralen als wirtschaftlicher erwiesen.

Für das Gelände wurde außerdem die Möglichkeit der Anbindung an das vorhandene Fernwärmenetz über neue Niedertemperatursubnetze untersucht. Gebäude mit einem sehr niedrigen Energiestandard benötigen zur Energieversorgung meist nur ein Niedertemperatursystem, die Fernwärmeversorgung hingegen hat sehr hohe Vorlauftemperaturen. Bei einer Versorgung unmittelbar aus dem Heißwassernetz entstehen hohe Verteilverluste und aufgrund der hohen Investitionskosten auch hohe Grundgebühren.

Überlegt wurde deshalb ein Niedertemperaturnetz mit den Vor- bzw. Rücklauftemperturen von 75 °C und 50 °C, das in den einzelnen Quartieren verlegt wird. Dieses Netz erhält eine eigene Netztemperaturregelung, eigene Netzpumpen sowie eine eigene Druckhaltung. Über einen Wärmetauscher wird dieses Subsystem an das Fernwärmenetz angeschlossen.

Schema Niedertemperaturnetz mit Fernwärmepufferspeicher

Fernwärme-Haupttrasse - Bestand
Geplante Fernwärmeleitung
Quartiersunterstation mit Rücklaufkopplung und dezentraler Förderpumpe



FREIBURG, VAUBAN - SCHLIERBERG

Schwerpunkt:	Solarsiedlung 2003 - 2007
Nutzung:	Wohnen, Mischnutzung
Plangebiet:	ca. 1,5 ha
Wohneinheiten:	61
Planung:	Rolf Disch SolarArchitektur, Freiburg Stahl + Weiß Büro für Sonnenenergie, Freiburg Krebser & Freyler Planungsbüro GmbH, Teningen

Der Stadtteil Vauban liegt ca. 3 km südlich der Freiburger Innenstadt auf einem früheren Kasernengelände. Vauban bietet Platz für ca. 5.600 Bewohner und ca. 600 Arbeitsplätze. Neben umfangreichen Neubauten wurde ein Teil der Kasernengebäude erhalten und saniert.

Grundlegender Planungsansatz war die Entwicklung eines verdichteten Wohnquartiers mit einer gemischten Nutzung

und einer sehr guten Anbindung an den ÖPNV, um dem Prinzip der „Stadt der kurzen Wege“ Rechnung zu tragen.

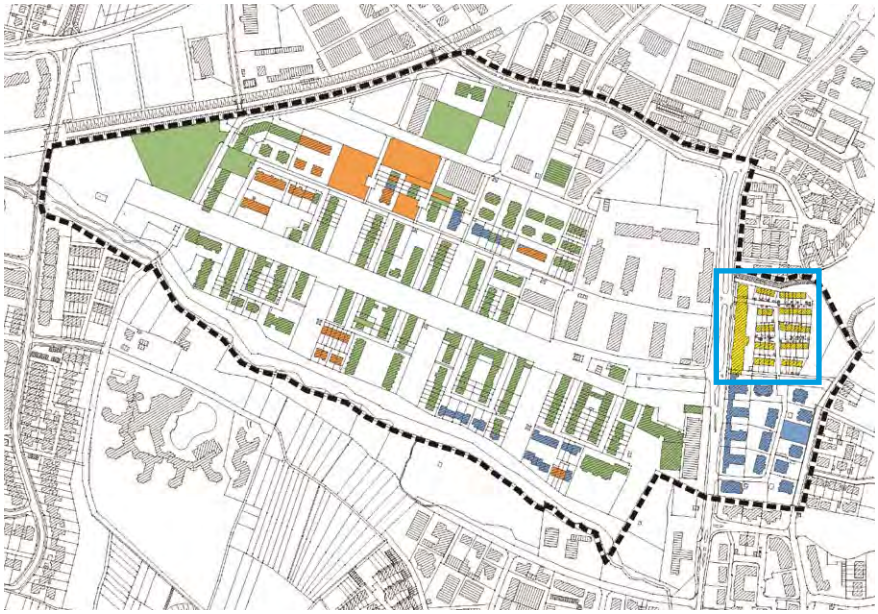
Der Bebauungsplan weist den überwiegenden Teil des Vauban-Geländes als stellplatzfreies Wohngebiet aus. Am Rand des Quartiers gibt es kostenpflichtige Sammelgaragen.

Verpflichtend wurde in den Grundstückskaufverträgen eine Bauweise im Niedrigenergiestandard mit einem Energiebedarf von 65 kWh/(m²a) nach einem von der Stadt Freiburg entwickelten Rechenverfahren festgeschrieben. Über diese Festlegung hinaus sind viele Gebäude entstanden, die einen weitaus niedrigeren Energiestandard aufweisen.

Am östlichen Rand des Geländes wurde 2003 die „Solarsiedlung am Schlierberg“ errichtet. Die städtebauliche Struktur bietet gute Rahmenbedingungen für energieeffiziente Gebäude. Die kompakten 2- bis 3-geschossigen Reihenhäuser sind nach Süden ausgerichtet, um die solaren Gewinne optimal passiv sowie aktiv zu nutzen. Ein Ost-West orientiertes Wohn- und Geschäftshaus, das sogenannte „Sonnenschiff“, schirmt die Hauptverkehrsstraße ab.

Auf den nach Süden geneigten Pultdächern befinden sich flächige Photovoltaikanlagen. Hier wird mehr Strom erzeugt, als die Bewohner verbrauchen. Die überschüssige Energie wird in das allgemeine Stromnetz eingespeist.

Für einen niedrigen Energiebedarf wurden die Plusenergiegebäude im Passivhausstandard ausgeführt. Das gesamte Vauban-Gebiet wird über ein Nahwärmenetz versorgt, das durch ein Blockheizkraftwerk mit Hackschnitzelfeuerung und einer Spitzenlastabdeckung mit Gas betrieben wird.



Niedrigenergie 65 kWh/(m²a)
Niedrigenergie 55 kWh/(m²a)
Plusenergie
Passivhaus

ALLSCHWIL, REBGÄSSLI

Schwerpunkt:	Atriumtyp 2004
Nutzung:	Wohnen
Plangebiet:	ca. 0,2 ha
Wohneinheiten:	9
Planung:	Amrein Giger Architekten, Basel Zurfluh Lottenbach, Luzern (Haustechnik)

Die Wohnanlage mit zwei Reihenhauszeilen liegt auf einer kleinen Anhöhe in Allschwil, ca. 5 km vom Stadtzentrum von Basel entfernt. Die Siedlung bietet Raum für ca. 30 Bewohner.

Im Jahre 2005 wurde die Anlage mit dem Schweizer Solarpreis ausgezeichnet. Die Gebäude erfüllen den Passivhausstandard und sind nach dem Schweizer Minergie-P-Label zertifiziert.

Die Anlage besteht aus einer Nord-Süd und einer Ost-West orientierten Reihenhauszeile. Das parkartige Grundstück mit altem Baumbestand sollte allen Bewohnern gleichberechtigt zugänglich sein. Auf klassische Gärten wurde deshalb verzichtet. Kernstück der Reihenhäuser ist ein integriertes Atrium, das als privater Außenraum im Inneren des Hauses wirkt. Dieser ist gleichzeitig geschützt vor Einblicken und Lärmemissionen der Umgebung.

Die Verwendung des Atriumtyps ermöglicht hier jeweils relativ tiefe und schmale Grundrisse für die einzelnen Wohneinheiten bei einer freien Orientierung.

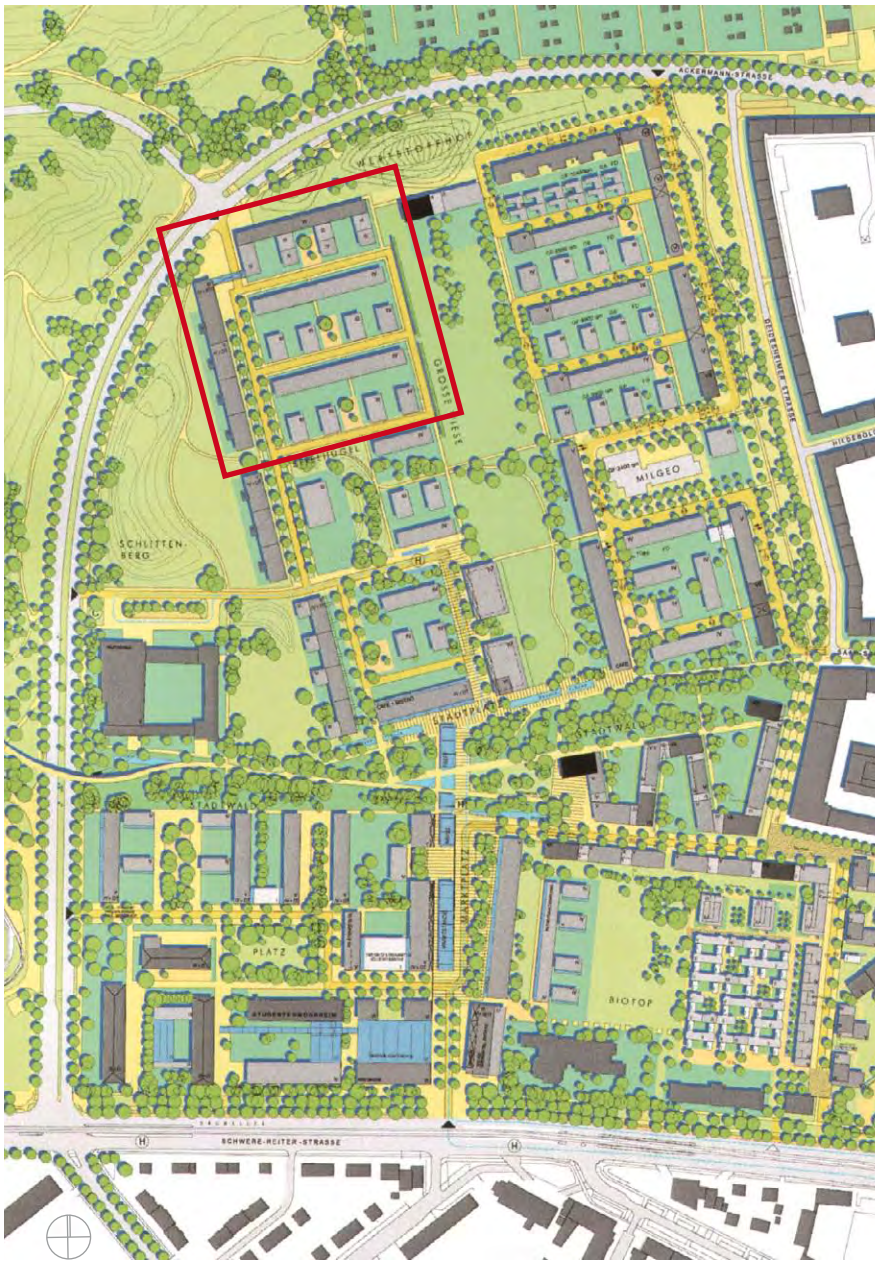
Über den 15 m^2 großen Innenhof gelangt Sonnenlicht in die innenliegenden Räume. Trotz der unterschiedlichen Ausrichtung der Gebäude werden so die einzelnen Räume gleichmäßig mit Tageslicht versorgt. Dies erlaubt eine variable Nutzung der Räume zu Wohnzwecken.

Das Atrium kann mit einem Glasdach geschlossen werden. Im Winter dient es so als Sonnenfalle. Gleichzeitig werden dadurch die Außenwandfläche verringert, das A/V_e-Verhältnis zusätzlich verbessert und die Transmissionswärmeverluste reduziert. Im Sommer wird das Glasdach geöffnet und es findet eine natürliche Durchlüftung und Kühlung der Wohnräume statt. Horizontale und vertikale Textilbahnen regulieren zusätzlich die Sonneneinstrahlung. Der Innenhof wirkt somit ganzjährig als energetische Pufferzone. Der solare Wärmegewinn durch das Atrium reduziert den Heizwärmebedarf.

Für die Wärmeversorgung wurden verschiedene Systeme kombiniert. Sie erfolgt über ein zentrales Miniblockheizkraftwerk mit Gasheizkessel, Vakuum-Röhrenkollektoren auf dem Dach sowie eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung.

MÜNCHEN, ACKERMANNBOGEN

Schwerpunkt:	Solares Wärmenetz 2004 - 2007
Nutzung:	Wohnen
Plangebiet:	ca. 9 ha
Wohneinheiten:	319
Planung:	Stadt München, Stadtwerke München GmbH (SWM) Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) Solar- und Wärmetechnik Stuttgart (SWT)



Zwischen dem Stadtteil Schwabing und dem Olympiapark ist auf dem Gelände der ehemaligen Waldmann- und Stettenkaserne das Stadtquartier „Am Ackermannbogen“ mit ca. 2.200 Wohnungen und ca. 500 Arbeitsplätzen entstanden. 1997 lobte die Stadt München einen städtebaulichen und landschaftsplanerischen Ideenwettbewerb aus. Den ersten Preis erhielten der Architekt Christian Vogel und die Landschaftsarchitektin Rita Lex-Kerfers.

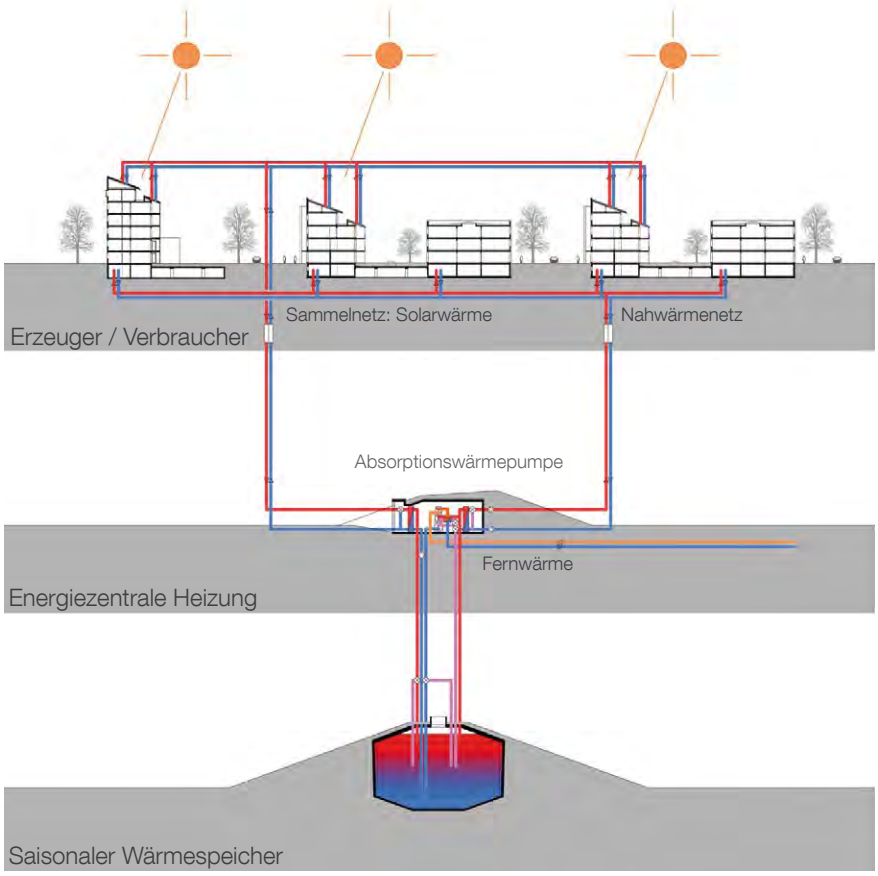
Im Nord-Westen des Quartiers wurde 2007 das Modellprojekt „Solare Nahwärme am Ackermannbogen“ realisiert, das die Nutzung von Solarenergie und Fernwärme verbindet.

Die Solaranlage wird von den SWM, unterstützt durch ZAE Bayern und SWT, geplant, errichtet und betrieben. Das Konzept beinhaltet großflächige Solarkollektoren mit insgesamt ca. 3.000 m² Fläche auf drei der Geschosswohnungsbauten. Versorgt werden 319 Wohneinheiten. Um die solare Einstrahlung der Sommermonate im Winter nutzen zu können, muss die Energie gespeichert werden. Über ein Leitungsnetz, das Solar-Sammelnetz, wird ein großer saisonaler Wärmespeicher gespeist, dessen rund 5.700 m³ Wasserinhalt sich bis zum Herbst auf bis zu 90 °C aufheizen. In Form eines Hügels wurde er in die Grünanlagen integriert. Die Wärme wird aus dem Speicher entnommen und über

ein Nahwärmenetz in die Wohngebäude transportiert. Mit Hilfe von Fernwärme wird eine Absorptionswärmepumpe angetrieben, mit der im Winter die noch vorhandene Restwärme des Speichers zu Heizzwecken genutzt werden kann. Sie ist in der Energiezentrale untergebracht, die in den Erdhügel des Speichers integriert wurde. Über das Jahr betrachtet ist es das Ziel, 50% des Warmwasser- und Heizwärmebedarfs der Siedlung durch die Sonneneinstrahlung zu decken. Darüber hinaus steht die Fernwärme der Stadtwerke München zur Verfügung.

Die Grundstücke wurden von der Landeshauptstadt München an fünf Bauträger verkauft. Neben einer finanziellen Beteiligung wurden diese dazu verpflichtet, geeignete Heizungs- und Brauchwassersysteme für die zur Verfügung stehenden Netztemperaturen einzubauen.

Im Jahr 2004 wurde ein Realisierungswettbewerb für die Wohngebäude ausgelobt. Eingeladen waren Arbeitsgemeinschaften aus Architekten, Landschaftsarchitekten und Fachingenieuren auf dem Gebiet der Solarenergietechnik. Der Auslobung wurde das technische Konzept für die Anlagen zur solaren Wärmeversorgung zugrunde gelegt. Götze Hadlich Popp Streib Architekten, München, erstellten die Planung für die drei Geschosswohnungsbauten mit den Solardächern, die übrigen Gebäude wurden von weiteren Büros geplant.



BINSFELD, DORFKERN

Schwerpunkt:	Energetischer Rahmenplan, Nahwärmenetz seit 2002
Nutzung:	Mischnutzung
Plangebiet:	13,5 ha
Wohneinheiten:	96 beheizte Gebäude
Planung:	Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt

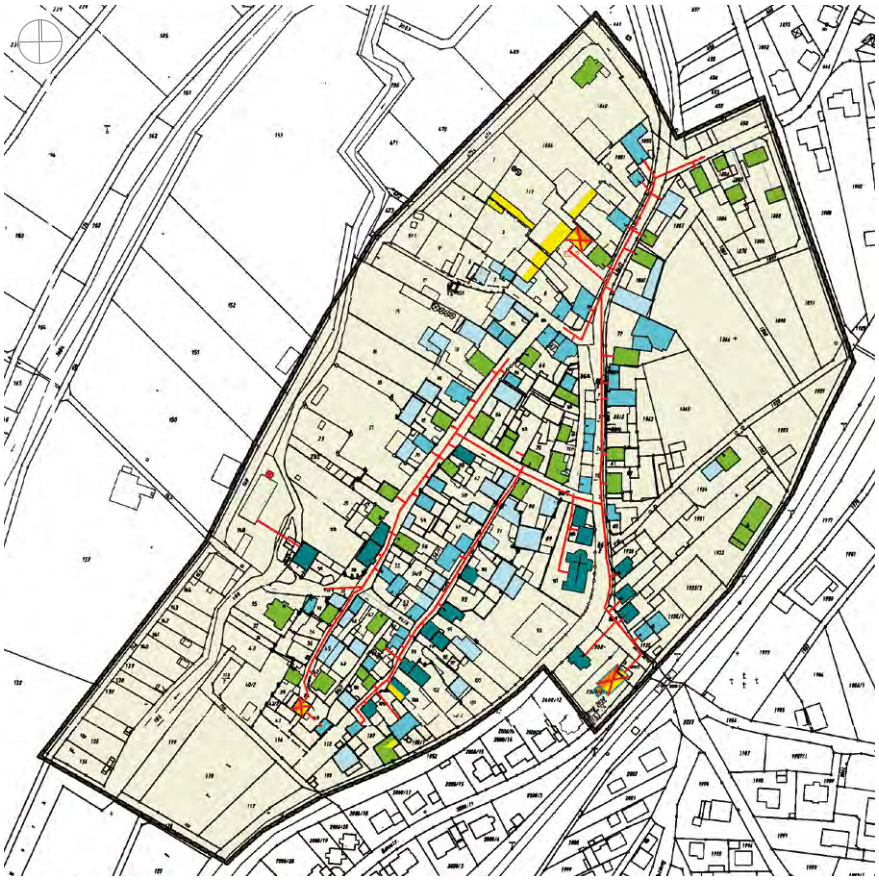
Binsfeld ist einer von zwölf Stadtteilen der Stadt Arnstein und hat ca. 420 Einwohner. Der Ortskern, ca. 9 km westlich der Kernstadt von Arnstein gelegen, ist ein typisch fränkisches, eng bebautes Haufendorf, dessen Gebäude meist giebelständig zur Straße stehen.

2002 wurden im Rahmen von vorbereitenden Untersuchungen „Energetische Untersuchungen zum Rahmenplan“ für den Altortbereich des Stadtteils Binsfeld erstellt. Dabei wurde der gesamte Ort auch hinsichtlich Heizwärmebedarf, Energieträgern, CO_2-Emissionen und möglicher solarer Nutzung analysiert. Darauf aufbauend wurden ein städtebaulicher und ein energetischer Rahmenplan erstellt. Die Städtebauförderung unterstützte diese Maßnahmen.

Zunächst wurde der spezifische Heizwärmebedarf der Gebäude im Untersuchungsgebiet ermittelt, im Durchschnitt liegt dieser bei 236 kWh/(m^2a). Ebenso wurde untersucht, welche Energieträger jeweils verwendet werden, beispielsweise Strom, Öl, Kohle, Flüssiggas, Holz bzw. Biomasse und Solarenergie. Auf dieser Grundlage wurde die CO_2- Emission für jedes Gebäude errechnet: Der durchschnittliche Emissionswert beträgt 114 kg CO_2/(m^2a), im Untersuchungsgebiet werden jährlich ca. 1.750 t CO_2 emittiert.

Außerdem dokumentierten die Planer den energetischen Sanierungsbedarf der einzelnen Gebäude in unterschiedlichen

Stufe 1: sofortiger Anschluss
Stufe 2: Anschluss in 5-10 Jahren
Stufe 3: Anschluss in 15-25 Jahren
Eventueller Anschluss nach Gebäudeumbau
Möglicher Standort Energiezentrale
Leitung Nahwärmenetz
Großkollektorfläche für Nahwärmenetz



Dringlichkeitsstufen. Für mehr als 2/3 der Gebäude besteht Handlungsbedarf. Festgehalten wurde dabei auch, bei welchen Gebäuden eine Nachdämmung der Fassaden aus rechtlichen Gründen oder Gründen des Denkmalschutzes nur schwer oder nicht möglich ist.

Über eine Untersuchung der Orientierung und Neigung der Dachflächen wurde das Potenzial einer solaren Energienutzung abgeschätzt. Verschattete Bereiche und Bereiche, die aus städtebaulichen oder denkmalschutzfachlichen Gründen nicht geeignet sind, wurden gesondert gekennzeichnet. Eine Gesamtbetrachtung auch hinsichtlich der Investitionskosten und Kosten des laufenden Betriebes zeigte, dass wenige zentrale Solaranlagen wirtschaftlicher sind als viele dezentrale.

Beispielhaft wurden Energieeinsparmöglichkeiten für Einzelgebäude durch verschiedene Sanierungsmaßnahmen und den Anschluss an ein Nahwärmenetz untersucht und in Relation zu den jeweils notwendigen Investitionskosten gesetzt. Eine Gegenüberstellung verschiedener Heizvarianten und der Vergleich der jeweiligen laufenden Kosten bot den Hauseigentümern eine „Energiekurzberatung“.

Basierend auf diesen Voruntersuchungen entstand ein Konzept für ein Nahwärmenetz. Der Anschluss der Gebäude soll in mehreren Stufen von 5 bis 25 Jahren erfolgen. Zur Umsetzung wurde die „Das Dorf Service GmbH“ gegründet, Gesellschafter sind 13 ortsansässige Familien und die Stadt Arnstein. Hauptprojekt war die Errichtung und der Betrieb eines regenerativ betriebenen Heizkraftwerkes mit entsprechenden Nahwärmenetzen, Beratungen und Dienstleistungen, unter anderem im Bereich der Energienutzung.

Im Jahr 2003 wurde mit dem Neubau des Feuerwehrhauses im Ortskern die Heizzentrale für das Hackschnitzel-Heizkraftwerk errichtet und die Nahwärmeleitung verlegt. Auf dem Dach der Heizzentrale befindet sich eine 140 m^2 große Solaranlage zur weiteren Unterstützung. Aktuell sind 30 Gebäude im Sanierungsgebiet angeschlossen, ein zweiter Ausbauabschnitt befindet sich derzeit in der Umsetzung.

LITERATURVERZEICHNIS

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.): Umweltbericht Bayern, 2007

Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung Bonn (Hrsg.), Hildebrandt, O., Kramer C.: Einflussgrößen der Schadstoffminimierung im Städtebau - Energieeinsparung in Gebäuden. Informationen zur Raumentwicklung, Heft 4/5.1997: Schadstoffminderung in städtebaulichen Wettbewerben

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Erhorn H., Erhorn-Kluttig H., Hauser G., Sager C., Weber H., co2online gemeinnützige GmbH, Friedrich M., Becker D., Grondey A., Laskowski F.: CO_2-Gebäudereport, 2007

Curdes G.: Stadtstruktur und Stadtgestaltung, Kohlhammer Verlag, 1996

Faller P.: Der Wohngrundriss, DVA Verlag, 2002

Feist W., Passivhaus Institut (Hrsg.): Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser - Phase II, Stadtplanerische Instrumente zur Umsetzung von Passivhäusern, Protokollband Nr. 19, 2000

Fisch N., Möws B., Zieger J.: Solarstadt, Kohlhammer Verlag, 2001

Fuchs O., Schleifnecker T.: Handbuch ökologische Siedlungsentwicklung, Erich Schmidt Verlag, 2001

G.A.S. Sahner Architekten und Steinbeis Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik EGS, im Auftrag des Umwelt- und Stadtplanungsamtes Nürnberg: Gutachten Pilotprojekt für energieeffiziente Bauleitplanung in Kornburg Nord, 2007

Gauzin-Müller D.: Nachhaltigkeit in Architektur und Städtebau, Birkhäuser Verlag, 2002

Glücklich D. (Hrsg.): Ökologisches Bauen. Von Grundlagen zu Gesamtkonzepten, DVA Verlag, 2005

Gunßer C.: Energiesparsiedlungen, Callwey Verlag, 2000

Herzog T., Kaiser N., Volz M.: Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Prestel Publishing, 1996

Institut für internationale Architektur - Dokumentation GmbH (Hrsg.), Hegger M., Fuchs M., Stark T., Zeumer M.: Energie Atlas, Nachhaltige Architektur, Edition Detail, Birkhäuser Verlag, 2007

Landeshauptstadt München (Hrsg.): Messestadt Riem Ökologische Bausteine Teil I - Stadtplanung, 2000

Landeshauptstadt München (Hrsg.): Messestadt Riem Ökologische Bausteine Teil II - Gebäude und Freiraum, 2003

Leuchtweis C., C.A.R.M.E.N. e.V. „Nahwärmenetze - Möglichkeiten und Grenzen im kommunalen Umfeld“ in „Der Bayerische Bürgermeister“ 6/2009, S. 239 - 242, Jehle Verlag

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hrsg.), Planungszuschüsse - Kurzdokumentation geförderter Projekte: Flächenressourcenmanagement in Fürstenfeldbruck, 2008

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hrsg.): Wohnmodelle Bayern, Kompakt - Urban - Innovativ, Callwey Verlag, 2004

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hrsg.): Städtebauförderung in Bayern: Themenheft 18 - Bayerischer Bauherrenpreis Stadterneuerung 2009 - Energieeffiziente Erneuerung, 2009

Oswald F., Baccini P., Michaeli M.: Netzstadt. Einführung in das Stadtentwerfen, Birkhäuser Verlag, 2003

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.): Wegweiser Nachhaltigkeit - Bilanz und Perspektiven, Kabinettsbeschluss vom 10. August 2005

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung Deutschland (Hrsg.): Fortschrittsbericht 2008 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie - Für ein nachhaltiges Deutschland, 2008

Ruano M.: Ökologischer Städtebau, Karl Krämer Verlag, 1999

Sahner G., Stohrer M. K., König N.: Energetisch optimierte Planungsentscheidungen - Praxisleitfaden für kostengünstige Wohnimmobilien in Schriftenreihe der Stiftung Bauen und Wohnen der LBS, Heft 2, 2002

Stadt Augsburg Referat 2 (Hrsg.), Umweltamt und Stadtplanungsamt Augsburg, ebök Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte GbR: Klimaschutz und Stadtplanung Augsburg, Leitfaden zur Berücksichtigung von Klimaschutzbelangen in der städtebaulichen Planung und deren Umsetzung, 2007

Weeber und Partner, Institut für Stadtplanung und Sozialforschung (Hrsg.), Weeber H., Weeber R., Fritz A., Dörrie A.: Besser Wohnen in der Stadt, Konzepte und Beispiele für Familienwohnungen, Fraunhofer IRB Verlag, 2005

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), Goretzki P., Maass I.: Solarfibel, 2008

Zeller J., Kahlert C., ebök Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte GbR im Auftrag der Stadt Ulm: Passivhäuser im Sonnenfeld, 2003

PROJEKTINFORMATIONEN

Augsburg, Reese Kaserne:
Hochschule Augsburg Prof. Sahner, Ingenieurbüro EST GmbH: Gutachten für energieeffiziente Bauleitplanung - Reese Kaserne in Augsburg, 2008

Allschwil, Rebgässli:
Amrein Giger Architekten, Basel
Solar Agentur Schweiz (SAS) (Hrsg.): 15. Schweizer Solarpreis 2005, Die beste schweizer Solararchitektur, 2005

Binsfeld, Dorfkern:
Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt

Freiburg, Vauban:
Stadt Freiburg, Amt für Projektentwicklung und Stadterneuerung
Architekturbüro Rolf Disch SolarArchitektur, Freiburg
Stadt Freiburg und Kommunalentwicklung LEG (Hrsg.): Infobroschüre Quartier Vauban

Freising, General von Stein Kaserne:
Auslobungsunterlagen und Ergebnisse des Wettbewerbs „General von Stein Kaserne“, 2008

München, Ackermannbogen:
Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hrsg.), Veröffentlichungen zu den Siedlungsmodellen, Nr. 1-7, 1996 - 2003
Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt (Hrsg.): Modellprojekt, Energieversorgungssystem „Solare Nahwärme Ackermannbogen“
Zentrum für Angewandte Energieforschung Bayern e.V. (ZAE Bayern)
Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, PLAN-HAII-12
Götze Hadlich Architekten Stadtplaner, München

Nürnberg, Kornburg Nord:
G.A.S. Sahner Architekten und Steinbeis Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik EGS, im Auftrag des Umwelt- und Stadtplanungsamtes Nürnberg: Gutachten Pilotprojekt für energieeffiziente Bauleitplanung in Kornburg Nord, 2007

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Die Herausgeberin und die Autoren bedanken sich bei allen Beteiligten für die Überlassung ihrer Bildvorlagen sowie die Erteilung von Reproduktionserlaubnis und Auskünften.

Sämtliche Zeichnungen und Fotografien zu denen keine Quellen genannt sind, stammen aus dem Archiv der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern oder von G.A.S. Sahner Architekten, Stuttgart.

Titelbild	Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Technische Universität München, Prof. Hausladen
Seite 7	oben: Energie Atlas, Nachhaltige Architektur, Edition Detail, Institut für internationale Architektur - Dokumentation GmbH (Hrsg.)
Seite 8	oben: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technolgie
	unten: modifiziert nach Messestadt Riem Ökologische Bausteine Teil I - Stadtplanung und Teil II - Gebäude und Freiraum, Landeshauptstadt München (Hrsg.)
Seite 9	Planungszuschüsse - Kurzdokumentation geförderter Projekte: Flächenressourcenmanagement in Fürstenfeldbruck, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hrsg.)
Seite 10	CO_2-Gebäudereport, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.)
Seite 11	oben: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technolgie
	unten: Gemeinde Wildpoldsried (Foto)
Seite 14	FOTAG Luftbild München, Artur Gerngross, Garching (Foto)
Seite 15	oben: modifiziert nach Energie Atlas, Nachhaltige Architektur, Edition Detail, Institut für internationale Architektur - Dokumentation GmbH (Hrsg.), Inhaltliche Quellen: Deutscher Wetterdienst
Seite 16	Marcus Rommel Architekten, Stuttgart/Trier, Landschaftsarchitekten Ernst + Partner, Trier
Seite 18	Christian Schiebel, München (Foto)
Seite 19	oben: Architekt Thomas Hammer, München
	unten: Energetisch optimierte Planungsentscheidungen - Praxisleitfaden für kostengünstige Wohnimmobilien in Schriftenreihe der Stiftung Bauen und Wohnen der LBS, Sahner G., Stohrer M. K., König N.
Seite 21	oben: Energetisch optimierte Planungsentscheidungen - Praxisleitfaden für kostengünstige Wohnimmobilien in Schriftenreihe der Stiftung Bauen und Wohnen der LBS, Sahner G., Stohrer M. K., König N.
	unten: Energie Atlas, Nachhaltige Architektur, Edition Detail, Institut für internationale Architektur - Dokumentation GmbH (Hrsg.)
Seite 23	Architekt Bäuerle, Konstanz; Christian Schiebel, München (Foto)
Seite 26	Architekt Bernhard Paringer, Landshut
Seite 27	G.A.S. Sahner Architekten, Stuttgart; Bernhard Friese, Pforzheim (Foto)
Seite 28	Riegler Riewe Architekten, Graz; Thomas Jantscher, Colombier (Foto)
Seite 29	Amrein Giger Architekten, Basel; Adriano Biondo, Basel (Foto)
Seite 31	unten: modifiziert nach Solarfibel, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.)
Seite 32	unten: modifiziert nach Solarfibel, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.)
Seite 33	oben: Ökologisches Bauen. Von Grundlagen zu Gesamtkonzepten, Glücklich D. (Hrsg.)
Seite 34	oben: Architekten Beck Enz Yelin Rothgang, München; Christian Schiebel, München (Foto)
	unten: modifiziert nach Gutachten Pilotprojekt für energieeffiziente Bauleitplanung in Kornburg Nord, G.A.S. Sahner Architekten und Steinbeis Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik EGS (Teil 2 - Technik)
Seite 35	modifiziert nach Geothermie Unterhaching GmbH & Co. KG
Seite 37	Ströhle Architekten, Stuttgart; Christian Schiebel, München (Foto)

Seite 39	modifiziert nach Gutachten Pilotprojekt für energieeffiziente Bauleitplanung in Kornburg Nord, G.A.S. Sahner Architekten und Steinbeis Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik EGS (Teil 2 - Technik)
Seite 40	oben: Kehrbaumarchitekten, Augsburg
	unten: Eigene Darstellung, Inhaltliche Quellen: http://www.enzkreis.de/media/custom/179_3512_1.PDF (Stand 01.11.2009)
Seite 41	mitte: Stadt Waldmünchen (Foto)
	unten: Gassner & Zarecky Architekten und Ingenieure, Riemerling
Seite 42	G. Hübner/Wacker Chemie AG, Burghausen (Foto)
Seite 46	Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Technische Universität München, Prof. Hausladen
Seite 47	oben: Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Technische Universität München, Prof. Hausladen, inhaltliche Quellen: Stadtwerke München
	unten: Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Technische Universität München, Prof. Hausladen, inhaltliche Quellen: http://www.lfu.bayern.de/geologie/fachinformationen/geothermie/geothermie_oberflaechennah/index.htm (Stand 28.09.2009)
Seite 49	oben: Brucker Architekten, Stuttgart; Bernd Fischer, Friedberg (Foto)
	unten: Stadt Ulm
Seite 50 - 51	Städtebaulicher Ideenwettbewerb „General von Stein Kaserne“
Seite 52	Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz (Foto)
Seite 52 - 53	Gutachten „Pilotprojekt für energieeffiziente Bauleitplanung in Kornburg Nord“
Seite 54 - 55	Gutachten „Pilotprojekt für energieeffiziente Bauleitplanung - Reese Kaserne“
Seite 56 - 57	Stadt Freiburg
Seite 57	Rolf Disch SolarArchitektur, Freiburg
Seite 58	Amrein Giger Architekten, Basel
Seite 59	oben: Matthias Ebinger, Basel (Foto)
	unten: Adriano Biondo, Basel (Foto)
Seite 60	unten: Vogel + Brunninger Architekten, München
Seite 61	Götze Hadlich Popp Streib Architekten, München
Seite 62 - 63	Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt

Herausgeber	Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Franz-Josef-Strauß-Ring 4 80539 München
Redaktion	Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Dipl.-Ing. Stephan Lintner Dipl.-Ing. Thomas Sendtner Dipl.-Ing. Johanna Stückler
Bearbeitung	G.A.S. Sahner Architekten Prof. Georg Sahner Dipl.-Ing. (FH) Julia Drittenpreis
Druck und Bildbearbeitung	J. Gotteswinter GmbH Grafischer Betrieb München

Für die Herstellung des Arbeitsblattes wurde Papier mit dem Umweltzertifikat FSC verwendet.

Die Arbeitsblätter für die Bauleitplanung können über folgende Portale bestellt werden:
http://www.stmi.bayern.de/bauen/baurecht/staedtebau/16964/
http://www.verwaltung.bayern.de/Broschueren-bestellen-.196.htm

BAYERN | DIREKT
Tel. 0180 1 201010

3,9 ct/min aus dem deutschen Festnetz,
höchstens 42 ct/min aus Mobilfunknetzen