

Solar+energetische Analyse und Optimierung

Stadt Regensburg

Bebauungsplan Nr. 244

Chamer Straße Nord

Zusammenfassung

Auszug aus dem Gutachten vom 12. Mai 2011

Auftraggeber:

Stadt Regensburg
Stadtplanungsamt

Durchführung der Untersuchung:

SOLARBÜRO Dr.-Ing. Peter Goretzki
Büro für energieeffiziente Stadtplanung, Energiesimulation + Besonnungsgutachten
70619 Stuttgart, Zinsholzstraße 11

Tel. 0711 / 473994
post@gosol.de
www.gosol.de

Stuttgart, den 20. Oktober 2011

Untersuchungsmethodik

Die solar+energetische Analyse und Optimierung der Entwurfskonzeption erfolgt mit Hilfe des städtebaulichen Energiesimulationsprogramms GOSOL⁽¹⁾, welches unter Anwendung des Berechnungsansatzes der DIN EN 832⁽²⁾ die monatlichen Heizwärmeumsätze der einzelnen Gebäude, unter besonderer Berücksichtigung der individuellen passiven Solarerträge bilanziert.

Die Grundlage der energetischen Simulation bildet ein **vollständiges, dreidimensionales, digitales Computermodell** der Gebäude, Vegetation und Topographie des Planungsgebietes.

Bei der Berechnung der Solargewinne werden neben den lokalen Klimadaten⁽³⁾ sowohl die Gebäudeorientierung und die Verschattung durch Nachbargebäude als auch die jahreszeitlich wechselnde Verschattung durch Vegetation und die Verschattung durch die Topographie des Planungsgebietes berücksichtigt. Auf dieser Basis bestimmt GOSOL die stündliche Sonnenenergieeinstrahlung für jedes einzelne Fenster bzw. jede Kollektor-/Photovoltaikanlage im Tagesgang.

Die Ermittlung der Besonnungsdauer erfolgt, um eine Aussagegenauigkeit von einer zehntel Stunde zu erreichen, in 6 Minuten-Schritten.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgt entsprechend EN 832 nach dem Monatsbilanzverfahren.

Die Berechnung des spezifischen Heizwärmebedarfs erfolgt für die nach der Verordnung für wohnungswirtschaftliche Berechnungen WoFIV (entsprechend ehemaliger DIN 283) ermittelte, beheizte Wohnfläche.

Analyse der Planung vom 21.09.2010 (R0)

Heizwärmebilanz

Mit einem **verfügbaren passiven Solargewinn** von im Mittel nur 47,7% bietet das **Bebauungskonzept, genauer die Grünkonzeption, völlig ungenügende Voraussetzungen zur passiven Nutzung der Sonnenenergie**.

Durch **Topographieverschattung** wird dabei kein nennenswerter passiv-solarer Verlust verursacht.

Die **solaren Verluste durch ungünstige Orientierung** sind mit im Mittel 7,9% mäßig und noch vertretbar. Der Richtwert von maximal 7% wird nur wenig überschritten.

Der durch die **gegenseitige Verschattung der Gebäude** verursachte solare Verlust erreicht im Mittel 6,7%. Dies ist für eine GFZ von ca. 0,8 ein günstiger Wert.

Die durch **Bäume I.Ordnung verursachte Verschattung** von im Mittel 37,1% ist extrem hoch und nicht vertretbar. Eine Begrenzung der arttypisch erreichbaren Baumhöhe ist unumgänglich.

Das Bebauungskonzept weist mit im Mittel $117,9 \text{ kWh/m}^2_{WF}$ einen mäßig erhöhten zulässigen **wohnflächenspezifischen Wärmeverlust Q''_{BWB}** auf. Ursache ist die zu geringe, sich bei einer Dachneigung von 23° , bei ca. 6,0 m Traufhöhe ergebende Firsthöhe von ca. 8,3m. Hierdurch sind im Dachgeschoss keine Aufenthaltsräume möglich, woraus sich ein ungüns-

(1) GOSOL [(c) 1987-2010 Dr. Peter Goretzki] wird seit 1986 bei der Bewertung und Optimierung städtebaulicher Planungen eingesetzt. Das Berechnungsverfahren und die Bewertungsmethodik ist detailliert dokumentiert in: Peter Goretzki: Passive Sonnenenergienutzung in der Bauleitplanung: Computerunterstützte Bewertungsmethoden, Stuttgart 1993, ISBN 3-926603-23-2.

(2) DIN EN 832: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung des Heizenergiebedarfs.

(3) Monatliches Mittel der Außentemperatur, Globalstrahlung, Diffusstrahlung; Trübungsfaktor; Normalstrahlung/Sonnenstunden im Tagesgang.

tiges Hüllflächen- zu Wohnflächenverhältnis ergibt. Dabei unterschreiten die Reihenhäuser im zentralen Bereich eine Wohnfläche von 100m². Hier ist eine Optimierung der Höhenfestsetzungen notwendig.

Der **wohnflächenspezifische Solargewinn** Q_s erreicht nur 13,7 kWh/m²_{WF}a, der passiv-solare Heizungsbeitrag liegt damit bei nur 13,2%.

Aus dem spürbar verminderten passiven Solargewinn und den internen Wärmegewinnen Q_I mit 13,6 kWh/m²_{WF}a ergibt sich mit 90,6 kWh/m²_{WF}a ein deutlich überhöhter **wohnflächenspezifischer Heizwärmebedarf** Q_h .

Gegenüber optimalen Voraussetzungen kann die vorhandene Solareinstrahlung für **Solarthermie** nur zu 74% genutzt werden. Hierfür ist im wesentlichen die Verschattung durch die im Planbereich festgesetzten Bäume I.Ordnung sowie bei den Ost-West orientierten Gebäuden die Ausrichtung der Dachflächen verantwortlich.

Damit ergibt sich für die Basisvariante des Bebauungsplanentwurfs nach den Mindestanforderungen der EnEV 2009 für die Referenz-Heizungs-Anlage bei einer Aufwandszahl e_p von 1,06 ein **wohnflächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf** Q_p von 103,5 kWh/m²_{WF}a.

Photovoltaik

Gegenüber optimalen Voraussetzungen kann die vorhandene Solareinstrahlung für **Photovoltaik** nur zu 67,7% genutzt werden. Damit bestehen insgesamt nur **ungenügende Voraussetzungen für die photovoltaische Sonnenenergienutzung**. Ursache für die verminderten Solargewinne sind zu 12,0 Prozentpunkten die suboptimale Ausrichtung der Photovoltaikzellen und zu 20,1 Prozentpunkten die Verschattung durch die Bäume I. Ordnung.

Besonnungsqualität

Eine im Sinn der **DIN 5034-1** „ausreichende Besonnungsdauer“ wird im Planungsbereich infolge Verschattung durch Bäume bei einem Großteil der Gebäude verfehlt.

Am **21. Dezember** wird im Planungsbereich im Mittel eine befriedigende bis gute Besonnungsqualität erreicht.

Am „mittleren Wintertag“, dem **8. Februar** wird im Planungsbereich im Mittel eine gute Besonnungsqualität erreicht.

Während der Vegetationsperiode ist infolge der starken Verschattung durch die planungsrechtlich festgesetzten Bäume die Besonnungsqualität in erheblichem Maß beeinträchtigt. Gesunde Wohn und Arbeitsverhältnisse sind hierdurch nicht mehr sichergestellt. Infolge des deutlich verminderten Tageslichts ist mit einem deutlich erhöhten Strombedarf für Beleuchtung zu rechnen. Auf Bäume I.Ordnung muss daher innerhalb der Wohnbauflächen zwingend verzichtet werden.

Optimierung und Empfehlungen

Die solar+energetische Optimierung der Planung umfasst 2 Varianten.

In der ersten Variante (R1_H) wird die Bebauungskonzeption und das Erschließungskonzept der Basisvariante vollständig übernommen. Die Optimierung umfasst hier ausschließlich die Höhenentwicklung der Gebäude und Bäume sowie die Höhenlage der Gebäude.

In der zweiten Variante (R6) wird zusätzlich die Erschließungskonzeption im Hinblick auf die Solargewinne optimiert. Die Erschließung und überbaubare Grundstücksfläche folgt dabei dem Höhenverlauf.

Erste Optimierungs-Variante (R1)

Für die erste, auf dem vorgelegten Bebauungsplan-Entwurf vom 12. Mai basierende Optimierungs-Variante werden nachfolgende Festsetzungen vorgeschlagen:



Gebäude Nr. 1-21 am nördlichen Randbereich:

- Dachformen: Satteldach und Pultdach/Staffelpultdach
 - Satteldach
 - maximal zulässige Traufhöhe TH = 6,80 m
 - maximal zulässige Firsthöhe FH = 9,80 m
 - Pultdach/Staffelpultdach
 - maximal zulässige Wandhöhe WH = 8,00 m
 - maximal zulässige Gebäudehöhe GH = 8,80 m
- Maximal zulässige Höhe für Nebengebäude: 3,00 m
- Maximal zulässige bergseitige Höhe für Garagen 5,5m, talseitig: 3,0m.
- Bezugshöhe: mittlere Straßenhöhe an der Grundstücksgrenze
- Grundflächenzahl GRZ: 0,4
- Geschossflächenzahl GFZ: keine
- Anzahl der Geschosse: III ohne Maßtrennlinie (oder keine Festsetzung)
- Tiefe der überbaubaren Grundstücksfläche: 12,00 m
- Gebäudestellung: parallel zur Erschließung
- Dachneigung: keine Festsetzung
- Bei Satteldächern sind nur in die Dachfläche integrierte Kollektoren zur Sonnenenergienutzung zulässig.
- Bei Pultdächern sind aufgeständerte Kollektoren zur Sonnenenergienutzung zulässig. Diese müssen vom Dachrand einen Abstand von zumindest 2,5m einhalten und dürfen die Dachfläche um nicht mehr als 2,0m überragen.
- Östlich des Gebäudes Nr. 21 oder im östlichen Bereich der zentralen Grünfläche sollte

gegebenenfalls eine zumindest 15m² große Versorgungsfläche für eine KWK-Anlage ausgewiesen werden.

Gebäude Nr. 22-59 im zentralen/südlichen Bereich:

- Dachform: Satteldach
- maximal zulässige Traufhöhe $TH_{\max} = 6,80$ m
- maximal zulässige Firsthöhe $TH_{\max} = 9,80$ m
- Bezugshöhe
 - Gebäude Nr. 22-26: 371,00 müNN
 - Gebäude Nr. 27-29: 371,20 müNN
 - Gebäude Nr. 30-34: 370,80 müNN
 - Gebäude Nr. 35-37: 369,60 müNN
 - Gebäude Nr. 38-42: 368,00 müNN
 - Gebäude Nr. 43-59: mittlere Höhe des natürlichen Geländes an der Nordwand
- Grundflächenzahl GRZ Hausgruppen: 0,4; GRZ Einzelhaus: 0,3
- Geschossflächenzahl GFZ: keine Festsetzung
- Anzahl der Geschosse: III (oder keine Festsetzung)
- Tiefe der überbaubaren Grundstücksfläche: 12,00 m
- Gebäudestellung:
 - Gebäude Nr. 22-42: Nord-Süd
 - Gebäude Nr. 43-59: parallel zur Erschließung
- Dachneigung: keine Festsetzung
- Kollektoren zur Sonnenenergienutzung sind nur in die Dachfläche integriert zulässig.
- Dacheinschnitte sind nicht zulässig.

Grünordnung:

- Je 200 m² (150 m²) angefangener nicht überbauter privater Grundstücksfläche je ein Baum mit einer arttypisch maximal erreichbaren Wuchshöhe von ca. 7 m.
Vorzugsweise sind einheimische Obstbaumarten anzupflanzen. Immergrüne Gehölze sind soweit diese eine Höhe von 4 m erreichen auf diese Höhe zurückzuschneiden.
- Im Straßenraum und den öffentlichen Grünflächen soll die erreichbare Wuchshöhe durch geeignete Artenauswahl ca. 10m nicht überschreiten.

Vertragliche Vereinbarungen:

Der sich nach EnEV 2009, Anlage 1, Tabelle 1 für das Referenzgebäude ergebende Transmissionswärmeverlust H_T darf unabhängig von der Heizungsanlage nicht überschritten werden.

Einsparpotential

Insgesamt kann der Verfügbare Solargewinn von 47,7% auf 80,8% deutlich erhöht werden. Damit werden nun knapp gute Voraussetzungen für die Passive Sonnenenergienutzung erreicht. Durch die kompaktere Gebäudeform vermindert sich der wohnflächenspezifische Wärmebedarf um 6,5% von 117,9 auf 110,2 kWh/m²_{WFA}. Der zur Substitution von Heizwärme nutzbare Solargewinn steigt um 69,3% von 13,7 kWh/m²_{WFA} auf 23,2 kWh/m²_{WFA}. Der wohnflächenspezifische Heizwärmebedarf vermindert sich von 90,6 kWh/m²_{WFA} auf 74,2 kWh/m²_{WFA}, d.h. um 18,1%.

Unter Einbeziehung der erhöhten thermischen Solargewinne sinkt der wohnflächenspezifische Primärenergiebedarf von 103,5 kWh/m²_{WFA} auf 83,5 kWh/m²_{WFA}, d.h. um 19,0%.

Damit ergibt sich, auf die Wohnfläche der Variante R1 bezogen, eine Primärenergieeinsparung von 192 400 kWh/a.

Die Wohnfläche steigt um 22,4% von 7859m² auf 9621m².

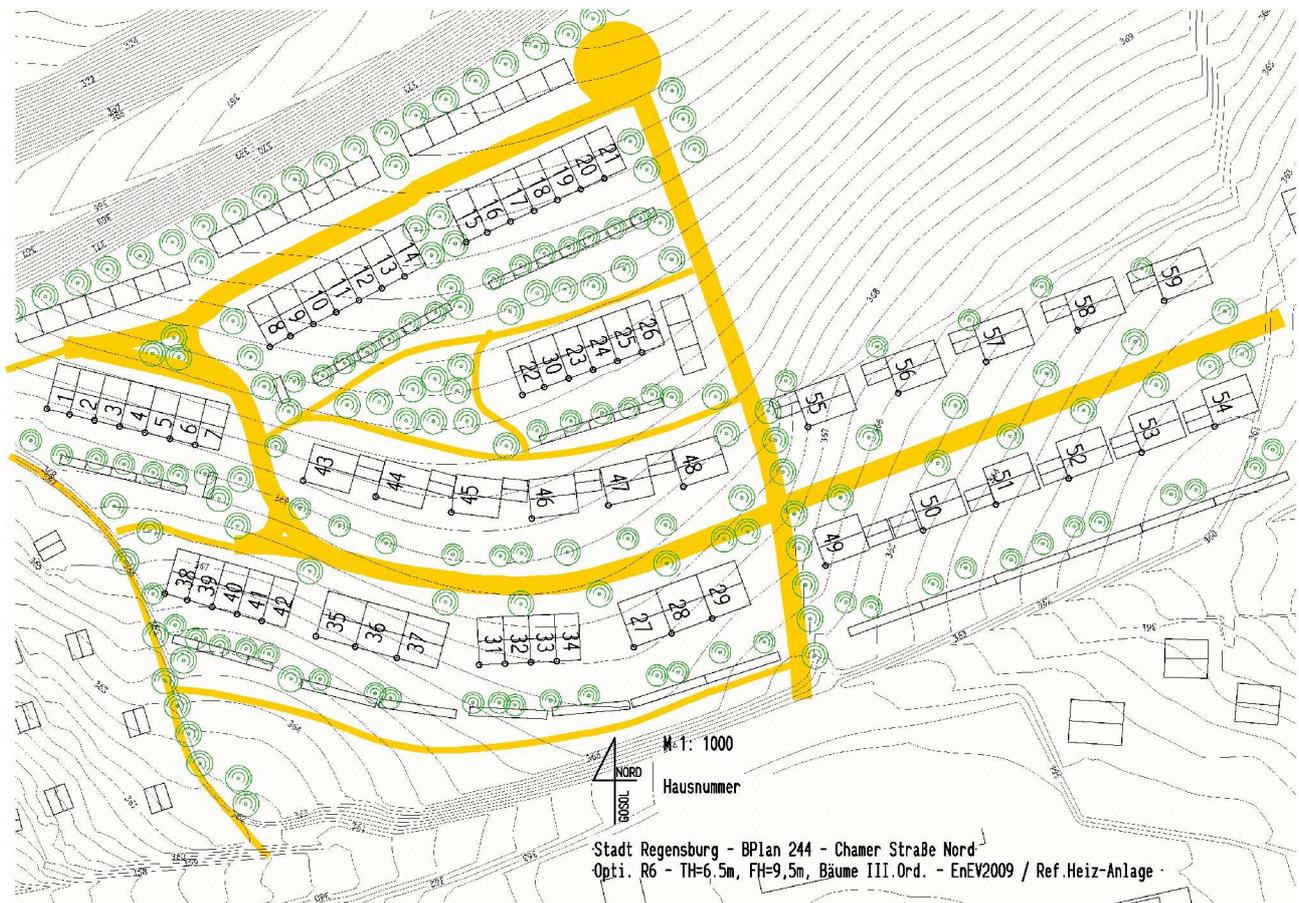
Während der Vegetationsperiode kann langfristig die Besonnungsdauer verfünffacht werden. Hierdurch vermindert sich der Strombedarf für künstliche Belichtung deutlich.

Zweite Optimierungs-Variante (R6)

Für die zweiten Optimierungs-Variante werden nachfolgende Festsetzungen vorgeschlagen:

Alle Gebäude:

- Dachform: Satteldach
- maximal zulässige Traufhöhe TH = 6,80 m
- maximal zulässige Firsthöhe FH = 9,80 m
- Bezugshöhe: mittlere Höhe des natürlichen Geländes an der Nordwand
- Grundflächenzahl GRZ Hausgruppen: 0,4; GRZ Einzelhaus: 0,3
- Geschossflächenzahl GFZ: keine Festsetzung
- Anzahl der Geschosse: III ohne Maßtrennlinie
- Überbaubare Grundfläche entsprechend Hausgrund im Planeintrag
- Tiefe der überbaubaren Grundstücksfläche: 12,00 m
- Dachneigung: keine Festsetzung
- Gebäudestellung: parallel zur Erschließung



Nebengebäude / Garagen:

- Maximal zulässige Höhe für Nebengebäude 3,00 m, für Garagen 3,50 m
- Maximal zulässige Höhe für die Garagen am nördlichen Siedlungsrand: bergseitig 5,50m, talseitig 3,00m.

Grünordnung:

- Je 200 m² (150 m²) angefangener nicht überbauter privater Grundstücksfläche je ein Baum mit einer arttypisch maximal erreichbaren Wuchshöhe von ca. 7 m.
Vorzugsweise sind einheimische Obstbaumarten anzupflanzen. Immergrüne Gehölze sind soweit diese eine Höhe von 4 m überschreiten auf diese Höhe zurückzuschneiden.

- Im Straßenraum und den öffentlichen Grünflächen soll die erreichbare Wuchshöhe durch geeignete Artenauswahl ca. 10m nicht überschreiten.

Vertragliche Vereinbarungen:

Der sich nach EnEV 2009, Anlage 1, Tabelle 1 für das Referenzgebäude ergebende Transmissionswärmeverlust H_T darf unabhängig von der Heizungsanlage nicht überschritten werden.

Einsparpotential

Insgesamt kann der verfügbare Solargewinn von 47,7% auf 87,5% deutlich erhöht werden. Damit liegen nun sehr gute Voraussetzungen für die Passive Sonnenenergienutzung vor. Durch die kompaktere Gebäudeform vermindert sich der wohnflächenspezifische Wärmebedarf um 7,8% von 117,9 kWh/m²_{WF}a auf 108,7 kWh/m²_{WF}a. Der zur Substitution von Heizwärme nutzbare Solargewinn steigt um 81,7% von 13,7 kWh/m²_{WF}a auf 24,9 kWh/m²_{WF}a. Insgesamt vermindert sich der wohnflächenspezifische Heizwärmebedarf um 22,0% von 90,6 kWh/m²_{WF}a auf 71,1 kWh/m²_{WF}a.

Unter Einbeziehung der erhöhten thermischen Solargewinne sinkt der wohnflächenspezifische Primärenergiebedarf von 103,5 kWh/m²_{WF}a auf 79,9 kWh/m²_{WF}a, d.h. um 22,8%.

Damit ergibt sich auf die Wohnfläche der Variante R6 bezogen eine Primärenergieeinsparung von 235 000 kWh/a.

Für thermische Sonnenenergienutzung werden mit einem verfügbaren Solargewinn von 91,8% gute bis befriedigende, für die photovoltaische Sonnenenergienutzung mit 97,6% sehr gute Voraussetzungen erreicht.

Die Wohnfläche steigt um 26,4% von 7859m² auf 9932m².

Während der Vegetationsperiode kann langfristig die Besonnungsdauer versiebenfacht werden. Hierdurch vermindert sich der Strombedarf für künstliche Belichtung deutlich.

Wärmeversorgung

Die Auswahl des Wärmeversorgungssystems ist wesentlich vom gewählten Dämmstandard abhängig.

Bei einem baulichen Wärmeschutz nach den Mindestanforderungen nach EnEV 2009 kommt vorzugsweise ein Nahwärmenetz aus Gas-Kraft-Wärme-Kopplung (Optimierungskriterium: CO₂ Äquivalent), aber auch gasbetriebene Einzelheizungen wie dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung, gasbetriebene Wärmepumpen oder Brennwertkessel in Betracht.

Insbesondere der Bereich der Hausgruppen zeigt hier bei den Varianten R0 und R1 ideale Voraussetzungen für ein Nahwärmenetz. Die Versorgungsleitungen können hier kostengünstig überwiegend innerhalb der Gebäude geführt werden. Die erhöhten Aufwendungen für den nach EnEV 2009 erforderlichen erhöhten Wärmeschutz liegen etwa im Bereich der ersparten Aufwendungen für die Heizungsanlage.

Zur Einhaltung der erhöhten Wärmeschutz-Anforderungen nach KfW 70 kann ein Nahwärmenetz ohne Lüftungswärmerückgewinnungsanlagen in den Gebäuden nicht mehr betrieben werden.

Holz-Pelletheizungen schneiden nur vordergründig hinsichtlich des Primärenergiebedarfs und des CO₂ Äquivalents günstig ab. Bei Betrachtung des Heizwärmebedarfs wird deutlich, dass durch diesen Brennstoff, infolge der nach EnEV geringen Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz erhebliche, die lokale Klimasituation belastende, Emissionen verursacht werden. Es wird deshalb empfohlen durch privatrechtliche Vereinbarungen der Transmissionswärmeverlust H_T allgemein zu begrenzen.