



**50** Solarsiedlungen in



## Planungsleitfaden.

50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	4
<b>2</b>	<b>Übersicht der Anforderungen und Bewertungskriterien</b>	5
<b>3</b>	<b>Städtebauliche Planung</b>	8
3.1	Standortbedingungen	8
3.2	Energetische Anforderungen	12
3.2.1	Ausrichtung der Gebäude	13
3.2.2	Vermeidung von Verschattungen	14
3.3	Energetische Prüfung	15
3.3.1	Mindestanforderungen an das Berechnungsverfahren mittels Simulation	15
3.3.2	Bewertung der Ergebnisse nach dem SOLCIS-Verfahren	16
3.3.3	Festlegung der Energiegewinnfassade	18
3.3.4	Aktive Solarenergienutzung	20
3.3.5	Energieversorgungskonzept	20
3.4	Infrastruktur	21
3.5	Ökologie	22
3.6	Soziale Aspekte	25
<b>4</b>	<b>Gebäudeplanung</b>	26
4.1	Energetische Anforderungen	26
4.1.1	Energetische Mindestanforderungen	26
4.1.2	Zentrale energetische Anforderungen	29
4.1.3	Zusammenhänge bei der Umsetzung der Anforderungen	30
4.2	Berechnungsverfahren	33
4.2.1	Heizwärmebedarf $Q_H$ und spezifischer, auf die wärmeübertragende Gebäudehüllfläche bezogener Transmissionswärmebedarf $H_T$	33
4.2.2	Beheizte Fläche	33
4.2.3	Luftwechselrate	34
4.2.4	Verschattung	34
4.2.5	Warmwasserbereitung	34
4.2.6	Stromverbrauch	35
4.2.7	Berechnung der CO <sub>2</sub> -Emissionen	35
4.3	Hinweise zur Gebäudeplanung	37
4.4	Wärmeversorgung	41
4.4.1	Heizwärme	41
4.4.2	Warmwasserversorgung	43
4.5	Stromversorgung	44
4.6	Materialwahl	45
4.7	Soziale Aspekte	47
<b>5</b>	<b>Beteiligungs- und Umsetzungsmöglichkeiten</b>	48
5.1	Kommunen	48
5.2	Private Investoren	50
5.3	Umsetzung: Trägerschaft	51
<b>6</b>	<b>Projektbegleitung</b>	52
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	53
7.1	Tab. A1: Checkliste der energetischen, ökologischen und sozialen Anforderungen an eine Solarsiedlung	53
7.2	Tab. A2: Checkliste der Planungshinweise zu ökologischen und sozialen Aspekten einer Solarsiedlung	57
7.3	Erläuterungen zur Energiekonzepterstellung	60
7.4	Ablaufschema für Vorhaben im Projekt "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen"	66

## Abbildungsverzeichnis

Titelseite	Foto links oben: Solarsiedlung Erkelenz Foto links unten: Solarsiedlung Köln-Riehl (Foto: Architektei Karsten) Foto rechts unten: Solarsiedlung Bielefeld	
Abbildung 3-1	Heizenergiebedarf in Abhängigkeit von den lokalklimatischen Verhältnissen	10
Abbildung 3-2	Jahres-Heizwärmebedarf eines aus der Südrichtung gedrehten Gebäudes mit einem Fensterflächenanteil von 70 % im Süden	13
Abbildung 3-3	Verschattung von Südfassaden am 4. Januar, 11.45 Uhr	14
Abbildung 3-4	Darstellung von Verschattungen mittels Computersimulation mit dem Programm TAS® (1. Januar, 12 Uhr)	15
Abbildung 3-5	Auswertung von Einstrahlungsverlusten nach dem SOLCIS-Verfahren	17
Abbildung 3-6	Reihenhauszeile - Südausrichtung	18
Abbildung 3-7	Reihenhauszeile - Nordausrichtung	18
Abbildung 3-8	Doppelhaus in der Grundstücksmitte - Südausrichtung	18
Abbildung 3-9	Gebäude großer Tiefe - Nord-Süd-Ausrichtung	19
Abbildung 3-10	Gebäude großer Tiefe - Ost-West-Ausrichtung	19
Abbildung 3-11	Stadtvilla - Süd-West-Ausrichtung	19
Abbildung 3-12	Gebäude in L-Form - Süd-West-Ausrichtung	19
Abbildung 3-13	Durch Orientierung bedingte Einstrahlungsverluste unterschiedlicher Bauformen	20
Abbildung 3-14	Windverhältnisse im Bereich urbaner Strukturen (Computersimulation)	23
Abbildung 4-1	Bilanzgrenzen für die Berechnung der CO <sub>2</sub> -Emissionen	26
Abbildung 4-2	Berechnungsbeispiel Einfamilienhaus Umsetzung der Forderungen 2 und 3	31
Abbildung 4-3	Beispiele für die aufsummierten CO <sub>2</sub> -Emissionen für verschiedene Fälle von 2 der 3 Forderungen für ein Gebäude mit A <sub>EB</sub> = 120 m <sup>2</sup>	32
Abbildung 4-4	Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus im Bestand Umsetzung der Forderung 2	32
Abbildung 4-5	Prinzip der Luftführung einer Lüftungsanlage mit Lufterdwärmetauscher	40
Abbildung 4-6	Solares Nahwärmesystem mit saisonalem Wärmespeicher	41
Abbildung 4-7	Relative Systemausbeuten einer typischen solaren Warmwasseranlage in Abhängigkeit von der Kollektorausrichtung	43

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2 1	Übersicht der energetischen Anforderungen an eine Solarsiedlung	6
Tabelle 3-1	Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen gemäß Karte 'Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen' (Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen)	8
Tabelle 3-2	Beläge zur Oberflächenbefestigung, gegliedert nach dem Grad ihrer Versickerungseignung	22
Tabelle 4-1	Spezifische CO <sub>2</sub> -Faktoren für verschiedene Endenergieträger	35
Tabelle 4-2	Mittlere Wirkungsgrade / Arbeitszahlen von Wärmebereitstellungssystemen	36
Tabelle 4-3	Primärenergiebedarf zur Herstellung von Baustoffen (Büro für Umweltchemie 1995)	46
Tabelle 5-1	Festsetzungen des Bebauungsplanes aufgrund des Baugesetzbuches (BauGB) zur energetischen Optimierung sowie zu städtebaulichen und ökologischen Aspekten	49
Tabelle 5-2	Bestimmungen der Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen (LBO NW) zur energetischen Optimierung sowie zu städtebaulichen und ökologischen Aspekten	49
Tabelle 5-3	Für Wohngruppenprojekte empfehlenswerte Rechtsformmodelle / Rechtsträgerschaften	50
Tab. A1:	Checkliste der energetischen, ökologischen und sozialen Anforderungen an eine Solarsiedlung	53
Tab. A2:	Checkliste der Planungshinweise zu ökologischen und sozialen Aspekten einer Solarsiedlung	57

# 1 Einleitung

Die von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen getragene EnergieAgentur.NRW unterstützt die Umsetzung innovativer Projekte in den Bereichen Energiesparen, rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen. Zu diesem Zweck gibt es unterschiedliche Arbeitsfelder, in denen Fachleute Informationen austauschen und Projektvorschläge einbringen.

Mit dem Ziel, Ressourcenschonung auch in der Stadt- und Gebäudeplanung unter Berücksichtigung städtebaulicher und sozialer Aspekte zu verwirklichen, wurde in der Arbeitsgruppe Bauen und Wohnen das Projekt "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" initiiert.

Die Landesregierung startete Ende der 90er Jahre den Aufruf an die Kommunen zum Bau von 50 Solarsiedlungen. Das Leitprojekt der EnergieAgentur.NRW setzt auf die Kombination von Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien im Wohnungsbau. Die Solarsiedlungen zeigen die Möglichkeiten der aktiven und passiven Solarenergienutzung auf und unterstützen somit die breite Einführung des solaren und energiesparenden Bauens.

Bei der Umsetzung der Idee bietet der Neubaubereich die weitaus größte Palette an Möglichkeiten, nicht aber das größte Einsparpotenzial. Letzteres ist zweifelsohne im Altbaubestand zu finden. Es ist daher ausdrücklich gewünscht, auch im Bestand Solarsiedlungen zu verwirklichen.

Um die gewünschten Qualitäten zu sichern, beurteilt eine interdisziplinär zusammengesetzte Auswahlkommission die Vorschläge und verleiht den Status "Solarsiedlung" erst nach eingehender Prüfung.

Im vorliegenden Planungsleitfaden werden Planungshilfen, Anforderungen und Bewertungskriterien für Solarsiedlungen dargestellt. Dabei geht es nicht nur um die Wärme- und Stromversorgung dieser Siedlungen durch die Sonne, sondern auch um die Schonung aller natürlichen Ressourcen durch ein ganzheitliches Siedlungskonzept.

Solarsiedlungen sollen sich also über das innovative Energiekonzept hinaus durch besondere soziale, ökologische und städtebauliche Qualitäten auszeichnen. Ziel ist es, umweltverträgliches Bauen als einen wichtigen Bestandteil einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung zu fördern.

Zu berücksichtigen sind daher neben den energetischen Aspekten folgende Punkte:

- Die Lage und Infrastruktur der Solarsiedlung sowie die ökologischen und städtebaulichen Standortfaktoren der vorgesehenen Fläche
- Ökologische Anforderungen an die Flächennutzung der Solarsiedlung
- Materialwahl für die Gebäude und Anlagen der Solarsiedlung
- Soziale Aspekte der Siedlung insgesamt und der Planung der einzelnen Gebäude und Einrichtungen der Solarsiedlung.

## 2 Übersicht der Anforderungen und Bewertungskriterien

Grundvoraussetzung für die Planung und Errichtung von Solarsiedlungen ist selbstverständlich die Einhaltung und Umsetzung aller geltenden rechtlichen Bestimmungen und Normen. An Siedlungen im Rahmen des Projekts "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" werden jedoch weitergehende energetische, ökologische und soziale Anforderungen gestellt.

Generell zu erfüllende Anforderungen sind farbig unterlegt:

Anforderung:

■ ...

Zusätzlich werden Planungshinweise gegeben, die die gewünschten Qualitäten einer Siedlung beschreiben, jedoch nicht zwingend umgesetzt werden müssen.

Diese sind mit einem Rahmen versehen:

Planungshinweis:

■ ...

Sollte die Einhaltung von Anforderungen im Einzelfall nicht möglich sein, so ist dies plausibel zu begründen. Über die Vergabe des Status "Solarsiedlung" entscheidet die Auswahlkommission für das Projekt "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen".

Die anschließende Tabelle 2-1 fasst die generell zu erfüllenden energetischen Anforderungen an eine Solarsiedlung in einer kurzen Übersicht zusammen.

In der Tab. A1 im Anhang werden diese Anforderungen an eine Solarsiedlung detailliert dargestellt. Tab. A2 im Anhang enthält eine Checkliste der umfassenderen Planungshinweise zu ökologischen und sozialen Aspekten einer Solarsiedlung.

**Für Solarsiedlungen im Bestand gelten die Anforderungen als Orientierung. Eine Prüfung erfolgt hier unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Einzelfalls.**

Ziel ist es, das solare Bauen, nicht nur in Einzelbauten, sondern verstärkt im Siedlungsbau voranzubringen und umzusetzen. Damit ein Siedlungsbild nach außen sichtbar wird, wurden Mindestgrößen festgelegt.

Anforderung:

■ **Mindestgrößen für Solarsiedlungen sind  
20 Eigenheime oder  
30 Wohnungen im Geschosswohnungsbau oder  
50 Heimplätze**

Tabelle 2-1 Übersicht der energetischen Anforderungen an eine Solarsiedlung

<b>Energetische Anforderungen an die Siedlung</b>	
Passivsolares Potenzial (Vermeidung von Verschattungen)	Maximal zulässige Einstrahlungsverluste durch Orientierung, Verschattung und Topographie 20 %
Orientierung der Gebäude	Abweichung im Mittel nicht mehr als 45° von der optimalen Südorientierung
aktivsolares Potenzial	aktive Solarenergienutzung sollte möglich sein
Kompaktheit der Gebäude	$A/V \leq 0,65 \text{ m}^{-1}$ (Mittelwert aller Gebäude der Siedlung)
<b>Energetische Mindestanforderungen an die Gebäude</b>	
Begrenzung der CO <sub>2</sub> -Emissionen für Heizung, Warmwasserbereitung und Stromverbrauch	Neubau: max. 33 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a Bestand: max. 40 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a
Mindest-Dämmstandard	$H_T \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
Solarer Deckungsgrad des Heizwärmebedarfs	Neubau: mindestens 0,25
Aktive Solarenergienutzung	Mindestens ein aktivsolares System
<b>Zentrale energetische Anforderungen an die Gebäude im Neubaubereich</b> von den nachfolgend genannten drei Forderungen müssen mind. zwei erfüllt werden	
<b>Forderung 1</b>	
Passivhaus oder "3-Liter-Haus"	max. 15 kWh/m <sup>2</sup> a beim Passivhaus max. 35 kWh/m <sup>2</sup> a beim "3-Liter Haus"
Luftdichtheit des Gebäudes	Nachweis durch Drucktest (Blower Door) Drucktestkennwert $n_{50}$ max. 0,6 h <sup>-1</sup> beim Passivhaus Drucktestkennwert $n_{50}$ max. 1,0 h <sup>-1</sup> beim "3-Liter Haus"
<b>Forderung 2</b>	
Solare Warmwasserbereitung	mindestens 60 % Deckung über thermische Solaranlage; alternativ: Einsatz anderer regenerativer Energien (s. Seite 31)
<b>Forderung 3</b>	
Eigenständige solare Stromerzeugung	Mindestanlagengröße Photovoltaik 1 kW <sub>p</sub> pro Wohneinheit
<b>Abweichende Anforderungen für Solarsiedlungen im Bestand</b>	
<b>Forderung 2 oder 3</b>	
mind. ein aktivsolares System (Forderung 2 oder 3)	Für Solarsiedlungen im Bestand ist neben der Einhaltung des zuvor genannten Mindestdämmstandards die Umsetzung eines aktivsolaren Systems (Forderung 2 oder Forderung 3) ausreichend. Die für den Nachweis anzusetzenden Randbedingungen sind in Kapitel 4.2 dokumentiert.

## Gestaltungsanforderungen an Solarsiedlungen

Über die allgemeinen, ökologischen und sozialen Anforderungen an eine Solarsiedlung wird die Zielsetzung einer behutsamen Entwicklung von Siedlungs- und Naturräumen im Sinne einer Nachhaltigkeit formuliert. Der Begriff der "Nachhaltigkeit" dokumentiert hierbei die Notwendigkeit dieses ganzheitlichen Ansatzes einer Stadt- und Siedlungsentwicklung.

Neben der Ökologie, der Ökonomie und der Sozialverträglichkeit ist Gestaltungsqualität ein weiterer Bestandteil von "Nachhaltigkeit" als langfristige Sicherung eines attraktiven - und damit auch materiell wertvollen - Baugebietes. Gestaltung ist dabei nicht allein Ausdruck individueller Interessen, sondern muss unter der Zielsetzung einer identitätsstiftenden Einheit unter Beachtung der tatsächlichen räumlichen und strukturellen Gegebenheiten entwickelt werden.

Folgende Grundprinzipien zur Sicherung einer Gestaltungsqualität der Solarsiedlungen sind einzuhalten:

- Entwicklung eines ablesbaren Architektur- und Gestaltungsansatzes für Gebäude innerhalb einer städtebaulichen Einheit. Dies umfasst sowohl Gebäude oder Gebäudeteile im unmittelbaren baulichen Zusammenhang als auch Gebäude im räumlichen Zusammenhang als Gruppierungen oder entlang wichtiger Grün- und Wegeachsen:
  - Einheitliches Architekturkonzept zur Gebäudekubatur und Dachform.
  - Einheitliches Material- und Farbkonzept für die Fassaden und Dachflächen.
- Funktionale und gestalterische Einbindung technisch energetischer Elemente in die Gebäudekubatur und Fassadengestaltung:
  - Einsatz von Solarkollektoren oder Flächen für Photovoltaik in Abstimmung zur Dachform oder zur Fassadengliederung vorspringender Gebäudeteile.
- Einbindung der Nebenanlagen wie Garagen/Carports, Müllsammelanlagen und separate Abstellgebäude in das Gesamtfunktions- und Gestaltungskonzept der Hauptgebäude:
  - Keine isolierte Gestaltung und Errichtung von Nebenanlagen im individuellen Nachgang zur "eigentlichen Baumaßnahme" (gerade die Gestaltung zur Unterbringung des ruhenden Verkehrs, der Abstellgebäude und der Müllstandorte wird oft als "notwendiges Übel" losgelöst von dem funktionalen und gestalterischen Gebäudekonzept mit erheblichen Gestaltungsdefiziten für die Gesamtmaßnahme realisiert).
- Einheitliche Gestaltung von Einfriedungen im Übergang privater Gartenbereiche zum öffentlichen Raum:
  - Die räumliche und gestalterische Ausformulierung der Übergangsbereiche von privaten zu halböffentlichen und öffentlichen Nutzungen ist wesentlicher Bestandteil eines hochwertigen städtebaulichen und grünräumlichen Konzeptes und muss in die Gesamtgestaltung integriert werden.
- Funktionale und gestalterische Einbindung von Spiel- und Aufenthaltsflächen sowie Flächen des Regenwasser-managements in das Frei- und Grünraumkonzept:
  - Zur Stärkung und Förderung erlebbarer, kommunikativer Gemeinschaften sind attraktive Spiel- und Aufenthaltsräume innerhalb eines integrativen Freiraumkonzeptes hochwertig zu entwickeln, abhängig vom Konzept sind sie im wesentlichen naturnah zu gestalten.
  - Mögliche Anlagen oder Flächen zur Regenwasserver-sickerung sind über die technische Notwendigkeit hinaus ebenfalls in das Gestaltungskonzept der Grün- und Freiräume aufzunehmen.

### 3 Städtebauliche Planung

Auf städtebaulicher Ebene sind zunächst Anforderungen an die räumliche Lage einer geplanten Solarsiedlung zu stellen.

Für einen bestimmten Standort wird im Allgemeinen ein städtebaulicher Wettbewerb oder ein Gutachterverfahren durchgeführt. An die städtebaulichen Entwürfe sind dabei einerseits Anforderungen in solarenergetischer Hinsicht sowie, insbesondere bei Nahwärmekonzepten, in Bezug auf die energietechnische Infrastruktur zu stellen. Andererseits sollen die Entwürfe für eine Solarsiedlung auch hinsichtlich der sonstigen Infrastruktureinrichtungen, in ökologischer Hinsicht sowie in Bezug auf soziale Aspekte weitergehende Anforderungen erfüllen.

#### 3.1 Standortbedingungen

Die Standortbedingungen beziehen sich auf die ökologischen Faktoren Boden, Wasser, Klima, Tiere und Pflanzen sowie Lärm. Daneben werden Anforderungen an die städtebaulichen Standortfaktoren, die Verkehrsanbindung und die Lage zu Versorgungseinrichtungen gestellt.

#### Ökologische Standortfaktoren

##### Boden:

Planungshinweis:

- Vermeidung von Standorten auf schutzwürdigen Böden

Erläuterung:

Der Geologische Dienst Nordrhein-Westfalen hat die Karte 'Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen', Bearbeitungsmaßstab 1 : 50.000, auf CD-ROM herausgegeben. Die Karte fasst die schutzwürdigen Böden in drei Kategorien zusammen (siehe Tabelle 3-1). Die dargestellten schutzwürdigen Bereiche sollen nicht durch eine Solarsiedlung überbaut werden.

Planungshinweis:

- Vermeidung von Standorten, die zur Erschließung erheblicher, großflächiger Bodenumlagerungen bedürfen (außer bei Altlasten)

Erläuterung:

Standorte, die zu ihrer baulichen Nutzung großflächig aufgehöhht werden müssen, sind aus Gründen des Bodenschutzes zu vermeiden. Gleiches gilt für Konzepte, die erhebliche, großflächige Bodenumlagerungen zur Erschließung von Standorten im reliefierten Gelände vorsehen.

Tabelle 3-1 Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen  
gemäß Karte 'Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen' (Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen)

Kategorie	Schutzwürdige Böden
1. Böden mit extremen Wasser- und Nährstoffangeboten	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Moore</li> <li>■ Anmoor- und Naßgleye mit weitgehend natürlichem Wasserhaushalt</li> <li>■ regional Auen mit rezenter Überflutung</li> <li>■ Stagnogleye und Pseudogleye mit starker bis sehr starker Staunässe</li> <li>■ trockene, tiefgründige, nährstoffarme Sand- und Schuttböden</li> <li>■ trockene Felsböden</li> </ul>
2. Böden mit hoher natürlicher Ertragsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Böden regional hoher Bodenfruchtbarkeit, meist:</li> <li>■ (Para-)Braunerden,</li> <li>■ Kolluvisole,</li> <li>■ Braunauenböden</li> </ul>
3. Regionaltypische und / oder besonders seltene Böden	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tschernosem(relikte)</li> <li>■ Plaggenesche (darin vereinzelt Tiefpflugkulturen, Wölbäcker u. ä.)</li> <li>■ Böden aus Quellen- oder Sinterkalk</li> <li>■ Böden aus Mudden oder Wiesenmergel</li> <li>■ Böden aus Vulkaniten</li> <li>■ Böden aus tertiärem oder kreidezeitlichem Gestein</li> </ul>



**Wasser:**

## Anforderung:

- **Keine Bebauung in Wasserschutzgebieten, Schutzzone 2**

## Erläuterung:

Zur Sicherung der Belange des Grundwasserschutzes sind Wasserschutzgebiete der Schutzzone 2 für Solarsiedlungen generell ausgeschlossen.

## Planungshinweis:

- Vermeidung von Standorten in Wasserschutzgebieten, Schutzzone 3
- Vermeidung von Standorten, bei denen damit zu rechnen ist, dass die Fundamente der Gebäude in den Einwirkungsbereich des Grundwassers kommen
- Einschränkung auf Bauweisen ohne Keller, wenn damit zu rechnen ist, dass die Fundamente der Gebäude bei einer Bauweise mit Kellern in den Einwirkungsbereich des Grundwassers kommen
- Vermeidung einer Grundwasserabsenkung zur Erschließung des Standortes

## Erläuterung:

Standorte in Wasserschutzgebieten der Schutzzone 3 sollen - unabhängig von den jeweiligen Schutzgebietsverordnungen - vermieden werden. Gleiches gilt für Heilquellen- und Talsperrenschutzgebiete.

Zum Schutz des Grundwassers sollen Standorte mit geringen Grundwasserflurabständen nicht für eine Bebauung verwendet werden. Technisch sind derartige Situationen zwar durch Drainage oder wasserdichte Bauweise der Keller beherrschbar, beides ist jedoch für eine Wohnbebauung aus ökologischen, bautechnischen und auch aus Kostengründen abzulehnen.

Normalerweise soll der höchste zu erwartende Grundwasserstand 1,0 m unter dem Fundament der Gebäude liegen.

**Klima:**

## Planungshinweis:

- Vermeidung von Standorten, die vorhandene klimatische Ausgleichsfunktionen beeinträchtigen (Kaltluftentstehung, Kaltluftfluss, Luftregeneration, Klimaoasen)

## Erläuterung:

Dicht bebaute und hoch versiegelte Stadtbereiche (Blockbebauung, Stadtzentren, Industriegebiete, etc.) sind als klimatische Belastungsräume auf die verbessernde Wirkung klimatischer Ausgleichsräume angewiesen. Kaltluftentstehungsgebiete und Luftregenerationsgebiete, die in einem funktionalen Zusammenhang mit einem Belastungsraum stehen, sind von Bebauung freizuhalten und daher für eine Solarsiedlung ungeeignet. Gleiches gilt in besonderem Maße für Kaltluftleitbahnen und Frischluftschneisen.

Innerstädtische Grünflächen, die eine Funktion als Klimaoase für die umgebende Bebauung ausüben, sind ebenfalls nicht als Standort einer Solarsiedlung geeignet. Die Bewertung der beschriebenen Funktionen kann anhand vorhandener Unterlagen oder anhand einer planungsbezogenen klimaökologischen Untersuchung erfolgen.

## Planungshinweis:

- Vermeidung von Standorten in wind- / bioklimatischer Ungunstlage: Kuppenlage, Muldenlage, Tallage, Nordhanglage

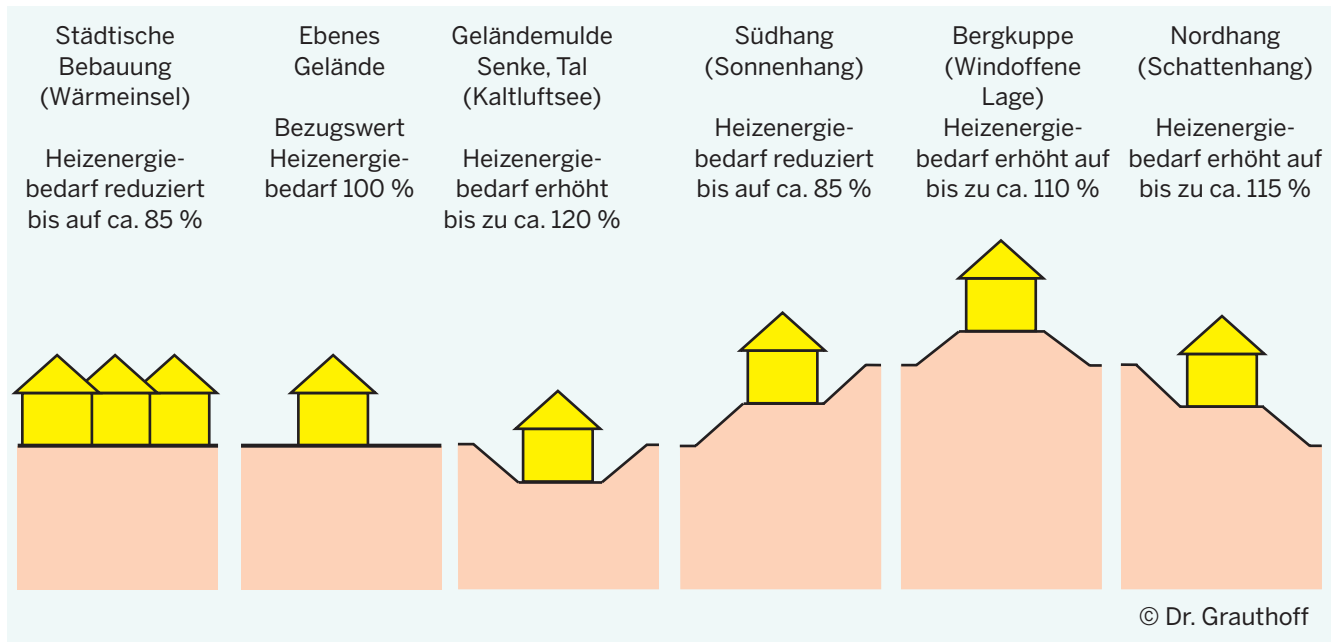
## Erläuterung:

Die geländeklimatischen Verhältnisse der für eine Solarsiedlung vorgesehenen Fläche beeinflussen sowohl den zu erwartenden Heizenergieverbrauch der Gebäude als auch die bioklimatischen Bedingungen im Siedlungsbereich und damit die Nutzungsqualität der Freiräume.

Der Heizenergieverbrauch von Gebäuden wird wesentlich durch das Außentemperaturniveau der jeweiligen Standortfläche während der Heizperiode bestimmt. Unabhängig von den großräumigen Unterschieden zwischen den verschiedenen Regionen Nordrhein- Westfalens beeinflussen auch lokalklimatische Bedingungen das relevante Temperaturniveau. So führt der urbane Wärmeinseleffekt, wie Modellrechnungen zeigen, auch bei Niedrigenergiebauweise zu einer nicht unerheblichen Reduzierung des Heizenergiebedarfs (bis zu ca. 10 % bis 15 %).

Andererseits führen Standorte im Bereich nächtlicher Kaltluftammelgebiete, also in Geländemulden, Senken und Tälern, zu einer Erhöhung des Heizenergiebedarfs (bis zu ca. 20 %). In gegliedertem Gelände sind die temperaturbegünstigten südost- bis südwestorientierten Halbhöhenlagen vorzuziehen und Nordhanglagen zu vermeiden.

Abbildung 3-1 Heizenergiebedarf in Abhängigkeit von den lokalklimatischen Verhältnissen



Die Windverhältnisse des Standortes beeinflussen ebenfalls sowohl den Heizenergiebedarf der Gebäude als auch die bioklimatische Qualität des Siedlungsfreiraums. Bei der heutigen winddichten Bauweise spielt der Wärmeverlust durch unerwünschten windinduzierten Luftwechsel nur noch eine geringe Rolle.

Die Transmissionswärmeverluste der Gebäudeoberflächen nehmen jedoch mit der Windgeschwindigkeit zu. Wie Modellrechnungen zeigen, führen insbesondere die Unterschiede im Bereich geringer Windgeschwindigkeiten zu einer wesentlichen Zu- oder Abnahme des Heizenergiebedarfs.

So vervierfacht sich z. B. die Auskühlung einer Wand mit 4 °C Oberflächentemperatur (Lufttemperatur 20 °C) bei einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit von 0,5 m/s auf 5 m/s.

Windexponierte Siedlungsstandorte auf offenen Geländekuppen sind daher zu vermeiden, zumal hier in bioklimatischer Hinsicht mit Zugerscheinungen durch Düsenwirkungen in Bebauungslücken und Durchlässen gerechnet werden muss.

#### Tiere und Pflanzen:

##### Anforderung:

- **Mindestabstand zu Naturschutzgebieten: 100 m**
- **Keine Befreiung vom Landschaftsschutz für den Standort**
- **Kein Standort in Waldbereichen**
- **Kein Standort in Auenbereichen**

##### Planungshinweis:

- Kein Standort im Abstand von weniger als 50 m zu Waldflächen
- Kein Standort im Abstand von weniger als 50 m zu Außenbereichen

##### Erläuterung:

Naturschutzgebiete stellen gemäß Landschaftsgesetz NW in Verbindung mit dem Bundesnaturschutzgesetz die strengste Form des Flächenschutzes dar. Sie sind durch ein absolutes Veränderungsverbot charakterisiert. Landschaftsschutzgebiete werden aus ökologischen oder landschaftsästhetischen Gründen, aber auch aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung ausgewiesen. Untersagt ist die Veränderung des Gebietscharakters. Gemäß Forstgesetz sind in einem Radius von 100 m um Waldflächen bauliche Anlagen nicht ohne Genehmigung der Forstbehörde zulässig. Um negative Einflüsse zu vermeiden, sollen Standorte bis zu einem Abstand von 50 m zum Waldrand vermieden werden. Im Sinne eines aktiven Hochwasserschutzes sind die Auengebiete von Bächen und Flüssen von Bebauung freizuhalten.

**Lärm:**

## Planungshinweis:

- Bei Schallimmissionen, die höher sind als 5 dB(A) unter den geltenden Richtwerten (Verkehrslärmschutzverordnung, TA Lärm, VDI 2058, DIN 18 005), sind Maßnahmen zum Lärmschutz vorzusehen

**Städtebauliche Standortfaktoren**

## Anforderung:

- **Darlegung, dass die bestehenden Möglichkeiten zur Wiedernutzung früher bereits baulich genutzter Flächen geprüft und ausgeschöpft wurden**

## Erläuterung:

Jede neue Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen bedeutet die Beanspruchung nicht erneuerbarer Ressourcen. Daher ist zunächst zu prüfen, inwieweit Flächen, die bereits einer Nutzung unterlagen, als Standort genutzt werden können. Die Kommune soll diesen Sachverhalt bei Antragstellung darlegen.

## Planungshinweis:

- Anbindung an vorhandene Bebauung

## Erläuterung:

Die Anbindung an vorhandene Bebauung ermöglicht eine bessere funktionale stadträumliche Integration als ein neues Wohngebiet auf der 'grünen Wiese'. Dies bezieht sich beispielsweise auf die Nutzung von Wohnfolgeeinrichtungen, wie Sportflächen, Schulen, usw.. Auch sollen keine weiteren Verkehrsströme entstehen.

**Verkehrsanbindung:**

## Anforderung:

- **Anbindung an den Öffentlichen Personennahverkehr**

## Planungshinweis:

- Nächster vorhandener oder geplanter Haltepunkt des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs (DB-Strecke, S-Bahn, Nahverkehrsstrecke) in maximal 1.500 m Entfernung
- Ausnahme: Besonders gute Erreichbarkeit des Haltepunktes bei besonderer Qualität des Zubringersystems (ÖPNV, Radwegenetz)
- Anbindung an ein Radwegenetz

## Erläuterung:

Zunehmender Kraftfahrzeugverkehr als Ergebnis hoher individueller Mobilität ist mit schwerwiegenden Belastungen für die Umwelt verbunden (Flächenverbrauch, Schadstoffbelastungen, etc.).

Für Straßen und Stellplätze werden erhebliche Flächen benötigt, die damit für andere Freiraumfunktionen nicht mehr zur Verfügung stehen. Hier sind Strategien zur Verkehrsvermeidung und -verminderung unerlässlich.

Dazu gehört eine gute Anbindung an den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs anstelle des Autos ist nur sinnvoll möglich, wenn Haltestellen mit Linien in entsprechender Taktdichte und Anbindung an das überörtliche Netz in guter Erreichbarkeit vorhanden sind.

Sinnvoll ist ebenfalls der Ausbau eines Radwegenetzes. Unter anderem wird so die Nutzung des Fahrrads als 'Zubringer' zum ÖPNV-Haltepunkt ermöglicht. Weiterhin sind damit auch Möglichkeiten für Freizeit und Erholung im wohnungsnahen Bereich gegeben.

**Versorgung:**

## Planungshinweis:

- Infrastruktureinrichtungen, wie beispielsweise Kindergärten und Versorgungsmöglichkeiten für den täglichen Bedarf, in maximal 800 m bis 1.000 m Entfernung

## Erläuterung:

Infrastruktureinrichtungen, wie beispielsweise Kindergärten und Versorgungsmöglichkeiten für den täglichen Bedarf, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad erreichbar sind, reduzieren einerseits das Verkehrsaufkommen. Außerdem verringert sich der tägliche Zeitbedarf für Fahrten und Besorgungen. Zudem darf die Funktion solcher wohnungsnahen Versorgungseinrichtungen im Hinblick auf soziale Kontakte nicht unterschätzt werden. Gerade für ältere Menschen bietet sich die Möglichkeit, Besorgungen zu erledigen, ohne auf die Mithilfe anderer angewiesen zu sein.

## 3.2 Energetische Anforderungen

Die städtebauliche Planung trägt für den Energieverbrauch einer Siedlung eine erhebliche Verantwortung. Zum einen haben Aspekte wie die verkehrliche Erschließung oder Anbindung an das städtebauliche Umfeld direkte Konsequenzen auf den Energieverbrauch im Bereich Verkehr. Eine ungünstige Lage der Siedlung kann zu erhöhten Verkehrserfordernissen und damit zu Belastungen für die Bewohner und die Umwelt führen. Letztlich könnte durch den Energieverbrauch des zusätzlichen Verkehrs sogar das solare Energiekonzept der Siedlung konterkariert werden.

Zum anderen muss die städtebauliche Planung aber vor allem die Grundvoraussetzungen schaffen, um ein solares Energiekonzept überhaupt möglich zu machen. Die Bedeutung des solaren Bauens für die Reduzierung des Energieverbrauchs von Gebäuden und der damit verbundenen Emissionen ist unbestritten. Es dient neben dem Aspekt der Energieeinsparung auch einer deutlichen Steigerung der Wohnqualitäten. Es entstehen helle, lichtdurchflutete Räume, die nachweislich ein erhöhtes Wohlbefinden fördern.

Hier kann jedoch nicht nur die Optimierung einzelner Gebäude im Vordergrund stehen. Vielmehr muss bereits bei der Entwicklung städtebaulicher Strukturen sichergestellt werden, dass die benötigten solaren Einträge auch tatsächlich von den geplanten Gebäuden aufgenommen werden können. Wichtig ist hier die Orientierung zur Sonne und die Vermeidung von Verschattungen.

Zwar besteht hinsichtlich der genannten Aspekte für Siedlungen im Bestand keine Möglichkeit der Einflussnahme mehr, in Neubaugebieten hat die Stadtplanung jedoch entscheidenden Einfluss auf die Wahrung der Option des solaren Bauens, da sie eine mehr oder eben auch weniger günstige Basis für den Energieverbrauch der später realisierten Gebäude schafft.

Gleiches gilt für den Einsatz aktivosolarer Systeme wie thermischer Kollektoren und Photovoltaikanlagen. Hierfür müssen ebenfalls möglichst südorientierte und unverschattete Flächen zur Verfügung stehen.

Für Solarsiedlungen stellen die Nutzung der Sonne für das Wohlbefinden und das Sparen von Energie zentrale Qualitätsmerkmale dar.

Für Solarsiedlungen im Altbaubestand ist eine solarenergetische Optimierung nicht mehr möglich. Dennoch sollte auch hier eine solarenergetische Prüfung durchgeführt werden, um das solare Potenzial einschätzen zu können.

Die für den Neubau einzuhaltenen Grenzwerte für aus Orientierung und Verschattungen resultierende Einstrahlungsverluste sind für den Altbaubestand nur als Empfehlung zu sehen. Über eine Eignung als Solarsiedlung entscheidet im Einzelfall die Auswahlkommission des Landes.

Anforderung:

- **Mittleres A/V-Verhältnis der Siedlung nicht höher als  $0,65 \text{ m}^{-1}$**

Erläuterung:

Neben den solarenergetischen Aspekten ist die Kompaktheit der Baukörper für energiesparendes Bauen von Bedeutung. Weniger kompakte Gebäude, wie zum Beispiel freistehende Einfamilienhäuser verbrauchen auf ihre Nutzfläche bezogen wesentlich mehr Energie als z.B. der Geschosswohnungsbau. Neben der Art der Gebäude gibt es weitere Faktoren, die Einfluss auf die wärmeübertragende Hüllfläche haben. Es seien hier beispielsweise Vorgaben der Bauleitplanung genannt, die zu einem Versatz von Reihenhäusern untereinander führen. Die "Auflockerung" ist mit einem teils erheblichen Energiemehrverbrauch bei gleichbleibendem Wohnraum verbunden. Die Stadtplanung ist daher aufgerufen, kompakte Strukturen zu entwickeln, die der Aspekt des flächensparenden Bauens ohnehin fordert.

Die "Kompaktheit" einer gesamten Siedlung ist nachweisbar, indem das Verhältnis von Hüllfläche bezogen auf das Volumen der Gebäude berechnet wird (A/V-Verhältnis, siehe Energieeinsparverordnung). Ein mittleres A/V-Verhältnis wird berechnet, indem die Summe aller Hüllflächen durch die Summe aller Volumina dividiert wird. Ein Wert von  $0,65 \text{ m}^{-1}$  soll nicht überschritten werden.

### 3.2.1 Ausrichtung der Gebäude

Anforderung:

- **Abweichung der Gebäude von der Südausrichtung im Mittel kleiner 45°**

Erläuterung:

Für die passive Nutzung der Solarenergie ist die Stellung der Gebäude zur Sonne entscheidend. Gleiches gilt für die aktive Nutzung der Sonne durch Sonnenkollektoren zur Brauchwassererwärmung sowie Photovoltaik zur Stromerzeugung.

Die Ausrichtung der Hauptfassade (längste Fassade) eines Gebäudes nach Süden hat die höchsten passiv-solaren Einträge zur Folge. Zwar lassen sich bei ost-west-orientierten Gebäuden durch bauseitige Maßnahmen solare Einträge in ähnlicher Größenordnung verwirklichen. Dies setzt jedoch voraus, dass sowohl die Ost- als auch die Westfassade mit großflächigen Verglasungen versehen werden, was gegenüber einem südorientierten Gebäude eine wesentliche Erhöhung der Fensterflächen mit sich bringt. Zusätzlich müssen hochwertige Fenster (Dreischeibenverglasung mit möglichst geringem U-Wert und möglichst hohem g-Wert) eingesetzt werden. Nur so kann erreicht werden, dass die Transmissionsverluste über die Fensterflächen die Energiegewinne durch solare Einträge nicht übersteigen. Die beschriebenen Maßnahmen führen zu einem hohen Mehraufwand und deutlich höheren Kosten. Gleichzeitig führen zu große Verglasungen im Osten und Westen zwangsläufig zu starken Überhitzungen der Räume im Sommer. Eine günstige Ausrichtung der Gebäude sollte daher immer angestrebt werden.

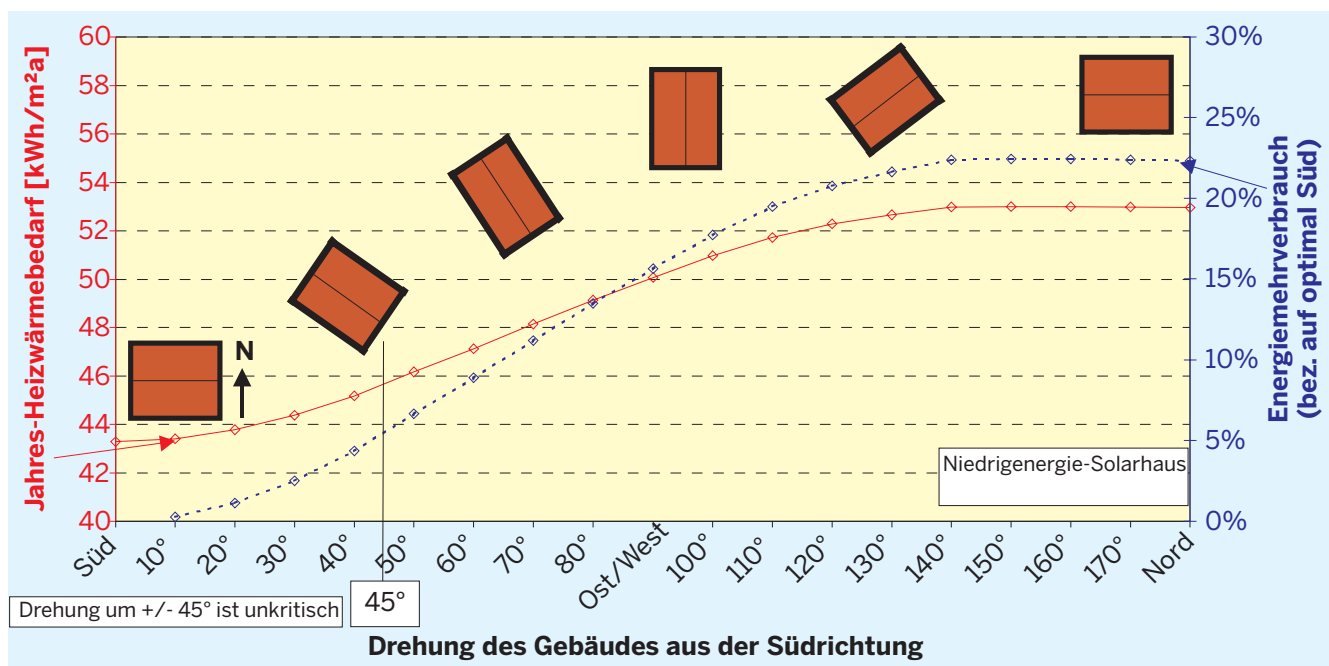
Auch die aktiven Systeme haben bei Südausrichtung die höchsten solaren Einträge. Da diese Systeme meist auf den Dächern der Gebäude fest installiert werden und die Hauptfirstrichtung in der Regel parallel zur Hauptfassade verläuft, entsteht hier kein Zielkonflikt.

Für die Nutzung aktivsolare Systeme sollte für jedes Gebäude eine Bewertung vorgenommen werden, ob günstig ausgerichtete Flächen in der hierfür notwendigen Größenordnung zur Verfügung stehen. Geschieht dies nicht, kann es unter Umständen bei der späteren Auslegung der aktivsolaren Systeme zu wirtschaftlichen Problemen kommen.

Bei der städtebaulichen Planung ist es aus Gründen der Wahrung anderer als energetischer Qualitäten häufig notwendig, von der optimalen Südausrichtung abzuweichen. Die Abweichung der Gebäude (längste Fassade) von der Südorientierung sollte im Mittel nicht mehr als 45° betragen, da in diesem Bereich die Verluste an solarer Einstrahlung relativ gering sind.

Falls dies für den größten Teil der Gebäude eines Baugebietes nicht gegeben ist, eignet sich dieses Gebiet nicht als Solarsiedlung.

Abbildung 3-2 Jahres-Heizwärmebedarf eines aus der Südrichtung gedrehten Gebäudes mit einem Fensterflächenanteil von 70 % im Süden (Berechnung mittels Computersimulation)



### 3.2.2 Vermeidung von Verschattungen

Anforderung:

- **Maximal zulässige Einstrahlungsverluste durch Orientierung, Verschattung und Topographie 20 %**

Planungshinweis:

- Einstrahlungsverluste nur durch Verschattung und Topographie maximal 10 %

Erläuterung:

Wichtiger als eine günstige Orientierung des Gebäudes ist die Vermeidung von Verschattungen. Während das durch eine Abweichung von der Südausrichtung verminderte solare Potenzial durch bauliche kostensteigernde Maßnahmen ausgeglichen werden kann, führen Verschattungen unweigerlich zu einem erhöhten Energieverbrauch, der durch zusätzliche Dämmmaßnahmen kaum noch kompensiert werden kann. Betrachtet man allein die Transmissionsverluste eines Gebäudes, stellen Fenster eine Schwachstelle in der wesentlich besser wärmegeämmten Außenwand dar. Dem steht ein Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung gegenüber. Sind die Fensterflächen aber zu großen Anteilen verschattet, entfällt der Wärmegewinn und die erhöhten Transmissionsverluste können nicht ausgeglichen werden.

Da Gebäude jedoch in unseren dicht besiedelten Regionen selten wirklich freistehen, kommt es zwangsläufig zu Verschattungen der Gebäude untereinander, welche die solaren Einträge reduzieren. Teile der Fassade stehen als "Sonnenfalle" nicht mehr zur Verfügung. Hier ergibt sich eine Herausforderung für die städtebauliche Planung, legt sie doch die Höhen der Gebäude und auch die Abstände fest.

Die notwendige Abstandsforderung steht den städtebaulichen Anforderungen nach flächensparendem Bauen häufig entgegen. Auch die Dachformen wie Flachdach, Satteldach oder Pultdach verändern das Abstandserfordernis. Insofern ist es wichtig, eine Planung derart auszuführen bzw. zu entwickeln, dass beide, städtebauliche Qualitäten und energetische Anforderungen, Berücksichtigung finden.

Der maximale Einstrahlungsverlust darf im Mittel für alle Gebäude einer Siedlung einen Wert von 20 % nicht überschreiten. Zum Nachweis der Einhaltung dieses Wertes ist eine solarenergetische Prüfung durchzuführen, bei der das in Kapitel 3.3.2 beschriebene SOLCIS-Verfahren zu verwenden ist. Es sei hier darauf hingewiesen, dass es sich bei dem SOLCIS-Verfahren um ein Berechnungsverfahren mit festgelegten Rahmenbedingungen und nicht um ein Computerprogramm handelt, welches für die Berechnungen zu verwenden ist.

Der nur aus der Verschattung und der Topographie resultierende Einstrahlungsverlust sollte einen Wert von im Mittel 10 % nicht überschreiten.

Planungshinweis:

- Vermeidung von Verschattung durch Vegetation
- Detaillierte Planung des öffentlichen Grüns
- Geeignete Vorgaben für Bepflanzung in Privatgärten

Erläuterung:

Ähnliche Aspekte gilt es bei der Planung von Grünflächen bzw. für Festsetzungen von Bepflanzungen auf den Grundstücken zu beachten. Die Vegetation kann je nach Art, Höhe und Umfang zu erheblichen Verschattungen führen, falls sie zu nah an den energiegewinnenden Südfassaden platziert wird. Dies gilt auch bei Verwendung laubabwerfender Bäume. Hierdurch ergibt sich zwar eine deutliche Verminderung der Verschattung im Winter, die aber dennoch nicht unterschätzt werden sollte. Es ist somit auf die richtige Wahl und Platzierung der Pflanzen zu achten.



Abbildung 3-3

Verschattung von Südfassaden am 4. Januar, 11.45 Uhr  
Foto: Wortmann & Scheerer

### 3.3 Energetische Prüfung

Ziel jeder energetischen Prüfung von städtebaulichen Entwürfen ist die Bewertung des Konzeptes und damit die Wahrung der Option, Sonnenenergie passiv und aktiv nutzen zu können. Häufig zeigen die Ergebnisse einer Prüfung den Bedarf und das Potenzial zu einer energetischen Optimierung auf. Das kann der erste Schritt zu einem energetisch höherwertigen städtebaulichen Entwurf sein.

Neben der Bewertung der Ausrichtung der Gebäude zur Sonne beinhaltet die energetische Prüfung die Beurteilung der sich für einen Entwurf ergebenden Verschattungen. Da letztere jahres- und tageszeitlichen Schwankungen unterworfen sind und der durch Verschattung verhinderte solare Eintrag zusätzlich von der Strahlungsintensität der Sonne zum Zeitpunkt der Verschattung abhängt, ist eine exakte Berechnung bzw. Optimierung der Vermeidung von Verschattungen nur im Rahmen von Simulationsrechnungen möglich. Die folgende Abbildung 3-4 zeigt exemplarisch die mittels Simulation berechneten Verschattungen für eine städtebauliche Struktur.

Um einen einheitlichen Standard bei der energetischen Überprüfung zu gewährleisten, sind die im folgenden Kapitel 3.3.1 beschriebenen Mindestanforderungen für eine Berechnung mittels Simulation zu berücksichtigen.

#### 3.3.1 Mindestanforderungen an das Berechnungsverfahren mittels Simulation

Das zur Anwendung kommende Simulationsprogramm sollte mindestens folgende Aspekte innerhalb seines Rechenverfahrens berücksichtigen:

- Die Einstrahlung auf ein Gebäude muss über einen Zeitraum (die Heizperiode) berechnet werden können. Hierbei müssen die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Solarstrahlung in Abhängigkeit von Wetterdaten berücksichtigt werden. Die Simulation erfolgt mit einer stündlichen Auflösung.
- Für die Wetterdaten sind die TRY 03 Daten vom Deutschen Wetterdienst einzusetzen (Test-Reference-Year). Der Breitengrad des Berechnungsstandorts muss berücksichtigt werden.
- Die Einstrahlung auf Gebäude bzw. Gebäudefassaden muss in Abhängigkeit von der Verschattung der Gebäude untereinander oder durch das Gebäude selbst, der Vegetation und der Geländetopographie berechnet werden. Ebenfalls muss die Orientierung der Gebäude in die Berechnungen eingehen.
- Die Einstrahlung ist mit direkter und diffuser Strahlung zu berechnen. Als Himmelsmodell ist eine isotrope Verteilung anzunehmen. Die Reflexion der Erdoberfläche ist pauschal mit 20 % zu wählen.

Simulationsrechnungen und Optimierungen können z. B. mit dem von Wortmann & Scheerer im Auftrag der Stadt Köln und des Landes NRW entwickelten Computerprogramm SolCity® durchgeführt werden.

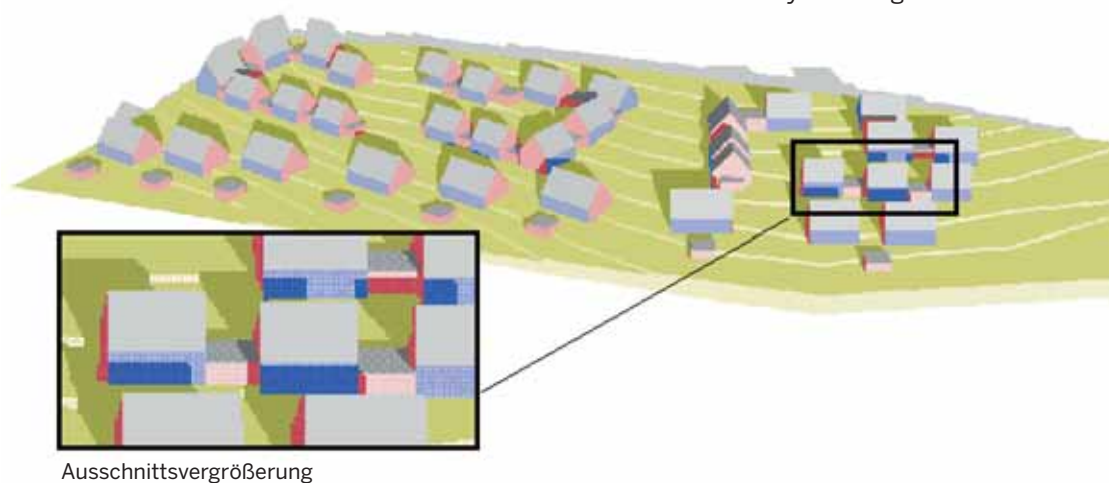


Abbildung 3-4 Darstellung von Verschattungen mittels Computersimulation mit dem Programm TAS® (1. Januar, 12 Uhr)  
Grafik: Wortmann & Scheerer

### 3.3.2 Bewertung der Ergebnisse nach dem SOLCIS-Verfahren

Aus Gründen der Vergleichbarkeit von Ergebnissen verschiedener derzeit bekannter Simulationsprogramme wird zur Bewertung einer städtebaulichen Struktur ein Standardverfahren, das von Wortmann & Scheerer entwickelte SOLCIS-Verfahren\*, festgelegt.

Es sei hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das SOLCIS-Verfahren kein Computerprogramm, sondern vielmehr eine Berechnungsvorschrift ist, die bei der Berechnung mit Computerprogrammen anzuwenden ist. Im Folgenden wird das Verfahren erläutert.

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass der städtebauliche Entwurf den ersten Schritt des Planungsablaufs für eine Siedlung darstellt, der zwar Aussagen hinsichtlich der Lage und Höhe der Gebäude trifft, jedoch in der Regel noch keine weiteren konkreten Aussagen zum Dämmstandard, zur Bauphysik, zu Fensterflächenanteilen und Güte der Verglasungen usw. zulässt. Eine exakte Bestimmung der zu erwartenden Heizenergieverbräuche ist daher zu diesem frühen Zeitpunkt ohne Annahmen gebäudeseitiger Parameter nicht möglich.

Gleiches gilt für Aussagen hinsichtlich der sich für ein später umgesetztes Gebäude ergebenden realen Einstrahlungsverluste. Der solare Gewinn ist nur mit exakter Kenntnis der Fenstergröße, der Fenstergüte und der Lage des Fensters in einer Fassade berechenbar. Hinzu kommt, dass der gesamte Dämmstandard und die Speicherfähigkeit eines Gebäudes bekannt sein müssen, um den nutzbaren solaren Eintrag in einem Betrachtungszeitraum berechnen zu können.

Es ist leicht vorstellbar, dass eine mehr oder weniger willkürliche Annahme entsprechender Parameter wenig sinnvoll ist. So würden sich zum Beispiel für ein Niedrigenergiehaus grundsätzlich andere Ergebnisse ergeben, als dies bei einem Passivhaus der Fall wäre.

Das SOLCIS-Verfahren trägt dem Umstand Rechnung, dass eine städtebauliche Struktur bereits in der Entwurfsphase bewertbar sein muss. Ein Gebäudeplan existiert hier noch nicht. Die Bewertungstiefe muss daher geringer sein.

Als Mindeststandard der solarenergetischen Prüfung von städtebaulichen Entwürfen wird einem Grundprinzip des solaren Bauens Rechnung getragen, der möglichst südorientierten längsten Fassade eines Gebäudes. Diese Fassade wird im Folgenden als Energiegewinnfassade bezeichnet.

Die Energiegewinnfassade befindet sich immer vor den Wohnräumen des Gebäudes, da dort die passiv-solaren Gewinne genutzt werden sollen. Es wird davon ausgegangen, dass die Energiegewinnfassade zu einem großen Teil verglast sein könnte und somit potentiell in der Lage ist, solare Zugewinne aufzunehmen. Allerdings ist nicht bekannt, in welchem Bereich der Fassade diese Fensterflächen genau liegen werden.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass sich bei der Beurteilung städtebaulicher Entwürfe, zum Beispiel im Rahmen städtebaulicher Wettbewerbe, häufig Probleme ergeben. Oft fehlen Vorschläge zur Aufteilung der Grundrisse. In solchen Fällen ist es notwendig, den entsprechenden Bebauungsplan zu interpretieren und Annahmen zu treffen, an welcher Stelle innerhalb eines Gebäudes sich die Wohnräume befinden und solare Gewinne genutzt werden sollen. Um die Zusammenhänge zu verdeutlichen und bei der Wahl der Energiegewinnfassade eine Hilfestellung zu bieten, werden im folgenden Kapitel 3.3.3 hierzu einige Beispiele erläutert.

Nachdem für jedes Gebäude die Energiegewinnfassade festgelegt wurde, erfolgt die eigentliche Bewertung des städtebaulichen Konzeptes mittels Computersimulation unter Berücksichtigung von Orientierung, Verschattung und Topographie. Für die jeweilige Energiegewinnfassade jedes Gebäudes im Bebauungsgebiet wird die Einstrahlung pro Quadratmeter Fassadenfläche

$$(q_{OVT} = Q_{OVT}/A_F)$$

mit

$Q_{OVT}$  = Einstrahlung auf die Energiegewinnfassade unter Berücksichtigung von Orientierung, Verschattung und Topographie

$A_F$  = Fläche der Energiegewinnfassade

berechnet.

Desweiteren ist es wichtig, den orientierungsbedingten Anteil der Einstrahlung auf die Energiegewinnfassaden separat quantifizieren zu können. Daher ist es erforderlich, zusätzlich die Einstrahlung pro Quadratmeter Fassadenfläche ohne Berücksichtigung von Verschattung und Geländetopographie

$$(q_0 = Q_0/A_F)$$

mit

$Q_0$  = Einstrahlung auf die Energiegewinnfassade unter Berücksichtigung nur der Orientierung

$A_F$  = Fläche der Energiegewinnfassade

für jedes Gebäude zu berechnen.

\* SOLCIS steht für "Solare Calculation im Städtebau"



Beide Berechnungsergebnisse ( $q_{OVT}$  und  $q_0$ ) werden anschließend auf die maximal mögliche Einstrahlung pro Quadratmeter Fassadenfläche  $q_{max}$  einer unverschatteten, exakt südorientierten, senkrechten Fassade bezogen.

Dieser Maximalwert ist von dem jeweiligen Rechenalgorithmus des verwendeten Simulationsprogramms und von den zugrundeliegenden Wetterdaten sowie von der Dauer des Berechnungszeitraums abhängig. Als Berechnungszeitraum wird die Zeit vom 1. November bis 31. März festgelegt. Diese verkürzte Heizperiode berücksichtigt den geforderten hohen Dämmstandard der Gebäude.

Durch den Bezug auf den Maximalwert ergeben sich die für die Bewertung herangezogenen solarenergetischen Kennzahlen SF1 und SF2.

SF1 ist eine Kennzahl für die spezifischen Einstrahlungsverluste bedingt durch die Orientierung, Verschattung und Topographie. Dieser Wert ist ein Maß für das passiv-solare Potenzial. Er dient direkt als Bewertungsmaßstab.

$$SF1 = 100 * 1 - \left[ \frac{Q_{OVT}/A_F}{q_{max}} \right]$$

SF2 ist eine Kennzahl für die spezifischen Einstrahlungsverluste nur bedingt durch die Orientierung. Dieser Wert ist ein Maß für die Güte der Ausrichtung der Baukörper zur Sonne. Er dient als Hilfwert für eine ggf. notwendige Optimierung. (Bsp.: Ist bereits SF2 zu groß, sollte zunächst die Orientierung der Gebäude verbessert werden.)

$$SF2 = 100 * 1 - \left[ \frac{Q_0/A_F}{q_{max}} \right]$$

Die Kennzahlen SF1 und SF2 sind auch als Mittelwert für das gesamte Bebauungsgebiet zu berechnen. Der Mittelwert wird mit den Einstrahlungen  $Q_{OVT}$  bzw.  $Q_0$  sowie den Fassadenflächen jedes Gebäudes wie folgt gebildet:

$$SF1_{mittel} = 100 * 1 - \left[ \frac{Q_{OVT1} + Q_{OVT2} + \dots + Q_{OVTn}}{A_{F1} + A_{F2} + \dots + A_{Fn}} \right] \cdot \frac{1}{q_{max}}$$

$$SF2_{mittel} = 100 * 1 - \left[ \frac{Q_{01} + Q_{02} + \dots + Q_{0n}}{A_{F1} + A_{F2} + \dots + A_{Fn}} \right] \cdot \frac{1}{q_{max}}$$

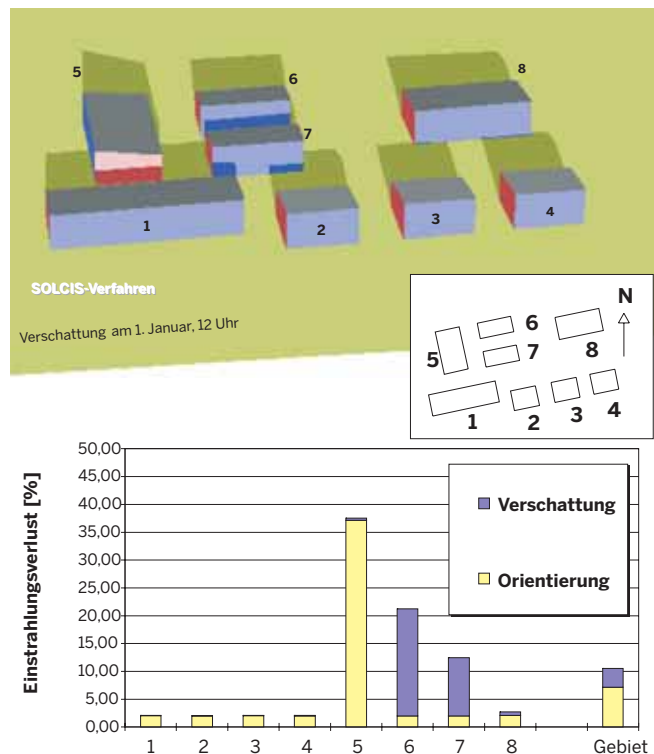
Wie bereits in Kapitel 3.2.1 ausgeführt, können Einstrahlungsverluste, die aus einer ungünstigen Orientierung von Gebäuden resultieren, durch bauliche Maßnahmen begrenzt werden. Dies wird bei der Bewertung mit dem SOLCIS-Verfahren nicht berücksichtigt. Orientierungsbedingte Verluste werden also überbewertet.

Die Überbewertung relativiert sich jedoch, wenn man in Betracht zieht, dass zum einen die angesprochenen baulichen Maßnahmen stets mit deutlich höheren Kosten verbunden sind, die häufig die Wirtschaftlichkeit von Bauvorhaben und somit auch die Umsetzung einer Solarsiedlung in Frage stellen. Zum anderen führen die notwendigen großen Verglasungen im Osten und Westen eines Gebäudes zu Überhitzungen der Räume.

Demnach ist die Ost-West-Orientierung eines Gebäudes in jedem Fall eher ungünstig zu bewerten und die negative Bewertung durch das SOLCIS-Verfahren gewollt.

Die folgende Abbildung 3-5 zeigt beispielhaft für eine kleine Bebauungsstruktur die Ergebnisse der Auswertung nach dem SOLCIS-Verfahren.

Abbildung 3-5 Auswertung von Einstrahlungsverlusten nach dem SOLCIS-Verfahren



Simulation 1. Nov. - 31. März (3624 Stunden)

Quelle: Wortmann & Scheerer

Grundsätzlich ist bei der Berechnung der Verschattung auch die Vegetationsverschattung zu berücksichtigen. Dies ist jedoch in einem frühen Planungsstadium sehr schwierig. Bei der Entwicklung städtebaulicher Entwürfe werden hier Standorte für Bepflanzungen im öffentlichen Raum meistens nur angedacht.

Man muss daher berücksichtigen, dass die im Entwurf gemachten Vorschläge in der Regel noch keine Aussage hinsichtlich der genauen Art und Lage jedes Baums gestatten.

Eine Bewertung der Verschattung durch Vegetation ist dann im Rahmen einer solarenergetischen Überprüfung wenig sinnvoll, da die ermittelten Ergebnisse meist mit der später umgesetzten Realität wenig übereinstimmen.

Sobald zu einem späteren Zeitpunkt bei der konkreten Bauleitplanung exakte Vorgaben zum öffentlichen Grün getroffen werden, muss dann auch die verschattende Wirkung überprüft werden.

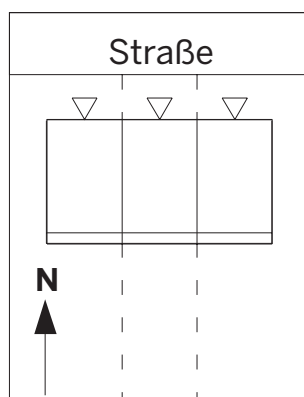
Eine bereits bestehende Vegetation im Bebauungsgebiet muss generell Bestandteil der solarenergetischen Überprüfung sein, da sie in jedem Fall zu einer Verschattung der Gebäude beitragen kann.

### 3.3.3 Festlegung der Energiegewinnfassade

Wie bereits ausgeführt, ergeben sich bei der Festlegung der Energiegewinnfassade häufig Probleme, wenn für einen städtebaulichen Entwurf hinsichtlich der Aufteilung der Grundrisse der Gebäude keine Angaben gemacht wurden. Hierzu müssen dann Annahmen getroffen werden, was im Folgenden anhand einiger typischer Bauformen beispielhaft erläutert werden soll. Die Energiegewinnfassade in den Abbildungen ist jeweils durch eine Doppellinie gekennzeichnet.

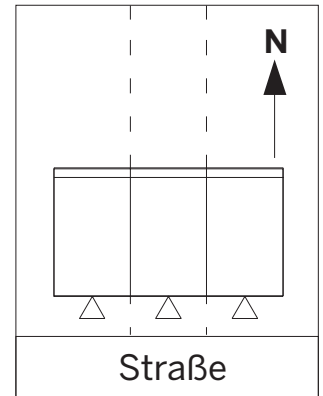
Am einfachsten zu beurteilen ist die nach Süden orientierte Bebauung mit Südgarten, in der folgenden Abbildung 3-6 anhand einer Reihenhauszeile dargestellt. Hier kann davon ausgegangen werden, dass die Hauptwohnräume hinter der Südfassade mit Blick auf den Garten angeordnet und mit großflächigen Verglasungen versehen sind.

Abbildung 3-6  
Reihenhauszeile - Südausrichtung  
Quelle: Wortmann & Scheerer



Ähnlich eindeutig zu bewerten ist der Fall eines im Norden gelegenen Gartens nach Abbildung 3-7. Hier öffnen sich in der Regel ebenfalls die Wohnräume mit großen Fenstern zum Garten. Dies stellt zwar hinsichtlich der Orientierung eines Gebäudes den energetisch ungünstigsten Fall dar und sollte so nie geplant werden. Dennoch ist dies häufig gebaute Realität, um eine einseitige Erschließung zu vermeiden.

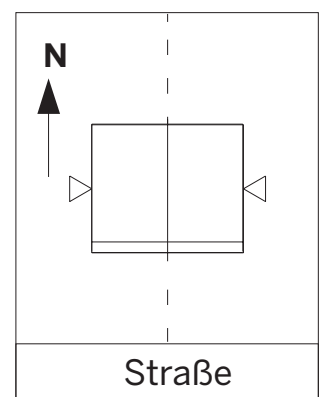
Abbildung 3-7  
Reihenhauszeile - Nordausrichtung  
Quelle: Wortmann & Scheerer



Eine Mischform der beiden vorgenannten Beispiele ergibt sich für eine Bebauung in der Mitte des Grundstücks, wie sie in Abbildung 3-8 dargestellt ist. Hierdurch entstehen zwei Gärten. Wegen des entstehenden Abstands der Südfassade zur Straße ist es durchaus möglich, die Wohnräume im Süden anzuordnen, ohne die Wohnqualität zu stark zu mindern.

Diese Struktur wird häufig zur Vermeidung einer reinen Norderschließung gewählt und hat den Vorteil, eine sparsame Erschließung mit einer energetisch günstigen Orientierung zu verbinden. Allerdings ist hier zu beachten, dass im Vergleich zum reinen Südgarten höhere Verschattungen auftreten können. Desweiteren ist diese Bauform auf freistehende Einfamilienhäuser und Doppelhäuser beschränkt, da nur hier eine Zugangsmöglichkeit von der Seite geschaffen werden kann. Bei Reihenhauszeilen ergibt sich ein Problem für die Reihenmittelhäuser, da hier der Zugang zwangsläufig von der Straße aus erfolgen muss. Dort sollen sich jedoch für den betrachteten Fall die Hauptwohnräume befinden. Ein Zugang von der Nordseite kann beim Reihenmittelhaus nur über die Nachbargärten erfolgen und ist daher ebenfalls nicht möglich.

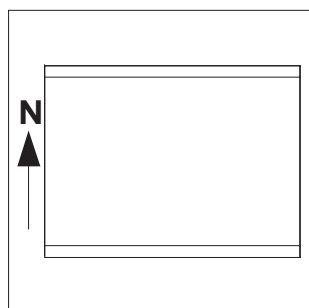
Abbildung 3-8  
Doppelhaus in der Grundstücksmitte - Südausrichtung  
Quelle: Wortmann & Scheerer



Andere Voraussetzungen ergeben sich für Mehrfamilienhäuser mit großer Gebäudetiefe (14 m und mehr). Bei solchen Gebäuden erstrecken sich die einzelnen Wohnungen in der Regel nicht über die gesamte Tiefe. Es entstehen sowohl nord- als auch südorientierte Wohnungen. In diesem Fall ergeben sich, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, zwei Energiegewinnfassaden, da sowohl für die nach Norden als auch für die nach Süden weisenden Wohnungen das passiv-solare Potenzial zu bewerten ist.

Die beschriebene Bauform widerspricht den Grundsätzen des solaren Bauens, da sie eine Besonnung der im Norden gelegenen Wohnungen ausschließt.

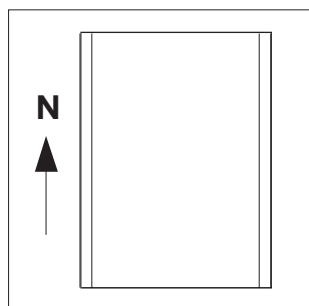
Abbildung 3-9  
Gebäude großer Tiefe - Nord-Süd-Ausrichtung  
Quelle: Wortmann & Scheerer



Bei ost-west-orientierten Gebäuden kann davon ausgegangen werden, dass die Energiegewinnfassade sich auf der von der Straße abgewandten Seite befindet. Hier werden in der Regel Balkone und Terrassen geplant, die von den Hauptwohnräumen aus zugänglich sind. Zur Straße hin werden meistens nur kleinere Fensterflächen in der für die Belichtung notwendigen Größe vorgesehen.

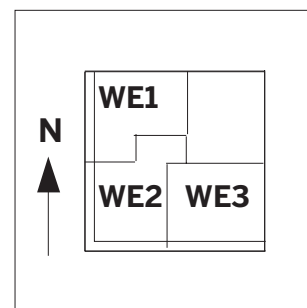
Bei Gebäuden größerer Tiefe ist der bereits für eine Nord-Süd-Ausrichtung erläuterte Aspekt zu berücksichtigen. Es ergeben sich dann, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, zwei Energiegewinnfassaden.

Abbildung 3-10  
Gebäude großer Tiefe - Ost-West-Ausrichtung  
Quelle: Wortmann & Scheerer



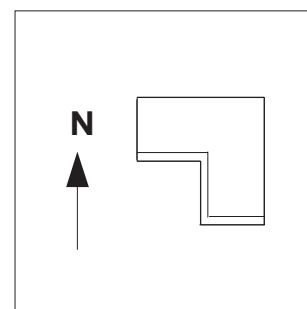
Auch bei Stadtvillen liegen die Wohnräume der unterschiedlichen Wohnungen in der Regel nicht hinter nur einer Fassade, sondern sind, wie dargestellt, über Eck angeordnet. Es ergeben sich dann ebenfalls zwei Energiegewinnfassaden.

Abbildung 3-11  
Stadtvilla - Süd-West-Ausrichtung  
Quelle: Wortmann & Scheerer



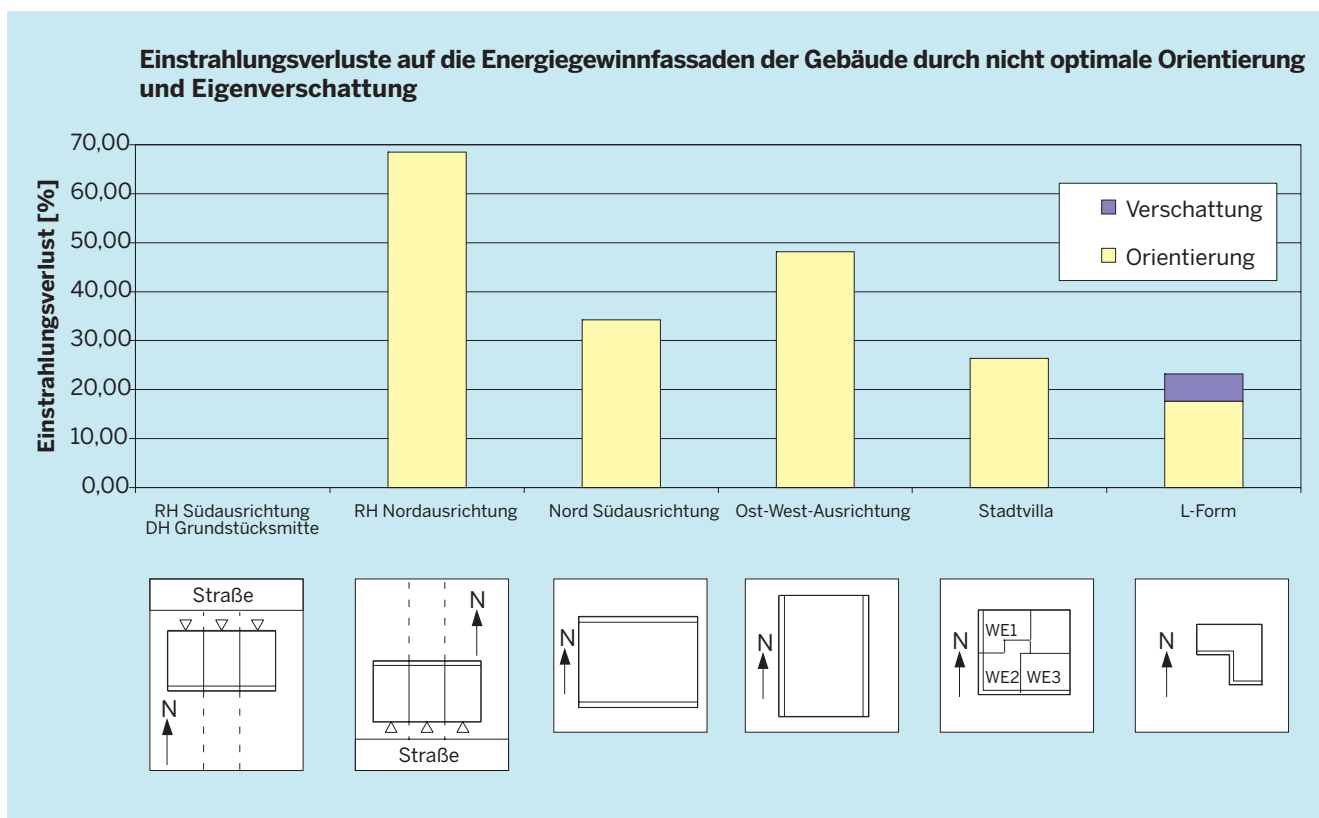
Als letztes Beispiel sei hier noch ein Gebäude in L-Form dargestellt. Hier können alle südorientierten Fassaden als Energiegewinnfassade genutzt werden. Meistens wird bei solchen Gebäuden der in der Ecke ausgesparte Bereich als Terrasse genutzt, die von beiden Flügeln des Gebäudes aus zugänglich und einzusehen ist. Das bedeutet, dass dann auch ein Teil der Westfassade mit großen Fensterflächen als Energiegewinnfassade genutzt wird.

Abbildung 3-12  
Gebäude in L-Form - Süd-West-Ausrichtung  
Quelle: Wortmann & Scheerer



Die Abbildung 3-13 (nächste Seite) zeigt den Vergleich der sich nach dem SOLCIS-Verfahren ergebenden Einstrahlungsverluste für die betrachteten Fälle. Dabei wurde, abgesehen von Eigenverschattungen, wie sie sich bei dem L-förmigen Gebäude ergeben, von einer verschattungsfreien Lage der Gebäude ausgegangen.

Abbildung 3-13 Durch Orientierung bedingte Einstrahlungsverluste unterschiedlicher Bauformen  
Quelle: Wortmann & Scheerer



#### Zusammenfassung:

Die Energiegewinnfassade befindet sich immer vor den Wohnräumen des Gebäudes, da dort die passiv-solaren Gewinne genutzt werden sollen. Die Lage der Wohnräume ist in der Regel zum Garten hin orientiert.

#### 3.3.4 Aktive Solarenergienutzung

Die Nutzung der Sonnenenergie durch aktive Systeme, wie Sonnenkollektoren zur Erwärmung von Brauchwasser, hängt entscheidend von der Ausrichtung der Kollektorflächen zur Sonne ab. Die Option, Sonnenenergie auch aktiv mit Sonnenkollektoren zu nutzen, ist durch die Anforderung an die Ausrichtung der Gebäude in der Regel gleichzeitig gewahrt. Außerdem sollte möglichst ein Neigungswinkel des Kollektors von  $35^\circ$  -  $45^\circ$  zur Horizontalen eingehalten werden. Die exakte Prüfung mit belastbaren Zahlenwerten gestaltet sich auf städtebaulicher Ebene als schwierig, da selbst ungünstige Voraussetzungen durch konstruktive Maßnahmen ausgeglichen werden können.

Bei nach Norden geneigten Pultdächern können die Kollektoren z.B. am südlichen First befestigt werden und so gleichzeitig für den sommerlichen Wärmeschutz als Verschattungselemente genutzt werden. Bei Flachdächern oder flachgeneigten Satteldächern treten in der Regel keine Probleme auf, da hier eine Aufständigung mit günstigen Bedingungen möglich ist.

Bei klassischen Satteldächern ist die Ausrichtung der Kollektoren üblicherweise als In- oder Aufdachlösung unproblematisch. Hier ist lediglich, wie bereits erwähnt, die Ausrichtung des Gebäudes für den Wirkungsgrad bestimmend. Dies gilt auch für Kollektoren in der Fassade.

#### 3.3.5 Zentrale Energieversorgung

Neben der Beachtung der solarenergetischen Belange und der Umsetzung hoher Dämmstandards für die Gebäude hat auch die Wahl des Energieversorgungssystems für eine Siedlung entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch und die  $\text{CO}_2$ -Emissionen.

Unter dem Gesichtspunkt der Primärenergieeinsparung und der Reduzierung von Emissionen kann die zentrale Energieversorgung eine sehr gute Variante darstellen. Bevorzugt sollte ein System zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden, welches regenerative Energien nutzt. Auch der Einsatz eines BHKW stellt eine sinnvolle Variante dar.

Um einen wirtschaftlichen Betrieb von Nahwärmenetzen zu ermöglichen, müssen Wärmeverteilnetze mit möglichst kurzen Wegen geschaffen werden. Dies senkt sowohl die Kosten als auch die Energieverluste. Der Standort einer zentralen Heizanlage muss in diesem Sinne möglichst nah bei den zu versorgenden Gebäuden liegen. Hierfür muss die städtebauliche Planung die notwendigen Grundvoraussetzungen schaffen.

## 3.4 Infrastruktur

### Nutzungsmischung

Planungshinweis:

- Bei Siedlungen mit mehr als 100 WE soll der Flächenanteil für die Funktion 'Arbeiten' mindestens 10 % der bebauten Fläche betragen

Erläuterung:

Ein wesentliches Ziel ökologisch orientierter Stadtentwicklung muss es sein, eine stärkere Mischung von Wohnen und Arbeiten zu erreichen. Hierzu zählt auch die Optimierung des wohnbereichs- und stadtteilbezogenen Angebotes an Gewerbe- und Dienstleistungseinrichtungen, wie beispielsweise Handwerksbetriebe, Läden, etc.. Damit wird eine Steigerung der Lebensqualität und in ökologischer Hinsicht eine Verringerung des Verkehrsaufkommens erreicht.

### Interne verkehrliche Erschließung

Anforderung:

- **Sparsame Verkehrserschließung:  
Verkehrsflächenanteil  
für den motorisierten Verkehr maximal 10 %**

Planungshinweis:

- Ausbau der Straßen als Wohnstraßen, kein Durchgangsverkehr
- Reduzierung der Straßenbreite auf das für Versorgungsfahrzeuge notwendige Minimum
- Maximal 1 Stellplatz je Wohneinheit
- Darlegung eines Erholungs-, Spiel- und Sportkonzeptes

Erläuterung:

Aufgrund des hohen Stellenwertes, den der motorisierte Individualverkehr mittlerweile erlangt hat, ist der Flächenbedarf auch für den ruhenden Verkehr erheblich gestiegen. Dies ist zu Lasten sonstiger Freiraumansprüche geschehen. Bei einer Reduzierung der Abhängigkeit vom Auto beispielsweise durch Anbindung an Fuß- und Radwege und öffentlichen Personennahverkehr, guter Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen, Infrastruktureinrichtungen und Versorgungseinrichtungen sowie Möglichkeiten der Freizeitgestaltung im wohnungsnahen Bereich können auch die für den motorisierten Individualverkehr benötigten Flächen verringert werden. Dies gilt sowohl für die Straßen als auch für die Stellplätze.

In Wohngebieten wird die Verbesserung der Aufenthaltsqualität des öffentlichen Straßenraumes angestrebt. Dies bedeutet, dass die Straßen nicht als Durchgangsstraßen befahrbar sind. Es steht nicht die Nutzung als Straße im Vordergrund. Entscheidend ist die Nutzung als öffentlicher Raum. Daher benötigen die Fahrbahnen nur eine für Versorgungsfahrzeuge notwendige Breite.

Bestandteil der städtebaulichen Planung ist die Schaffung von Erholungs-, Spiel- und Sportanlagen für die Bewohner einer Siedlung. Häufig können vorhandene Anlagen im Umfeld genutzt werden. Hierzu ist ein entsprechendes Konzept notwendig. Unabhängig von der Erfüllung rechtlicher Größenvorgaben kann beispielsweise auch die Wiese oder der Rasen einer Grünanlage anstelle einer ortsfesten Anlage die Funktion 'Bolzplatz' oder 'Volleyballfeld' übernehmen. Spielgerechte Wohnumwelt muss nicht mit dem Bau von Kinderspielflächen oder Freizeitmöblierung gleichgesetzt werden.

### Ver- und Entsorgung

#### Niederschlagswasser:

Planungshinweis:

- Sofern keine dezentrale Regenwasserversickerung möglich ist, sind Maßnahmen zur Zwischenspeicherung über offene Wasserflächen, Zisternen, u. ä. sowie die Integration in das Freiflächenkonzept nachzuweisen
- Nutzung des Niederschlagswassers als Brauchwasser für Toilettenspülung und Gartenbewässerung
- Das Niederschlagswasser aller Wege und Zufahrten, Plätze, usw. ist zu versickern
- Das Niederschlagswasser der Straßen und Parkplätze ist durch die belebte Bodenschicht zu versickern, soweit nicht mit Wassergefährdung zu rechnen ist

Erläuterung:

Die Versickerung des Niederschlagswassers ist in Nordrhein-Westfalen gemäß Landeswassergesetz vorgeschrieben. Soweit dies beispielsweise aufgrund der natürlichen Bodenverhältnisse nicht möglich ist, gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten der Zwischenspeicherung, wie z. B. durch offene Wasserflächen.

Die Möglichkeiten der Regenwassernutzung fallen bei größeren Siedlungen wesentlich günstiger aus als bei Einzelprojekten, da eine gemeinsame Regenwassernutzungsanlage natürlich kostengünstiger und energiesparender ist als Einzelanlagen.

Durch eine Versickerung der Niederschläge von Wegen, Zufahrten o. ä., aber auch von Straßen und Parkplätzen werden Kanalisation und Vorfluter entlastet. Die Versickerung über die belebte Bodenzone bewirkt eine biologische Reinigung des Wassers und eine verzögerte Abgabe an das Grundwasser. Die Niederschlagsversickerung trägt so zur Grundwasserneubildung bei.

Belagart	Versickerungsgrad in %
Mutterboden	100
Holzspäne	80 - 90
Schotterrasen	70 - 80
Wassergebundene Decken (Kies, Sand, Schotter)	50
Rasengittersteine	70 - 80
Kleinpflaster mit großen Fugen	50 - 60
Mittel- und Großpflaster	30
Beton- und Verbundsteinpflaster	20
Klinkerplatten	20
Asphalt- und Betondeckschichten	0 - 10

Tabelle 3-2 Beläge zur Oberflächenbefestigung, gegliedert nach dem Grad ihrer Versickerungseignung

#### Abwasser:

##### Planungshinweis:

- Die Möglichkeiten der dezentralen Abwasserreinigung (u. U. für Teilbereiche der Siedlung) sind zu prüfen und bei gegebenen Voraussetzungen bevorzugt zu realisieren, soweit noch keine Abwasserkanalisation vorhanden ist.

##### Erläuterung:

Die dezentrale naturnahe Abwasserreinigung ist für eine Solarsiedlung vorteilhaft, wenn damit Investitionen in die Kanalisation gespart oder eine Entlastung der Kanalisation und der Kläranlage erreicht werden kann.

Pflanzenkläranlagen erlauben eine direkte Rückführung des Wassers in den Wasserkreislauf und bieten darüber hinaus Lebensräume für Flora und Fauna.

#### Abfall:

##### Planungshinweis:

- Technische, bauliche und organisatorische Voraussetzungen für Getrenntsammlung und getrennte Wertstoffsammlung sind zu schaffen
- Soweit größere Gartenflächen als Privat- oder Mietergärten zugeordnet sind, ist die Voraussetzung für eine Kompostierung organischer Abfallstoffe zu schaffen und zu nutzen.

## 3.5 Ökologie

Die Flächennutzung der Solarsiedlung ist auch unter ökologischen Gesichtspunkten zu optimieren. Grundlage ist dabei das Ziel des flächensparenden Bauen. Als Umweltaspekte werden insbesondere Boden, Wasser, Klima und Vegetation berücksichtigt.

##### Anforderung:

##### Erarbeitung ökologischer Gestaltungs- und Entwicklungspläne:

- Bodenkonzept
- Wasserkonzept
- Klimakonzept
- Freiflächenkonzept

##### Erläuterung:

Ein ganzheitlicher städtebaulicher Entwurf einer Siedlung beinhaltet Konzepte zur ökologischen Gestaltung und Entwicklung.

- Bodenkonzept**  
Es beinhaltet Überlegungen zu Einschränkungen des Versiegelungsgrades und zum Bodenmanagement. Letzteres bedeutet ein Konzept zum Ausgleich der Bodenmassen auf dem Gelände. Es bezieht auch eine Kontrolle zusätzlicher Massen hinsichtlich ihrer Qualität mit ein.
- Wasserkonzept**  
Es befasst sich mit Möglichkeiten zur Einschränkung der Versiegelung. Weiterhin behandelt es die Regenwasserversickerung bzw. die Integration von für die Wasserrückhaltung notwendigen Räumen in das Freiflächenkonzept.
- Klimakonzept**  
Es erfasst und bewertet die klimabezogenen funktionalen Wechselwirkungen zwischen der für die Solarsiedlung vorgesehenen Fläche und ihrer bebauten oder unbebauten Umgebung. Zugleich sichert das Klimakonzept die wind- und bioklimatische Aufenthaltsqualität der Freiflächen im Siedlungsbereich.
- Freiflächenkonzept**  
Ein qualifiziertes Freiflächenkonzept berücksichtigt Anforderungen, die sich auf gestalterische Qualitäten beziehen, wie beispielsweise die Ausstattung und räumliche Zuordnung der Freiräume sowie die Schaffung von Wegebeziehungen. Ebenso müssen die ökologischen Aspekte einbezogen werden. Hierzu zählen unter anderem die Einbindung in die Umgebung, die Einbeziehung vorhandener Vegetationsbestände und die standortgerechte Pflanzenverwendung. Ziel muss die Schaffung ökologisch hochwertiger Flächen des besiedelten Bereiches sein, die gleichzeitig den Bewohnern vielfältige Aufenthaltsmöglichkeiten bieten.

## Grundlagen flächensparenden, ökologischen Bauens

### Anforderung:

- **Maximale durchschnittliche Grundstücksflächen von 400 m<sup>2</sup> bei Einfamilienhäusern**
- **GFZ nicht unter 0,8 bei Geschosswohnungsbau**
- **Maximal 4 Vollgeschosse**

### Planungshinweis:

- Unversiegelter Freiflächenanteil (auch keine Unterbauung) minimal 40 % der Gesamtfläche (Bruttobauland)

### Erläuterung:

Flächensparendes Bauen ist eine unverzichtbare Voraussetzung für die Schonung der nicht erneuerbaren Ressourcen. Bei Geschossflächenzahlen zwischen 0,6 und 1,0 ist der Siedlungsflächenverbrauch pro Einwohner etwa fünfmal geringer als bei Einfamilienhausbebauung. Bei stärkerer baulicher Verdichtung (größer 1,0) nimmt dieser Effekt sehr stark ab (Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (Hrsg.): Nachhaltige Stadtentwicklung, Städtebaulicher Bericht. 1996).

In den Solarsiedlungen müssen ausreichend unversiegelte Flächen zur Verfügung stehen, um ökologische Funktionen zu gewährleisten.

## Windklima

### Planungshinweis:

- Windklimatische Optimierung der Siedlung
- Vermeidung von Zegerscheinungen und Turbulenzen zwischen den Gebäuden (Sicherstellung der Aufenthaltsqualität)
- Reduzierung konvektiver Wärmeverluste der Gebäudehüllen

### Erläuterung:

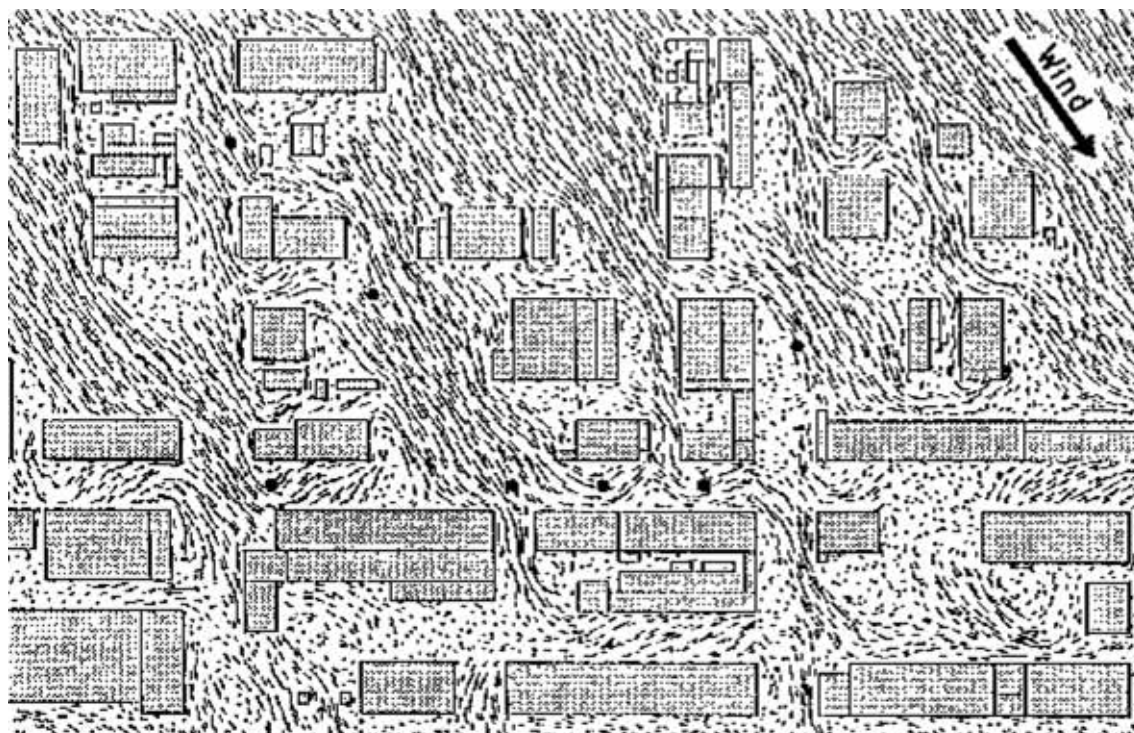
Wie bereits in Kap. 3.1 beschrieben, beeinflussen die windklimatischen Verhältnisse sowohl den Heizenergiebedarf der Gebäude als auch die bioklimatische Qualität des Siedlungsfreiraums. Dabei sind neben den allgemeinen Standortbedingungen insbesondere die Form und die Anordnung der Gebäude von Bedeutung. Mit Hilfe geeigneter numerischer Simulationsmodelle kann auf einfache Weise eine Prognose des bodennahen Windfeldes einer geplanten Solarsiedlung erstellt und eine windklimatische Optimierung durchgeführt werden.

Abbildung 3-14 Windverhältnisse im Bereich urbaner Strukturen (Computersimulation)

Lange Striche: hohe Windgeschwindigkeit;

Kurze Striche: geringe Windgeschwindigkeit.

(Groß, G.; Etling, D.: Mensch - Stadt - Klima. Auswirkungen städtebaulicher Strukturen auf das lokale Klima. Hannover 1994)



## Bioklima

### Planungshinweis:

- Sicherstellung eines guten Bioklimas durch Schaffung einer Vielfalt von Mikroklimaten unter Vermeidung von Extremen
- Bioklimatische Optimierung der Aufenthaltsräume für die Bewohner im Freiraum der Siedlung

### Erläuterung:

Die Aufenthaltsqualität der Freiräume im Siedlungsbereich wird wesentlich durch die bioklimatischen Verhältnisse bestimmt.

Dabei kann man drei Wirkungskomplexe unterscheiden:

- Der aktinische Komplex (Licht): Die kurzweilige Sonneneinstrahlung beeinflusst direkt unser bioklimatisches Wohlbefinden. Der Siedlungsfreiraum soll daher alle Möglichkeiten zum Aufenthalt in unterschiedlich besonnten bzw. durch Vegetation abgeschatteten Bereichen bieten.
- Der thermische/hygrische Komplex (Wärme / Luftfeuchte): Das Wärmeempfinden des Menschen wird neben der Sonneneinstrahlung durch die Wärmestrahlung der Oberflächen, die Lufttemperatur sowie durch Wärmeverluste durch Wind und Transpiration bestimmt. Eine Bestimmung von Wärmebelastungen oder Kältestreß kann auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 erfolgen.
- Der mechanische Komplex (Wind): Wie oben beschrieben, haben die windklimatischen Verhältnisse wesentlichen Einfluss auf die Aufenthaltsqualität im Siedlungsfreiraum. Eine windklimatische Optimierung der Solar-siedlung ist daher bei windoffener Geländelage erforderlich.

## Vegetation

### Anforderung:

#### Integration erhaltenswerter Baumbestände

### Planungshinweis:

- Ausschließliche Verwendung standortgerechter heimischer Pflanzen für die öffentlichen Freiflächen
- Stellplatzflächen sind generell zu begrünen, je 4 zusammenhängende Stellplätze ein großkroniger Baum

### Erläuterung:

Der Erhalt und die Schonung vorhandener Baumbestände müssen bei der Planung berücksichtigt werden. Sie sind während der Bauzeit vor Beschädigungen zu schützen. Eingewachsene, alte Baumbestände bilden ein wichtiges Grundgerüst der Freiflächen und erhöhen die Aufenthaltsqualität der Räume. Ihre ökologische Wertigkeit ist sehr hoch, so dass bei ihrer Entfernung ein hoher Kompensationsbedarf entsteht.

Die Auswahl von Gehölzen muss gerade im öffentlichen Raum hohen Anforderungen an den Standort genügen, um Pflanzungen mit hohen Funktionsleistungen und geringem Pflegeaufwand zu erhalten. Zunächst können sich Gehölze weit besser an die Boden-, Wasser- und Nährstoffverhältnisse anpassen als die Krautschicht. Häufig wird jedoch diese Anpassungsfähigkeit überschätzt und die Gehölze werden krankheitsanfällig, kümmern und sterben ab. Daher ist die Auswahl standortgerechter Gehölze notwendig.

Gehölzpflanzungen erhalten erst dann ihren ökologischen Gesamtwert, wenn sie auch der Tierwelt Lebensraum bieten. Dies geschieht vor allem durch die Pflanzung heimischer Gehölze. Dieser bioökologische Wert lässt sich mit den anderen Funktionen von Gehölzpflanzungen, wie beispielsweise dem Erlebniswert, verbinden.

Eine Begrünung der Stellplätze trägt zur Gliederung der versiegelten Flächen bei. Sie hilft, überschaubare Räume zu bilden und zu betonen. Wichtige Punkte sind die Beschattung der Flächen sowie die Staubbindung. Dazu ist die Schaffung eines Kronendaches aus großkronigen Laubbäumen sinnvoll. Voraussetzung ist, dass den Bäumen eine ihrer Wuchsleistung entsprechende Baumscheibe zur Verfügung steht. Es entsteht ein zusammenhängender Raum, der dem Nutzer ein Gefühl von Sicherheit gibt. Außerdem wird der Parkplatz von den Obergeschossen der umliegenden Bebauung abgeschirmt.



### 3.6 Soziale Aspekte

Beim Entwurf einer Solarsiedlung sind auch soziale Aspekte von Bedeutung. Die Spanne reicht dabei von einer alten-, kinder- und behindertengerechten Konzeption der Siedlungsfreiräume über die Berücksichtigung von Gemeinschaftseinrichtungen bis hin zur möglichst frühzeitigen Beteiligung der späteren Bewohner.

#### Planungshinweis:

- Darlegung der barrierefreien Gestaltung
- Einbeziehung der späteren Nutzer mit Beginn des Planungsprozesses (Broschüren, Vorträge, begleitende Betreuung, etc.)
- Trennung von öffentlichen, halböffentlichen und privaten Freiräumen (Nachweis der Funktionsfähigkeit)
- Die vielfältige Nutzbarkeit von Flächen ist im Entwurf vorzusehen
- Gemeinschaftsräume oder Gemeinschaftshäuser mit 2 % - 4 % der gesamten Wohnfläche sind vorzusehen. Sie sollen so gestaltet werden, dass auch eine spätere Wohnnutzung möglich ist.

#### Erläuterung:

Die Mitbestimmung der Nutzer bei der Planung wird bereits seit den siebziger Jahren diskutiert. Will man Akzeptanz und Mitwirkung, welche gerade beim ökologischen Bauen unumgänglich sind, erreichen, so müssen die späteren Nutzer frühzeitig in die Planung einbezogen werden. Dies beginnt bei Informationen über Broschüren und Vorträge und reicht bis zu einer begleitenden Betreuung, beispielsweise zu energetischen Fragestellungen oder zur Verwendung von Materialien. Weitergehend sind Modelle, die eine Einbeziehung in den Planungsprozeß und ein Mitentscheidungsrecht vorsehen.

Um die Benutzbarkeit und Zugänglichkeit der Freiräume für Bewohner aller Generationen zu gewährleisten, ist die Barrierefreiheit von großer Bedeutung.

Eine Trennung von öffentlichen, halböffentlichen und privaten Freiräumen ist heute im konventionellen Wohnungsbau nur schwach ausgeprägt.

Um die Nutzung des Freiraums zu gewährleisten, muss der jeweilige soziale Raumcharakter klar erkennbar sein.

Zu den privaten Flächen zählt der haus- und wohnungsbezogene Freiraum. Dabei sind die Gärten die klassischen Wohn- und Lebensräume unter freiem Himmel. Diese sollten direkt vom Wohnbereich aus zugänglich sein. Beim Geschosswohnungsbau kann dies nur für die Erdgeschosswohnungen gelten. Den oberen Geschossen können Mietergärten zugeordnet werden, die allerdings gut in das Umfeld eingebunden werden müssen, damit sie genutzt werden.

Halböffentliche Flächen sind beispielsweise Blockinnenhöfe. Sie müssen klar gegliedert sein. Erschließungs- und Aufenthaltsfunktion müssen für jeden erkennbar sein. Ihre Gestaltung soll Qualitäten aufweisen, die der private Garten bietet. Sie müssen eine vielfältige Nutzbarkeit gewährleisten.

Öffentliche Freiräume sollen die privaten und gemeinschaftlichen Bereiche des direkten Wohnumfeldes ergänzen.

Gemeinschaftseinrichtungen müssen sich für zahlreiche individuelle und gemeinschaftliche Aktivitäten eignen. Sie setzen die Bereitschaft der Bewohner zu gemeinschaftlichen, nachbarschaftlichen Aktivitäten voraus. Durch derartige Einrichtungen kann darüber hinaus der Flächenbedarf reduziert werden.

## 4 Gebäudeplanung

### 4.1 Energetische Anforderungen

#### 4.1.1 Energetische Mindestanforderungen

##### Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Anforderung:

- **Neubau:**  
**Maximal zulässige CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizwärme, Warmwasserbereitung und Strom**  
**33 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**

Erläuterung:

Vorrangiges Ziel der Solarsiedlungen ist eine möglichst hohe Energieeinsparung und somit eine große Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Sinne einer konsequenten Verfolgung dieses Ziels muss ein Gebäude in seiner Gesamtheit betrachtet werden.

Die geltende Energieeinsparverordnung (EnEV) fasst den Dämmstandard des Gebäudes und die für die Wärmeerzeugung vorgesehene Anlagentechnik in einer primärenergetischen Gesamtbilanz zusammen. Es wird der Energiebedarf für die Beheizung eines Gebäudes und für die Brauchwassererwärmung ermittelt und unter Berücksichtigung der vorgesehenen Anlagentechnik mit Hilfe von Primärenergiefaktoren bewertet.

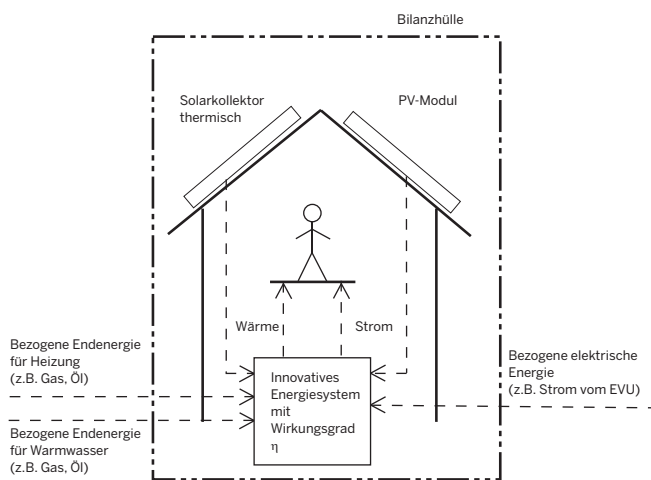
Das Projekt "50 Solarsiedlungen in NRW" geht noch einen Schritt weiter und nimmt eine direkte Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen vor. Nach dem Verfahren der EnEV wird z.B. die Beheizung eines Gebäudes mit Erdgas oder Heizöl mit den Primärenergiefaktoren von jeweils 1,1 gleich bewertet. Vergleicht man hingegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen, ergibt sich eine andere Bewertung: Die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Einsatz von Heizöl liegen mit 0,316 kg CO<sub>2</sub>/kWh um ca. 40 % höher als bei Einsatz von Erdgas (0,226 kg CO<sub>2</sub>/kWh).

Desweiteren wird nach EnEV der Stromverbrauch für das Gebäude, soweit er nicht direkt zur Beheizung oder als Hilfsenergie für die Anlagentechnik eingesetzt wird, nicht betrachtet. Da der in einem Haushalt verbrauchte Strom aber einen erheblichen Anteil am Gesamtenergieverbrauch und damit an den CO<sub>2</sub>-Emissionen hat, wird er bei dem Projekt der 50 Solarsiedlungen in die Gesamtenergiebilanz einbezogen.

Für ein Gebäude innerhalb einer Solarsiedlung wird wegen der genannten Aspekte ein maximal zulässiger Grenzwert für die CO<sub>2</sub>-Emissionen festgelegt.

Zur Berechnung der Emissionen wird ein einfaches Bilanzierungsverfahren verwendet. Die Bilanzgrenze bildet das von einem Wärmeerzeuger versorgte Objekt. Im Falle eines Hauses ist dies die Gebäudehülle, für eine Siedlung mit einer zentralen Versorgung (z.B. Nahwärmenetz) die Siedlungsgrenze.

Abbildung 4-1 Bilanzgrenzen für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen  
 Quelle: Prof. Dr.-Ing. H.-J. Wagner



Die Bilanz umfasst die für die Beheizung und Brauchwassererwärmung erforderliche Energie sowie den Stromverbrauch. Die jeweils solar oder aus anderen regenerativen Energiequellen zur Verfügung gestellten Beiträge werden abgezogen. Es ergeben sich dann die aus dem Einsatz fossiler Energien resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Für die Gebäude einer Solarsiedlung darf ein spezifischer, auf die beheizte Wohnfläche bezogener Grenzwert von 33 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a nicht überschritten werden.

Anforderung:

- **Bestand:**  
**Maximal zulässige CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizwärme, Warmwasserbereitung und Strom**  
**40 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a für Bestandsgebäude kompakter Bauweise**

Erläuterung:

Für Solarsiedlungen im Bestand ist es notwendig, die Anforderungen zu reduzieren. Bei der Festlegung des Grenzwertes wurden Erfahrungswerte aus umgesetzten und geplanten Solarsiedlungen im Bestand berücksichtigt. Da es sich hierbei vorwiegend um Mehrfamilienhäuser mit niedrigem A/V-Verhältnis handelt, gilt der angegebene Grenzwert für Gebäude kompakter Bauweise. Für Solarsiedlungen im Bestand mit Gebäuden geringer Kompaktheit (z.B. Einfamilienhäuser) sollten Planungen zunächst der Auswahlkommission des Landes vorgestellt werden.

Die Angaben sind jeweils für die einzelnen Gebäude und als Mittelwert der Siedlung zu machen.

Die ermittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind folgendermaßen darzustellen:

- die CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a,
- die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/a.

Detaillierte Angaben zum Berechnungsverfahren enthält Kapitel 4.2. Hier sind auch die Anforderungen an die Berechnung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes aufgeführt.

Die Bewertung nur fossiler Energien mag dazu verleiten, den Energiebedarf eines Gebäudes weniger kritisch zu betrachten, solange ein Großteil des Bedarfs regenerativ gedeckt werden kann. Hier gilt es unbedingt zu beachten, dass auch regenerative Energien nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen. Auch die Nutzung solarer Beiträge zur Heizungsunterstützung, Brauchwassererwärmung und Stromerzeugung setzt eine Anlagentechnik voraus, die wiederum nur unter Aufwendung von Energie produziert werden kann. Um den planerischen Aufwand einzuschränken, wird auf die Berücksichtigung des kumulierten Energieaufwands verzichtet.

Vorrangiges Ziel der Gebäudeplanung muss es daher immer sein, nicht nur einen großen Teil des Energiebedarfs regenerativ zu decken, sondern generell den Bedarf so gering wie möglich zu halten.

### Mindestens Niedrigenergiehaus-Standard

Anforderung:

- **Mindestdämmstandard**  
**H<sub>T,max</sub> = 0,4 W/m<sup>2</sup>K**

Erläuterung:

Die EnEV bietet keine direkte Begrenzung des Jahresheizwärmebedarfs, sondern legt ein primärenergetisches Anforderungsniveau für das Gebäude in seiner Gesamtheit, d.h. den Wärmeschutz der Gebäudehülle und die für die Wärmeerzeugung vorgesehene Anlagentechnik fest.

Durch das Verfahren der EnEV ergibt sich ein Schwachpunkt für das Gesamtkonzept des Gebäudes. Durch Installation einer energetisch günstigen Anlagentechnik, die in Solarsiedlungen ohnehin vorausgesetzt wird, wird ein energetisch weniger günstiger Dämmstandard des Gebäudes ermöglicht.

Gerade der Dämmstandard ist jedoch i.d.R. für den Energieverbrauch des Gebäudes über Jahrzehnte hinweg eine bestimmende Größe. Für eine zukunftsorientierte, nachhaltige Bauweise, wie sie in den Solarsiedlungen gefordert wird, muss daher insbesondere dem Dämmstandard des Gebäudes erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden. In der EnEV wird dies zwar durch die Anforderung für den spezifischen auf die wärmeübertragende Gebäudehüllfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust H<sub>T</sub> (mittlerer U-Wert aller Umfassungsflächen eines Gebäudes) berücksichtigt - die hier geforderten maximal zulässigen Grenzwerte sind jedoch relativ hoch.

Für die Gebäude einer Solarsiedlung wird daher eine wesentlich schärfere Begrenzung des Mindestdämmstandards gefordert.

Unabhängig vom A/V-Verhältnis eines Gebäudes darf der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H<sub>T</sub> (mittlerer U-Wert aller Umfassungsflächen eines Gebäudes) einen Wert von 0,4 W/m<sup>2</sup>K nicht überschreiten.

Detaillierte Angaben zur Berechnung von H<sub>T</sub> enthält Kapitel 4.2.

Bei der Berechnung von H<sub>T</sub> ist zu berücksichtigen, dass der Fensterflächenanteil eines Gebäudes starken Einfluss auf die Höhe des sich ergebenden Wertes hat, da der U-Wert der Fenster deutlich über denen von Außenwand, Bodenflächen und Dachflächen liegt. Dies führt dazu, dass mit sinkendem Fensterflächenanteil der maximal zulässige Grenzwert von 0,4 leichter einzuhalten ist, der Dämmstandard der übrigen Bauteile also verringert werden kann.

Zu geringe Fensterflächenanteile widersprechen jedoch den Prinzipien des solaren Bauens. Zum einen sollte in einer Solarsiedlung ein möglichst großer Anteil des Energiebedarfs über passiv-solare Gewinne abgedeckt werden, zum anderen muss hinsichtlich des Wohnkomforts eine gute Belichtung und Besonnung der Aufenthaltsräume gewährleistet sein.

## Belichtung und Besonnung

Planungshinweis:

- Sicherstellung einer Mindestbelichtung und -besonnung aller Aufenthaltsräume der Gebäude gemäß DIN 5034.

Erläuterung:

Wesentlicher Bestandteil gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse ist die Tageslichtzufuhr zu allen Aufenthaltsräumen. Die Landesbauordnung NRW fordert für Aufenthaltsräume, dass das Rohbaumaß der Fensteröffnungen im Sinne einer ausreichenden Versorgung mit Tageslicht mindestens ein Achtel der Grundfläche des Raumes betragen muss.

Anforderung:

- **Solarer Deckungsgrad**  
**SDG  $\leq$  0,25**

Erläuterung:

Für die Gebäude in einer Solarsiedlung sollten zusätzlich auch gute Besonnungsverhältnisse geschaffen werden. Dies dient sowohl der Energieeinsparung durch solare Einträge als auch dem Wohlbefinden der Bewohner.

Es müssen mindestens 25 % des Heizwärmebedarfs über Sonneneinstrahlung erbracht werden, d.h. der solare Deckungsgrad SDG darf den Wert 0,25 nicht unterschreiten.

Der solare Deckungsgrad eines Gebäudes SDG wird zu

$$\text{SDG} = Q_s / (Q_H + Q_s)$$

berechnet, wobei  $Q_s$  die ermittelten nutzbaren solaren Zugewinne über die Fensterflächen und  $Q_H$  der ermittelte Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes sind.

Für Solarsiedlungen im Bestand wird die Einhaltung der genannten Anforderung empfohlen. Jedoch zeigt die Praxis, dass eine großzügige Öffnung der Fassaden vielfach nicht möglich ist. In jedem Fall müssen Aussagen zu den Belichtungsverhältnissen getroffen und der Auswahlkommission des Landes vorgelegt werden.

## Gebäudedichtheit

Planungshinweis:

- Gebäudedichtheit  
 $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$

Erläuterung:

Ein weiterer entscheidender Faktor für eine mögliche Reduzierung des Heizwärmebedarfs ist die Gewährleistung einer weitestgehend luftdichten Gebäudehülle. Hier werden bei der Errichtung von Gebäuden immer wieder Fehler gemacht, die zu einem späteren Zeitpunkt nur schwer zu korrigieren sind.

Empfehlenswert ist es in jedem Falle, die Gebäudedichtheit mittels eines Drucktests (Blower-Door) zu überprüfen. Dabei wird mit einem in einer Außentür bzw. einem Außenfenster eingebauten Gebläse das gesamte Gebäude auf Unter- oder Überdruck gehalten. Hieraus lässt sich jeweils die durch Fugen in der Gebäudehülle hindurchströmende Luftmenge bestimmen. Aus den Ergebnissen wird der mittlere Luftwechsel  $n_{50}$  bei 50 Pa Differenzdruck bestimmt.

In einer Solarsiedlung soll der bei 50 Pa Druckdifferenz gemessene, auf das Netto-Luftvolumen des Gebäudes bezogene Luftvolumenstrom  $n_{50}$  einen Wert von  $1,5 \text{ h}^{-1}$  nicht überschreiten.

## Kühlung von Gebäuden

Anforderung:

- **Kühlung von Gebäuden nur durch Maßnahmen ohne bzw. bei nur geringem Einsatz fossiler Energie**

Erläuterung:

Bei Solargebäuden mit hohem Fensterflächenanteil kann es im Sommer zu einem Überhitzungsproblem kommen. Diesem Problem ist durch eine besonders umsichtige Planung zu begegnen. Es dürfen nur Maßnahmen eingesetzt werden, die eine Kühlung von Gebäuden ohne bzw. bei nur geringem Einsatz fossiler Energie ermöglichen. Neben geeigneten Abschattungen ist die natürliche Fensterlüftung - besonders während der Nacht - das wichtigste Mittel, hohe Raumtemperaturen zu vermeiden. Darüber hinaus können Systeme, wie Lüfterwärmetauscher oder Erdsonden und Erdkollektoren eine vorhandene Lüftungsanlage bei der Kühlung unterstützen. Allerdings ist die dazu notwendige Antriebsenergie der Ventilatoren und Pumpen gering zu halten. Eine weitere Möglichkeit bietet der Einsatz von Sonnenenergie zur Kühlung. Auch bei der solaren Kühlung muss auf einen möglichst geringen Einsatz von Hilfsenergien geachtet werden.

Klassische Systeme, die mit Kompressionskältemaschinen oder anderen konventionellen Kälteaggregaten ausgestattet sind und einen hohen Einsatz fossiler Energie bedingen, sind nicht zu verwenden.

#### 4.1.2 Zentrale energetische Anforderungen

Anforderung:

- **Neben den beschriebenen, generell einzuhaltenden Anforderungen müssen zwei der drei folgenden Forderungen umgesetzt werden**

Anforderung:

- **Mindestens ein aktivsolares System**

Erläuterung:

Es ist in jedem Fall ein aktivsolares System für jedes Gebäude in einer Solarsiedlung zu realisieren, welches die Idee der Solarenergienutzung nach außen sichtbar macht. Konkret bedeutet dies, dass für die Brauchwassererwärmung thermische Kollektoren vorzusehen sind, wenn für ein Gebäude keine Photovoltaikanlage zum Einsatz kommt. Wenn für ein Gebäude keine thermischen Kollektoren geplant sind, muss daher für die Stromerzeugung eine Photovoltaikanlage eingesetzt werden.

Forderung 1:

- **"3-Liter-Haus"**  
 $Q_H \leq 35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

oder

- **Passivhaus**  
 $Q_H \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Erläuterung:

Forderung 1: "3-Liter-Haus" oder Passivhaus

Eine vorbildliche Begrenzung des Heizwärmebedarfs stellen energetische Standards vom "3-Liter-Haus" bis hin zum Passivhaus dar. Beide Gebäudeformen stellen hohe Anforderungen an die Planung, den Dämmstandard und die Bauausführung. Auch können beide nicht auf eine Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung verzichten.

Der Begriff des "3-Liter-Hauses" wurde geprägt, weil der Verbrauch etwa 3 Litern Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche im Jahr entspricht. Hiernach darf der Jahresheizwärmebedarf eines Gebäudes  $Q_H$  einen Wert von  $35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  nicht überschreiten. Für die Beheizung wird noch eine komplette Heizanlage benötigt, auch wenn die Heizflächen sehr klein ausfallen.

Das Passivhaus stellt eine konsequente Fortführung des Gedankens der Energieeinsparung dar. Im Gegensatz zum "3-Liter-Haus" kann in der Regel auf eine Heizanlage im klassischen Sinne verzichtet werden. Die benötigte Heizwärme kann über die ohnehin erforderliche Zuluft zugeführt werden, wobei selbst hier zu prüfen ist, ob in Teilbereichen eines Gebäudes (z.B. Eckraum in einem Mehrfamilienhaus) zusätzliche Möglichkeiten der Wärmebereitstellung vorgesehen werden müssen. Den bei der Heizanlage eingesparten Kosten stehen beim Passivhaus Mehrkosten für eine in jedem Fall notwendige 3-Scheibenverglasung und hochwärmedämmter Fensterrahmen gegenüber, auf die bei entsprechender Planung beim "3-Liter-Haus" verzichtet werden kann.

Grundvoraussetzung für die Funktionsfähigkeit eines Passivhauses ist die Begrenzung des Jahresheizwärmebedarfs auf maximal  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

Anforderung:

- **Gebäudedichtheit "3-Liter-Haus"**  
 $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$
- **Gebäudedichtheit Passivhaus**  
 $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

Erläuterung:

Von besonderer Bedeutung ist bei derartigen Gebäuden die Luftdichtheit der Gebäudehülle. Eine Überprüfung der Luftdichtheit ist daher unumgänglich. Sie ist mittels eines Drucktests (Blower-Door) nachzuweisen.

Für "3-Liter-Häuser" gilt die Mindestanforderung, dass  $n_{50}$  einen Wert von  $1,0 \text{ h}^{-1}$  nicht überschreiten darf.

Für Passivhäuser gilt als Anforderung:

Der bei 50 Pa Druckdifferenz gemessene, auf das Netto-Luftvolumen des Gebäudes bezogene Luftvolumenstrom  $n_{50}$  darf einen Wert von  $0,6 \text{ h}^{-1}$  nicht überschreiten.

Diese Werte sind als Grenzwerte anzusehen, niedrigere Werte sind anzustreben.

Forderung 2:

- **Solarer Deckungsgrad Warmwasserbereitung mindestens 60 %**
- **Berücksichtigung von Verlusten bei der Ermittlung des solaren Deckungsgrades der Warmwasserbereitung**

Erläuterung:

Forderung 2: Solare Warmwasserbereitung

Der Energiebedarf zur Warmwasserbereitung soll möglichst zu einem hohen Anteil durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

Der zur Warmwasserbereitung benötigte Energiebedarf soll zu mindestens 60 % durch eine thermische Solaranlage gedeckt werden. Bei der Planung der Kollektoranlage sind die durch die Anlagentechnik verursachten Verluste (Leitungs- und Speicherverluste) zu berücksichtigen. Der von der Anlage erbrachte Deckungsanteil muss nach Abzug der Verluste mindestens 60 % der benötigten Nutzenergie betragen. Angaben zur Berechnung des für ein Gebäude anzusetzenden Warmwasserbedarfs und der bei der Warmwasserbereitung anzusetzenden Verluste enthält Kapitel 4.2.

Alternativ kann die Warmwasserbereitung mit einem Heizungssystem kombiniert werden, welches andere erneuerbare Energien nutzt. Dieses System muss dann nach Abzug von Verlusten ebenfalls zumindest 60 % der für die Warmwasserbereitung benötigten Nutzenergie durch Nutzung regenerativer Energien zur Verfügung stellen.

Forderung 3:

■ **Photovoltaikanlage mindestens 1 kW<sub>P</sub> pro Wohneinheit**

Erläuterung:

Forderung 3: Solare Stromerzeugung

Der Minderung des Stromverbrauchs ist in Solarsiedlungen allerhöchste Aufmerksamkeit zu widmen. Aufgrund des schlechten Wirkungsgrades bei der Stromerzeugung des aus dem Netz bezogenen Stroms bietet die solare Stromerzeugung ein besonders großes Potenzial der CO<sub>2</sub>-Einsparung.

Im Fall der eigenständigen solaren Stromerzeugung ist eine Mindestleistung von 1 kW<sub>P</sub> pro Wohneinheit vorzusehen. Angaben zur Berechnung des für ein Gebäude anzusetzenden Strombedarfs enthält Kapitel 4.2.

Anforderung:

■ **Für Gebäude im Bestand ist neben den Mindestanforderungen an die Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ( $E_{CO_2} \leq 40 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2\text{a}$ ) und die Dämmung der Gebäude ( $H_{T,max} \leq 0,4 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ) die Umsetzung eines aktivsolaren Systems (Forderung 2 oder Forderung 3) als zentrale energetische Anforderung ausreichend.**

### 4.1.3 Zusammenhänge bei der Umsetzung der Anforderungen

Die generelle Hauptanforderung an Gebäude in einer Solarsiedlung liegt, unabhängig von der Wahl der Forderungen 1 - 3, in der Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf maximal 33 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a. Ziel dieser lenkenden Maßnahme ist es, mit größtmöglicher planerischer Freiheit eine gleichwertige Qualität zu erreichen.

Wird eine Kombination der Forderungen 2 und 3 gewählt, so sind zunächst zum einen die hierfür angegebenen solaren Mindestdeckungsbeiträge für die Warmwasserbereitung (mindestens 60 % Deckungsgrad) und den Strombedarf (mindestens 1 kW<sub>P</sub>) nachzuweisen. Zum anderen muss das Gebäude den Mindestanforderungen an den Dämmstandard ( $H_T \leq 0,4 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ) genügen.

Im Anschluss ist zu prüfen, ob der CO<sub>2</sub>-Grenzwert bei Umsetzung der genannten Mindestanforderungen eingehalten wird. Wird der Grenzwert überschritten, müssen Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durchgeführt werden. Es steht dem Planer frei, ob er hierzu den Wärmebedarf des Gebäudes (z.B. durch erhöhte Dämmung oder den Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung) senkt oder die Flächen der aktivsolaren Systeme (Kollektoren, PV-Module) erhöht.

Das folgende Berechnungsbeispiel in Abbildung 4-2 zeigt, dass sogar für ein Gebäude mit sehr ungünstigen Eigenschaften der vorgegebene CO<sub>2</sub>-Grenzwert eingehalten werden könnte. Das Gebäude wird als Niedrigenergiehaus ausgeführt, so dass zusätzlich die Forderungen 2 und 3 umzusetzen sind.

Obwohl das berechnete Beispielhaus nicht mit einer Lüftungsanlage ausgestattet ist, werden die Anforderungen erfüllt.

Um einen den Anforderungen an die Raumluftqualität entsprechenden Luftwechsel einzuhalten, sollten Niedrigenergiehäuser jedoch mindestens mit einer Abluftanlage ausgestattet werden (s. Kap. 4.3).

Abbildung 4-2 Berechnungsbeispiel Einfamilienhaus  
Umsetzung der Forderungen 2 und 3  
Quelle: Wortmann & Scheerer

### Gebäudedaten:

Freistehendes Einfamilienhaus in Massivbauweise mit Keller

- Wohnfläche 169 m<sup>2</sup>
- $A/V = 0,73 \text{ m}^{-1}$
- Wärmeversorgung über Gasbrennwertgerät
- Dichtheitsprüfung
- Außenwanddämmung 140 mm  
( $U = 0,236 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Dämmung Kellerdecke 120 mm  
( $U = 0,290 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Dachdämmung 240 mm  
( $U = 0,204 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Fenster: Verglasung  $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Rahmen  $U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Fensterflächenanteil Süd = 34 %
- Keine Lüftungsanlage/Abluftanlage
- Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung,  
Deckungsgrad 60 %
- Photovoltaikanlage 2,0 kW<sub>P</sub>

### Berechnungsergebnisse:

- $H_T = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Solarer Deckungsgrad  
SDG = 29 % > 25 %
- $Q_H = 71,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
=> 15,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Rest Warmwasser  
 $Q_{WW} = 12,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
=> 2,6 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Rest Strombedarf  
 $Q_{el} = 24,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
=> 14,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Summe: 32,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a  
max. zul. 33,0 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a

**Alle Anforderungen erfüllt!**

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass der angegebene Jahresheizwärmebedarf  $Q_H$  auf die beheizte Wohnfläche (Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  nach PHPP) und nicht auf die bisher als Bezugsgröße dienende Nutzfläche  $A_N$  bezogen ist. Hierdurch ergibt sich ein wesentlich höherer Wert. Durch Bezug auf  $A_N$  würde sich ein spezifischer Heizwärmebedarf von nur etwa 58 kWh/m<sup>2</sup>a ergeben.

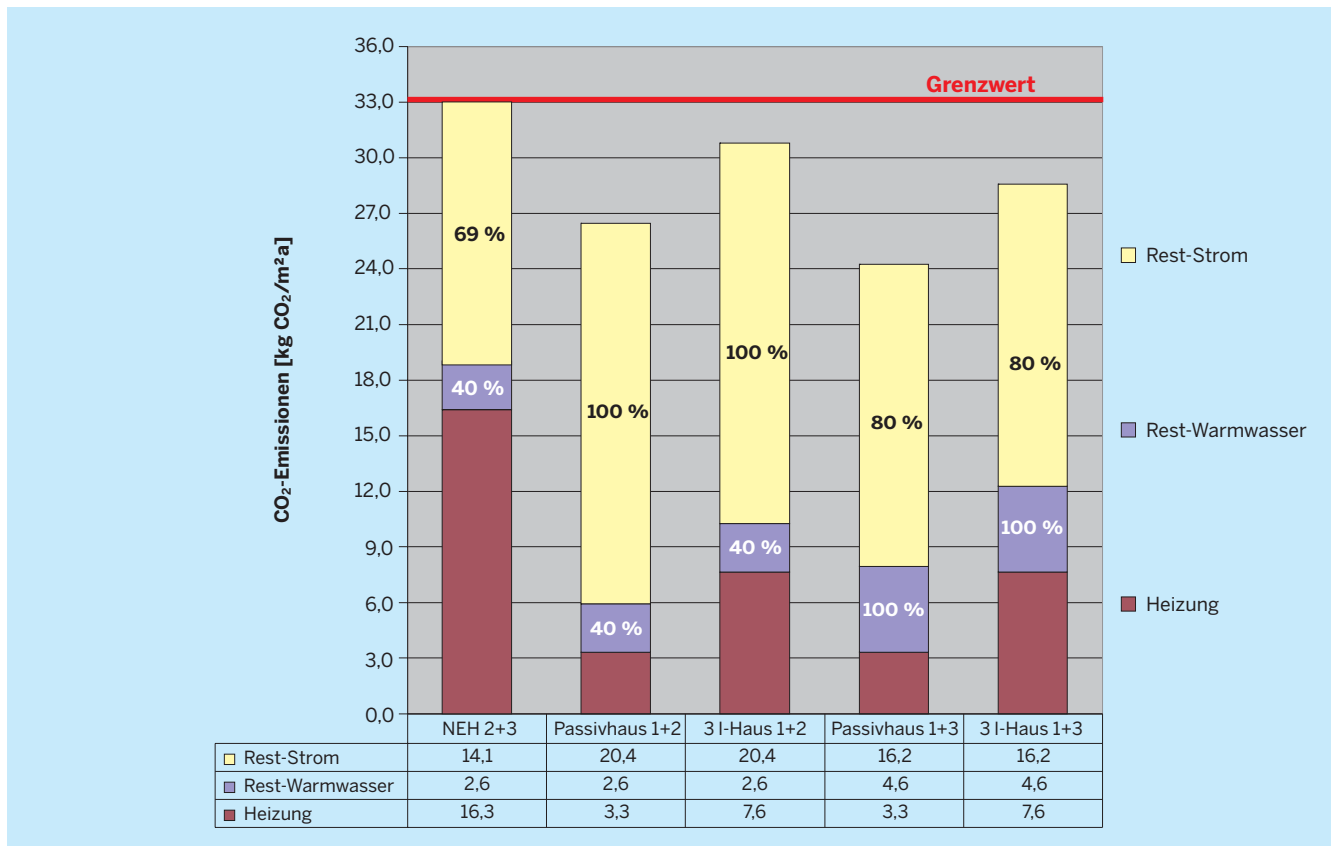
Bei der Berechnung wurde von der in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Überprüfung der Gebäudedichtheit ( $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ ) ausgegangen. Um den CO<sub>2</sub>-Grenzwert von 33 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a einzuhalten, ergibt sich bei Einsatz von Gasbrennwerttechnik dann der in der Abbildung 4-2 aufgeführte, notwendige Dämmstandard für das Gebäude.

Die folgende Abbildung 4-3 zeigt beispielhaft die sich ergebenden CO<sub>2</sub>-Emissionen für unterschiedliche Kombinationen der Forderungen 1 bis 3 für ein freistehendes Einfamilienhaus.

Bei Wahl der Forderungen 1 und 3 ist die mindestens vorzusehende Größe der Photovoltaikanlage von 1 kW<sub>P</sub> zur Einhaltung des geforderten CO<sub>2</sub>-Grenzwertes ausreichend. Bei einem Ertrag der Photovoltaikanlage von 850 kWh/kW<sub>P</sub>a ergibt sich bei einer Wohnfläche von 120 m<sup>2</sup> eine Eigenstromerzeugung von 7,08 kWh/m<sup>2</sup>a. Das entspricht einem Deckungsanteil am Stromverbrauch von 20 %.

Bei Wahl der Forderungen 2 und 3 hingegen reicht eine solche Anlage nicht aus. Um den CO<sub>2</sub>-Grenzwert einzuhalten, muss eine Anlagengröße von 1,5 kW<sub>P</sub> vorgesehen werden.

Abbildung 4-3 Beispiele für die aufsummierten CO<sub>2</sub>-Emissionen für verschiedene Fälle von 2 der 3 Anforderungen für ein Gebäude mit A<sub>EB</sub> = 120 m<sup>2</sup>. Hier alle Varianten mit Wärmeerzeugung durch Gas-Brennwerttechnik  
Quelle: Wortmann & Scheerer



Andere Voraussetzungen ergeben sich für eine Solarsiedlung im Bestand. Hier reicht neben der Einhaltung der Mindestanforderungen die Umsetzung eines aktivsolaren Systems aus.

In der folgenden Abbildung 4-4 wird exemplarisch für eine Solarsiedlung im Bestand die Berechnung für ein Mehrfamilienhaus im Bestand gezeigt. Generell sind hier zunächst die

Mindestanforderungen an die Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf maximal 40 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a und an den Dämmstandard ( $H_T \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) nachzuweisen. Es ergeben sich die aufgeführten Dämmungen (U-Werte) als Mindestanforderung. Als aktivsolares System wurde die solare Warmwasserbereitung nach Forderung 2 umgesetzt.

Abbildung 4-4 Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus im Bestand, Umsetzung der Forderung 2  
Quelle: Wortmann & Scheerer

#### Gebäudedaten:

Mehrfamilienhaus in Massivbauweise im Bestand

- Wohnfläche 800 m<sup>2</sup>
- A/V = 0,32 m<sup>-1</sup>
- Wärmeversorgung über Gasbrennwertgerät
- Dichtheitsprüfung
- Außenwanddämmung 140 mm (U = 0,21 W/m<sup>2</sup>K)
- Dämmung Kellerdecke 2 x 70 mm (U = 0,23 W/m<sup>2</sup>K)
- Dachdämmung 260 mm zwischen den Sparren und 80 mm in Installationsebene (U = 0,11 W/m<sup>2</sup>K)
- Fenster: Verglasung U = 1,1 W/m<sup>2</sup>K  
Rahmen U < 2,0 W/m<sup>2</sup>K
- Keine Lüftungsanlage/Abluftanlage
- Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung  
Deckungsgrad 60 %

#### Berechnungsergebnisse:

- $H_T = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Berechnung des Heizwärmebedarfs mit detaillierter Wärmebrückenberechnung
- $Q_H = 60,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
=> 13,0 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Rest Warmwasser  
 $Q_{ww} = 12,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
=> 2,6 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Rest Strombedarf  
 $Q_{el} = 34,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
=> 20,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Summe: 36,0 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a  
max. zul. 40,0 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a

**Alle Anforderungen erfüllt!**



## 4.2 Berechnungsverfahren

Im Folgenden werden die an das Berechnungsverfahren gestellten Anforderungen für den Nachweis sowie die anzusetzenden Randbedingungen erläutert.

Es sei hier darauf hingewiesen, dass die berechneten Bedarfswerte in starkem Maße vom Nutzerverhalten der späteren Bewohner eines Gebäudes abhängig sind. So können für das hier zur Anwendung kommende Berechnungsverfahren z.B. für den Verbrauch von Warmwasser und Strom nur Durchschnittswerte als Basis dienen. Auch hinsichtlich des Lüftungsverhaltens der Bewohner können nur Annahmen getroffen werden. Der später ermittelte reale Energiebedarf eines Gebäudes kann daher von den Berechnungsergebnissen abweichen.

### 4.2.1 Heizwärmebedarf $Q_H$ und spezifischer, auf die wärmeübertragende Gebäudehüllfläche bezogener Transmissionswärmebedarf $H_T$

Auf den ersten Blick bietet sich die aktuelle Energieeinsparverordnung (EnEV) als Berechnungsverfahren an, da die Einhaltung der hier festgesetzten gesetzlichen Anforderungen ohnehin für jedes Gebäude nachzuweisen ist. Bei genauerer Betrachtung ergeben sich dadurch jedoch, gerade für Gebäude innerhalb einer Solarsiedlung, die einem sehr hohen energetischen Standard genügen, gravierende Nachteile.

So ist das Berechnungsverfahren der EnEV zum Beispiel für den bei Wahl der Forderung 1 notwendigen Nachweis zum Passivhausstandard nicht ausgelegt. Randbedingungen wie eine mit 19 °C angenommene Raumlufttemperatur oder relativ hoch angesetzte innere Wärmegewinne von 5 W/m<sup>2</sup> können bei der Projektierung von Gebäuden mit sehr geringem Heizwärmebedarf nicht angesetzt werden.

Als Alternative zum Berechnungsverfahren der EnEV bietet sich das Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP) vom Passivhaus-Institut Darmstadt an. Hiermit werden seit langem bei der Projektierung von Passivhäusern gute Ergebnisse erzielt. Es besteht eine nachweislich gute Übereinstimmung von berechneten und in realisierten Gebäuden tatsächlich verbrauchten Energiemengen.

Ein besonderer Vorteil des Berechnungsverfahrens liegt in der detaillierten Bewertung der Fensterflächen. Je nach Art der Verglasung können die Rahmenanteile und somit natürlich auch die verglasten Flächen der Fenster stark variieren. Sie haben entscheidenden Einfluss auf die solaren Gewinne und somit auf den Heizwärmebedarf des Gebäudes. Gerade bei der in Solarsiedlungen entstehenden Solararchitektur ist dies von besonderer Bedeutung, eine exakte Berücksichtigung also besonders wichtig.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs  $Q_H$  und des spezifischen Transmissionswärmebedarfs  $H_T$  hat wegen der ausgeführten Aspekte generell, unabhängig von der Wahl der Anforderungen, mit dem Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP) vom Passivhaus-Institut Darmstadt zu erfolgen.

Zur Berechnung des spezifischen, auf die wärmeübertragende Gebäudehüllfläche bezogenen Transmissionswärmebedarfs  $H_T$  ist für sämtliche Bauteile des Gebäudes zunächst das Produkt aus

$$\text{Bauteilfläche} \cdot \text{U-Wert} \cdot \text{Reduktionsfaktor } f_t$$

aufzusummieren. Die sich ergebende Summe ist durch die Gesamtfläche aller Bauteile zu teilen.

Diese Berechnung ist anhand der Vorgaben im Datenblatt "Heizwärme" im PHPP leicht durchzuführen.

Bei den Berechnungen sind die folgenden Randbedingungen anzusetzen:

### 4.2.2 Beheizte Fläche

Als beheizte Wohnfläche ist die sogenannte Energiebezugsfläche ( $A_{EB}$ ) nach PHPP einzusetzen. Diese ist definiert als die Wohnfläche nach der II. Berechnungsverordnung innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes, die üblicherweise in den Bauantragsplänen eingetragen ist.

Generell dürfen bei der Ermittlung der Fläche keine Wintergärten, Terrassen und Balkone und auch keine Räume, die sich außerhalb der thermischen Hülle befinden, berücksichtigt werden.

Keller- und Nebenräume dürfen zu 60 % ihrer Fläche zur Energiebezugsfläche hinzugerechnet werden, soweit sie sich innerhalb der thermischen Hülle befinden.

Grundsätzlich nicht angerechnet werden Flächen über oder unter Treppen.

Im Vergleich zu der nach EnEV über das Gebäudevolumen berechneten Nutzfläche  $A_N$  ist die Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  i.d.R. erheblich geringer. Hierdurch ergibt sich für das exakt gleiche Gebäude nach PHPP ein wesentlich höherer Wert für den flächenbezogenen Jahresheizwärmebedarf.

Dies führt dazu, dass nach PHPP ermittelte Ergebnisse mit nach den Berechnungsverfahren der EnEV berechneten Bedarfswerten nicht vergleichbar sind.

### 4.2.3 Luftwechselrate

Die Berechnung der für ein Gebäude benötigten Luftwechselrate erfolgt im Programm PHPP im Datenblatt "Lüftung".

Hier ist zur Ermittlung der Luftwechselrate für den Geschosswohnungsbau der notwendige Außenluftanteil über die Belegung (Personenzahl) des Gebäudes zu bestimmen. Es wird ein Außenluftanteil von 30 m<sup>3</sup> pro Person und Stunde zugrunde gelegt.

Zur Ermittlung der Luftwechselrate für Einfamilienhäuser ist zum einen der notwendige Außenluftanteil über die Belegung (Personenzahl) des Gebäudes, zum anderen der benötigte Außenluftanteil nach dem Abluftbedarf zu bestimmen. Hinsichtlich der Belegung wird ein Außenluftanteil von 30 m<sup>3</sup> pro Person und Stunde zugrunde gelegt. Der Außenluftanteil für die Ablufträume ist nach DIN 1946, Teil 6 zu bestimmen.

Die anzusetzende Luftwechselrate ergibt sich als Maximum der beiden ermittelten Werte.

Grundsätzlich darf ein mittlerer Luftwechsel von 0,4 h<sup>-1</sup> nicht unterschritten werden.

Bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden, in denen eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorgesehen werden soll, ist der im Datenblatt "Lüftung" des Passivhaus Projektierungs Pakets einzugebende Wärmebereitstellungsgrad  $h_{\text{eff,WRG}}$  auf Basis der vom Europäischen Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e.V. (TZWL) veröffentlichten aktuellen Prüfergebnisse zu ermitteln. Aus den Prüfergebnissen ist der für das ausgewählte Lüftungsgerät angegebene Mittelwert für  $h_{\text{WRG}}$  zugrunde zu legen. Als anrechenbarer Wert dürfen im PHPP nur 90 % dieses Wertes eingesetzt werden. Dies geschieht aus Sicherheitsgründen und berücksichtigt, dass die Werte nach TZWL unter Prüfbedingungen ermittelt werden, die mit realen Bedingungen in Gebäuden nicht immer übereinstimmen.

### 4.2.4 Verschattung

Die Minderung der solaren Einträge durch Verschattungen wird im Programm PHPP im Datenblatt "Verschattung" berechnet. Berücksichtigt werden hier Verschattungen durch benachbarte Gebäude (Verschattungsfaktor Horizontal), durch Fensterlaibungen (Verschattungsfaktor Laibung) und durch auskragende horizontale Elemente über den Fenstern wie z.B. Balkone (Verschattungsfaktor Überstand).

In der Spalte "zusätzlicher Reduktionsfaktor Verschattung" können die in der solarenergetischen Vorprüfung ermittelten Einstrahlungsverluste direkt in Abzug gebracht werden. Auf die Eingabe benachbarter verschattender Objekte ("Höhe des Verschattungsobjekts" und "Horizontalentfernung") kann dann verzichtet werden.

Die durch die Fensterlaibungen und eventuell vorhandene Überstände verursachten Verschattungen sind i.d.R. bei der solarenergetischen Vorprüfung noch nicht erfasst und müssen daher gemäß PHPP berechnet werden.

### 4.2.5 Warmwasserbereitung

Generell wird bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne genaueren Nachweis von einem auf die Wohnfläche bezogenen, spezifischen Endenergiebedarf von 21,2 kWh/m<sup>2</sup>a für die Warmwasserbereitung ausgegangen. Dieser Wert beinhaltet einen Warmwasserbedarf von 15,1 kWh/m<sup>2</sup>a (Nutzenergie) sowie die sich für Zirkulationsleitungen, Warmwasserverteilungen und Warmwasserspeicher ergebenden Verluste.

Bei der Ermittlung des Nutzenergiebedarfs wird generell ein Warmwasserverbrauch von

25 Litern pro Person und Tag bei 60 °C  
bzw.  
36 Litern pro Person und Tag bei 45 °C

zugrundegelegt. Die Verbrauchswerte entsprechen dem nach PHPP angegebenen durchschnittlichen Warmwasserbedarf.

Desweiteren wird von einer durchschnittlichen Wohnfläche von 35 m<sup>2</sup> pro Person ausgegangen.

Bei einer Frischwassertemperatur von 10 °C ergibt sich mit den angegebenen Werten ein Nutzenergiebedarf von

530 kWh/(Pers. · a) bzw. 15,1 kWh/m<sup>2</sup>a.

Die vorgegebene Belegungsdichte von 35 m<sup>2</sup> pro Person ist auch anzusetzen, wenn bei der Planung eines Gebäudes eine hiervon abweichende Belegung vorgesehen ist. Wird zum Beispiel eine Wohnung mit einer Wohnfläche von 120 m<sup>2</sup> für 2 Personen, also 60 m<sup>2</sup> pro Person, geplant, so würde sich hierfür ein spezifischer Bedarf von nur 8,8 kWh/m<sup>2</sup>a ergeben. Der anzusetzende Wert von 15,1 kWh/m<sup>2</sup>a würde also deutlich unterschritten. Eine Auslegung der Anlagentechnik zur Warmwasserbereitung auf dieser Grundlage wäre im Hinblick auf die Zukunft nicht sinnvoll.

Bei späterem Verkauf der Wohnung wäre eine höhere Belegungsdichte sehr wahrscheinlich. Zum einen wäre in diesem Fall eine eventuell vorgesehene Solaranlage für den erhöhten Bedarf nicht mehr ausreichend, zum anderen würde der für eine Solarsiedlung prognostizierte Energiebedarf überschritten.

Die Verluste für Zirkulationsleitungen, Warmwasserverteilungen und Warmwasserspeicher werden bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne genaueren Nachweis mit 6,1 kWh/m<sup>2</sup>a angesetzt. Falls hierfür durch eine detaillierte Berechnung geringere Verluste nachgewiesen werden können, dürfen diese bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt werden.

Die Berechnung des zur Auslegung der Anlagentechnik benötigten Warmwasserbedarfs ergibt sich aus der Belegung eines Gebäudes. Für ein Einfamilienhauses mit 120 m<sup>2</sup> Wohnfläche würde sich zum Beispiel eine Belegung von

$$120\text{m}^2 / (35 \text{ m}^2/\text{Pers.}) = 3,43 \text{ Personen}$$

ergeben. Der Warmwasserbedarf errechnet sich dann zu

$$3,43 \text{ Pers.} \cdot 25 \text{ L}/(\text{d} \cdot \text{Pers.}) = 83,5 \text{ L}/\text{d} \text{ (bei } 60^\circ\text{C)}$$

bzw.

$$3,43 \text{ Pers.} \cdot 36 \text{ L}/(\text{d} \cdot \text{Pers.}) = 123,5 \text{ L}/\text{d} \text{ (bei } 45^\circ\text{C)}$$

#### 4.2.6 Stromverbrauch

Es wird von einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 1200 kWh/Pers. · a ausgegangen. Legt man wiederum eine durchschnittliche Wohnfläche von 35 m<sup>2</sup> pro Person zugrunde, so ergibt sich ein flächenbezogener Strombedarf von 34,3 kWh/m<sup>2</sup>a. Dieser Wert ist generell für alle Gebäude einer Solarsiedlung anzusetzen.

#### 4.2.7 Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Zur Berechnung der Emissionen wird ein einfaches Bilanzierungsverfahren verwendet. Die Bilanzgrenze bildet das von dem Wärmeerzeuger versorgte Objekt. Im Falle eines Hauses ist dies die Gebäudehülle, für eine Siedlung mit einer zentralen Nahwärmeversorgung die Siedlungsgrenze.

Zu beachten ist, dass die eingesetzte Energie zum Bau und zum Recycling der Siedlung in dieser Berechnung nicht berücksichtigt wird.

Dennoch ist besonderes Augenmerk auf die Auswahl der Baustoffe hinsichtlich Energieeinsparung bei der Herstellung, Verarbeitung und beim Recycling zu legen. Generell wird in diesem Zusammenhang für Gebäude einer Solarsiedlung davon ausgegangen, dass stets energiesparende Technologien (geregelt Pumpen, Ventilatoren mit geringem Stromverbrauch usw.) eingesetzt werden.

Leitgrößen für die Bilanzierung sind der Wärmebedarf der Objekte inklusive des Warmwasserbedarfs, der ohne genaueren Nachweis mit 21,2 kWh/m<sup>2</sup>a festgelegt ist, und der mit 34,3 kWh/m<sup>2</sup>a berechnete Strombedarf.

Dabei werden den Energieträgern spezifische Emissionswerte zugeordnet. Grundlage hierfür ist das GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) in der jeweils gültigen Version. In der Tabelle 4-1 sind die im GEMIS 4.42 angegebenen Werte zusammengefasst (Stand Januar 2008). Die Werte gelten jeweils am Standort der Verbraucher (Wohnhäuser, Geschäfte).

Tabelle 4-1 Spezifische CO<sub>2</sub>-Faktoren für verschiedene Endenergieträger inkl. Vorkette nach GEMIS 4.42

Endenergieträger	Spezifischer CO <sub>2</sub> -Faktor [kg/kWh]
Strom	0,595
Erdgas	0,226
Heizöl	0,316
Holzpellets	0,027
Holz hackschnitzel	0,021

Wird innerhalb der Bilanzgrenze mit aktiven Systemen Strom erzeugt, zum Beispiel durch Photovoltaikanlagen oder BHKW, wird dieser in der Bilanz als Gutschrift berücksichtigt. Die Auslegung von Systemen mit gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom muss sich immer an dem Wärmebedarf der Objekte orientieren (wärmegeführte Betriebsweise). Dabei darf maximal der für Heizung und Warmwasser erforderliche Wärmebedarf erzeugt werden. Liegt die damit bereitgestellte Strommenge höher als der berechnete Jahresstrombedarf der Siedlung, so kann der darüber hinausgehende Anteil mit dem CO<sub>2</sub>-Faktor aus Tabelle 4-1 gutgeschrieben werden.

Im Sinne einer sicheren Basis für die Bewertung der Stromversorgung einer Solarsiedlung darf der aus dem Verbundnetz bezogene Strom nur mit dem in Tabelle 4-1 angeführten Wert bewertet werden. Dies gilt auch, wenn es sich um den sogenannten "grünen Strom" handelt, wie er von verschiedenen EVU angeboten wird. Eine Unterscheidung zwischen "grünem Strom" und "nicht grünem Strom" würde eine ständige Kontrolle der unterschiedlichen Angebote der Anbieter und eine ökologische Bewertung der jeweiligen Stromerzeugung voraussetzen - eine kaum zu bewältigende Aufgabe. Es kommt erschwerend hinzu, dass sich ständig Anbieter vom Markt zurückziehen oder hinzukommen. Innerhalb kürzester Zeit könnte es so zu einer Neubewertung der Energieversorgung einer Solarsiedlung kommen.

Zur Berechnung der tatsächlichen Emissionen der Solarsiedlung werden folgende Angaben benötigt:

- Heizwärmebedarf [kWh/a] (gesamt und solar bereitgestellt)
- Warmwasserbedarf [kWh/a] (gesamt und solar bereitgestellt)  
Der Warmwasserbedarf ist ohne genaueren Nachweis mit 21,2 kWh/m<sup>2</sup>a anzusetzen.
- Strombedarf [kWh/a]  
Der Strombedarf ist generell mit 34,3 kWh/m<sup>2</sup>a anzusetzen.
- Strombereitstellung durch aktive Systeme [kWh/a] (solar und gekoppelte Systeme)
- Angaben zum Wärmebereitstellungssystem
- Endenergieträger zur Deckung des Bedarfes an Heizwärme und Warmwasser

Die Bewertung des Wärmebereitstellungssystems erfolgt anhand der in der Tabelle 4-2 angegebenen Wirkungsgrade und Arbeitszahlen für verschiedene Systeme. Sollte das gewählte System hier nicht erfasst sein, ist eine eigene Abschätzung anzugeben und zu begründen.

Tabelle 4-2 Mittlere Wirkungsgrade / Arbeitszahlen von Wärmebereitstellungssystemen  
Quelle: Prof. Dr.-Ing. H.-J. Wagner

System zur Wärmebereitstellung	$\eta_{\text{thermisch}}$
Gas-Heizkessel	0,92
Elektrische Heizung	0,98
Öl-Heizkessel	0,93
Gas-Brennwertkessel	1,04
Gas-Wärmepumpe	1,80
Gas-BHKW	0,73
Elektro-Wärmepumpe, Wasser/Wasser	4,0
Elektro-Wärmepumpe, Sole/Wasser	3,8
Elektro-Wärmepumpe, Luft/Wasser	2,5
Weitere Systeme	Eigene Abschätzung mit Begründung

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgt nach der folgenden Gleichung:

$$E_{\text{CO}_2, \text{Objekt}} = \left\{ \left( \frac{Q_{\text{Heizung, gesamt}} - Q_{\text{Heizung, solar}}}{\eta_{\text{Bereitstellungssystem}}} \right) \cdot F_{\text{Brennstoff}} + \left( \frac{Q_{\text{Warmwasser, gesamt}} - Q_{\text{Warmwasser, solar}}}{\eta_{\text{Bereitstellungssystem}}} \right) \cdot F_{\text{Brennstoff}} + (S_{\text{gesamt}} - S_{\text{Erzeugung, Objekt}}) \cdot F_{\text{Strom}} \right\} \cdot \frac{1}{A_{\text{EB}}} \leq \text{Grenzwert CO}_2$$

mit:

- $E_{\text{CO}_2, \text{Objekt}}$  = Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen des Objektes [kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>]
- $Q_{\text{Heizung, gesamt}}$  = Nach PHPP ermittelter Gesamtwärmebedarf für Heizung [kWh/a]  
Für Fernwärmeversorgung und Energieträger aus Biomasse (z.B. Holz) bitte nachstehende Anmerkungen beachten
- $Q_{\text{Heizung, solar}}$  = Heizwärme solar bereitgestellt mit aktiven Systemen (Kollektoren) [kWh/a]
- $Q_{\text{Warmwasser, gesamt}}$  = Gesamtwärmebedarf für Warmwasser [kWh/a] (21,2 kWh/m<sup>2</sup>a)
- $Q_{\text{Warmwasser, solar}}$  = Solar bereitgestellte Energie für Warmwasser mit aktiven Systemen (Kollektoren) [kWh/a]
- $S_{\text{gesamt}}$  = Strombedarf gesamt [kWh/a] (34,3 kWh/m<sup>2</sup>a)
- $S_{\text{Erzeugung, Objekt}}$  = Stromerzeugung in dem Objekt. Bei Systemen mit gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom darf nur soviel Strom angesetzt werden, wie aus der Bereitstellung der maximal notwendigen Wärmemenge erzeugt werden kann [kWh/a]
- $F_{\text{Brennstoff}}$  = spezifischer CO<sub>2</sub>-Faktor aus Tabelle 4-1 [kg/kWh]
- $F_{\text{Strom}}$  = 0,595 kg/kWh
- $\eta_{\text{Bereitstellungssystem}}$  = Über das Jahr gemittelter Wirkungsgrad des Energiewandlungssystems (z.B. Heizung) aus Tabelle 4-1.
- $A_{\text{EB}}$  = Summe der beheizten Flächen des betrachteten Objektes [m<sup>2</sup>] (Energiebezugsfläche nach PHPP)
- Grenzwert CO<sub>2</sub> = 0,33 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a (Neubau) bzw. 40 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a (Bestand)

Anmerkungen zu den Berechnungen:

- Soll die Wärme für Heizung und/oder Warmwasser aus einem Fernwärmenetz bezogen werden, so sind gesonderte Emissionsfaktoren für das jeweilige Wärmeversorgungsnetz zu erfragen. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmebereitstellung können hier keine allgemeingültigen Aussagen getroffen werden.
- Regenerative Brennstoffe werden als CO<sub>2</sub>-neutral angesehen. Für diese Brennstoffe ist nur der nicht regenerative Anteil der Energie für die Verarbeitung und Gewinnung der Brennstoffe anzusetzen.
- Soll eine saisonale Speicherung von Wärme, zum Beispiel in Kiesbettspeichern, erfolgen, so ist für den bei der Auslegung des Systems angesetzten Wirkungsgrad dieses Speichers eine Begründung zu geben. Dieses Vorgehen ist notwendig, da allgemein verbindliche Kennwerte für diese Speicher wegen der Abhängigkeit von der Speichergröße, Speicherart und dem solaren Deckungsgrad der Wärmeversorgung nicht gegeben werden können. Die Begründung entfällt bei Kurzzeitwärmespeichern.

## 4.3 Hinweise zur Gebäudeplanung

### Kompaktheit (A/V-Verhältnis)

Einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch eines Gebäudes hat die Kompaktheit des Baukörpers, die sich durch das Verhältnis der wärmeübertragenden Hüllfläche eines Gebäudes A zu seinem Volumen V darstellen lässt. Kompakte Gebäude mit einem niedrigen A/V-Verhältnis verbrauchen bezogen auf ihre Wohnfläche deutlich weniger Energie als Gebäude geringer Kompaktheit.

Häufig führen gestalterische Aspekte zu einer Erhöhung der wärmeübertragenden Außenfläche bei gleichbleibender Wohnfläche. Genannt seien hier zum Beispiel eine mit Erkern versehene Fassade oder ein Versatz einzelner Reihenhäuser.

Die so erzielte optische Auflockerung der Bebauung wird mit zum Teil erheblichem Mehrverbrauch an Energie erkauft. Hier kommt dem Planer die Aufgabe einer sinnvollen Abwägung zwischen gestalterischen und energetischen Aspekten zu.

### Fensterflächen in den Fassaden

Die Nutzung der einfallenden solaren Strahlung setzt einen richtig dimensionierten Fensterflächenanteil in der Südfassade des Gebäudes voraus. Dabei ist zu beachten, dass die Fenster, betrachtet man allein die Transmissionsverluste, eine Schwachstelle in der wesentlich besser wärmegeprägten Außenwand darstellen. Dem steht ein Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung gegenüber. Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz großer Fensterflächenanteile ist demnach eine positive Energiebilanz der Fensterflächen, d.h. durch Wahl entsprechend günstiger Verglasungen (möglichst niedriger U-Wert bei gleichzeitig möglichst hohem g-Wert) müssen die durch solare Einstrahlung erzielten Wärmegewinne die Transmissionsverluste überragen.

Bei der Umsetzung des Passivhaus-Standards ist der Einsatz hochwertiger Fenster ohnehin unumgänglich. Der U-Wert des gesamten Fensters (Verglasung und Rahmen) sollte unter 0,8 W/m<sup>2</sup>K liegen. Dies setzt eine 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem g-Wert von mind. 50 % und einen entsprechend hochwertigen Fensterrahmen voraus.

Mit größerer südorientierter Fensterfläche nimmt dann der Heizwärmebedarf des Gebäudes ab. Allerdings muss beachtet werden, dass sich dieser Effekt nicht endlos fortsetzen lässt. Bis zu einem Fensterflächenanteil in der Südfassade von etwa 50 % ergibt sich durch größere Fensterflächen eine zunehmende Energieeinsparung.

Werden die Fensterflächen darüber hinaus erhöht, steigt die Einsparung nur noch unwesentlich, da ein immer geringerer Teil der solaren Gewinne nutzbar ist. Gleichzeitig ergibt sich eine zunehmende Gefahr für die thermische Behaglichkeit außerhalb der Heizperiode, die bei dem guten energetischen Standard der Gebäude einer Solarsiedlung relativ kurz ist. Die einfallende Sonnenstrahlung wird für die Beheizung nicht mehr benötigt und führt zu einer Überhitzung der Räume. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, muss für diese Zeit ein Sonnenschutz für die Fenster vorgesehen werden.

Aus den o. g. Erwägungen wird deutlich, dass die Nordfassade des Gebäudes wegen der fehlenden solaren Einstrahlung mit kleinen, möglichst nur den notwendigen Fensterflächen versehen werden sollte. Die Wahl der Fensterflächenanteile in der Ost- und Westfassade des Gebäudes ist stark vom Einsatz der Verglasung abhängig. Nur Fenster mit sehr guter Energiebilanz ermöglichen hier noch einen Wärmegewinn. Es muss jedoch beachtet werden, dass insbesondere bei ost- oder westorientierten Verglasungen die Gefahr von Überhitzungen mit zunehmender Fenstergröße steigt. Es müssen Verschattungseinrichtungen gewählt werden, die besonders bei niedrigen Sonnenständen wirksam sind.

### Speichermassen

Während sommerlicher Hitzeperioden ist auch die Gebäudemasse im Inneren des Gebäudes (Wände, Decken, Fußböden) von Bedeutung. Gebäude mit geringen inneren Massen (Leichtbauweise) neigen wegen der geringen Speicherfähigkeit dazu, sich schnell aufzuheizen. Starke äußere Temperaturschwankungen werden schnell an das Gebäude weitergegeben. Eine massivere Bauweise mit höherer innerer Wärmespeicherfähigkeit hingegen vermag größere Temperaturschwankungen deutlich zu dämpfen. Auch während der Heizperiode ist eine massivere Bauweise im Gebäudeinneren zumindest in Teilbereichen günstig. Fußböden und Wände, die von der Sonne direkt bestrahlt werden, können sich an der Oberfläche erwärmen und dabei einen Teil der eingestrahelten Energie speichern. Diese kann dann am Abend und in der Nacht an die Raumluft abgegeben werden.

### Glasvorbauten

Neben der direkten Sonneneinstrahlung durch Fensterflächen bestehen noch andere Möglichkeiten der Energieeinsparung durch passive Nutzung der Sonnenenergie. Eine dieser Möglichkeiten stellen verglaste Vorbauten, wie z. B. Wintergärten, die direkt vor die Südfassade des Gebäudes gesetzt werden, dar. Solche Vorbauten dürfen allerdings auf keinen Fall beheizt werden, da dies zu hohen Energieverlusten führen würde. Durch Sonneneinstrahlung wird die Luft innerhalb des Glasvorbaus auf eine höhere Temperatur als die der Außenluft gebracht. Dadurch werden die Transmissionsverluste in dem Bereich der Gebäudeaußenhülle, der innerhalb des Glasvorbaus liegt, verringert. Zusätzlich kann vor allem in den Übergangszeiten vorerwärmte Luft aus dem Glasvorbau in das Gebäude geleitet werden, um Lüftungswärmeverluste auszugleichen. Dies setzt allerdings eine sehr exakte Planung des Glasvorbaus und einen sehr bewussten Umgang des Gebäudenutzers mit der Zuluftregelung voraus. Verglichen mit anderen Maßnahmen bietet der Glasvorbau eine relativ geringe Energieeinsparung bei hohen Kosten und ist daher, sollten nicht andere Gründe für ihn sprechen, eine weniger interessante Lösung zur passiven Nutzung von Sonnenenergie. Bei der Beurteilung ist ausserdem zu berücksichtigen, dass der südseitige Glasvorbau die möglichen direkten Wärmegewinne für das Gebäude erheblich einschränkt.

### Transparente Wärmedämmung

Eine weitere Möglichkeit, solare Einstrahlung passiv zu nutzen, stellt die transparente Wärmedämmung (TWD) dar, die auf die Außenwand des Gebäudes montiert wird. Durch Sonneneinstrahlung wird die Wandoberfläche unter der TWD aufgeheizt. Die Wärme wird durch die Wand nach innen geleitet und dort zeitlich verzögert an die Räume abgegeben. Die Größenordnung der zeitlichen Verzögerung ist dabei von der Speicherfähigkeit der Außenwand abhängig. Um Überhitzungen der Räume auszuschließen, müssen Planung und Bauausführung sehr exakt durchgeführt werden. Außerdem sind Maßnahmen erforderlich, um die Wärmegewinne durch die TWD steuern zu können.

Die Möglichkeit einer Nachrüstung von TWD im Gebäudebestand muss aus o. g. Gründen sehr sorgfältig geprüft werden.

### Konsequenter Wärmeschutz

Solare Wärmegewinne können erst dann wirksam genutzt werden und einen hohen Beitrag zum benötigten Heizenergiebedarf liefern, wenn zuvor am Gebäude entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung unnötiger Energieverluste getroffen wurden.

Entscheidend dafür ist ein möglichst optimaler Wärmeschutz der gesamten Außenhülle des Gebäudes. Dieser Wärmeschutz ist für den Energieverbrauch wesentlich stärker bestimmend als Zugewinne durch Sonneneinstrahlung. Einsparungen bei der Wärmedämmung des Gebäudes können allein über die Sonne nicht wieder ausgeglichen werden.

Die Güte des Wärmeschutzes ist abhängig von der Realisierung einer möglichst durchgehenden, guten Dämmung der Außenhülle des Gebäudes bei gleichzeitiger Vermeidung von Wärmebrücken. Dies bewirkt neben der Energieeinsparung auch eine wesentliche Verbesserung des Raumklimas über deutlich höhere Temperaturen der Innenflächen der Raumwände.

Insbesondere die Umsetzung von Passivhäusern stellt hier hohe Anforderungen an die Bauteilkonstruktionen der Gebäudeaußenhülle. Es müssen i. d. R. U-Werte von unter  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  realisiert werden.

### **Wärmebrücken**

Die Entstehung von Wärmebrücken in der Konstruktion der Gebäudeaußenhülle lässt sich nicht vollständig vermeiden, kann jedoch durch eine sorgfältige Planung der Details in ihrer Wirkung stark eingeschränkt werden. Die dämmende Hülle des Gebäudes darf möglichst nicht durch Bauteile (z.B. Zwischendecken) durchbrochen werden. An das Gebäude angeschlossene Bauteile, wie Balkone und Glasvorbauten, müssen von der Außenhülle thermisch getrennt ausgeführt sein. Wo eine unterbrochene Dämmschicht nicht zu umgehen ist, sollte der Wärmedurchgangswiderstand in der Dämmebene durch Wahl geeigneter Materialien möglichst hoch gesetzt werden.

Weitere Wärmebrücken lassen sich durch lückenloses Schließen der Dämmlagen an Bauteilanschlüssen (z. B. Anschluss Außenwand - Dachfläche) und Einsetzen der Fenster in der Ebene der Wärmedämmung vermeiden. Eine abschließende Überprüfung eines Gebäudes hinsichtlich der weitestgehend wärmebrückenfreien Ausführung kann mit Hilfe von Thermografieaufnahmen durchgeführt werden.

Der Anteil der Wärmebrücken am Gesamtenergieverlust des Gebäudes gewinnt prozentual gesehen, insbesondere bei sehr gut gedämmten Gebäuden (Niedrigenergiehaus-Standard oder besser), zunehmende Bedeutung. Beim Passivhaus ist eine nahezu wärmebrückenfreie Konstruktion Grundvoraussetzung für das Gesamtkonzept. Der Planung von Anschlussdetails muss hier besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Darüber hinaus können sich, sollte die Vermeidung von Wärmebrücken nicht beachtet werden, ernsthafte Probleme für die Bausubstanz ergeben. Über die Verminderung der Wirksamkeit der Wärmedämmung hinaus kann es zu Kondenswasserbildung an den inneren Oberflächen des Gebäudes kommen.

### **Wärmedämmkläden und Wärmeschutzrollos**

Eine zusätzliche temporäre Dämmmöglichkeit besteht durch die Nachtisolation der Fensterflächen durch Wärmedämmkläden oder Wärmeschutzrollos. Es ist jedoch zu bedenken, dass Wärmedämmkläden generell sowohl außen wie innen einen hohen Platzbedarf haben und meist nur genutzt werden, wenn die Bedienung nicht zu aufwendig konstruiert ist. Wärmeschutzrollos hingegen lassen sich in der Regel sehr leicht handhaben und können auch zum sommerlichen Sonnenschutz verwendet werden, haben allerdings eine deutlich schlechtere Dämmwirkung als gute Wärmedämmkläden.

### **Dach- und Fassadenbegrünung**

Abschließend soll noch auf mögliche Energieeinsparungen infolge von Dach- und Fassadenbegrünung eingegangen werden. Bei Gebäuden, die nach Niedrigenergiehaus-Standard oder besser gedämmt sind, ist die Einsparung durch Begrünung nur von sehr geringer Größenordnung, kann aber aus anderen Erwägungen durchaus sinnvoll sein. Je nach Art der Begrünung wirkt sich diese mehr oder weniger positiv für den Schallschutz und den Wetterschutz des Gebäudes aus. Eine Dachbegrünung wirkt im Sommer als Wärmeschutz und entlastet die Dachkonstruktion, indem sie Temperaturschwankungen der Dachoberfläche deutlich dämpft.

### **Luftdichtigkeit der Gebäudehülle**

Eine gute Raumluftqualität ist für die Gesundheit und das Wohlbefinden unverzichtbar. Das hat zur Folge, dass verbrauchte Innenluft ständig durch im Allgemeinen bessere Außenluft ersetzt werden muss. Eine vollständige Vermeidung von Lüftungswärmeverlusten ist demnach nicht möglich.

Der Luftwechsel ist genau in der Größenordnung umzusetzen, in der er benötigt wird. Im Gebäude anfallende Schadstoffe müssen dabei nach außen abgeführt werden, während gleichzeitig eine Versorgung der Raumluft mit Sauerstoff gewährleistet sein muss. Anhand dieses Bedarfs muss der notwendige Luftwechsel für das Gebäude ermittelt und umgesetzt werden.

Die Betrachtung konventionell konstruierter Gebäude zeigt häufig einen nicht zufriedenstellenden Luftwechsel infolge von Undichtigkeiten in der Außenhülle. In Abhängigkeit der äußeren Bedingungen kann sich leicht ein zu hoher oder zu niedriger Luftaustausch ergeben. Dies kann einerseits zu hohen Lüftungswärmeverlusten und andererseits zu einer unzureichenden Belüftung des Wohnraumes führen.

Neben den Auswirkungen auf das Raumklima kann eine undichte Gebäudehülle den Schallschutz deutlich beeinträchtigen und sogar Bauschäden nach sich ziehen. Strömt Raumluft mit hoher Feuchte durch Undichtigkeiten nach außen, kann es innerhalb der dabei durchströmten Bauteile zu Kondenswasserbildung und somit zu einer Durchfeuchtung der Bauteile kommen.

All diese Aspekte verdeutlichen die Notwendigkeit der Luftdichtigkeit der Gebäudehülle. Um diese sicherzustellen, dürfen nicht allein mögliche Problembereiche in der Außenhülle des Gebäudes näher betrachtet werden. Auch im Innenbereich des Gebäudes treten häufig Fehler bei der Abdichtung von Nebenräumen und Schächten auf.

Wegen der beschriebenen Aspekte sollte für Gebäude innerhalb einer Solarsiedlung die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle mittels eines Drucktests (Blower-Door) überprüft werden. Für Passivhäuser ist diese Überprüfung ohnehin notwendig.

Ist die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle sichergestellt, müssen Alternativen zur Versorgung des Gebäudes mit dem notwendigen hygienischen Luftwechsel gefunden werden. Die einfachste Lösung stellt hier die Belüftung der Räume über die Fenster (Stoßlüftung) dar. Diese ist aber mit großen Nachteilen behaftet. Der benötigte Luftwechsel muss durch das verantwortungsbewusste Lüftungsverhalten des Nutzers, dem keine Kontrollmöglichkeiten zur Regulierung des Luftstroms zur Verfügung stehen, gewährleistet werden. Höhe und Richtung des Luftstroms können stark schwanken. Unnötig hohe Lüftungswärmeverluste einerseits und Unterversorgung mit Frischluft andererseits sind häufig die Folge.

Die bessere Alternative stellt hier die mechanische Lüftung dar, die durch ihre Regelfähigkeit eine gesicherte Innenluftqualität gewährleistet, wobei die Möglichkeit der Stoßlüftung weiterhin gegeben sein muss, um dem Bedürfnis des Nutzers nach einem stark erhöhten Luftwechsel insbesondere in den Sommermonaten zu entsprechen. Eine einfache und zuverlässige Möglichkeit der Lüftung ist die reine Abluftanlage. Um einen den Anforderungen an die Raumluftqualität entsprechenden Luftwechsel einzuhalten, sollten die Gebäude einer Solarsiedlung mindestens mit einer Abluftanlage ausgestattet werden.

#### Planungshinweis:

- Mindestens Einbau einer Abluftanlage zur Einhaltung des benötigten Luftwechsels

#### Erläuterung:

Über einen Abluftventilator wird die verbrauchte Luft vorwiegend aus den stärker belasteten Räumen wie Bad, WC und Küche nach außen (meist über Dach) abgeführt. Durch spezielle Zuluftdüsen in der Außenhülle strömt gleichzeitig Außenluft in die Wohn- und Schlafräume nach. Der Nachteil dieser Variante besteht in den hohen Lüftungswärmeverlusten, die sich aus dem Umstand ergeben, dass die in der Abluft enthaltene Energie ungenutzt nach außen abgeführt wird.

Im Gegensatz zur Abluftanlage gelangt bei der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung die Abluft nicht direkt nach außen, sondern wird durch einen Wärmetauscher geleitet, wo sie einen Teil der in ihr enthaltenen Energie an die Zuluft abführt. Im Gegensatz zur reinen Abluftanlage wird für die Zuführung der Zuluft ein zweiter Ventilator benötigt, der einen erhöhten Verbrauch von Betriebsstrom verursacht. Die durch die Wärmerückgewinnung eingesparten Lüftungswärmeverluste dürfen nicht über einen hohen Stromverbrauch der Anlage wieder verschenkt werden.

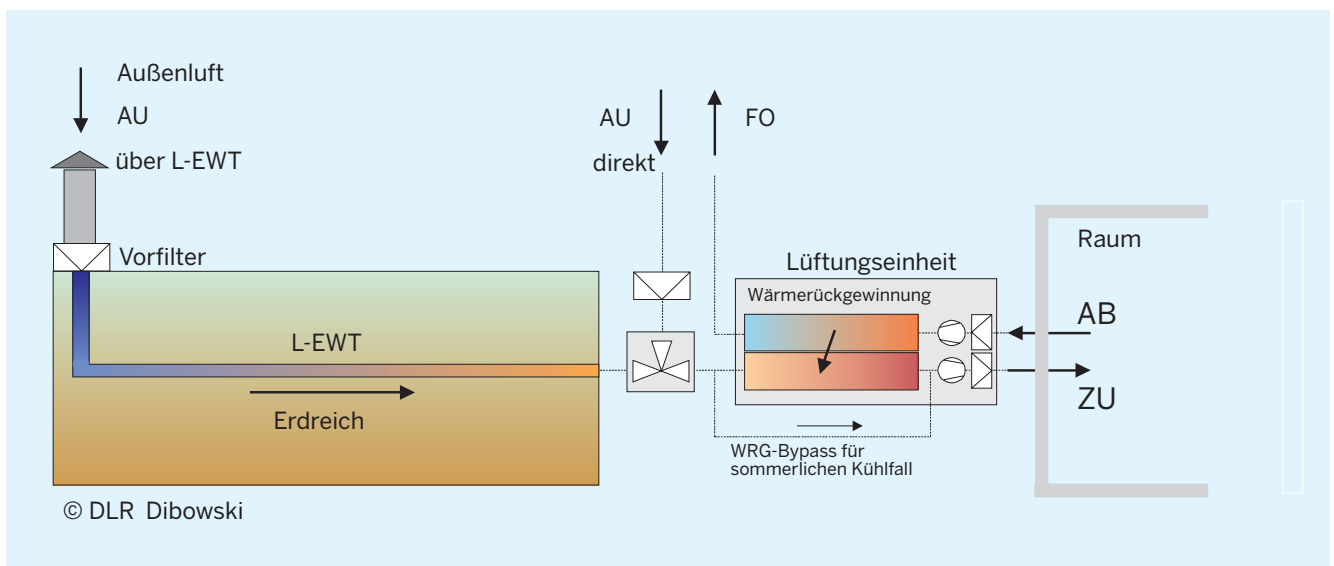
Wegen des deutlich erhöhten Komforts und wegen der energetischen Vorteile stellt die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für ein Gebäude in jedem Fall eine empfehlenswerte Alternative dar. Für die Umsetzung eines Passivhauses und eines "3-Liter-Hauses" ist sie ein unverzichtbarer Bestandteil, da ohne die Wärmerückgewinnung aus der Abluft der geforderte Höchstwert des Jahresheizwärmebedarfs nicht eingehalten werden kann.

#### Lufterdwärmetauscher

Kommt eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung zum Einsatz, bieten Lufterdwärmetauscher eine zusätzliche Möglichkeit der Energieeinsparung.

Durch den Energiegewinn des L-EWT kann in Lüftungsgeräten mit WRG ein Vereisen im Winter vermieden werden.

Abbildung 4-5 Prinzip der Luftführung einer Lüftungsanlage mit Lufterdwärmetauscher  
Quelle: DLR





In Wohngebäuden werden L-EWT deshalb vorwiegend zur Frostfreihaltung des Wärmeübertragers der Lüftungsanlage eingesetzt. Bei ausreichender Verlegetiefe (ab ca.1,5 m) kann auf ein separates Frostschutzheizregister (Vorheizregister) oder andere Abtauvorrichtungen vollständig verzichtet werden, weil auch sehr kalte Außenluft über den Nullpunkt angehoben werden kann. Zusätzlich verbessert ein L-EWT den Gesamtwirkungsgrad der Luftvorwärmung auch dann, wenn das vorhandene Wärmerückgewinnungsgerät (WRG) bereits sehr effizient ist. Grundsätzlich bietet der L-EWT im Sommer die Möglichkeit einer eingeschränkten Kühlung.

Die Auslegung von Lufterdwärmetauschern sollte sehr sorgfältig geschehen, damit Planungsfehler vermieden und der gewünschte Effekt auch realisiert wird. Bei der Auslegung bietet der 2002 erschienene Planungsleitfaden der AG Solar NRW eine gute Hilfestellung (<http://www.ag-solar.de>).

## 4.4 Wärmeversorgung

### 4.4.1 Heizwärme

#### Heizsysteme

Um durch Sonneneinstrahlung erzielte Energiegewinne optimal nutzen zu können, ist es wichtig, das Heizsystem optimal an die Gegebenheiten anzupassen. Von entscheidender Bedeutung ist dabei neben der Auswahl einer energetisch günstigen Lösung für die Versorgung mit Heizwärme die Auslegung der Wärmeverteilung innerhalb des Gebäudes. Das Heizsystem muss auf die oft stark schwankenden Energiegewinne durch solare Einstrahlung, Personen und Abwärme von Beleuchtung und Geräten möglichst schnell reagieren können. Dies setzt eine entsprechende Auswahl in Bezug auf die Regelfähigkeit des Heizungssystems voraus, da sich gerade bei Gebäuden mit sehr geringem Heizwärmebedarf und mit sehr guter Wärmedämmung Schwankungen bei den Zugewinnen wesentlich stärker und schneller auswirken als bei konventionell erstellten Gebäuden. Ein langsam reagierendes Heizungssystem führt zu einer Überhitzung der Räume und somit zu Energieverlusten, da die erhöhte Raumtemperatur einerseits ein Fortlüften der überschüssigen Wärme veranlasst und andererseits die Transmissionsverluste infolge des höheren Temperaturgradienten zwischen Innen- und Außentemperatur steigen.

#### Wärmeverteilung

Um Leitungsverluste gering zu halten, müssen sämtliche Versorgungsleitungen des Heizsystems innerhalb der wärmedämmenden Hülle des Gebäudes bei möglichst kurzen Leitungswegen verlegt werden. Leitungen, die durch nicht beheizte Räume verlaufen, sollten überdurchschnittlich gut gedämmt sein. Aber auch bei Leitungen in beheizten Räumen sollte auf eine Dämmung nicht verzichtet werden, falls sie Räume mit unterschiedlichem Wärmebedarf verbinden. Andernfalls kann hier die Wärmeabgabe unter Umständen zur Überhitzung einzelner Räume beitragen.

#### Nahwärmenetze

Die Nahwärmeversorgung soll im Investitionsvolumen nicht größer als dezentrale Systeme sein. Neue technische Möglichkeiten, wie flexible Rohrsysteme, Einschleifverlegung mit direkter Einbindung ermöglichen dies. Die Nutzung CO<sub>2</sub>-neutraler Brennstoffe soll Vorrang haben. Liegt der Standort im Versorgungsgebiet von Fernwärme auf Kraft-Wärme-Kopplungsbasis, so soll er an das Fernwärmesystem angeschlossen werden.

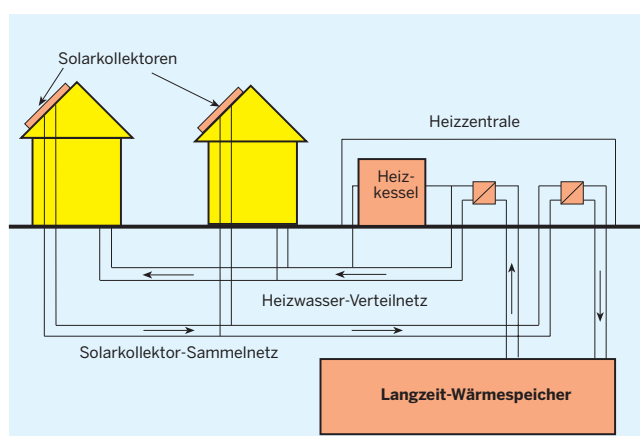


Abbildung 4-6 Solares Nahwärmesystem mit saisonalem Wärmespeicher  
Quelle: Dr. Grauthoff

In der Vergangenheit sind in Skandinavien und Deutschland mehrere Solarsiedlungen mit Saisonspeichern und Nahwärmenetzen etabliert worden. Während in Deutschland seit der Ölkrise Anfang der siebziger Jahre der Ausbau der dezentralen Gasversorgung mit einem Gasnetz, das jedes Haus versorgt, ausgebaut wurde, hat man in Skandinavien den Ausbau der Fernwärme forciert.

Diese Energieversorgung lässt sich relativ einfach von einem Energieträger zum anderen umstellen. Das geschieht in den Nah- und Fernwärmezentralen, die nur auf einen neuen Brennstoff umgestellt werden müssen.

### **Solarkollektoren**

Hohe Deckungsanteile am Heizwärmebedarf durch den Einsatz von Solarkollektoren sind nur mit Hilfe saisonaler Speicher möglich, deren Installation mit einem hohen technischen und finanziellen Aufwand verbunden ist. In den Übergangszeiten bietet der Einsatz von Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung eine Möglichkeit zur Heizungsunterstützung. Dabei lassen sich durch eine Beheizung im Niedertemperaturbetrieb hohe Wirkungsgrade erzielen.

Eine gute Möglichkeit, einen Beitrag zur Beheizung des Gebäudes zu gewinnen, bietet, insbesondere bei vorhandenem Lüftungssystem, die Verwendung von Luftkollektoren, über die die Zuluft für das Gebäude erwärmt wird. Bei einem niedrigen Heizwärmebedarf infolge einer sehr guten Wärmedämmung des Gebäudes reichen zur Beheizung relativ niedrige Zulufttemperaturen, die auch schon bei mäßiger Einstrahlung erreicht werden können.

### **Wärmepumpen**

Neben der direkten Nutzung der Sonneneinstrahlung bietet sich die Umgebungswärme als unerschöpfliche Energiequelle an. Dabei ist die Wärmepumpe insbesondere für den Niedertemperaturbetrieb des Heizsystems eine interessante Alternative zur Reduzierung der Verbrennung fossiler Energieträger. Eine die Einsatzmöglichkeit der Wärmepumpe bestimmende Größe ist die Jahresarbeitszahl, die die jährlich bereitgestellte Nutzenergie zur eingesetzten Antriebsenergie ins Verhältnis setzt. Als Wärmequelle kommen Außenluft, Grund- und Oberflächenwasser und das Erdreich in einer bestimmten Mindestdiefe in Betracht. Außerdem können, soweit vorhanden, auch Abwärmequellen genutzt werden, wodurch sich sehr gute Wirkungsgrade realisieren lassen.

### **Heizen mit Gas, Öl und Strom**

Sollte die Beheizung über ein konventionelles Heizsystem erfolgen, sind Kessel mit Brennwerttechnologie mit einem hohen feuerungstechnischen Wirkungsgrad zu bevorzugen. Die Gasheizung ist wegen des besseren Wirkungsgrades und wegen der insgesamt niedrigeren Emission von Schadstoffen der Ölheizung vorzuziehen.

Die Stromheizung zeichnet sich zwar am Ort der Wärmeerzeugung durch einen sehr guten Wirkungsgrad aus, führt aber aufgrund des sehr schlechten Wirkungsgrades bei der Stromerzeugung infolge von Kraftwerks- und Übertragungsverlusten zu hohem Bedarf an Primärenergie. Deshalb stellt sie nur in Einzelfällen und dann beschränkt auf sehr gut gedämmte Gebäude (z.B. Passivhaus) eine Alternative dar.

### **Bio-Brennstoffe**

Als Biomassenutzung versteht man in diesem Zusammenhang das Verbrennen nachwachsender Brennstoffe, wie Biogas, Holz und Stroh.

Bei der Verbrennung wird nur das während des Wachstumsprozesses der Atmosphäre entzogene Kohlendioxid freigesetzt. Betrachtet man den geschlossenen Kreislauf von Wachstum und Verbrennung, kommt es also nicht zu einer CO<sub>2</sub>-Anreicherung der Atmosphäre.

Die Nutzung von Biogas kann in dichtbebauten Gebieten problematisch sein, da eine Biogasanlage in der Siedlung Geruchsbelästigung und Verkehr in erheblichem Umfang produziert. Aus diesem Grund wird diese Technik hier nicht weiter betrachtet.

Der Einsatz von Holz als nachwachsendem Energieträger findet auch in Nordrhein-Westfalen zunehmende Verbreitung.

Drei Arten der Holzverbrennung, die vom ökologischen Wert gleichrangig zu betrachten sind, werden heute eingesetzt:

Die klassische Scheitfeuerung mit gut abgelagertem Brennholz ist die erste Möglichkeit. Dieses kann man entweder in Kachelöfen, Masseöfen oder Kaminöfen verbrennen - mit und ohne Anschluss an die Hausheizung - oder in modernen Holzvergaserkesseln als Heizungszentrale. Nachteilig an diesem System ist nur der Arbeitsaufwand. Es gibt bis heute kein automatisiertes Verfahren, so dass täglich Holz nachgelegt werden.

Die Pelletverbrennung ist die zweite Möglichkeit. Dabei handelt es sich um Holzspäne, die unter hohem Druck mit dem holzeigenen Lignin verklebt werden. Pellets haben einen Durchmesser von etwa 5 Millimetern. Sie eignen sich sehr gut für eine automatische Beschickung von Heizkesseln.

Auch in NRW hat sich in den letzten Jahren ein fast flächendeckendes Netz von Zulieferern etabliert. Eine Übersicht von Herstellern und Lieferanten von Energieholz kann unter der Internetadresse der EnergieAgentur.NRW heruntergeladen werden.

Die Holzschnitzelheizungen sind die dritte und für Nahwärmesysteme populärste Lösung. Dabei wird kleingehäckseltes Holz als Brennstoff verwendet. Diese Anlagen gibt es auch in größerem Maßstab. Sie werden vollautomatisch beschickt. Ihr Bedienungskomfort ist daher mit dem anderer Kesselarten vergleichbar. Das Holz wird im Wald vor Ort gehäckselnd und in der Anlage vollautomatisch verbrannt.

Bei Holzfeuerungen gibt es heute bei sachgerechter Brennstoffwahl und modernen Feuerungen keine Probleme mehr mit zu hohen Schadstoffkonzentrationen im Abgas.

#### 4.4.2 Warmwasserversorgung

##### Technische Möglichkeiten/Anforderungen

In einem Gebäude, welches mindestens dem Niedrigenergiehaus-Standard entspricht, hat der Energieverbrauch zur Bereitstellung von Warmwasser einen bedeutenden Anteil an der Energiebilanz. Entsprechend groß ist das Potenzial für Einsparungen.

Unter dem Gesichtspunkt von Energieeinsparung und Umweltschutz stellt die Warmwasserbereitung über Solarkollektoren eine günstige Lösung dar. Das über den Wärmetauscher der Solaranlage erwärmte Nutzwasser wird in einem gut isolierten Speicher gesammelt und steht dort zur weiteren Verwendung zur Verfügung. Zu Zeiten geringer Einstrahlung, in denen der Warmwasserbedarf nicht vollständig über den Kollektor gedeckt werden kann, muss der fehlende Anteil anderweitig bereitgestellt werden, was in der Regel über das Heizungssystem geschieht.

Günstig ist es, das Nutzwasser bei möglichst niedrigen Betriebstemperaturen (ca. 45 °C sind ausreichend) bereitzustellen. Dies hält Wärmeverluste gering und führt zu hohen Wirkungsgraden beim Einsatz von Solarkollektoren. Um einer möglichen Keimbildung (Gefahr durch Legionellen) durch lange Verweilzeiten bei niedrigem Temperaturniveau entgegenzuwirken, ist es bei größeren Speichern notwendig, den Speicher in bestimmten Zeitintervallen bei mindestens 60 °C zu sterilisieren. Dazu kann der Anschluss an das Heizungssystem genutzt werden. Bei Speichern kleiner 400 l kann auf die Sterilisierung verzichtet werden. Durch diese Maßnahme wird die Effizienz der Solaranlage erhöht.

Sollte auf den Einsatz von Solarkollektoren verzichtet werden, bietet sich die vollständige Warmwasserbereitung über das Heizungssystem an. Bei einer Stromversorgung über das öffentliche Netz ist eine rein elektrische Warmwasserbereitung (z.B. dezentral über elektrische Durchlauferhitzer) wegen des schlechten Wirkungsgrades bei der Stromerzeugung und der damit verbundenen hohen Umweltbelastung ausgeschlossen.

Bei der Warmwasserbereitung sind weitere Möglichkeiten der Energieeinsparung gegeben. Um die Verteilungsverluste so gering wie möglich zu halten, sollte das Leitungsnetz mit möglichst kleinen Rohrweiten, kürzesten Verteilungswegen und sehr guter Wärmedämmung ausgeführt sein. Eventuell eingesetzte Warmwasserzirkulationspumpen müssen sich durch einen möglichst niedrigen Verbrauch auszeichnen und an eine Zeitschaltuhr gekoppelt sein, um eine Abschaltung zu Zeiten, in denen kein Bedarf an Warmwasser besteht, zu gewährleisten. Zusätzliche Einsparungen lassen sich durch den Einbau wassersparender Armaturen und Geräte realisieren.

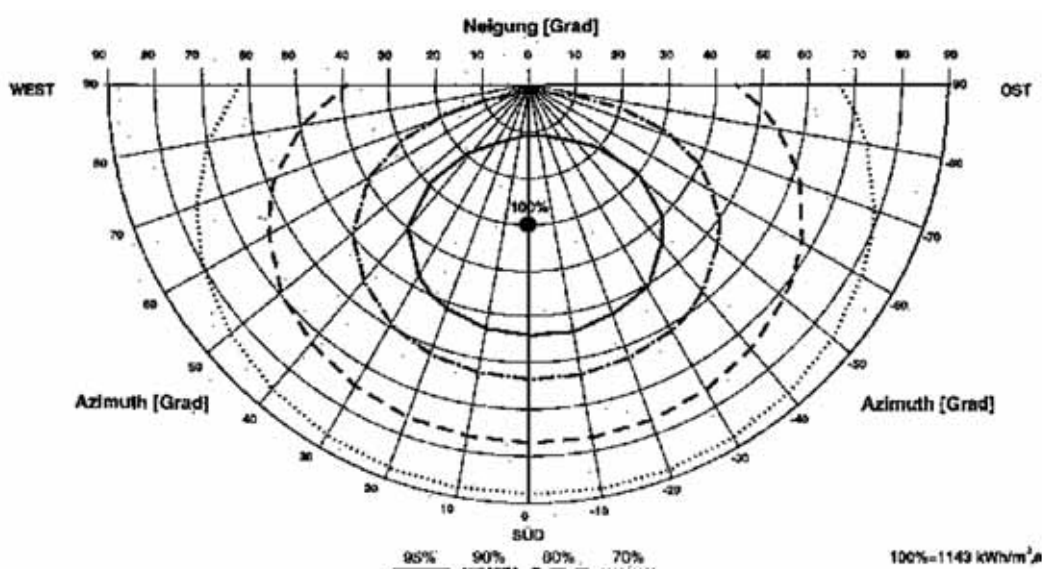


Abbildung 4-7 Relative Systemausbeuten einer typischen solaren Warmwasseranlage in Abhängigkeit von der Kollektorausrichtung  
Berechnung für Trier; Perez - Modell; Bodenreflektivität = 0,2; Warmwasserbedarf 200 Liter/Tag; (Nast, M.: Dachorientierung - Auswirkungen auf die Kollektorausbeute. In: Sonnenenergie (1994), H. 5, S. 18f).

## 4.5 Stromversorgung

### Technische Möglichkeiten / Anforderungen

Der Minderung des Stromverbrauchs ist in Solarsiedlungen allerhöchste Aufmerksamkeit zu widmen. Wegen der mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen verbundenen Erzeugung des aus dem Netz bezogenen Stroms, bietet die eigenständige Stromerzeugung mit Hilfe von Photovoltaikanlagen ein besonders großes Potenzial für Einsparungen. Hierbei wird in der Regel der eigenerzeugte Strom in das Versorgungsnetz eingespeist und ersetzt einen Teil des im Kraftwerk produzierten Stroms. Die Forderung 3 sieht hierfür eine Anlagengröße von mindestens 1 kWp pro Wohneinheit vor.

Neben der Substitution von Kraftwerksstrom durch Eigenenerzeugung bestehen viele weitere Möglichkeiten der Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Maßnahmen zur Stromersparung. Dabei spielt das Nutzerverhalten eine große Rolle. Gerade im elektrischen Bereich ist die Verwendung von Energiespargeräten ein wichtiger Beitrag (siehe Kap. 4.6). Eine weitere Möglichkeit stellt zum Beispiel das Kochen mit Gas dar. Bei gleichem Nutzenergieverbrauch verursacht der Gasherd gegenüber dem Elektroherd deutlich weniger Emissionen.

### Photovoltaik

Für die Photovoltaik werden hauptsächlich Solarzellen aus Silizium-Halbleitern eingesetzt.

Diese werden technisch in zwei Gruppen unterteilt:

- Herkömmliche kristalline Solarzellen, mono- oder polykristallin und MIS-Inversionsschichtzellen: Sie sind teuer und benötigen für die Herstellung viel Energie.
- Dünnschicht-Solarzellen aus amorphem Silizium: Diese sind eine technische Entwicklung, um den Materialverbrauch an Silizium zu senken. Dabei wird auf eine dünne Trägerschicht aus Metall oder Glas amorphes Silizium aufgedampft.

Der Wirkungsgrad der Solarzellen liegt zwischen 13 und 16 % bei monokristallinen Zellen, 10 - 14 % bei polykristallinen Zellen und 5 - 7 % bei Dünnschichtzellen.

Wichtig sind die Jahreserträge der photovoltaischen Anlagen, da diese die Anlagengröße bestimmen. Im Anforderungsprofil wird ein Jahresbilanzverfahren vorausgesetzt. Der Ertrag pro Kilowatt Nennleistung und Jahr liegt bei Solarzellen in den Breiten von Nordrhein-Westfalen bei rund 850 kWh. Ein Kilowatt Nennleistung benötigt je nach Solarzellentyp zwischen 7 und 20 m<sup>2</sup> Installationsfläche.

Dünnschichtzellen mit geringerem Wirkungsgrad sind durch ihre Flexibilität vielseitiger in der Anwendung. So wurden Solardachschindeln entwickelt, die sich wie normale Schindeln verlegen lassen. Photovoltaikanlagen werden heute in der Regel als netzgekoppelte Anlagen betrieben. Ein wesentliches zusätzliches Bauteil ist in diesem Fall der Netzwechsellrichter. Damit ist es möglich, in das Stromnetz der EVU einzuspeisen.

Seit dem 01.04.2000 wird die Einspeisevergütung nach dem Gesetz zum Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz -EEG) geregelt. Hiernach wird zur Zeit (Jahr 2008) eine Mindestvergütung von 46,75 Ct pro Kilowattstunde eingespeisten Solarstroms über einen Zeitraum von 20 Jahren gewährt. Die Zahlungsverpflichtung besteht für den Netzbetreiber, der den gesamten angebotenen Solarstrom abnehmen und vergüten muss. In den folgenden Jahren wird die Mindestvergütung um jeweils 5 % pro Jahr gesenkt, d.h. sie beträgt für Neuanlagen, die ab dem 01.01.2009 ans Netz gehen 44,41 Ct/kWh und für Neuanlagen, die ab dem 01.01.2010 ans Netz gehen 42,19 Ct/kWh.

### Kraft-Wärme-Kopplung

Bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird die mechanische Energie eines Motors oder einer anderen Verbrennungsmaschine in Elektrizität umgewandelt. Die Abwärme, die bei Kraftwerken, in Fahrzeugen und bei anderen Einsatzzwecken nicht genutzt wird, wird hier für die Heizung oder Brauchwassererwärmung verwandt. Dabei kommt man auf einen Gesamtwirkungsgrad von 85 bis über 90 %. Die Abwärme lässt sich einfach nutzen, da das Temperaturniveau im Kühlkreislauf eines Motors in der Regel knapp unterhalb des Siedepunktes bei rund 95 °C liegt.

Die KWK bietet die Möglichkeit, die bisherige Energieverschwendung (bei der konventionellen Stromerzeugung werden rund zwei Drittel der eingesetzten Primärenergie fortgekühlt) mit bewährter und erprobter Technologie zu vermindern. KWK-Anlagen in der Leistungsgröße 100 - 1.000 kW reichen für normale Siedlungen bis zu 100 - 150 Wohneinheiten (WE) aus. Kleinere KWK-Anlagen für einzelne Häuser sind ebenfalls am Markt vorhanden.

Beim Blockheizkraftwerk (BHKW) wird die Motorkühlung für Heizzwecke genutzt. Neben Verbrennungsmotoren (Otto- oder Dieselmotoren) gibt es für große Einsatzzwecke Gasturbinen oder Gas- und Dampfturbinen (GuD) mit der Möglichkeit der KWK.

Eine spezielle Nutzung von Biomasse stellt der Einsatz von Pflanzenölmotoren als Kraft-Wärme-Kopplung dar. Dabei wird in einem Dieselmotor kaltgepresstes, natürliches Pflanzenöl verbrannt. Im Gegensatz zur herkömmlichen KWK wird dabei kein fossiler Brennstoff verwendet, der die CO<sub>2</sub>-Bilanz belastet.

Der sogenannte Elsbett-Motor mit Direkteinspritzung ist speziell für diesen Einsatz konstruiert worden. Er hat einen mechanischen Wirkungsgrad von über 40 %. Damit produziert dieser Motor sehr viel Strom im Verhältnis zur produzierten Wärme.

Eine andere Möglichkeit für KWK mit Pflanzenöl ist die Umrüstung von normalen, herkömmlichen Dieselmotoren. Dabei muss nur die Einspritzanlage verändert und eine Brennstoffheizung eingebaut werden. Diese Motoren haben einen für Dieselmotoren normalen Wirkungsgrad um 30 %.

Eine Übersicht von zur Zeit verfügbaren Rapsöl-Modulen bietet die Broschüre "BHKW-Kenndaten 2005" der "Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V." (ASUE). Sie kann unter der Internet-adresse

[www.asue.de/veroff/bhkw/v\\_bhkw.htm](http://www.asue.de/veroff/bhkw/v_bhkw.htm)

heruntergeladen werden.

Auf den ersten Blick bietet sich eine KWK für die Solarsiedlungen als eine moderne, ökologische Form der Energieumwandlung an. In einer Siedlung mit einem Nahwärmenetz ist eine solche Anlage sehr gut einsetzbar und auch vielfach wirtschaftlich. Jedoch kann die Kraft-Wärme-Kopplung in den Solarsiedlungen durch den geringen Wärmebedarf problematisch sein. Dieser geringe Wärmebedarf ist bedingt durch den hohen Dämmstandard und die solaren Komponenten der Siedlung. Genaue Angaben für eine wirtschaftliche Dimensionierung einer KWK-Anlage in einer Solarsiedlung können nur durch eine Lastsimulation gemacht werden.

## 4.6 Materialwahl

Die Auswahl 'ökologischer' Baustoffe ist ein wesentlicher Aspekt des ökologischen Bauens. Dies bezieht auch den energetischen Aspekt mit ein, da der Energieaufwand für die Herstellung und Verarbeitung von Baustoffen erheblich differiert (s. Tabelle 4-3).

Eine weitere Orientierungshilfe bietet der vom Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes NRW (früher Landesinstitut für Bauwesen des Landes NRW herausgegebene "Ratgeber 11 - Baustoffe richtig auswählen". Der Ratgeber gibt eine Übersicht über die technischen, optischen und umweltrelevanten Eigenschaften von Anstrichen, Bodenbelägen und Wärmedämmstoffen und erläutert wesentliche Unterschiede und typische Kennzeichen der Produkte.

Der Ratgeber kann bezogen werden beim  
**Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS NRW)**

(Standort Aachen; Bereich Bauwesen)

Theaterplatz 14

52062 Aachen

Telefon: +49 (0)241 455-01

Telefax: +49 (0)241 455-221

E-Mail: [poststelle@ils.nrw.de](mailto:poststelle@ils.nrw.de)

## Baustoffe

Planungshinweis:

- Qualitätsvereinbarung mit den späteren Nutzern hinsichtlich des Innenausbaus auf Grundlage der nachfolgend genannten Planungshinweise
- Vorrangige Verwendung von umweltverträglichen recycelten Baustoffen
- Die Baumaterialien und -konstruktionen müssen eine spätere Wiederverwertung und Wiederverwendung zulassen
- Produkte aus dem Nahbereich: Vorrangige Nutzung regionaler Baustoffe
- Vorrangige Nutzung energiearmer Baustoffe und von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen
- Vermeidung von Aluminium

Erläuterung:

Die gewachsene Sensibilität der Öffentlichkeit gegenüber Herstellungsverfahren und Schadstoffemissionen einzelner Baustoffe führt zu einem wachsenden Marktanteil umweltverträglicherer Baumaterialien. Eine Planung und Realisierung gesundheitlich und ökologisch unbedenklicher Gebäude erfordert bei allen Beteiligten Erfahrungen in diesem Bereich. Um hinsichtlich des Innenausbaus die Einhaltung ökologischer Qualitäten zu erreichen, sind daher Qualitätsvereinbarungen mit den späteren Nutzern auf Grundlage der nachfolgend genannten Planungshinweise zu Baumaterialien sinnvoll.

In Deutschland bestehen ca. 70 % aller Abfälle aus Bauabfällen. Vor diesem Hintergrund kann die Wiederverwertung von Baumaterialien einen wertvollen Beitrag zur Schonung des knappen Deponievolumens und vor allen Dingen zur Schonung der natürlichen Ressourcen leisten. Mitunter lassen sich ganze Bauteile wiederverwenden.

Recyclingprodukte aus einer Reihe von Produktgruppen werden nach einer Prüfung ihrer Umweltverträglichkeit mit dem Umweltzeichen 'Blauer Engel' gekennzeichnet, so dass hier eine Orientierungshilfe gegeben ist. Dies gilt beispielsweise für Baustoffe sowie Tapeten und Rohfaser aus Papierrecycling, für Baustoffe aus überwiegend Altglas und für Baustoffe aus Recyclinggips.

Die vorrangige Verwendung regionaler Produkte trägt zur Verkürzung der Transportwege bei. Außerdem werden so stärker die regionalen Eigenheiten hervorgehoben.

Auch die Verwendung energiearmer Baustoffe und die Verwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen dienen der Schonung der natürlichen Ressourcen. "Energiearme Baustoffe" bedeutet, dass der zu ihrer Herstellung benötigte Energieaufwand möglichst gering ist. Aus diesem Grund ist die Verwendung von Bauteilen aus Aluminium problematisch.

Tabelle 4-3 Kumulierter Energiebedarf für Baustoffe (Ruhr-Universität Bochum, Energiesysteme und Energiewirtschaft, Datenbank "EMIL")

Baustoffe		
Beton B25	0,7	MJ/kg
Branntkalk	4,6	MJ/kg
Estrich, Zement	0,9	MJ/kg
Gasbeton	3,6	MJ/kg
Gips	1,5	MJ/kg
Holz, Bauholz	12	MJ/kg
Holz, Konstruktionsholz	16	MJ/kg
Holzwerkstoffplatte	23	MJ/kg
Kalkhydrat (Löschkalk)	3,5	MJ/kg
Kalksandstein	1	MJ/kg
Kies	0,044	MJ/kg
Klinker	3,1	MJ/kg
Lehmstein	2,4	MJ/kg
Leichtbeton bewehrt	5	MJ/kg
Leichtbetonmauerstein	1,7	MJ/kg
Mauerziegel	2,5	MJ/kg
PE-Folie, kg	73,7	MJ/kg
Polypropylenfolie	72,5	MJ/kg
Porenbetonstein	4	MJ/kg
PP-Folie, Dampfbremse	73	MJ/kg
Putz, Innenwandfertigputz	0,7	MJ/kg
Putz, Außenputz	1,4	MJ/kg
Sand	0,044	MJ/kg
Stahlbeton	2,4	MJ/kg
Zement (Hochofen)	1,7	MJ/kg
Zement (Portland)	4,3	MJ/kg

Planungshinweis:

- Vorrangige Verwendung von Baustoffen mit vollständiger Deklaration der Inhaltsstoffe

Planungshinweis:

- Verwendung von Holzfenstern und Bevorzugung von sonstigen Bauelementen aus Holz aus heimischem Anbau

## Holz

Planungshinweis:

- Nutzung einheimischer und FSC-zertifizierter Hölzer

Erläuterung:

Im Sinne der Verkürzung von Transportwegen und der damit verbundenen Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen sollten vorrangig einheimische Hölzer verwendet werden.

Generell sollte das verwendete Holz aus ökologischer Waldnutzung stammen und mit dem Zertifikat des Forest Stewardship Council (FSC) ausgezeichnet sein. Der FSC ist eine internationale Organisation, die sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene eine nachhaltige Waldbewirtschaftungsweise von Forstbetrieben kontrolliert und bescheinigt.

## Dämmmaterial

Baumwolle	17,6	MJ/kg
EPS Dämmplatten	79,5	MJ/kg
Glaswolle	16,5	MJ/kg
Isolierschlauch	95,6	MJ/kg
Polystyrol	69,3	MJ/kg
PU-Schaum/ Platte	95	MJ/kg
Putz Wärmedämmputz	3,2	MJ/kg
Schafwolle	16,4	MJ/kg
Schaumglas	23,5	MJ/kg
Steinwolle	20,9	MJ/kg
Zellulosefasern	3,2	MJ/kg

## Metalle

Aluminium, primär	204	MJ/kg
Aluminium, sekundär	15,7	MJ/kg
Armierungsstahl	16,3	MJ/kg
Kupfer, primär	44,2	MJ/kg
Kupfer, sekundär	30,7	MJ/kg
Messing	105	MJ/kg
Rotguss	83,1	MJ/kg

## Bauelemente

Betonfertigteile (bewehrt)	2,3	MJ/kg
Dachziegel, Ton	4,2	MJ/kg
Dachziegel, Zement	6,8	MJ/kg
Gipskartonplatte	3,5	MJ/kg
Hochlochziegel	2,5	MJ/kg
HT-Abflussrohr	125	MJ/kg
Kabel NYM	77	MJ/kg
KG Rohr	66	MJ/kg
Rohr Gusseisen	39,4	MJ/kg

## Elektrische Energie

Planungshinweis:

- Einbau energiesparender Haushaltsgeräte nach dem Stand der Technik im Rahmen der Erstausrüstung oder bei Ersatzbeschaffungen

Erläuterung:

Um den Verbrauch elektrischer Energie, deren Erzeugung mit vergleichsweise hohen Umweltbelastungen verbunden ist, zu reduzieren, sollen im Rahmen der Neu- bzw. Erstausrüstung der Solarsiedlung mit elektrischen Haushaltsgeräten sowie bei späteren Ersatzbeschaffungen nur Geräte der Energieklasse A gemäß EU-Normen eingebaut werden. Die Kennzeichnung durch das 'Energie-Label' ist bereits für Haushaltskühl- und -gefriergeräte (Richtlinie 94/2/EG), für Haushaltswaschmaschinen (Richtlinie 95/12/EG) und für Haushaltswäschetrockner (Richtlinie 95/13/EG) sowie Waschtrockner (Waschmaschine und Trockner in einem Gerät) und Spülmaschinen vorgeschrieben. So benötigen beispielsweise Haushaltskühl- und -gefriergeräte der Energieklasse A weniger als 55 Prozent des Standardenergieverbrauchs dieser Geräteklasse (Richtlinie 94/2/EG).

Eine umfangreiche Übersicht über besonders sparsame Haushaltsgeräte kann unter der Internetadresse des Niedrig Energie Instituts, Detmold:

[www.nei-dt.de](http://www.nei-dt.de)

unter der Rubrik "Stromsparen" heruntergeladen werden.

## Wasser

### Planungshinweis:

- Einbau wassersparender Armaturen und Toiletten
- Einbau von wassersparenden Haushaltsgeräten, wie Spül- oder Waschmaschinen, nach dem Stand der Technik

### Erläuterung:

Zur Reduzierung des Wasserverbrauchs von Haushaltsgeräten sollen im Rahmen der Neu- bzw. Erstausrüstung der Solarsiedlung sowie bei späteren Ersatzbeschaffungen nur Geräte der Klasse A gemäß EU-Norm (siehe 'Elektrische Energie') mit geringem Wasserverbrauch eingebaut werden. Trinkwassereinsparungen lassen sich beispielsweise durch den Einbau von Spartasten bei WC-Anlagen oder weitergehend durch den Einbau von Saug- oder Komposttoiletten erreichen. Auch der Einbau wassersparender Armaturen, wie Dusch-Stop-Ventile, Durchflussmengenbegrenzer, usw. reduziert den Verbrauch.

## Freiraum

### Planungshinweis:

- Verzicht auf den Einsatz von Insektiziden, Pestiziden und Herbiziden sowie von torfhaltigen Produkten

### Erläuterung:

Der Einsatz von Insektiziden, Pestiziden und Herbiziden führt zu erheblichen Belastungen des Bodens und des Grundwassers. Auf ihren Einsatz kann bei naturnäherer Gestaltung und Pflege der Vegetationsflächen verzichtet werden. Die Verwendung torfhaltiger Produkte trägt zur Vernichtung hochgradig gefährdeter Lebensräume bei. Mittlerweile sind eine Vielzahl von Ersatzprodukten mit gleichen Qualitäten auf dem Markt.

## 4.7 Soziale Aspekte

Bei der Gebäudeplanung sind soziale Aspekte zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich um Anforderungen, die eine hohe Wohnqualität sicherstellen (wie z.B. die barrierefreie Bauweise). Solarsiedlungen sollen kein Luxusgut darstellen. Um sie allen sozialen Gruppen zu öffnen, ist auf kostengünstige Bauweisen zu achten. Die Einsparungen bei den Aufwendungen für Heizung und Warmwasser sollen auch den Bewohnern zugute kommen und nicht durch eine höhere Kaltmiete vollständig verloren gehen.

### Anforderung:

- **Kinderzimmer mindestens 10 m<sup>2</sup> groß und nicht in Nordlage**

### Erläuterung:

Die Orientierung der Wohnräume nach Süden beim solaren Bauen darf nicht dazu führen, dass Kinderzimmer auf die Nordseite gelangen. Kinder brauchen ausreichend Luft- und Bewegungsraum mit guter Belichtung und Besonnung.

### Planungshinweis:

- Barrierefreies Wohnen (Erdgeschoss)
- Treppenfreier Außenzugang zum Erdgeschoss
- Erdgeschoss mit Gartenzugang
- Nutzer- / Mieterbeteiligung bei der Gebäudeplanung
- Aufstellung eines integrativen Wohnkonzeptes, anteiliger sozialer Wohnungsbau
- Nachweis der Grundrissflexibilität: Nutzungsneutralität, Mischung verschiedener Wohnungsgrößen
- Gemeinschaftliche Wasch- und Trockenräume

### Erläuterung:

Der barrierefreie Zugang zu den Wohnungen ist ein Qualitätsmerkmal, das in den letzten Jahren zunehmend erkannt worden ist. Die Wohnungen können so auch von alten und behinderten Menschen besser erreicht werden. Lasten können leichter transportiert, Kinderwagen oder Fahrräder einfacher abgestellt werden. Innerhalb der Häuser soll das Erdgeschoss barrierefrei gestaltet werden.

Zur Nutzer- und Mieterbeteiligung wurden bereits unter Pkt. 3.6 Hinweise gegeben. Bezogen auf die Gebäudeplanung ist noch auf die Mietermitwirkung und die Mietermitbestimmung sowie auf die Selbstverwaltung hinzuweisen, die allerdings erst in der Wohnphase einsetzen. Zu einem früheren Zeitpunkt setzt die Mitwirkung bei den Baumaßnahmen sowie das Einbringen von Selbstbauanteilen ein.

In Anpassung an den gesellschaftlichen und individuellen Wandel zu bauen bedeutet, dass Wohnungen flexibel disponierbar sind. Damit werden aufwändige bauliche Veränderungen bei geänderten Wohnungsanforderungen und auch bei Mieter- oder Eigentümerwechsel vermieden. Beispielsweise sorgen in etwa gleich große Räume, zusammenschaltbare Wohnungen oder auch sogenannte Schalträume für eine Nutzungs- und Grundrissflexibilität.

Die Wohnungsvielfalt mit Bewohnern unterschiedlicher Sozialstruktur und unterschiedlichen Alters sowie die Mischung von frei finanziertem und sozialem Wohnungsbau stellen Grundelemente eines zukunftsorientierten Wohnungsbaus dar.

## 5 Beteiligungs- und Umsetzungsmöglichkeiten

Für die Realisierung einer Solarsiedlung sind neben den Anforderungen und Bewertungskriterien auch die Fragen der Beteiligungs- und Umsetzungsmöglichkeiten von entscheidender Bedeutung. Dabei ist die Frage zu klären, mit welchem rechtlichen Instrument sowohl von den Kommunen als auch von privaten Investoren der Standort gesichert werden kann. Zusätzlich ergibt sich dann die Frage der Trägerschaft.

### 5.1 Kommunen

Auf kommunaler Ebene besteht die Möglichkeit, neben dem Flächenmanagement und der Nutzung der Instrumente der Bauleitplanung, bestimmte Teilaspekte über kommunale Satzungen zu regeln. Privatrechtliche Verträge erweitern das Spektrum möglicher Regelungen.

#### **Bebauungsplan**

Die Aufstellung eines Bebauungsplanes als verbindlichem Bauleitplan ist das klassische Instrument zur Sicherung eines Standortes. Er muss den Darstellungen des Flächennutzungsplanes, der als vorbereitender Bauleitplan das Instrument für die gesamtstädtische Ordnung bildet, entsprechen.

Der Katalog möglicher Festsetzungen ist abschließend in § 9 Baugesetzbuch geregelt. Festsetzungen über Art und Maß der baulichen Nutzung, Bauweise und überbaubare Grundstücksflächen werden durch die Vorschriften der Baunutzungsverordnung geregelt.

Bauordnungsrechtliche Festsetzungen gemäß der Landesbauordnung ergänzen und konkretisieren den Katalog.

Eine zu hohe Regelungsdichte des Bebauungsplanes erschwert häufig die Anwendung des Planes. Als problematisch wird die Vielzahl von Änderungs- und Befreiungsanträgen angesehen, die sich möglicherweise ergibt.

Weiterhin stellt der Bebauungsplan die Art der Bodennutzung dar. In der Rechtsprechung wird die Meinung vertreten, dass also ein bodenrechtlicher Bezug bei der Festsetzung existieren muss. Dieses stellt teilweise Festsetzungen gemäß § 9 (1) 23, die immissionsschutzrechtliche, aber auch energetische Fragestellungen betreffen, in Frage.

Empfehlenswert erscheint daher zum jetzigen Zeitpunkt eine Kombination mit den nachfolgend beschriebenen Instrumenten.



Tabelle 5-1 Festsetzungen des Bebauungsplanes aufgrund des Baugesetzbuches (BauGB) zur energetischen Optimierung sowie zu städtebaulichen und ökologischen Aspekten

§ 9, Abs. 1 BauGB	Inhalte	Anwendung (Beispiele)
Nr. 1	Art und Maß der baulichen Nutzung	Flächensparendes Bauen, solarenergetische Optimierung
Nr. 2 in Verb. mit §§ 22 und 23 BauNVO	die Bauweise, die überbaubare und die nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen	Flächensparendes Bauen, solarenergetische Optimierung, Begrenzung der Bodenversiegelung, klimatische Optimierung, Gebäudeform
Nr. 3	für die Größe, Breite und Tiefe der Baugrundstücke Mindestmaße und aus Gründen des schonenden Umgangs mit Grund und Boden auch Höchstmaße	Flächensparendes Bauen, Begrenzung der Bodenversiegelung
Nr. 9	der besondere Nutzungszweck von Flächen, der durch besondere städtebauliche Gründe erforderlich wird.	gestalterische Festsetzungen
Nr. 10	die von der Bebauung freizuhaltenen Flächen und ihr Nutzungszweck	solarenergetische Optimierung, gestalterische Aspekte
Nr. 11	die Verkehrsflächen sowie Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung....	Begrenzung der Bodenversiegelung bei Verkehrsflächen
Nr. 12	die Versorgungsflächen	Standort für eine zentrale Heizanlage
Nr. 13	die Führung von Versorgungsanlagen und -leitungen	Trassen für Wärmeversorgungsleitungen (Solares Nahwärmesystem)
Nr. 15	Flächen für öffentliche und private Grünanlagen	Zuordnung der Freiflächen
Nr. 16 in Verb. mit Entwässerungssatzung oder wasserrechtlichem Verfahren	die Wasserflächen, Flächen für die Wasserwirtschaft..... und für die Regelung des Wasserabflusses	Flächen für die Versickerungsanlagen, Wasserflächen, Fließgewässer
Nr. 20	die Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft.	Sicherung und Entwicklung von flächenhaften Lebensräumen
Nr. 22	Flächen für Gemeinschaftsanlagen für bestimmte räumliche Bereiche wie Kinderspielplätze, Freizeiteinrichtungen....	Anlage von Kinderspielplätzen
Nr. 23	Beschränkung luftverunreinigender Stoffe	Verwendungsbeschränkung für bestimmte Brennstoffe
Nr. 24	die von der Bebauung freizuhaltenen Schutzflächen und ihre Nutzung, die Flächen für besondere Anlagen und Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes .....	Flächen für Maßnahmen zum Zwecke des Immissionsschutzes z. B. für Schutzpflanzungen
Nr. 25	Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen, Erhaltung sowie Pflanzbindungen	Gehölzpflanzungen, Baumreihen, Erhaltung von Gehölzen, Dach- und Fassadenbegrünung

Tabelle 5-2 Bestimmungen der Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen (LBO NW) zur energetischen Optimierung sowie zu städtebaulichen und ökologischen Aspekten

§§ LBO NW	Inhalte
§ 9	Nicht überbaute Flächen, Spielflächen, Geländeoberflächen
§ 12	Gestaltung (Dachform, Materialwahl, u. ä.)
§ 20	Bauprodukte
§ 51	Stellplätze und Garagen, Abstellplätze für Fahrräder
§ 55	Barrierefreiheit öffentlich zugänglicher baulicher Anlagen
§ 65 (1)	Genehmigungsfreie Vorhaben: Nr. 44 Solarenergieanlagen auf oder an Gebäuden oder als untergeordnete Nebenanlage
§ 65 (2)	Genehmigungsfreie Vorhaben: Änderung der äußeren Gestalt durch Solaranlagen

### Satzungen

Aufgrund verschiedener planungsrechtlicher bzw. bauordnungsrechtlicher Vorschriften sind die Kommunen zum Erlass von Satzungen berechtigt. Beispiele hierfür bieten die Gestaltungs- und Erhaltungssatzungen, Abwassersatzungen oder Entwässerungssatzungen. Teilweise wird von einigen Kommunen die Aufstellung von Nahwärmesatzungen angestrebt. Durch die Gemeindeordnung NW besteht grundsätzlich die Möglichkeit, auf der Grundlage einer örtlichen Satzung einen Anschluss- und Benutzungszwang zu verfügen.

### Vereinbarungen zur Veräußerung von Grundstücken

Privatrechtliche Verträge ermöglichen flexible Lösungen. Mit diesem Instrument können weitergehende Vereinbarungen, wie beispielsweise sozialpolitische Ziele, Umweltziele oder auch gestalterische Vorstellungen an den Bauherrn weitergeben werden. Dies geht weit über baurechtliche Möglichkeiten hinaus. Voraussetzung ist allerdings, dass sich der Grundeigentümer den Zielsetzungen einer Solar-siedlung verpflichtet fühlt.

Im unbeplanten Innenbereich sind Vorhaben, die aus dem Flächennutzungsplan abgeleitet sind, auch im Rahmen eines Verfahrens nach § 34 Baugesetzbuch möglich. Hier können weitergehende Regelungen zur Sicherung der Qualitäten einer Solar-siedlung vor allem über privatrechtliche Verträge geregelt werden.

## 5.2 Private Investoren

Die häufigste Form der Realisierung von größeren Wohnbau-projekten war bisher die Trägerschaft durch einen privaten Investor oder eine Wohnungsbaugesellschaft. In den letzten Jahren haben sich aufgrund veränderter Ansprüche neue Wohnformen im Sinne gemeinschaftlichen Bauens und Wohnens entwickelt. Die Anzahl von Projekten, in denen Bewohner gemeinschaftlich bauen, nimmt zu. Dabei sind solche Projekte im benachbarten europäischen Ausland erheblich stärker verbreitet. Ihre Erfahrungen, wie beispielsweise aus Dänemark, sind hilfreich und sollten Berücksichtigung finden.

### Vorhaben- und Erschließungspläne

Um ein Bauvorhaben zu initiieren, besteht seit dem Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz für einen privaten Investor die Möglichkeit, einen Vorhaben- und Erschließungsplan zu erstellen. Dieser wird von der Gemeinde als gemeindliche Satzung beschlossen. Er setzt sich aus dem eigentlichen Plan sowie dem Durchführungsvertrag, der die Leistungen und Fristen für den Auftraggeber beschreibt, zusammen.

Die Darstellungen des Vorhaben- und Erschließungsplanes sind nicht an den Katalog nach § 9 BauGB gebunden. Er ist allerdings analog zum Bebauungsplan auf Regelungen zum Bodenrecht beschränkt. Zusätzlich können an Landesrecht gebundene Regelungen aufgenommen werden.

Weitergehende Regelungen mit Bindungen für den Investor sind über privatrechtliche Verträge möglich. Hierbei muss sichergestellt werden, dass auch bei einem Weiterverkauf der Einzelgrundstücke an eine Vielzahl von Einzelbauherrn die Einhaltung der Qualitätsanforderungen rechtlich abgesichert wird.

### Rechtsformmodelle für Wohngruppen

Bei Solar-siedlungen, die nicht durch einen Investor oder eine Wohnungsbaugesellschaft errichtet werden, ist auch die Frage der rechtlichen Organisationsform von Wohngruppenprojekten von Bedeutung. Die nachfolgende Übersicht (Tabelle 5-3) soll nur einen Einblick in die vorhandenen Möglichkeiten geben. Detailliertere Auskünfte sind beispielsweise über die Wohn-Bund- Beratung NRW zu erhalten.

Rechtsform / Rechtsträgerschaft
Grundstückseigentum
Wohnungseigentum gem. WEG
Genossenschaft (e. G.)
Genossenschaft (e. G.) mit stiller Beteiligung (e. G. & Still)
Genossenschaft & Co KG
Kombination e. G. mit Einzeleigentum
Kombination e. G. mit Dauerwohnrechten
Kombination e. G. mit GbR

Tabelle 5-3 Für Wohngruppenprojekte empfehlenswerte Rechtsformmodelle/Rechtsträgerschaften (nach Kuthe, C.; Mermagen, W.; Schepers, A.: Gemeinsam Bauen - Gemeinsam Wohnen. Verlag für wissenschaftliche Publikationen. 1993)

### 5.3 Umsetzung: Trägerschaft

Für die zentralen Einrichtungen einer Siedlung stellt sich häufig das Problem der Trägerschaft. Eine selbstorganisierte Bewirtschaftung wird in vertraglichen Regelungen für die in Kap. 5.2 beschriebenen Organisationsformen abgesichert. Es bestehen jedoch auch weitere Möglichkeiten, die nachfolgend beispielhaft für die zentralen energie- und versorgungstechnischen Einrichtungen einer Solarsiedlung beschrieben werden.

#### **Betreibermodelle**

Die Versorgung mit leitungsgebundenen Energien (Strom, Erdgas) sowie mit Wasser erfolgt heute zumeist durch kommunale, regionale oder Verbund-Versorgungsunternehmen. Die Versorgungseinrichtungen innerhalb der Gebäude bzw. Hausgruppen werden zumeist vom privaten Investor, von der Bauherrengemeinschaft oder dezentral vom Einzelbauherrn oder Hauskäufer errichtet und betrieben.

In organisatorischer Hinsicht bietet sich als eine Möglichkeit für den Betrieb zentraler Versorgungseinrichtungen das 'Contracting' an. Dabei übernimmt ein privater Energiedienstleister die Investition in die moderne und ökologische Energietechnik und betreibt und wartet die erforderlichen Anlagen.

Die Refinanzierung der Investitionen erfolgt durch das Contracting, also einen Vertrag mit den Wohnungseigentümern bzw. der Eigentümergemeinschaft über die Versorgung mit Wärme und Strom. Der Vorteil für die Contracting-Nehmer liegt darin, dass die Investition für die energetischen Anlagen nicht direkt finanziert werden muss. Außerdem kann so das organisatorische Problem des Betriebs und der Wartung der zentralen Anlagen gelöst werden. Für die Umwelt bietet das Contracting den Vorteil, dass nicht die Anschaffungskosten der energietechnischen Anlagen minimiert werden, sondern der Contractor ein Interesse daran hat, primär die Betriebskosten der Anlagen zu optimieren. Dies bedeutet eine Verringerung des Primärenergieeinsatzes durch moderne und ökologische Energietechnik sowie durch moderne Steuerungstechnik.

## 6 Projektbegleitung

Im Rahmen der "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" werden Projekte initiiert, geplant und errichtet. In der Bauphase und nach der Fertigstellung einer Solarsiedlung ist eine weitergehende Projektbegleitung sinnvoll. Hierzu sollten von den Bewohnern einer Solarsiedlung über einen gewissen Zeitraum die Energieverbrauchswerte für die Beheizung der Gebäude und die Warmwasserbereitung sowie der Stromverbrauch bereitgestellt werden.

Die Projektbegleitung soll darüber hinaus durch Öffentlichkeitsarbeit im Sinne einer Multiplikatorfunktion der Solarsiedlungen zu einer breiten Umsetzung des solaren Bauens in Nordrhein-Westfalen führen.

### **Kommunen / Investoren**

Kommunen und Investoren bzw. Bauherrengemeinschaften als Antragsteller im Projekt "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" können auch bei der Projektbegleitung wesentliche Aufgaben übernehmen. Dies reicht von der vertraglichen Sicherung der Datenerhebung über die energetische Beratung der Bewohner der Solarsiedlung bis hin zur Öffentlichkeitsarbeit.

Eine Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Nutzung der Solarenergie kann nur erreicht werden, wenn die Nutzer sich entsprechend verhalten. Je geringer der Heizwärmebedarf eines Hauses ist, desto bedeutender werden die Lüftungswärmeverluste und damit die Abhängigkeit vom tatsächlichen Nutzerverhalten.

Für die Bewohner der Solarsiedlungen können zunächst Informationsbroschüren und weiteres Material direkt von Beratungseinrichtungen übernommen werden.

Kommunen und Investoren sollten den organisatorischen Rahmen für die energetische Beratung der Bewohner der Solarsiedlung bereitstellen. Dabei ist ein umfassendes Konzept der Nutzerbeteiligung, -information und -beratung anzustreben, das über den energetischen Bereich hinaus eine aktive Auseinandersetzung der Bewohner mit ihrem Gebäude und dem ökologischen und sozialen Umfeld ermöglicht.

### **Architekten / Planer / Fachgutachter**

Architekten, Planer und Fachgutachter begleiten das Projekt einer Solarsiedlung von den Anfängen bis zur Fertigstellung.

Die Solarsiedlungen sollen das energiesparende und ökologische Bauen mit kostensparenden Bauweisen verbinden. Eine konsequente Kostenkontrolle seitens der beteiligten Architekten, Planer und Fachgutachter ist daher wesentlicher Bestandteil der Projekte. Die Bilanzierung der Baukosten ermöglicht eine vergleichende Bewertung, inwieweit dies bei den verschiedenen Solarsiedlungskonzepten gelungen ist.

Die Erfahrungen, die die beteiligten Architekten, Planer und Fachgutachter bei der Planung und Errichtung der Solarsiedlungen sammeln, sollen im Sinne einer Multiplikatorfunktion für die berufliche Weiterbildung genutzt werden. Ziel ist es, ausgehend von den realisierten Projekten, Impulse in die Regionen des Landes zu geben. Instrumente hierfür sind neben Veröffentlichungen und Vorträgen insbesondere Tagungen, Workshops und spezielle Weiterbildungsveranstaltungen.

### **Bauausführende / Handwerker**

Die Hinweise zur beruflichen Weiterbildung der Architekten, Planer und Fachgutachter gelten in gleichem Maße für die bei der Errichtung der Solarsiedlungen beteiligten Handwerker und Bauausführenden.

Das von ihnen bei der Bauausführung erworbene technische Know-how soll ebenfalls im Sinne einer Multiplikatorfunktion für die berufliche Weiterbildung genutzt werden und Impulse für die örtliche Bauwirtschaft geben.

## 7 Anhang

7.1 Tab. A1: Checkliste der energetischen, ökologischen und sozialen Anforderungen an eine Solarsiedlung

Kap.	Anforderung	Erfüllung		Bemerkung / Anlage
		Ja	Nein	
	<b>Allgemeine Anforderung an die Siedlung</b>			
<b>2</b>	<b>Mindestgrößen für Solarsiedlungen sind</b> 20 Eigenheime oder 30 Wohnungen im Geschosswohnungsbau oder 50 Heimplätze.			
	<b>Energetische Anforderungen an die Siedlung</b>			
<b>3.2</b>	<b>Passive Solarenergienutzung</b> Als Mindeststandard der solarenergetischen Prüfung von städtebaulichen Entwürfen werden folgende Anforderungen gestellt. Die Abweichung der Gebäude (längste Fassade) von der Südorientierung darf im Mittel nicht mehr als 45° betragen. Die Minderung des maximal möglichen solaren Eintrags aller Gebäude des Entwurfs unter Berücksichtigung von Orientierung, Verschattung und Topographie darf im Mittel 20 % nicht überschreiten.			
<b>3.2</b>	<b>Aktive Solarenergienutzung</b> Die Option, Sonnenenergie auch aktiv mit Sonnenkollektoren zu nutzen, ist durch die Anforderung an die Ausrichtung der Gebäude in der Regel gleichzeitig gewahrt. Eine qualitative Bewertung sollte für jedes Gebäude vorgenommen werden.			
<b>3.2</b>	<b>Kompaktheit der Gebäude</b> Die "Kompaktheit" des gesamten Gebietes ist nachweisbar, indem das Verhältnis von Hüllfläche bezogen auf das Volumen der Gebäude berechnet wird (A/V-Verhältnis s. Energieeinsparverordnung). Ein mittleres A/V-Verhältnis wird berechnet, indem die Summe aller Hüllflächen durch die Summe aller Volumina dividiert wird. Ein Wert von 0,65 m <sup>-1</sup> sollte nicht überschritten werden.			
	<b>Energetische Mindestanforderungen an Gebäude</b>			
<b>4.1.1</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Grenzwert:</b> Für ein Gebäude innerhalb einer Solarsiedlung wird ein maximal zulässiger Grenzwert für die CO <sub>2</sub> -Emissionen festgelegt. Betrachtet werden die CO <sub>2</sub> -Emissionen, die verursacht werden durch: <ul style="list-style-type: none"><li>■ den Energiebedarf für die Beheizung und Brauchwassererwärmung für ein Gebäude (inkl. Verluste)</li><li>■ den Stromverbrauch (inkl. Haushaltsstrom)</li></ul> Für den Neubau gilt ein Grenzwert von 33 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a. Für Solarsiedlungen im Bestand gilt ein Grenzwert von 40 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a.  Falls die Siedlung über ein zentrales Wärmebereitstellungssystem (z.B. Nahwärmeversorgung) versorgt wird, bezieht sich die Anforderung auf die gesamte Siedlung.			

## Fortsetzung Tab. A1

Kap.	Anforderung	Erfüllung		Bemerkung / Anlage
		Ja	Nein	
	<p>Die Berechnung der verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen ist nach dem in Kapitel 4.2 beschriebenen Berechnungsverfahren durchzuführen.</p> <p>Die Ergebnisse der Berechnung sind jeweils für die einzelnen Gebäude und als Mittelwert der Siedlung anzugeben und folgendermaßen darzustellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a.</li> <li>- die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/a.</li> </ul>			
<b>4.1.1</b>	<p><b>Mindestwärmeschutz:</b></p> <p>In Anlehnung an die Vorgehensweise der Energieeinsparverordnung (EnEV) zur Gewährleistung eines Mindestwärmeschutzes der Gebäudehülle wird für ein Gebäude in einer Solarsiedlung der spezifische Transmissionswärmeverlust begrenzt. Unabhängig vom A/V-Verhältnis eines Gebäudes darf der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H<sub>T</sub> (mittlerer U-Wert aller Umfassungsflächen eines Gebäudes) generell einen Wert von</p> $H_{T,max} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ <p>nicht überschreiten.</p>			
<b>4.1.1</b>	<p><b>Solarer Deckungsgrad:</b></p> <p>Gleichzeitig darf der solare Deckungsgrad SDG den Wert 0,25 nicht unterschreiten. Der solare Deckungsgrad eines Gebäudes SDG wird zu</p> $SDG = Q_s / (Q_H + Q_s)$ <p>berechnet, wobei Q<sub>s</sub> die ermittelten nutzbaren solaren Zugewinne über die Fensterflächen und Q<sub>H</sub> der ermittelte Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes sind.</p>			
<b>4.1.1</b>	<p><b>Berechnung mit PHPP:</b></p> <p>Zur Berechnung des für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen benötigten Jahresheizwärmebedarfs ist das Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP) zu verwenden. Die hierbei anzusetzenden Randbedingungen sind in Kapitel 4.2 dokumentiert.</p> <p>Für die Berechnung des solaren Deckungsgrades SDG ist ebenfalls das PHPP zu verwenden.</p>			
<b>4.1.1</b>	<p><b>Kühlung:</b></p> <p>Zur Kühlung von Gebäuden sind nur Maßnahmen zulässig, die ohne bzw. mit nur geringem Einsatz fossiler Energie umsetzbar sind.</p>			

## Fortsetzung Tab. A1

Kap.	Anforderung	Erfüllung		Bemerkung / Anlage
		Ja	Nein	
	<b>Zentrale energetische Anforderungen</b>			
4.1.2	Zusätzlich zu den genannten energetischen Mindestanforderungen an die Gebäude bzw. an die Solarsiedlung ist die Einhaltung von zwei der folgenden drei weitergehenden Anforderungen zu belegen Für Solarsiedlungen im Bestand ist neben der Einhaltung der zuvor genannten Mindestanforderungen die Umsetzung eines aktivsolaren Systems (Forderung 2 oder Forderung 3) ausreichend. Die für den Nachweis anzusetzenden Randbedingungen sind in Kapitel 4.2 dokumentiert.			
4.1.2	<p><b>Forderung 1: "3-Liter-Haus" oder Passivhaus</b></p> <p>Der auf die beheizte Wohnfläche (nach PHPP berechnete Energiebezugsfläche) bezogene Jahresheizwärmebedarf eines Gebäudes <math>Q_H</math> darf einen Wert von 35 kWh/m<sup>2</sup>a beim "3-Liter-Haus" bzw. 15 kWh/m<sup>2</sup>a beim Passivhaus nicht überschreiten.</p> <p>Die für derartige Gebäude unabdingbare Luftdichtigkeit der Gebäudehülle muss mittels eines Drucktests (Blower Door) nachgewiesen werden.</p> <p>Der bei 50 Pa Druckdifferenz gemessene, auf das Netto-Luftvolumen des Gebäudes bezogene Luftvolumenstrom <math>n_{50}</math> darf einen Wert von</p> <p><math>n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}</math> beim "3-Liter-Haus" bzw. <math>n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}</math> beim Passivhaus</p> <p>nicht überschreiten.</p>			
4.1.2	<p><b>Forderung 2: Solare Warmwasserbereitung:</b></p> <p>Der zur Warmwasserbereitung benötigte Energiebedarf soll zu mindestens 60 % durch eine thermische Solaranlage gedeckt werden. Bei der Planung der Kollektoranlage sind die durch die Anlagentechnik verursachten Verluste (Leitungs- und Speicherverluste) zu berücksichtigen. Der von der Anlage erbrachte Deckungsanteil muss nach Abzug der Verluste mindestens 60 % der benötigten Nutzenergie betragen.</p> <p>Alternativ kann die Warmwasserbereitung mit einem Heizungssystem kombiniert werden, das andere erneuerbare Energien nutzt. Dieses System muss dann nach Abzug von Verlusten ebenfalls zumindest 60 % der zur Warmwasserbereitung benötigten Nutzenergie durch Nutzung der regenerativen Energie zur Verfügung stellen.</p> <p>In jedem Fall ist für ein Gebäude in einer Solarsiedlung ein aktivsolares System einzusetzen. Falls keine Photovoltaikanlage zur Eigenstromerzeugung vorgesehen ist, bedeutet dies, dass für die Warmwasserbereitung thermische Kollektoren eingesetzt werden müssen.</p>			
4.1.2	<p><b>Forderung 3: Solare Stromerzeugung</b></p> <p>Bei Einsatz von Photovoltaik ist eine Anlagenleistung von mindestens 1 kW<sub>p</sub> pro Wohneinheit vorzusehen.</p> <p>In jedem Fall ist für ein Gebäude in einer Solarsiedlung ein aktivsolares System einzusetzen. Falls keine thermischen Kollektoren für die Warmwasserbereitung vorgesehen sind, bedeutet dies, dass für die Eigenstromerzeugung eine Photovoltaikanlage eingesetzt werden muss.</p>			

## Fortsetzung Tab. A1

Kap.	Anforderung	Erfüllung		Bemerkung / Anlage
Ökologische und Soziale Anforderungen		Ja	Nein	
3.1	<b>Städtebauliche Planung, Standortbedingungen:</b> Ökologische Standortfaktoren:			
3.1	<b>Wasser:</b> Keine Bebauung in Wasserschutzgebieten, Schutzzone 2			
3.1	<b>Tiere und Pflanzen:</b> Mindestabstand zu Naturschutzgebieten: 100 m			
	Keine Befreiung vom Landschaftsschutz für den Standort			
	Kein Standort in Waldbereichen			
	Kein Standort in Auenbereichen			
3.1	<b>Städtebauliche Standortfaktoren:</b> Darlegung, dass die bestehenden Möglichkeiten zur Wiedernutzung früher bereits baulich genutzter Flächen geprüft und ausgeschöpft wurden			
3.1	<b>Verkehrsanbindung:</b> Anbindung an den Öffentlichen Personennahverkehr			
3.4	<b>Städtebauliche Planung, Infrastruktur:</b> Interne verkehrliche Erschließung: Sparsame Verkehrserschließung: Verkehrsflächenanteil für den motorisierten Verkehr maximal 10 %			
3.5	<b>Städtebauliche Planung, Ökologie:</b> Erarbeitung ökologischer Gestaltungs- und Entwicklungspläne: Bodenkonzept			
	Wasserkonzept			
	Klimakonzept			
	Freiflächenkonzept			
3.5	<b>Grundlagen flächensparenden, ökologischen Bauens:</b> Maximale durchschnittliche Grundstücksflächen von 400 m <sup>2</sup> bei Einfamilienhäusern GFZ nicht unter 0,8 bei Geschosswohnungsbau			
	Maximal 4 Vollgeschosse			
3.5	<b>Vegetation:</b> Integration erhaltenswerter Baumbestände			
4.7	<b>Gebäudeplanung, Soziale Aspekte:</b> Kinderzimmer mindestens 10 m <sup>2</sup> groß und nicht in Nordlage			



7.2 Tab. A2: Checkliste der Planungshinweise zu ökologischen und sozialen Aspekten einer Solarsiedlung

Kap.	Planungshinweis	Erfüllung		Bemerkung / Anlage
		Ja	Nein	
3.1	<b>Städtebauliche Planung, Standortbedingungen:</b> Ökologische Standortfaktoren:			
3.1	<b>Boden:</b> Vermeidung von Standorten auf schützenswerten Böden			
	Vermeidung von Standorten, die zur Erschließung erheblicher, großflächiger Bodenumlagerungen bedürfen (außer bei Altlasten)			
3.1	<b>Wasser:</b> Vermeidung von Standorten in Wasserschutzgebieten, Schutzzone 3			
	Vermeidung von Standorten, bei denen damit zu rechnen ist, dass die Fundamente der Gebäude in den Einwirkungsbereich des Grundwassers kommen			
	Einschränkung auf Bauweisen ohne Keller, wenn damit zu rechnen ist, dass die Fundamente der Gebäude bei einer Bauweise mit Kellern in den Einwirkungsbereich des Grundwassers kommen			
	Vermeidung einer Grundwasserabsenkung zur Erschließung des Standortes			
3.1	<b>Klima:</b> Vermeidung von Standorten, die vorhandene klimatische Ausgleichsfunktionen beeinträchtigen (Kaltluftentstehung, Kaltluftfluss, Luftregeneration, Klimaoasen)			
	Vermeidung von Standorten in wind- / bioklimatischer Ungunstlage: Kuppenlage, Muldenlage, Tallage, Nordhanglage			
3.1	<b>Tiere und Pflanzen:</b> Kein Standort im Abstand von weniger als 50 m zu Waldflächen			
	Kein Standort im Abstand von weniger als 50 m zu Auenbereichen			
3.1	<b>Lärm:</b> Bei Schallimmissionen, die höher sind als 5 dB(A) unter den geltenden Richtwerten (Verkehrslärmschutzverordnung, TA Lärm, VDI 2058, DIN 18 005), sind Maßnahmen zum Lärmschutz vorzusehen			
3.1	<b>Städtebauliche Standortfaktoren:</b> Anbindung an vorhandene Bebauung			
3.1	<b>Verkehrsanbindung:</b> Nächster vorhandener oder geplanter Haltepunkt des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs (DB-Strecke, S-Bahn, Nahverkehrsstrecke) in maximal 1.500 m Entfernung			
	Ausnahme: Besonders gute Erreichbarkeit des Haltepunktes bei besonderer Qualität des Zubringersystems (ÖPNV, Radwegenetz)			
	Anbindung an ein Radwegenetz			
3.1	<b>Versorgung:</b> Infrastruktureinrichtungen, wie beispielsweise Kindergärten und Versorgungsmöglichkeiten für den täglichen Bedarf, in maximal 800 m bis 1.000 m Entfernung			

## Fortsetzung Tab. A2

Kap.	Planungshinweis	Erfüllung		Bemerkung / Anlage
		Ja	Nein	
3.4	<b>Städtebauliche Planung, Infrastruktur:</b> <b>Nutzungsmischung:</b> Bei Siedlungen mit mehr als 100 WE soll der Flächenanteil für die Funktion 'Arbeiten' mindestens 10 % der bebauten Fläche betragen			
3.4	<b>Interne verkehrliche Erschließung:</b> Ausbau der Straßen als Wohnstraßen, kein Durchgangsverkehr			
	Reduzierung der Straßenbreite auf das für Versorgungsfahrzeuge notwendige Minimum			
	Maximal 1 Stellplatz je Wohneinheit			
	Darlegung eines Erholungs-, Spiel- und Sportkonzeptes			
3.4	<b>Ver- und Entsorgung, Niederschlagswasser:</b> Sofern keine dezentrale Regenwasserversickerung möglich ist, sind Maßnahmen zur Zwischenspeicherung über offene Wasserflächen, Zisternen, u. ä. sowie die Integration in das Freiflächenkonzept nachzuweisen			
	Nutzung des Niederschlagswassers als Brauchwasser für Toilettenspülung und Gartenbewässerung			
	Das Niederschlagswasser aller Wege und Zufahrten, Plätze, usw. ist zu versickern			
	Das Niederschlagswasser der Straßen und Parkplätze ist durch die belebte Bodenschicht zu versickern, soweit nicht mit Wassergefährdung zu rechnen ist			
3.4	<b>Ver- und Entsorgung, Abwasser:</b> Die Möglichkeiten der dezentralen Abwasserreinigung (u. U. für Teilbereiche der Siedlung) sind zu prüfen und bei gegebenen Voraussetzungen bevorzugt zu realisieren, soweit noch keine Abwasserkanalisation vorhanden ist			
3.4	<b>Ver- und Entsorgung, Abfall:</b> Technische, bauliche und organisatorische Voraussetzungen für Getrenntsammlung und getrennte Wertstoffsammlung sind zu schaffen			
	Soweit größere Gartenflächen als Privat- oder Mietergärten zugeordnet sind, ist die Voraussetzung für eine Kompostierung organischer Abfallstoffe zu schaffen und zu nutzen			
3.5	<b>Städtebauliche Planung, Ökologie:</b> Grundlagen flächensparenden, ökologischen Bauens: Unversiegelter Freiflächenanteil (auch keine Unterbauung) minimal 40 % der Gesamtfläche (Bruttobauland)			
3.5	<b>Windklima:</b> Windklimatische Optimierung der Siedlung zur Vermeidung von Zugerscheinungen und Turbulenzen zwischen den Gebäuden (Sicherstellung der Aufenthaltsqualität)			
	Windklimatische Optimierung der Siedlung zur Reduzierung konvektiver Wärmeverluste der Gebäudehüllen			
3.5	<b>Bioklima:</b> Sicherstellung eines guten Bioklimas durch Schaffung einer Vielfalt von Mikroklimaten unter Vermeidung von Extremen			
	Bioklimatische Optimierung der Aufenthaltsräume für die Bewohner im Freiraum der Siedlung			
3.5	<b>Vegetation:</b> Ausschließliche Verwendung standortgerechter heimischer Gehölze für die öffentlichen Freiflächen			
	Stellplatzflächen sind generell zu begrünen, je 4 zusammenhängende Stellplätze ein großkroniger Baum			

## Fortsetzung Tab. A2

Kap.	Planungshinweis	Erfüllung		Bemerkung / Anlage
		Ja	Nein	
<b>3.6</b>	<b>Städtebauliche Planung, Soziale Aspekte:</b> Darlegung der barrierefreien Gestaltung			
	Einbeziehung der späteren Nutzer mit Beginn des Planungsprozesses (Broschüren, Vorträge, begleitende Betreuung, etc.)			
	Trennung von öffentlichen, halböffentlichen und privaten Freiräumen (Nachweis der Funktionsfähigkeit)			
	Die vielfältige Nutzbarkeit von Flächen ist im Entwurf vorzusehen			
	Gemeinschaftsräume oder Gemeinschaftshäuser mit 2 % - 4 % der gesamten Wohnfläche sind vorzusehen. Sie sollen so gestaltet werden, dass auch eine spätere Wohnnutzung möglich ist.			
<b>4.6</b>	<b>Gebäudeplanung, Materialwahl:</b> Baustoffe: Qualitätsvereinbarung mit den späteren Nutzern hinsichtlich des Innenausbau auf Grundlage der nachfolgend genannten Planungshinweise			
	Vorrangige Verwendung von umweltverträglichen recycelten Baustoffen			
	Die Baumaterialien und -konstruktionen müssen eine spätere Wiederverwertung und Wiederverwendung zulassen			
	Produkte aus dem Nahbereich: Vorrangige Nutzung regionaler Baustoffe			
	Vorrangige Nutzung energiearmer Baustoffe und von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen			
	Vermeidung von Aluminium			
	Vorrangige Verwendung von Baustoffen mit vollständiger Deklaration der Inhaltsstoffe			
	Verwendung von Holzfenstern und Bevorzugung von sonstigen Bauelementen aus Holz aus heimischem Anbau			
<b>4.6</b>	<b>Holz:</b> Nutzung heimischer und FSC-zertifizierter Hölzer			
<b>4.6</b>	<b>Elektrische Energie:</b> Einbau energiesparender Haushaltsgeräte nach dem Stand der Technik im Rahmen der Erstausrüstung oder bei Ersatzbeschaffungen;			
<b>4.6</b>	<b>Wasser:</b> Einbau wassersparender Armaturen und Toiletten			
	Einbau von wassersparenden Haushaltsgeräten, wie Spül- oder Waschmaschinen, nach dem Stand der Technik			
<b>4.6</b>	<b>Freiraum:</b> Verzicht auf den Einsatz von Insektiziden, Pestiziden und Herbiziden sowie von torfhaltigen Produkten			
<b>4.7</b>	<b>Gebäudeplanung, Soziale Aspekte:</b> Barrierefreies Wohnen (Erdgeschoss)			
	Treppenfrierer Außenzugang zum Erdgeschoss			
	Erdgeschoss mit Gartenzugang			
	Nutzer- / Mieterbeteiligung bei der Gebäudeplanung			
	Aufstellung eines integrativen Wohnkonzeptes, anteiliger sozialer Wohnungsbau			
	Nachweis der Grundrissflexibilität: Nutzungsneutralität, Mischung verschiedener Wohnungsgrößen			
	Gemeinschaftliche Wasch- und Trockenräume			

### 7.3 Erläuterungen zur Energiekonzept-erstellung

Bei allen Baugebieten sollen im Rahmen der Solarsiedlungen solarenergetische Vorprüfungen durchgeführt werden. Die solarenergetische Vorprüfung dient dazu, eine Hilfestellung zur Erstellung eines für die Solarnutzung geeigneten Entwurfs zu geben, um eine spätere optimale Solarnutzung zu ermöglichen.

Aufbauend auf den Ergebnissen der solarenergetischen Vorprüfung dient die Erstellung eines Energiekonzeptes dazu, mögliche Varianten hinsichtlich der Energienachfrage und des Energieangebotes in der zukünftigen Solarsiedlung zu entwickeln.

Die Erstellung des Energiekonzeptes sollte zum frühestmöglichen Zeitpunkt erfolgen, da mit der Festlegung wichtige Anforderungen sowohl hinsichtlich der baulichen Gestaltung als auch der Siedlungsstruktur einhergehen können.

Für die Kommunen bietet die Erarbeitung des Energiekonzeptes die Möglichkeit, im Vorfeld der endgültigen Festschreibung eines Energiekonzeptes verschiedene bauliche Ausführungen und Versorgungstechniken - die alle den Rahmenanforderungen 'Solarsiedlung NRW' entsprechen - hinsichtlich ihrer ökologischen Effekte und finanziellen Auswirkungen sowohl für die Investoren als auch für die Nutzer einander gegenüber zu stellen.

Für die untersuchten Konzepte sind Maßnahmen und Anforderungen - inkl. aller passiven und aktiven technischen Systeme - zu beschreiben sowie Angaben zu den kalkulierten Kosten, den zu erzielenden Energieeinspareffekten und den zu erwartenden Emissionen zu machen.

Energiekonzepte sollen differenzierte Angaben zur Energienachfrage und zum Energieangebot in den zukünftigen Solarsiedlungen enthalten. Das Energiekonzept soll deshalb aus zwei Bestandteilen bestehen:

#### a) Energienachfrage

Von den beschriebenen insgesamt drei Anforderungen sind mindestens zwei zu erfüllen. Eine der Anforderungen bezieht sich auf die Passivhausbauweise oder ein "3-Liter-Haus", wonach durch Nutzung der Sonnenenergie und durch einen konsequenten baulichen Wärmeschutz der Heizwärmebedarf 15 kWh/m<sup>2</sup>a bzw. 35 kWh/m<sup>2</sup>a nicht überschreiten darf.

Die Informationen zur Energienachfrage sollen u. a. Auskunft über den zu erwartenden Energiebedarf für Raumwärme, Warmwasser und Strom geben. Hierzu gehören insbesondere Angaben, die Einfluss auf den Energiebedarf haben (U-Werte, Energiekennzahl, A/V-Verhältnis etc.).

#### b) Energieangebot

In einer der drei Anforderungen wird gefordert, dass der solare Deckungsgrad für die Warmwasserbereitung mindestens 60 % beträgt. Alternativ kann die Warmwasserbereitung auch mit einem Heizungssystem kombiniert werden, das erneuerbare Energien nutzt.

Gefordert wird also ein möglichst hoher Anteil von regenerativen Energien und/oder möglichst minimaler Einsatz von primären Energieträgern. Dies kann beispielsweise erreicht werden durch die aktive Solarnutzung, den Einsatz von Biomasse, Wärmepumpen, Geothermie sowie Blockheizkraftwerken.

Bei einer Eigenstromerzeugung in der Siedlung wird zudem gefordert, dass die Anlagengröße mindestens 1 kW<sub>p</sub> pro Wohneinheit betragen muss.

Die Informationen zum Energieangebot sollen u. a. Auskunft zur Heizungsart (solar, BHKW), zum solaren Deckungsbeitrag sowie zur möglichen Eigenstromerzeugung geben. Für eine wirtschaftlich sinnvolle Eigenstromerzeugung sind darüber hinaus Angaben zu den Konditionen für die Stromeinspeisung und den Zusatz- und Reservestrom notwendig.

Die Ergebnisse des Energiekonzeptes sollen differenziert für einzelne Gebäudetypen und die gesamte Siedlung in einem Übersichtsbogen festgehalten werden.

## Übersichtsbogen für den jeweiligen Gebäudetyp

Das Energiekonzept zur Nachfrageseite soll Angaben zu folgenden Bereichen enthalten:

Anzahl der Wohneinheiten		<input type="text"/>
qm beheizte Wohnfläche (Energiebezugsfläche nach PHPP)		<input type="text"/>
Gebäudetyp (EFH, Reihenhäuser, MFH)	_____	
Verhältnis Außenfläche zu Volumen der Gebäude (A/V-Verhältnis)		<input type="text"/>
CO <sub>2</sub> -Emissionen in kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a		<input type="text"/>
absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen in kg CO <sub>2</sub> /a		<input type="text"/>
spezifischer, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogener Transmissionswärmeverlust H <sub>T</sub> in W/m <sup>2</sup> K		<input type="text"/>
Gesamtenergiebedarf des Gebäudes (in kWh/a) aufgeteilt nach:		
	Raumwärme	<input type="text"/>
	Warmwasser	<input type="text"/>
	Strom	<input type="text"/>
Dachneigung in °		<input type="text"/>
Lüftung	Energieverbrauch des Systems in kWh/a	<input type="text"/>
	Systembeschreibung _____	
	Wärmerückgewinnung	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Warmwasseranschluss für: Waschmaschine		ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
	Spülmaschine	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Warmwasserzirkulation		ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>

## Übersichtsbogen für den jeweiligen Gebäudetyp

Das Energiekonzept zur Angebotsseite soll Angaben zu folgenden Bereichen enthalten:

Fläche Sonnenkollektoren für Warmwasserbereitung in m<sup>2</sup>

solarer Deckungsgrad für Warmwasser in %

Heizungsart/-system \_\_\_\_\_

Stromerzeugung durch:

Photovoltaik in kW<sub>p</sub>

Kostenschätzungen in T € (z.B. differenziert nach Gebäude, Solaranlage etc.)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Übersichtsbogen für die Siedlung

Das Energiekonzept zur Nachfrageseite soll Angaben zu folgenden Bereichen enthalten:

Anzahl der Gebäude

Anzahl der Wohneinheiten

qm beheizte Wohnfläche (Energiebezugsfläche nach PHPP)

Anzahl Gebäudetyp

EFH

Reihenhäuser

MFH

CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a

absolute CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/a

Gesamtenergiebedarf der Siedlung (in kWh/a) aufgeteilt nach:

Raumwärme

Warmwasser

Strom

## Übersichtsbogen für die Siedlung

**Das Energiekonzept zur Angebotsseite soll Angaben zu folgenden Bereichen enthalten:**

Kurzbeschreibung des Energiekonzepts (welche der im Aufruf "50 Solarsiedlungen" gestellten Anforderungen werden erfüllt)

---



---



---



---



---

Fläche Sonnenkollektoren für Warmwasserbereitung in m<sup>2</sup>

solarer Deckungsgrad für Warmwasser in %

solare Nahwärme (ja / nein)

Wärmespeicher: Auslegung in m<sup>3</sup>

Standort \_\_\_\_\_

Heizungsart (zentral / dezentral) \_\_\_\_\_

Stromerzeugung durch:

Photovoltaik in kW<sub>p</sub>

BHKW eingesetzte Energieträger \_\_\_\_\_

Auslegung in kW<sub>el</sub>

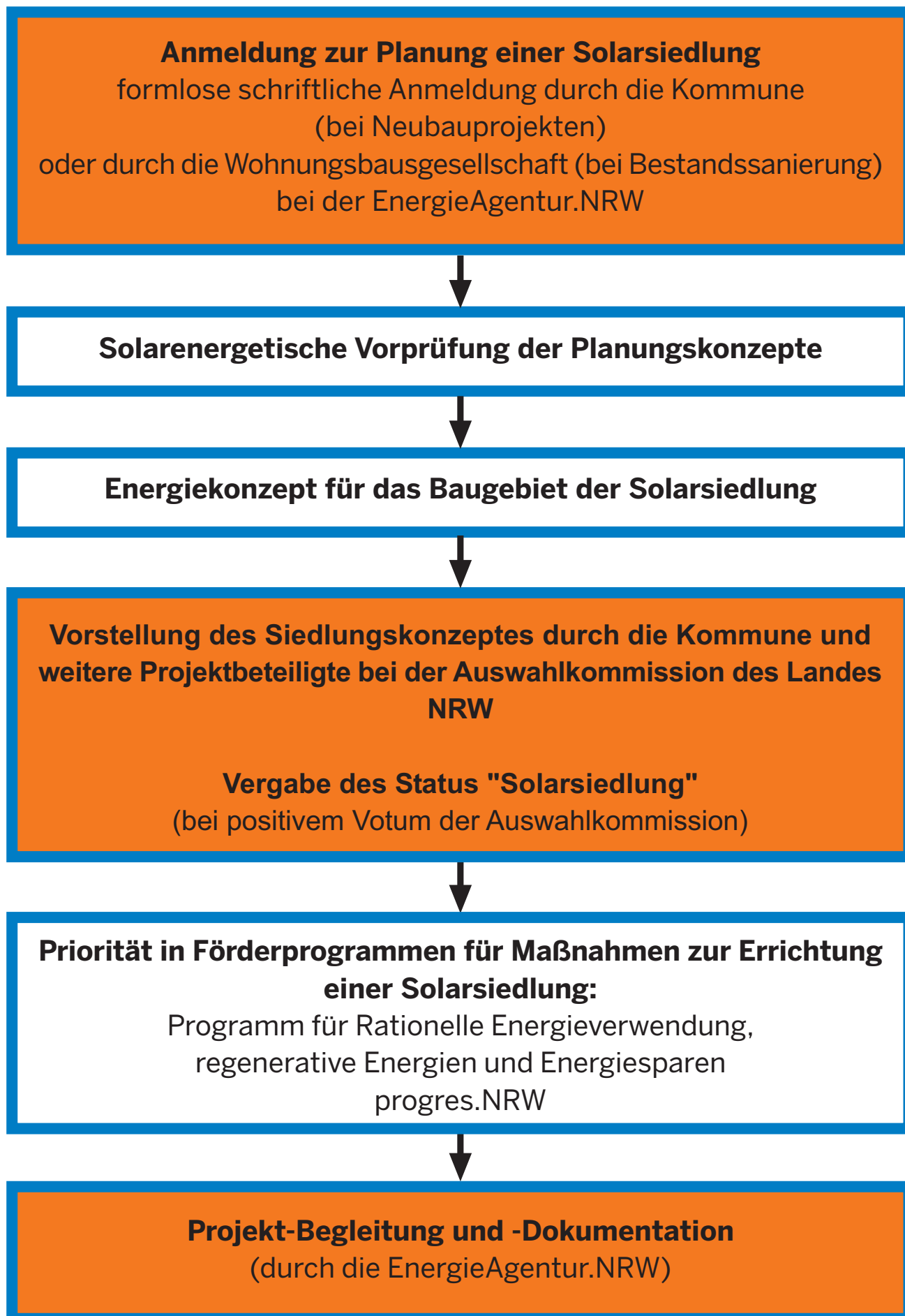
Auslegung in kW<sub>th</sub>

Andere





7.4 Ablaufschema für Vorhaben im Projekt  
"50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen"



## **Bearbeitung**

Dipl.-Ing. R. Wortmann /  
Dipl.-Ing. M. Scheerer /  
Dipl.-Ing. K. Wember

Wortmann & Scheerer Ingenieurbüro für  
Wärme- und Energietechnik, Bochum

Dr.rer.nat. M. Grauthoff

Dr. Grauthoff Unternehmensberatung  
für Energie und Umwelt, Dinslaken

Dipl.-Ökol. V. Mook

ENVIRONMENT Planungsgemeinschaft  
Stadt und Umwelt, Dinslaken

## **Betreuung**

Dr.-Ing. Hartmut Murschall

Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand  
und Energie NRW

Dipl.-Ing. Andreas Gries

EnergieAgentur.NRW

4. überarbeitete und aktualisierte Auflage  
Stand: Januar 2008

**Impressum:**

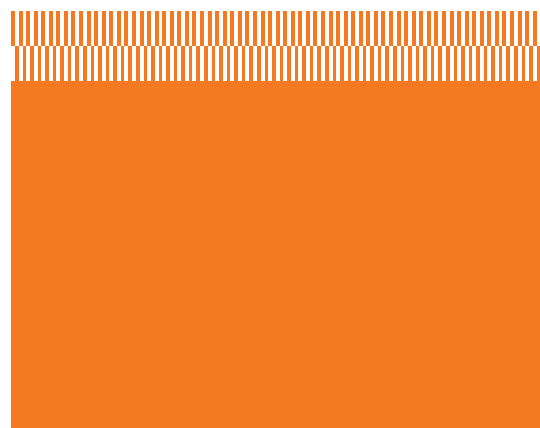
EnergieAgentur.NRW  
c/o Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand  
und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen  
Haroldstraße 4  
40213 Düsseldorf  
Telefon: 01803 19 00 00\*  
E-Mail: [info@energieagentur.nrw.de](mailto:info@energieagentur.nrw.de)  
[www.energieagentur.nrw.de](http://www.energieagentur.nrw.de)

© EnergieAgentur.NRW 02/2008

\* (9 Ct/Min. aus dem deutschen Festnetz, abweichende Preise für Mobilfunknetze)

**Kontakt:**

EnergieAgentur.NRW  
"50 Solarsiedlungen in NRW"  
Dipl.-Ing. Andreas Gries  
Haroldstraße 4  
40213 Düsseldorf  
Telefon: 02 11/8 66 42-17  
Telefax: 02 11/8 66 42-22  
E-Mail: [gries@energieagentur.nrw.de](mailto:gries@energieagentur.nrw.de)  
[www.50-solarsiedlungen.de](http://www.50-solarsiedlungen.de)



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung