



# 100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen

## Planungsleitfaden



# Inhaltsverzeichnis

1	<b>Einleitung</b> .....	4
2	<b>Übersicht der Anforderungen und Empfehlungen</b> .....	5
2.1	<b>Anforderungen Energie</b> .....	5
2.2	<b>Anforderungen Gestaltung</b> .....	6
2.3	<b>Anforderungen Städtebau</b> .....	7
3	<b>Städtebauliche Planung</b> .....	9
3.1	<b>Standortwahl</b> .....	9
3.1.1	<b>Ökologische Standortfaktoren</b> .....	9
3.1.2	<b>Städtebauliche Standortfaktoren</b> .....	10
3.1.3	<b>Verkehrsanbindung</b> .....	11
3.1.4	<b>Versorgung</b> .....	11
3.2	<b>Energetische Anforderungen und Empfehlungen (Städtebau)</b> .....	11
3.2.1	<b>Ausrichtung der Gebäude</b> .....	12
3.2.2	<b>Vermeidung von Verschattungen</b> .....	13
3.2.3	<b>Kompaktheit</b> .....	16
3.3	<b>Erschließung</b> .....	16
3.4	<b>Ökologische Planungsaspekte</b> .....	17
3.4.1	<b>Flächensparendes Bauen</b> .....	17
3.4.2	<b>Vegetation</b> .....	17
3.5	<b>Soziale Aspekte</b> .....	17
4	<b>Gebäudeplanung</b> .....	19
4.1	<b>Energetische Anforderungen und Empfehlungen (Gebäude)</b> .....	20
4.1.1	<b>Maximale CO<sub>2</sub>-Emissionen in Neubausiedlungen</b> .....	20
4.1.2	<b>Maximale CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bestandssiedlungen</b> .....	20
4.1.3	<b>Heizwärmebedarf/Wärmedämmstandard</b> .....	21
4.1.4	<b>Weitere Empfehlungen für Neubau- und Bestandssiedlungen</b> .....	23
4.2	<b>Soziale Aspekte</b> .....	24
4.3	<b>Berechnungsverfahren</b> .....	25
4.3.1	<b>Heizwärmebedarf <math>Q_H</math> und Transmissionswärmeverlust <math>H'_T</math></b> .....	25
4.3.2	<b>Wärmebrücken</b> .....	26
4.3.3	<b>Infiltration und Belüftung</b> .....	26
4.3.4	<b>Verschattung</b> .....	27
4.3.5	<b>Warmwasserbereitung</b> .....	28
4.3.6	<b>Wärmeverluste</b> .....	28
4.3.7	<b>Hilfsenergie</b> .....	28
4.3.8	<b>Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen</b> .....	28
4.4	<b>Kompensation der CO<sub>2</sub> Emissionen</b> .....	31
4.5	<b>Beispielberechnungen</b> .....	32
5	<b>Qualitätssicherung</b> .....	35
5.1	<b>Bauausführung</b> .....	35
5.2	<b>Inbetriebnahme</b> .....	35
5.3	<b>Betriebsoptimierung</b> .....	36
5.4	<b>Verbrauchsdatenerfassung</b> .....	36
6	<b>Projektkoordination und Projektbegleitung</b> .....	37
7	<b>Anhang</b> .....	39
7.1	<b>Checkliste der Anforderungen und Empfehlungen an eine Klimaschutzsiedlung</b> .....	39
7.2	<b>Erfassungsbogen Neubau</b> .....	42
7.3	<b>Erfassungsbogen Sanierung</b> .....	44
7.4	<b>Quellenangaben und Erläuterungen</b> .....	46

# 1 Einleitung

Der Klimaschutz ist eine der wichtigsten Herausforderungen der Gegenwart. Die nordrhein-westfälische Landesregierung engagiert sich deshalb zusätzlich zu den europäischen und nationalen Maßnahmen mit einer eigenen Energie- und Klimaschutzstrategie.

Etwa ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland wird für die Raumwärme und Warmwassererzeugung in Gebäuden benötigt. Somit spielt das energieeffiziente Bauen und die energetische Sanierung von Gebäuden im Rahmen der Klimaschutzpolitik eine wichtige Rolle.

Mit dem Bau und der Sanierung von kompletten Siedlungen eröffnen sich weitreichende Möglichkeiten zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung. In der Vergangenheit konnten in Nordrhein-Westfalen durch die Kombination von Energieeinsparung und Einsatz von Solarenergie im Rahmen des Projektes "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" bereits Erfolge erzielt werden.

Als Bestandteil der nordrhein-westfälischen Energie- und Klimaschutzstrategie sollen mit dem neuen Projekt "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" die wärmebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Wohnsiedlungen weiter konsequent reduziert werden. Hierfür können alle Technologien, die zur CO<sub>2</sub>-Einsparung geeignet sind, eingesetzt werden. Planer und Investoren haben da-durch die Freiheit, aus einer großen Bandbreite innovativer Gebäudestandards und Versorgungsvarianten auszuwählen.

Im vorliegenden Planungsleitfaden werden Anforderungen und Empfehlungen für die Klimaschutzsiedlungen dargestellt. Die zulässigen CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen beim Neubau in Abhängigkeit vom Gebäudetyp etwa 50 - 60 % unter den Werten, die sich für Referenzgebäude entsprechend der EnEV 2009 ergeben.

Auch wenn es bei den Klimaschutzsiedlungen schwerpunktmäßig um die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen geht, sollen sich diese über das innovative Energiekonzept hinaus durch besondere städtebauliche und soziale Qualitäten auszeichnen. Ziel ist es, umweltverträgliches Bauen als einen wichtigen Bestandteil einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung zu fördern.

## 2 Übersicht der Anforderungen und Empfehlungen

### Vorbemerkungen/Erläuterungen:

Die folgenden Kapitel 2.1. bis 2.3. bieten einen kurzen Überblick über die grundsätzlich zu erfüllenden energetischen, gestalterischen, städtebaulichen, sozialen und ökologischen Anforderungen.

In Kapitel 3 und 4 werden anschließend detailliert die städtebaulichen Rahmenbedingungen und die Vorgaben für die Gebäudeplanung erläutert.

Die generell zu erfüllende **Anforderungen** sind orange unterlegt. Sollte die Einhaltung von Anforderungen im Einzelfall nicht möglich sein, so ist dies plausibel zu begründen. Über die Vergabe des Status "Klimaschutzsiedlung" entscheidet die Auswahlkommission für das Projekt "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen".

Zusätzlich werden **Empfehlungen** gegeben, die die gewünschten Qualitäten einer Siedlung beschreiben, jedoch nicht zwingend umgesetzt werden müssen. Diese sind hellgelb unterlegt.

Sofern Anforderungen oder Empfehlungen nur für Neubauten oder nur für Bestandssanierungen gelten, wird darauf im Text jeweils gesondert hingewiesen. Eine Checkliste der Anforderungen und Empfehlungen befindet sich im Anhang unter 7.1.

### 2.1 Anforderungen Energie

#### Energetische Anforderungen an Gebäude im Neubaubereich:

- Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsenergie, jedoch ohne Haushaltsstrom:
  - maximal 9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Wärmedämmstandard: Passivhaus (Heizwärmebedarf max. 15 kWh/m<sup>2</sup>a) oder "3-Liter-Haus" (Heizwärmebedarf max. 35 kWh/m<sup>2</sup>a)
- Maximaler Transmissionswärmeverlust:
  - für EFH, DHH, RH:  $H^1_{T,max} = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - für MFH:  $H^1_{T,max} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Luftdichtheit der Gebäude (Nachweis durch Drucktest (Blower Door)):
  - Passivhaus: Drucktestkennwert  $n_{50,max.} 0,6 \text{ h}^{-1}$
  - "3-Liter-Haus": Drucktestkennwert  $n_{50,max.} 1,0 \text{ h}^{-1}$

**Im Neubaubereich ist für alle Gebäude ein PHPP-Nachweis (s. Anhang 7.4) erforderlich.**

**Energetische Anforderungen an Gebäude im Bestand:**

- Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsenergie, jedoch ohne Haushaltsstrom:
  - bei  $A/V < 0,5$  maximal 12 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
  - bei  $A/V \geq 0,5$  maximal 15 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a
- Wärmedämmstandard:
  - Maximaler Transmissionswärmeverlust  $H'_{T, \max} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Für Bestandssanierungen sind Berechnungen nach dem PHPP oder dem LEG-Verfahren (s. Anhang 7.4) erforderlich.**

**Anforderungen Verbrauchsdatenerfassung:**

- Erstellung eines einfachen, projektspezifischen Messkonzeptes
- Übermittlung der jährlichen Verbrauchswerte für Gesamtwärme, Warmwasser, Hilfsstrom und ggf. regenerativ vor Ort erzeugte Wärme oder Strom an die EnergieAgentur.NRW

**2.2 Anforderungen Gestaltung**

Um im Rahmen dieses Projektes Siedlungen zu entwickeln, die nicht nur einen hohen energetischen Standard erfüllen, sondern darüber hinaus auch langfristig hervorragenden Wohn- und Lebensraum bieten, werden neben energetischen, ökologischen und sozialen Vorgaben auch Anforderungen an die Gestaltung gestellt. Die Gestaltung soll die Identitätsentwicklung der Siedlung unterstützen.

Folgende Grundprinzipien zur Sicherung einer Gestaltungsqualität der Klimaschutzsiedlungen sollten eingehalten werden:

**Anforderungen (Neubau):**

- 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
- Einbindung der Nebenanlagen wie Garagen/Carports, Müllsammelanlagen und separate Abstellgebäude in das Funktions- und Gestaltungskonzept der Siedlung:
  - 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. Bei der Planung bieten Carports gegenüber Garagen grundsätzlich den Vorteil, dass sie aufgrund ihrer offenen Konstruktion einen freieren Raumeindruck vermitteln.

- Einheitliche Gestaltung von Einfriedungen im Übergang privater Gartenbereiche zum öffentlichen Raum:
  - Die räumliche und gestalterische Planung 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 Regenwassermanagements in das Frei- und Grünraumkonzept:
  - Zur Stärkung und Förderung 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 Regenwasserversickerung sind über die technische Notwendigkeit hinaus ebenfalls in das Gestaltungskonzept der Grün- und Freiräume aufzunehmen.

#### **Anforderung (Bestand):**

- Die für den Neubaubereich gültigen Anforderungen an die Gestaltung gelten für Sanierungsmaßnahmen überall dort, wo auf die Gestaltung Einfluss genommen werden kann.

### **2.3 Anforderungen Städtebau**

Über die Anforderungen an die energetischen Standards und an die Gestaltung hinaus gelten für die Klimaschutzsiedlungen auch städtebauliche, ökologische und soziale Anforderungen und Empfehlungen. Zu berücksichtigen sind daher auch folgende Punkte:

- Die Lage und Infrastruktur der Klimaschutzsiedlung sowie die städtebaulichen Standortfaktoren der vorgesehenen Fläche
- Ökologische Anforderungen an die Flächennutzung der Klimaschutzsiedlung
- Soziale Aspekte der Siedlung insgesamt und der Planung der einzelnen Gebäude und Einrichtungen der Klimaschutzsiedlung

Ziel ist es, das klimagerechte 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 Klimaschutzsiedlungen sind
  - 20 Eigenheime oder
  - 30 Wohnungen im Geschosswohnungsbau oder
  - 50 Heimplätze

Im Rahmen der städtebaulichen Planung sind eine Südausrichtung der Gebäude und eine Minimierung von Verschattungen sinnvoll. Neben möglichen Energiegewinnen führt ein derartiger Städtebau auch zu Gebäuden, die eine hervorragende Aufenthaltsqualität mit hellen und sonnigen Wohnräumen bieten.

**Anforderung (Neubau):**

- Abweichung der Gebäude von der Südausrichtung im Mittel kleiner  $45^\circ$

**Anforderung (Neubau):**

- Einstrahlungsverluste durch Orientierung, Verschattung und Topographie maximal 20 %

Für das energiesparende Bauen ist die Kompaktheit der Baukörper von großer Bedeutung. Auch dieser Aspekt soll bereits bei der städtebaulichen Planung mit berücksichtigt werden.

**Anforderung (Neubau):**

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

Um das Ziel der Klimaschutzsiedlungen nicht durch erhöhte  $\text{CO}_2$ -Emissionen im Verkehrsbereich zu gefährden, ist es erforderlich, auch in diesem Bereich die Möglichkeit zum Klimaschutz bereits in der Planung festzulegen.

**Anforderungen:**

- Gute Anbindung an den Öffentlichen Personennahverkehr
- Gute Anbindung an Infrastruktureinrichtungen



## 3 Städtebauliche Planung

Auf städtebaulicher Ebene werden zunächst Empfehlungen für die räumliche Lage einer geplanten Klimaschutzsiedlung gegeben. Des Weiteren werden für die städtebaulichen Entwürfe energetische Anforderungen und Empfehlungen dargestellt. Dies betrifft sowohl die solarenergetischen Aspekte als auch die Erschließung der Siedlung. Darüber hinaus sollen die Entwürfe für eine Klimaschutzsiedlung auch in ökologischer und sozialer Hinsicht einen hohen Standard erfüllen.

Die Hinweise im gesamten Kapitel 3 "Städtebauliche Planung" gelten in erster Linie für den Neubaubereich, da im Bestand in der Regel keine entsprechenden Änderungen mehr vorgenommen werden können. Es sollte aber auch für Bestandssanierungen die Möglichkeit von Verbesserungen z.B. durch Wohnumfeldmaßnahmen geprüft werden.

### 3.1 Standortwahl

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

#### 3.1.1 Ökologische Standortfaktoren

##### Boden

Hinweise und Erläuterungen zum Schutz von Böden enthält die Broschüre des Umweltministeriums "Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen" (2007) sowie das Landesbodenschutzgesetz NRW und das Landschaftsgesetz NRW.

##### Wasser

Wasserschutzgebiete sollten zum Schutz des Grundwassers nicht in die Standortwahl für eine Klimaschutzsiedlung einbezogen werden. Aus ökologischen, bautechnischen und Kostengründen sollten auch Standorte mit geringen Grundwasserflurabständen ausgeschlossen werden.

##### Tiere und Pflanzen

Im Sinne des Naturschutzes sollten Landschaftsschutzgebiete, Wald- und Auenbereiche nicht bebaut werden. Der Abstand zu Naturschutzgebieten sollte mindestens 100 m, der zu Waldrändern mindestens 50 m betragen.

##### Klima

###### Empfehlung:

- Vermeidung von Standorten, die vorhandene klimatische Ausgleichsfunktionen beeinträchtigen könnten (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, sollten von einer Bebauung freigehalten werden

und sind daher für eine Klimaschutzsiedlung 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 Klimaschutzsiedlung geeignet. Die Bewertung der beschriebenen Funktionen kann anhand vorhandener Unterlagen oder anhand einer planungsbezogenen klimaökologischen Untersuchung erfolgen.

**Empfehlung:**

- Vermeidung von Standorten in wind- und bioklimatisch ungünstiger Lage: Kuppenlage, Muldenlage, Nordhanglage

**Erläuterung:**

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

Standorte im Bereich nächtlicher Kaltluftsammlgebiete, also in Geländemulden und Senken, führen zu einer Erhöhung des Heizenergiebedarfs. In gegliedertem Gelände sind die temperaturbegünstigten südost- bis südwestorientierten Halbhöhenlagen vorzuziehen und Nordhanglagen zu vermeiden.

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

## **Lärm**

**Empfehlung:**

- Um eine hochwertige Wohn- und Aufenthaltsqualität sicherzustellen, sollten die Richtwerte der geltenden Lärmschutzverordnung möglichst unterschritten werden. Bei Bedarf sollten geeignete Maßnahmen vorgesehen werden, die auch den Lärmschutz der Außenräume mit einbeziehen.

### **3.1.2 Städtebauliche Standortfaktoren**

**Empfehlung:**

- Prüfung der Möglichkeiten zur Wiedernutzung früher bereits baulich genutzter Flächen

**Erläuterung:**

Jede neue Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen bedeutet die Beanspruchung nicht erneuerbarer Ressourcen. Daher sollte zunächst geprüft werden, inwieweit Flächen, die bereits einer Nutzung unterlagen, als Standort genutzt werden können.

**Empfehlung:**

- 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. Zusätzliche Verkehrsströme sollen vermieden werden.

**3.1.3 Verkehrsanbindung****Anforderung:**

- Gute Anbindung an den Öffentlichen Personennahverkehr

**Erläuterung:**

Zunehmender Kraftfahrzeugverkehr ist mit hohen Belastungen für die Umwelt verbunden. Für Straßen und Stellplätze werden erhebliche Flächen benötigt, die damit für andere Freiraumfunktionen nicht mehr zur Verfügung stehen. Darüber hinaus verursacht der motorisierte Verkehr hohe CO<sub>2</sub>- und andere Schadstoff-Emissionen.

Um eine hohe individuelle Mobilität zu garantieren, ohne die Ziele der Klimaschutzsiedlung zu gefährden, ist eine gute Anbindung an den ÖPNV erforderlich. Die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs anstelle des Autos ist nur sinnvoll möglich, wenn Haltestellen mit Linien in entsprechender Taktdichte und eine Anbindung an das überörtliche Netz in guter Erreichbarkeit vorhanden sind.

**3.1.4 Versorgung****Anforderung:**

- Gute Anbindung an Infrastruktureinrichtungen

**Erläuterung:**

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

**3.2 Energetische Anforderungen und Empfehlungen (Städtebau)**

Die städtebauliche Planung kann die Grundvoraussetzungen für energieeffizientes und solares Bauen schaffen und dadurch mit geringem Aufwand über Jahrzehnte Energiekosten einsparen. Die Bedeutung der passiv-solaren Energiegewinne und damit auch des klimagerechten Bauens für die Reduzierung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen von Gebäuden ist unbestritten. Die passive Nutzung der Sonne dient neben dem Aspekt der Energieeinsparung auch einer deutlichen Steigerung der Wohnqualität. Es entstehen helle, Licht durchflutete Räume, die ein erhöhtes Wohlbefinden fördern.

Vor der Optimierung der einzelnen Gebäude müssen diese Aspekte jedoch bereits auf städtebaulicher Ebene berücksichtigt werden. Bei der Entwicklung der städtebaulichen Strukturen sollte daher sichergestellt werden, dass die Orientierung der Gebäude zur Sonne und die Vermeidung von Verschattungen möglichst große solare Einträge ermöglicht. In Neubaugebieten hat die Stadtplanung somit entscheidenden Einfluss auf die Möglichkeit des solaren Bauens und den Energieverbrauch der später realisierten Gebäude.

### 3.2.1 Ausrichtung der Gebäude

Für die passive Nutzung der Solarenergie ist die Stellung der Gebäude zur Sonne entscheidend. Die Ausrichtung der Wohnräume (Hauptfassade) nach Süden führt zu hohen passiv-solaren Einträgen. Eine ungünstige Orientierung der Hauptfassade muss evtl. durch erhöhte Wärmeschutzmaßnahmen ausgeglichen werden, um die Anforderungen an den Heizwärmebedarf zu erfüllen. Dies gilt insbesondere für Gebäude mit einem hohen A/V-Verhältnis wie z.B. freistehende Einfamilienhäuser. Durch eine von vornherein gut durchdachte Planung können kostenintensive Ausgleichmaßnahmen bereits frühzeitig verhindert werden. Sie ist somit eine der Grundvoraussetzungen für kosteneffiziente Gebäude.

#### Anforderung (Neubau):

- Abweichung der Gebäude von der Südausrichtung im Mittel kleiner  $45^\circ$

Erläuterung:

Die Abweichung der Hauptfassade eines Gebäudes (Wohnräume) von der Südorientierung soll im Mittel nicht mehr als  $45^\circ$  betragen, da in diesem Bereich die Verluste an solarer Einstrahlung relativ gering sind. Falls diese Empfehlung aufgrund städtebaulicher Gegebenheiten nicht eingehalten werden kann, muss dies entsprechend begründet werden.

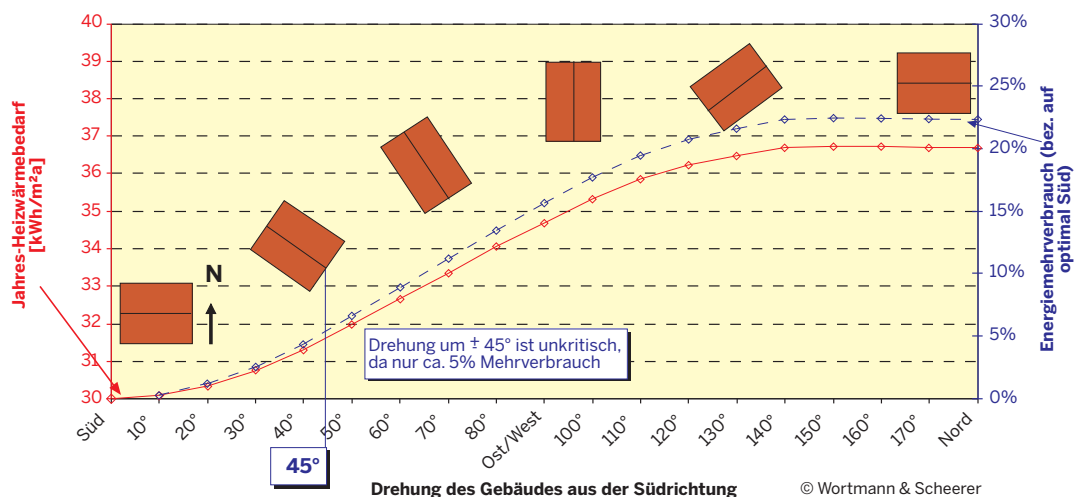


Abbildung 3-1: Jahres-Heizwärmebedarf eines aus der Südrichtung gedrehten Gebäudes mit einem Fensterflächenanteil von 70 % im Süden

### 3.2.2 Vermeidung von Verschattungen

Die Vermeidung von Verschattungen stellt in der Regel die kostengünstigste Möglichkeit zur Energieeinsparung dar. Neben einer günstigen Orientierung der Gebäude sollten daher die Abstände der Gebäude innerhalb einer Siedlung und zu Bestandsgebäuden optimiert werden. Auch der Abstand von Bäumen zu den Gebäuden sollte beachtet werden.

#### Anforderung (Neubau):

- Einstrahlungsverluste durch Orientierung, Verschattung und Topographie maximal 20 %

Erläuterung:

In dicht besiedelten Regionen kommt es häufig 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.

Notwendige Abstandsorderungen stehen den städtebaulichen Anforderungen nach Flächen sparendem 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 sowohl städtebauliche Qualitäten als auch energetische Anforderungen Berücksichtigung finden.

Als überschlägige Orientierung für die Planung von verschattungsarmen Siedlungen kann für einfache städtebauliche Strukturen (z.B. südorientierte Zeilenbebauung) der Quotient aus dem Abstand der Schatten werfenden Kante von der betrachteten Gebäudefassade zur Höhe der Verschattungskante dienen (s. Abbildung 3-2). Dieser sollte größer als 2,7 sein.

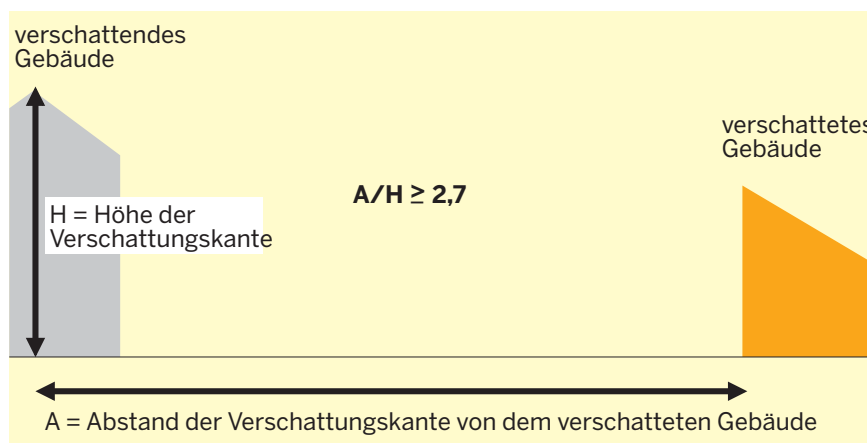


Abbildung 3-2: Erläuterung zur überschlägigen Abstandsanforderung

Der maximale Einstrahlungsverlust soll im Mittel für alle Gebäude einer Siedlung einen Wert von 20 % nicht überschreiten. Zum Nachweis der Einhaltung dieses Wertes wird empfohlen eine solarenergetische Prüfung mit einem geeigneten Simulationsprogramm (z.B. Solcity, Gosol oder TAS, s. Anhang 7.4) durchzuführen.

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

Aus Gründen der Vergleichbarkeit von Ergebnissen verschiedener Simulationsprogramme wird zur Bewertung einer städtebaulichen Struktur ein Standardverfahren, das von Wortmann & Scheerer entwickelte SOLCIS-Verfahren (SOLCIS steht für "Solare Calculation im Städtebau") festgelegt.

Da der städtebauliche Entwurf den ersten Schritt im Planungsablauf für eine Siedlung darstellt, können zu diesem Zeitpunkt zwar Aussagen zur Lage und Höhe der Gebäude, jedoch in der Regel noch keine weiteren konkreten Angaben z.B. zum Dämmstandard und zur Größe und Anordnung von Fenstern gemacht werden. Daher lassen sich auch noch keine Aussagen zu den realen Einstrahlungsverlusten der errichteten Gebäude machen. Die tatsächlich nutzbaren solaren Gewinne sind von der Größe und Qualität der Fenster und von dem Dämmstandard und der Speicherfähigkeit des Gebäudes abhängig.

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.

Bei dem SOLCIS-Verfahren handelt es sich nicht um ein Computerprogramm, sondern vielmehr um ein Berechnungsverfahren, das auf die Ergebnisse der Simulation angewendet wird. Im Folgenden wird das Verfahren erläutert.

Die möglichst südorientierte längste Fassade eines Gebäudes wird als Energiegewinnfassade bezeichnet. Diese befindet sich immer vor den Wohnräumen des Gebäudes, da dort die passiv-solaren Gewinne genutzt werden sollen.

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 Baugebiet wird die Einstrahlung pro Quadratmeter Fassadenfläche berechnet:

$$q_{\text{OVT}} = Q_{\text{OVT}} / A_{\text{F}}$$

mit

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

$A_{\text{F}}$  = Fläche der Energiegewinnfassade

Das Berechnungsergebnis wird anschließend auf die maximal mögliche Einstrahlung pro Quadratmeter Fassadenfläche  $q_{\text{max}}$  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 ergibt sich die für die Bewertung herangezogene solarenergetische Kennzahl SF1. Diese gibt den spezifischen Einstrahlungsverlust bedingt durch die Orientierung, Verschattung und Topographie an und ist somit ein Maß für das passiv-solare Potenzial.

$$SF1 = 100 \times \left[ 1 - \frac{Q_{OVT} / A_F}{q_{OVT}} \right] \quad [\%]$$

Die Kennzahl SF1 soll auch als Mittelwert für das gesamte Bebauungsgebiet berechnet werden. Der Mittelwert wird mit der Einstrahlung QOVT sowie den Fassadenflächen jedes Gebäudes wie folgt gebildet:

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

### Verschattung durch Vegetation

Empfehlungen:

- 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 Energie gewinnenden Südfassaden platziert wird. Dies gilt auch bei der Verwendung Laub abwerfender 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.

### 3.2.3 Kompaktheit

#### Anforderung (Neubau):

- 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 Wärme übertragende 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 beim flächensparenden Bauen ohnehin erforderlich sind.

Die "Kompaktheit" (A/V-Verhältnis, siehe Energieeinsparverordnung) einer gesamten Siedlung wird nachgewiesen, indem die Summe aller Hüllflächen durch die Summe aller Volumina dividiert wird. Ein Wert von  $0,65 \text{ m}^{-1}$  darf nicht überschritten werden.

### 3.3 Erschließung

#### Empfehlungen:

- Sparsame Verkehrserschließung:  
Verkehrsflächenanteil für den motorisierten Verkehr maximal 10 %
- Maximal 1 Stellplatz je Wohneinheit
- Ausbau der Straßen als Spielstraßen, kein Durchgangsverkehr
- Reduzierung der Straßenbreite auf das für Versorgungsfahrzeuge notwendige Minimum

#### 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 an den öffentlichen Personennahverkehr, können auch die für den motorisierten Individualverkehr benötigten Flächen verringert werden. Dies gilt sowohl für die Straßen als auch für die Stellplätze. Um auch im öffentlichen Straßenraum Aufenthaltsqualitäten zu erreichen und Spielmöglichkeiten zu schaffen, sollte Durchgangsverkehr vermieden werden und die Fahrbahnbreite minimiert werden.



### 3.4 Ökologische Planungsaspekte

#### 3.4.1 Flächensparendes Bauen

Empfehlungen:

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

Erläuterung:

Flächensparendes Bauen ist eine unverzichtbare Voraussetzung für die Schonung der Umwelt und den Erhalt unbebauter Gebiete. Bei Geschossflächenzahlen zwischen 0,6 und 1,0 ist der Siedlungsflächenverbrauch pro Einwohner deutlich geringer als bei Einfamilienhausbebauung. Bei stärkerer baulicher Verdichtung (größer 1,0) nimmt dieser Effekt wieder sehr stark ab.

#### 3.4.2 Vegetation

Empfehlungen:

- Verwendung standortgerechter heimischer Pflanzen für die öffentlichen Freiflächen
- Begrünung von Stellplatzflächen

Erläuterungen:

Um eine nachhaltige Begrünung öffentlicher Freiflächen sicherzustellen, ist die Auswahl standortgerechter Gehölze und Pflanzen notwendig. Aus ökologischer Sicht sind heimische Pflanzen zu bevorzugen, da sie Lebensraum für eine größere Anzahl von Tieren bieten.

Eine Begrünung der Stellplätze trägt zur Gliederung der versiegelten Flächen bei. Sie hilft, überschaubare Räume zu bilden und zu betonen. Wichtige Punkte sind außerdem die Beschattung der Flächen sowie die Staubbinding.

### 3.5 Soziale Aspekte

Beim Entwurf einer Klimaschutzsiedlung 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.

Empfehlungen:

- Trennung von öffentlichen, halböffentlichen und privaten Freiräumen
- Vielfältige Nutzbarkeit von Flächen
- Einbeziehung der späteren Nutzer mit Beginn des Planungsprozesses (Broschüren, Vorträge, begleitende Betreuung, etc.)

Erläuterungen:

Um eine intensive Nutzung der öffentlichen, halböffentlichen und privaten Freiräume zu gewährleisten, muss der jeweilige soziale Raumcharakter klar erkennbar sein.

Zu den privaten Flächen zählen neben Balkonen und Terrassen auch die haus- und wohnungsbezogenen Gärten. Sofern diese nicht direkt vom Wohnbereich aus zugänglich sind, müssen sie gut in das Umfeld eingebunden sein, damit sie genutzt werden.

Halböffentliche Flächen sind beispielsweise Blockinnenhöfe. Sie müssen klar gegliedert sein. Erschließungs- und Aufenthaltsfunktion müssen für jeden erkennbar sein. Ihre Gestaltung sollte eine vielfältige Nutzbarkeit gewährleisten.

Will man Akzeptanz und Mitwirkung, welche gerade beim energiesparenden und ökologischen Bauen unumgänglich sind, erreichen, so müssen die späteren Nutzer frühzeitig in die Planung einbezogen werden. Dies beginnt bei Informationen durch Broschüren und Vorträge und reicht bis zu einer begleitenden Betreuung und Beratung, beispielsweise zu energetischen Fragestellungen oder zur Verwendung von Materialien.

## 4 Gebäudeplanung

Das Ziel des Projektes "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" ist es, die wärmebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen von Wohngebäuden zu minimieren und damit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Auf der Grundlage technischer und ökonomischer Berechnungen wurde der obere Grenzwert der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Neubauten auf 9 kg/m<sup>2</sup>a und für Sanierungen auf 12-15 kg/m<sup>2</sup>a festgelegt. Damit liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen z.B. einer Doppelhaushälfte in einer Klimaschutzsiedlung etwa 60 % unter der entsprechenden Referenzvariante nach der EnEV 2009.

Das mittelfristige Ziel wird darüber hinaus ein vollständiger Ausgleich der durch Heizung und Warmwasserbereitung entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sein. Es sollte in jedem neuen Projekt geprüft werden, ob dies durch den Einsatz erneuerbarer Energien erreicht werden kann.

Generell ist es erforderlich, die Gebäudeplanung zunächst auf einen möglichst geringen Energiebedarf auszurichten. Dieser geringe Bedarf sollte dann weitgehend durch regenerative Energien gedeckt werden.

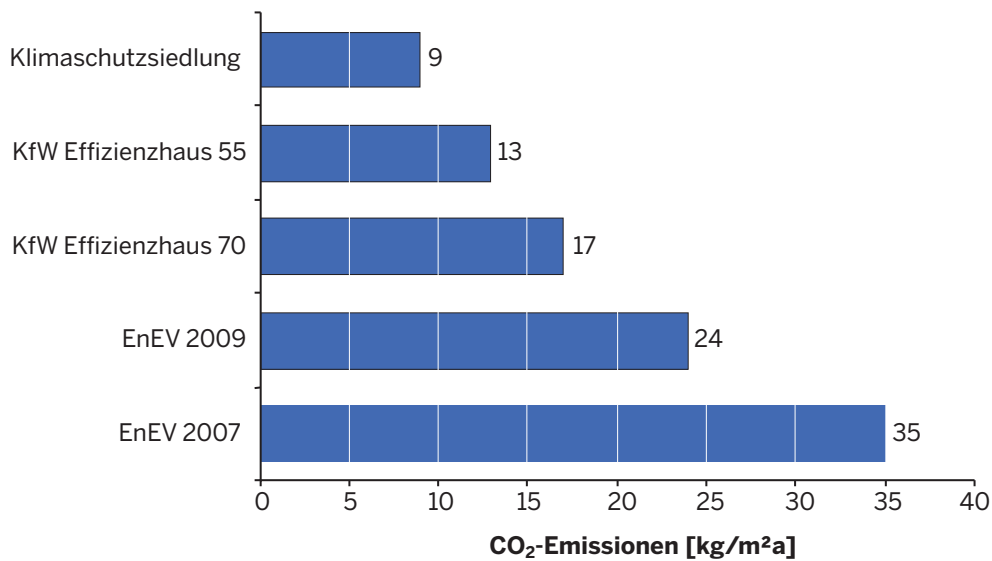


Abbildung 4-1: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen für eine Doppelhaushälfte (Neubau) bei unterschiedlichen Gebäudestandards

#### 4.1 Energetische Anforderungen und Empfehlungen (Gebäude)

Die 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 "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" geht noch einen Schritt weiter und nimmt eine direkte Ermittlung 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 0,310 kg CO<sub>2</sub>/kWh um ca. 40 % höher als bei Einsatz von Erdgas mit 0,221 kg CO<sub>2</sub>/kWh (Quelle: GEMIS 4.5).

Einen nicht unerheblichen Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen im privaten Haushalt hat der Haushaltsstromverbrauch z.B. für Beleuchtung, Haushaltsgeräte und Kommunikation. Da die Höhe dieses Verbrauchs durch bauliche Maßnahmen aber nur zu einem sehr geringen Teil beeinflussbar ist, werden diese CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht in die Berechnungen einbezogen. Es wird jedoch bei Klimaschutzsiedlungen dringend empfohlen, auf eine Minimierung des Haushaltsstromverbrauchs hinzuwirken. Empfehlungen zu möglichen Maßnahmen befinden sich im Kapitel 4.1.4.

##### 4.1.1 Maximale CO<sub>2</sub>-Emissionen in Neubausiedlungen

###### Anforderung (Neubau):

- Maximal zulässige spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizung, Lüftung und Warmwasser inkl. Verlusten und Hilfsenergien (ohne Haushaltsstrom)  
**9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**

Erläuterung:

Der Grenzwert von 9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a wurde auf der Basis von Berechnungen und Sensitivitätsanalysen für ausgewählte Referenzgebäude unter Berücksichtigung der finanziellen und energetischen Auswirkungen festgelegt. Darin enthalten sind die Emissionen für Heizung, Warmwasser, Hilfsenergie (inkl. Lüftung) und die entsprechenden Energieverluste für Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Wärmeübergabe.

##### 4.1.2 Maximale CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bestandssiedlungen

###### Anforderung (Bestand):

- Maximal zulässige spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizung, Lüftung und Warmwasser inkl. Verlusten und Hilfsenergien (ohne Haushaltsstrom)  
**A/V < 0,5:                    12 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**  
**A/V ≥ 0,5:                     15 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**

Erläuterung:

Bei der Festlegung der Grenzwerte für Bestandssiedlungen wurden Erfahrungswerte aus Solarsiedlungsprojekten im Bestand sowie Ergebnisse aus Sensitivitätsanalysen für repräsentative Referenzgebäude berücksichtigt. Da bei Bestandsgebäuden die Kompaktheit (das A/V-Verhältnis) vorgegeben ist und

diese einen erheblichen Einfluss auf die spezifischen Energiekennwerte hat wurden für den Bestand zwei unterschiedliche Grenzwerte festgelegt.

#### 4.1.3 Heizwärmebedarf/Wärmedämmstandard

Der Dämmstandard ist für den Energieverbrauch eines Gebäudes über Jahrzehnte hinweg eine bestimmende Größe. Für eine zukunftsorientierte, nachhaltige Bauweise, wie sie in den Klimaschutzsiedlungen gefordert wird, muss daher insbesondere dem Dämmstandard der Gebäude erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden. In der EnEV wird dies zwar durch die Anforderung für den spezifischen, auf die Wärme übertragende Gebäudehüllfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust  $H'_T$  (mittlerer U-Wert aller Umfassungsflächen eines Gebäudes) berücksichtigt – die geforderten maximal zulässigen Grenzwerte sind jedoch relativ hoch. Für die Gebäude einer Klimaschutzsiedlung wird daher ein darüber hinaus gehender Mindestdämmstandard und eine Begrenzung des Heizwärmebedarfs gefordert.

Der angegebene Jahresheizwärmebedarf  $Q_H$  bezieht sich dabei auf die beheizte Wohnfläche (Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  nach PHPP) und nicht auf die in der EnEV als Bezugsgröße dienende größere Nutzfläche  $A_N$ .

##### Anforderung (Neubau):

- Passivhaus (Heizwärmebedarf  $Q_H$  maximal 15 kWh/m<sup>2</sup>a)  
oder
- "3-Liter-Haus" (Heizwärmebedarf  $Q_H$  maximal 35 kWh/m<sup>2</sup>a)

Erläuterung:

Eine vorbildliche Begrenzung des Heizwärmebedarfs stellen energetische Standards vom "3-Liter-Haus" bis hin zum Passivhaus dar. Beide Gebäudequalitäten stellen hohe Anforderungen an die Planung, den Dämmstandard und die Bauausführung.

Der Begriff des "3-Liter-Hauses" wurde geprägt, weil der Verbrauch etwa 3 Litern Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche im Jahr entspricht. Entsprechend darf der Jahresheizwärmebedarf  $Q_H$  eines Gebäudes einen Wert von 35 kWh/m<sup>2</sup>a nicht überschreiten. Für die Beheizung wird noch eine konventionelle Heizungsanlage benötigt, auch wenn die Heizflächen sehr klein ausfallen. Der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist aus energetischen und hygienischen Gründen (ausreichender Luftwechsel) sinnvoll.

Das Passivhaus stellt eine konsequente Fortführung des Gedankens der Energieeinsparung dar. Eine hocheffiziente Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist hier auf jeden Fall erforderlich. Im Gegensatz zum "3-Liter-Haus" kann in der Regel auf eine Heizungsanlage im klassischen Sinne verzichtet werden. Die benötigte Heizwärme kann z.B. über die Zuluft zugeführt werden. Den bei der Heizungsanlage eingesparten Kosten stehen beim Passivhaus Mehrkosten z.B. für passivhaustaugliche Fenster mit 3-Scheibenverglasung und hoch wärmegeprägten Fensterrahmen gegenüber, auf die bei entsprechender Planung beim "3-Liter-Haus" verzichtet werden kann. Für Passivhäuser gilt eine Begrenzung des Jahresheizwärmebedarfs auf maximal 15 kWh/m<sup>2</sup>a.

### Transmissionswärmeverlust $H'_T$ in Neubausiedlungen

Um die Anforderungen hinsichtlich des Heizwärmebedarfs zu erfüllen, sind mindestens die folgenden Transmissionswerte erforderlich.

#### Anforderungen (Neubau):

- EFH, DHH, RH:  $H'_{T, \max} = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$
- MFH:  $H'_{T, \max} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

Erläuterung:

Bei der Berechnung von  $H'_T$  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 die Grenzwerte leichter einzuhalten sind, der Dämmstandard der übrigen Bauteile also verringert werden kann. Zu geringe Fensterflächenanteile widersprechen jedoch den Prinzipien des solaren Bauens. Zum einen sollte in einer Klimaschutzsiedlung 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.

### Transmissionswärmeverlust $H'_T$ in Bestandssiedlungen

#### Anforderung (Bestand):

- Transmissionswärmeverlust  $H'_{T, \max} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Detaillierte Angaben zur Berechnung von  $H'_T$  enthält Kapitel 4.3.1.

### Gebäudedichtheit in Neubausiedlungen

#### Anforderung (Neubau):

- Luftdichtigkeit Passivhaus:  $n_{50} \text{ max.: } 0,6 \text{ h}^{-1}$
- Luftdichtigkeit "3-Liter-Haus":  $n_{50} \text{ max.: } 1,0 \text{ h}^{-1}$

Erläuterung:

Von besonderer Bedeutung ist bei hoch wärmegeämmten Gebäuden die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle. Hier werden bei der Errichtung von Gebäuden oftmals Fehler gemacht, die zu einem späteren Zeitpunkt nur schwer zu korrigieren sind. Die Luftdichtigkeit muss daher mit einem Drucktests (Blower-Door) überprüft werden. Hierbei wird bei 50 Pa Druckdifferenz der Luftvolumenstrom gemessen und auf das Netto-Luftvolumen des Gebäudes bezogen. Der ermittelte  $n_{50}$ -Wert darf bei Passivhäusern maximal  $0,6 \text{ h}^{-1}$  und bei 3-Liter-Häusern maximal  $1,0 \text{ h}^{-1}$  betragen. Es ist jedoch empfehlenswert, auch für 3-Liter-Häuser einen  $n_{50}$ -Wert von maximal  $0,6 \text{ h}^{-1}$  anzustreben.

### Gebäudedichtheit in Bestandssiedlungen

#### Empfehlung (Bestand):

- Luftdichtigkeit Bestandsgebäude:  $n_{50} \text{ max.: } 1,5 \text{ h}^{-1}$

Erläuterung:

Auch in sanierten Bestandsgebäuden ist ein Blower-Door-Test zu empfehlen. Der  $n_{50}$ -Wert sollte dabei nicht höher als  $1,5 \text{ h}^{-1}$  liegen. Bei fehlendem Luftdichtigkeitsnachweis sind entsprechend erhöhte Lüftungsverluste durch Infiltration bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs zu berücksichtigen

#### **4.1.4 Weitere Empfehlungen für Neubau- und Bestandssiedlungen**

##### **Kühlung von Gebäuden**

Ein wesentliches Ziel bei der Planung von Gebäuden in einer Klimaschutzsiedlung ist es, auch ohne Kühleinrichtungen ein angenehmes sommerliches Raumluftklima zu erreichen.

Insbesondere bei Gebäuden oder Gebäudeteilen mit hohem Glasflächenanteil kann es im Sommer zu einer Überhitzung kommen. Diesem Problem ist durch eine besonders umsichtige Planung zu begegnen. Auch durch eine intelligente Lüftungsregelung (erhöhter Nachtluftwechsel im Sommer) kann ein Aufheizen im Sommer minimiert werden. Sollten darüber hinaus besondere Anforderungen an die thermische Behaglichkeit gestellt werden, dürfen nach Ausnutzung der oben genannten Vermeidungsmaßnahmen nur Maßnahmen eingesetzt werden, die eine sogenannte passive Kühlung von Gebäuden unter Ausnutzung regenerativer Energien ermöglichen.

Mögliche Systeme in diesem Zusammenhang sind Lufterdwärmetauscher, die eine Zuluftkühlung bei einer vorhandenen Lüftungsanlage ermöglichen. Erdkälte von Erdkollektoren oder Erdsonden kann auch in Kombination mit einer Flächen-temperierung (z.B. Fußbodenheizung) zu einer Grundkühlung beitragen. Die für eine passive Kühlung zusätzlich notwendige Antriebsenergie von Ventilatoren und Pumpen ist gering zu halten und bei der Berechnung der spezifischen  $\text{CO}_2$ -Emissionen zu berücksichtigen. Der Einsatz von aktiven klassischen Systemen, die mit Kompressionskältemaschinen oder anderen konventionellen Kühlaggregaten ausgestattet sind, ist nicht zulässig.

##### **Stromverbrauch**

Wie unter 4.1 bereits ausgeführt, werden die mit dem Haushaltsstrom verbundenen  $\text{CO}_2$ -Emissionen nicht in die Berechnungen einbezogen. Wegen der mit hohen  $\text{CO}_2$ -Emissionen verbundenen Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern, ist einer Minderung des Stromverbrauchs in Klimaschutzsiedlungen jedoch trotzdem hohe Aufmerksamkeit zu widmen. Dabei spielt das Nutzerverhalten eine große Rolle. Gerade im elektrischen Bereich ist die Verwendung von Energiespargeräten ein wichtiger Beitrag. Eine weitere Möglichkeit stellt zum Beispiel das Kochen mit Gas dar. Bei gleichem Nutzenergieverbrauch verursacht der Gasherd gegenüber dem Elektroherd deutlich weniger Emissionen. Erhebliche Stromeinsparungen sind u.a. auch durch den Verzicht auf elektrische Wäschetrockner, die Vermeidung von Stand-by-Verbräuchen und durch eine automatische Beleuchtungssteuerung durch Bewegungs- und/oder Helligkeitssensoren erzielbar.

## 4.2 Soziale Aspekte

Bei der Gebäudeplanung sind auch soziale Aspekte zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich um Empfehlungen, die eine hohe Wohnqualität sicherstellen (wie z.B. die barrierefreie Bauweise). Klimaschutzsiedlungen 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.

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

### Empfehlung:

- Barrierefreies Wohnen (Erdgeschoss)
- Treppenfrier Außenzugang zum Erdgeschoss
- Erdgeschoss mit Gartenzugang

### 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. Erdgeschosswohnungen mit Gartenzugang vergrößern erheblich die Wohnqualität und ermöglichen Mietern sich noch mehr mit ihrer Wohnung und dem Umfeld zu identifizieren.

### Empfehlung:

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

### Erläuterung:

Die Ausrichtung der Wohnräume nach Süden darf nicht dazu führen, dass Kinderzimmer zur Nordseite orientiert sind. Kinder brauchen ausreichend Bewegungsraum mit guter Belichtung und Besonnung.

### Empfehlung:

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

### Erläuterung:

Der positive Einfluss des Sonnenlichts auf die physische und psychische Gesundheit des Menschen ist seit langem bekannt. Die gesundheitlich notwendige Grundversorgung mit Sonnenlicht ist in unserer Klimazone im Winterhalbjahr aber schwierig, da der größte Teil der Bevölkerung sich die meiste Zeit in Gebäuden aufhält. Die Tageslichtversorgung und Besonnung der Aufenthaltsräume in den Gebäuden sollte daher möglichst hoch sein.



### 4.3 Berechnungsverfahren

Um den Nachweis zu erbringen, dass die Anforderungen an die Klimaschutzsiedlungen eingehalten werden, müssen bestimmte Berechnungsverfahren angewandt werden. Diese, sowie die anzusetzenden Randbedingungen werden im Folgenden erläutert.

Da die Verbrauchswerte jeweils vom Nutzerverhalten und von der jeweiligen Anzahl der Bewohner abhängen, können für die Berechnungen, z.B. für den Verbrauch von Warmwasser und Hilfsstrom, nur Durchschnittswerte angenommen werden. Auch hinsichtlich des Lüftungsverhaltens der Bewohner können nur Annahmen getroffen werden. Der später ermittelte tatsächliche Energieverbrauch einzelner Gebäude kann daher von den Berechnungsergebnissen abweichen.

Die Berechnungsverfahren sind auf die Gebäude in Klimaschutzsiedlungen mit einem sehr niedrigen Heizenergiebedarf abgestimmt. Es wird neben dem Heizenergiebedarf auch der Energiebedarf für Warmwasser, Lüftung, Hilfsenergie und die Wärmeverluste (Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Übergabe) einbezogen.

#### 4.3.1 Heizwärmebedarf $Q_H$ und Transmissionswärmeverlust $H'_T$

Auf den ersten Blick bietet sich eine Anlehnung der Berechnungsverfahren an die Energieeinsparverordnung (EnEV) an, da die Einhaltung der hier festgesetzten gesetzlichen Anforderungen ohnehin für jedes Gebäude nachzuweisen ist. Wie bereits in Kap. 4.1.3 beschrieben, bezieht die EnEV jedoch den Heizwärmebedarf auf die Nutzfläche  $A_N$  und nicht auf die tatsächlich beheizte Wohnfläche (Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  nach PHPP). Da die Nutzfläche  $A_N$  in der Regel deutlich höher ist, ergibt sich bei den Berechnungen des Heizwärmebedarfs ein entsprechend geringerer spezifischer Wert ( $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$ ).

Als Alternative für die Berechnung des Heizwärmebedarfs von Neubauten steht das Passivhaus-Projektierungs-Paket (PHPP) vom Passivhaus-Institut Darmstadt zur Verfügung. Dieses hat sich seit langem bei der Projektierung von Passivhäusern bewährt. Der im Voraus berechnete Energiebedarf stimmt in der Regel gut mit dem tatsächlich gemessenen Energieverbrauch überein. Daher wird dieses Verfahren auch als Nachweis für eine Passivhausförderung aus dem nordrhein-westfälischen progres-Programm verlangt.

**Für den Nachweis des Passivhaus- bzw. 3-Liter-Haus-Standards in Klimaschutzsiedlungen wird daher ebenfalls eine Berechnung mittels PHPP gefordert (s. Anlage 7.4).**

**Für Bestandsgebäude kann alternativ das speziell hierfür vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) entwickelte LEG-Rechenverfahren (Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung) verwendet werden, das in der Software EnEV-XL integriert ist (s. Anlage 7.4).**

Für die Berechnung des spezifischen Heizwärmebedarfs  $Q_H$  sind die für den jeweiligen Standort gültigen Klimadaten zu verwenden.

Zur Berechnung des spezifischen, auf die Wärme übertragende Gebäudehüllfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes  $H'_{T}$  ist gemäß dem in der EnEV beschriebenen Verfahren für sämtliche Bauteile des Gebäudes zunächst das Produkt aus

**Bauteilfläche x U-Wert x Reduktionsfaktor  $f_t$**

(gem. DIN V 4108-6:2003-06, siehe Tabelle 4-1) aufzusummieren. Die sich ergebende Summe ist durch die Gesamtfläche aller Bauteile zu teilen.

Die entsprechenden Werte werden im PHPP im Blatt "Jahresheizwärmebedarf EnEV" eingegeben. Dort wird der  $H'_{T}$ -Wert ermittelt. Bei der Software EnEV-XL wird der  $H'_{T}$ -Wert im Blatt "EnEV Monat" ausgegeben. Die Berücksichtigung der entsprechenden  $f_t$ -Werte erfolgt hier automatisch.

Bauteil gegen Außenluft	1,00
Dachgeschossdecke (Dachraum nicht ausgebaut); Wände zu Decken und Abseiten (Drempel)	0,8
Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	0,5
Wände u. Decken zu niedrig beheizten Räumen	0,35
Kellerdecke und Kellerinnenwand zum unbeheizten Keller mit Perimeterdämmung	0,55 / 0,5 / 0,45*

\* abhängig von der Kenngröße  $B' = \text{Bodengrundfläche} / (0,5 \times \text{Umfang der Bodenfläche})$ :  $< 5 / 5-10 / >10$

Tabelle 4-1:  $f_t$ -Werte (Reduktionsfaktoren), (Auszug: DIN V 4108-6:2003-06)

#### 4.3.2 Wärmebrücken

Bei den Berechnungen sind außerdem auch Verluste in Folge von Wärmebrücken zu berücksichtigen. Diese werden über den sogenannten Wärmebrückenzuschlag einbezogen. Der Wärmebrückenzuschlag kann entweder explizit berechnet werden oder ist gemäß EnEV mit  $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  bei Ausführung der Anschlussdetails entsprechend dem Beiblatt 2 zu DIN 4108 oder mit  $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  ohne gesonderte Berücksichtigung der Wärmebrücken anzunehmen.

#### 4.3.3 Infiltration und Belüftung

Der minimal erlaubte Luftwechsel, der bei der Berechnung des Heizenergiebedarfs angesetzt werden darf, richtet sich nach den hygienischen Erfordernissen und dem vorgesehen Lüftungskonzept. In keinem Fall darf jedoch ein Wert von  $0,35 \text{ h}^{-1}$  unterschritten werden.

Der zusätzliche Infiltrationsluftwechsel eines Gebäudes wird bei vorhandener Luftdichtigkeitsprüfung mittels PHPP berechnet. Bei Verwendung der Software EnEV-XL ist der im Blatt "Eingabe" anzusetzende Luftwechsel gemäß dem in der DIN 1946-6 (Mai 2009) beschriebenen Verfahren zu berechnen. Liegt keine Luftdichtigkeitsprüfung vor sind folgende Werte anzusetzen:

- bei Fensterlüftung:  $0,35 \text{ h}^{-1} \Rightarrow$  resultierender Gesamtluftwechsel mind.  $0,7 \text{ h}^{-1}$
- bei Abluftanlagen:  $0,25 \text{ h}^{-1} \Rightarrow$  resultierender Gesamtluftwechsel mind.  $0,6 \text{ h}^{-1}$

#### 4.3.4 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 alternativ auch 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.

Bei der Software EnEV-XL erfolgt die Berücksichtigung im Blatt "Eingabe" unter dem Parameter "Verschattung". Werden andere als die im Folgenden genannten Standardwerte verwendet, sind diese über eine geeignete separate Berechnung nachzuweisen.

Die durch die Fensterlaibungen und eventuell vorhandene Überstände verursachten Verschattungen sind meist bei der solarenergetischen Vorprüfung noch nicht erfasst und können gemäß PHPP berechnet werden.

Sollten keine näheren Daten bezüglich der Fenstergeometrien vorliegen, so ist bei offensichtlich weitestgehend unverschatteten Fenstern (Empfehlungen aus Kapitel 3.2.2 zur Verschattungsvermeidung eingehalten) mit folgenden Abminderungsfaktoren zu rechnen:

■ Verschattung:	0,75
■ nicht senkr. Strahlungseinfall	0,85
■ Verschmutzung:	0,95

Als g-Wert ist der Wert der geplanten Verglasung einzusetzen. Wenn dieser nicht bekannt ist können folgende Standardwerte angenommen werden:

■ g-Wert	0,47	(3-fach Verglasung ohne Sonnenschutzbeschichtung)
■ g-Wert	0,6	(2-fach Verglasung ohne Sonnenschutzbeschichtung)

Als Rahmenbreiten zur Berechnung des Glasflächenanteils der Fenster sind die tatsächlichen Rahmenbreiten anzugeben. Alternativ sind jeweils umlaufend 0,15 m als Standardwert anzusetzen. Es kann jedoch auch ohne genauere Berechnung ein Glasflächenanteil an der Gesamt-Fensterfläche von 65 % angenommen werden.

Offensichtliche Verschattungen, z.B. von Objekten auf der Südseite, bei denen der Quotient Abstand/Höhe kleiner als 2,7 ist, müssen gesondert berücksichtigt werden. Dies kann wie oben beschrieben mittels des Blattes "Verschattung" im PHPP, bzw., wie oben erwähnt, beim EnEV-XL im Blatt "Eingabe" unter dem Parameter "Verschattung" geschehen.

#### 4.3.5 Warmwasserbereitung

Generell wird bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne genaueren Nachweis pauschal von einem auf die Wohnfläche bezogenen, spezifischen Warmwasserbedarf von 14,9 kWh/m<sup>2</sup>a (Nutzenergie) ausgegangen. Hinzu kommen Verluste für Zirkulationsleitungen, Warmwasserverteillösungen und Warmwasserspeicher.

Für die Festlegung des pauschalen Nutzenergiebedarfs wurde ein Warmwasserverbrauch von 25 Litern pro Person und Tag bei 60 °C bzw. 36 Litern pro Person und Tag bei 45 °C zugrunde gelegt. Diese Verbrauchswerte entsprechen dem nach PHPP angegebenen durchschnittlichen Warmwasserbedarf. Es wird von einer Frischwassertemperatur von 10,6 °C ausgegangen (Durchschnittswert für NRW).

Des Weiteren wird eine durchschnittliche Wohnfläche von 35 m<sup>2</sup> pro Person angesetzt. Dieser Wert ist auch dann anzunehmen, wenn in der Planung zunächst von einer hiervon abweichenden Belegungsdichte ausgegangen wird. Im Laufe der Lebensdauer eines Gebäudes wird die Belegungsdichte jedoch voraussichtlich nicht konstant bleiben. Die Anlagentechnik zur Warmwasserbereitung und die Energiebedarfsberechnungen müssen daher entsprechend einem mittleren Wert ausgelegt werden

#### 4.3.6 Wärmeverluste

Sowohl die Wärmeerzeugung als auch die Verteilung und Speicherung sind mit Verlusten verbunden. Diese Wärmeverluste können mit dem Programm PHPP im Blatt "WW+Verteil" detailliert berechnet werden. Bei der Software EnEV-XL erfolgt eine Berechnung der Verluste gemäß DIN 4701-10. Die entsprechenden Wärmeverluste können dem Blatt "Flex Anlagentechnik" entnommen werden. Der bei der Warmwasserbereitung angegebene Wert "als Heizwärmebeitrag nutzbarer Wärmegewinn" darf von den darüber stehenden Gesamtverlusten abgezogen

#### 4.3.7 Hilfsenergie

Der Anteil der Hilfsenergie an den Gesamtemissionen ist hoch, besonders wenn mechanische Lüftungsanlagen vorgesehen sind, und kann mehr als 50 % betragen. Durch den Einsatz von hocheffizienten Heizungspumpen und Gleichstromventilatoren können diese CO<sub>2</sub>-Emissionen wirksam reduziert werden. Die Höhe ergibt sich durch Eingabe der entsprechenden Daten im Blatt "Hilfsstrom" des PHPP. Bei der Software EnEV-XL erfolgt eine Berechnung der Verluste gemäß DIN 4701-10. Die entsprechenden Wärmeverluste können ebenfalls dem Blatt "Flex Anlagentechnik" entnommen werden.

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

Zur Berechnung der Emissionen wird ein einfaches Bilanzierungsverfahren verwendet. Die Bilanzgrenze bildet das mit Wärme versorgte Objekt. Im Falle eines Hauses ist dies die Gebäudehülle, für eine Siedlung mit einer zentralen Versorgung (z.B. Nahwärmenetz) die Siedlungsgrenze. Die Bilanz umfasst die für die Beheizung und Brauchwassererwärmung erforderliche Energie sowie den Stromverbrauch für Hilfsenergie und Lüftung. Die aus regenerativen Energiequellen zur Verfügung gestellten Beiträge werden abgezogen. Es ergeben sich dann die aus dem Einsatz fossiler Energien resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Obwohl die zum Bau und zum Recycling erforderliche Energie in dieser Berechnung nicht berücksichtigt wird, sollte dennoch besonderes Augenmerk auf die Auswahl der Baustoffe hinsichtlich Energieeinsparung bei der Herstellung, Verarbeitung und beim Recycling gelegt werden. Generell wird in diesem Zusammenhang für Gebäude einer Klimaschutzsiedlung davon ausgegangen, dass stets energiesparende Technologien (geregelter Pumpen, Ventilatoren mit geringem Stromverbrauch usw.) eingesetzt werden.

Für die Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden den Energieträgern spezifische Emissionswerte zugeordnet (s. Tabelle 4-2). Grundlage hierfür ist GEMIS 4.5 (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme).

Endenergieträger	spezifischer CO <sub>2</sub> -Faktor [kg/kWh]
Strom	0,575
Erdgas	0,221
Heizöl	0,310
Holzpellets	0,018
Holz hackschnitzel	0,012

Tabelle 4-2: Spezifische CO<sub>2</sub>-Faktoren für verschiedene Endenergieträger inkl. Vorkette nach GEMIS 4.5

Wird innerhalb der Bilanzgrenze mit aktiven Systemen Strom erzeugt, zum Beispiel durch Kraft-Wärme-Kopplung oder Photovoltaik, 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.

Für die Bewertung des aus dem Verbundnetz bezogenen Stroms (nur Hilfsenergie, ohne Haushaltsstrom siehe 4.1) ist generell der in Tabelle 4-2 angeführte Wert zu berücksichtigen. Dies gilt auch, wenn es sich um sogenannten "grünen Strom" handelt. Eine spätere Änderung des Strombezugs durch einzelne Nutzer könnte sonst zu einer Beeinträchtigung des Gesamtkonzeptes führen.

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

- Heizwärmebedarf [kWh/a]
- Warmwasserbedarf [kWh/a] (ohne genaueren Nachweis mit 14,9 kWh/m<sup>2</sup>a anzusetzen)
- Wärmeverluste für Heizung und Warmwasser [kWh/a]
- Hilfsenergiebedarf für Heizung, Warmwasser und Lüftung [kWh/a]
- 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 folgenden Tabelle angegebenen Jahresnutzungsgrade für verschiedene Systeme. Sollte das gewählte System hier nicht erfasst sein oder die Kennwerte offensichtlich von den aufgeführten Werten abweichen, kann eine eigene Berechnung durchgeführt werden, die jedoch stichhaltig zu begründen ist.

System	Heizung	Warmwasser
Gas-BW Kessel	1,02	0,88
Heizöl-BW Kessel	0,97	0,86
Holzpellets	0,73	0,65

Tabelle 4-3: Mittlere Jahresnutzungsgrade ( $\eta$ ) von Wärmebereitstellungssystemen (Quelle: ASUE Heizkostenvergleich Neubau 2007)

Für Wärmepumpen muss eine Berechnung der Jahresarbeitszahl nach VDI 4650-1 oder über eine Simulation erfolgen. Diese ist für einen Nachweis im Rahmen der Erfüllung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes sowie für eine Förderung aus dem Marktanreizprogramm des BAFA ebenfalls erforderlich.

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

$$\begin{aligned}
 E_{\text{CO}_2} = & \left\{ \frac{Q_{\text{Heizung, gesamt}} - Q_{\text{Heizung, solar}}}{\eta_{\text{Bereitstellungssystem}}} \times F_{\text{Brennstoff}} \right. \\
 & + \frac{Q_{\text{Warmwasser, gesamt}} - Q_{\text{Warmwasser, solar}}}{\eta_{\text{Bereitstellungssystem}}} \times F_{\text{Brennstoff}} \\
 & \left. + (Q_{\text{Hilfsenergie}} - Q_{\text{Erzeugung, Objekt}}) \times F_{\text{Strom}} \right\} : A_{\text{EB}} \\
 & \leq \text{Grenzwert } E_{\text{CO}_2}
 \end{aligned}$$

mit

$E_{\text{CO}_2}$	Spezifische, durch die Haustechnik (Heizung, Warmwasser und Lüftung) bedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/m <sup>2</sup> a]
$Q_{\text{Heizung, gesamt}}$	Nach PHPP oder LEG ermittelter Gesamtwärmebedarf für Heizung einschließlich der berechneten Heizwärmeverluste [kWh/a]
$Q_{\text{Heizung, solar}}$	Heizwärme solar bereitgestellt [kWh/a] (durch geeignete Berechnung nachzuweisen)
$Q_{\text{Warmwasser, gesamt}}$	Wärmebedarf für Warmwasser einschließlich der berechneten Warmwasserverluste [kWh/a]
$Q_{\text{Warmwasser, solar}}$	Warmwasseranteil solar bereitgestellt [kWh/a] (durch geeignete Berechnung nachzuweisen)
$\eta_{\text{Bereitstellungssystem}}$	Jahresnutzungsgrad des Bereitstellungssystems (Tabelle 4-3)
$F_{\text{Brennstoff}}$	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor des jeweiligen Brennstoffes [kg/kWh] (Tabelle 4-2)
$F_{\text{Strom}}$	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor Strom [kg/kWh] (Tabelle 4-2)
$Q_{\text{Hilfsenergie}}$	Energiebedarf für Hilfsenergie (Pumpen und Lüftung) [kWh/a]
$Q_{\text{Erzeugung, Objekt}}$	Stromerzeugung in dem Objekt [kWh/a]
$A_{\text{EB}}$	Summe der beheizten Flächen des betrachteten Objektes (Energiebezugsfläche nach PHPP) [m <sup>2</sup> ]

<b>Grenzwerte CO<sub>2</sub>:</b>	<b>Neubau:</b>	<b>9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a</b>
	<b>Bestand:</b>	<b>A/V &lt; 0,5: 12 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a</b>
		<b>A/V ≥ 0,5: 15 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a</b>

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. Diese Werte sind sorgfältig auf Plausibilität zu prüfen. Hierzu sollten nach Möglichkeit vom Versorger Hintergrundinformationen zu den Emissionsfaktoren angefordert werden.
- Für besondere Anlagenkomponenten wie z.B. saisonale Wärmespeicher muss der bei der Auslegung des Systems angesetzte Wirkungsgrad begründet werden.

#### 4.4 Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Sollte es aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht möglich sein, mit dem gewählten Gebäudestandard und Heizsystem die vorgegebenen CO<sub>2</sub>-Emissionsgrenzwerte von 9 kg/m<sup>2</sup>a im Neubau oder 12 bzw. 15 kg/m<sup>2</sup>a in der Sanierung einzuhalten, so können die über den Grenzwert hinaus gehenden Emissionen vor Ort durch regenerativ erzeugten Strom ausgeglichen werden. Dieser wird in der CO<sub>2</sub>-Berechnungsformel bei "Q<sub>Erzeugung, Objekt</sub>" eingesetzt.

#### Kraft-Wärme-Kopplung

Bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird ein Verbrennungsmotor gleichzeitig für die Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme genutzt. KWK-Anlagen in der Leistungsgröße 100 - 1.000 kW reichen für Siedlungen von etwa 100-150 Wohneinheiten aus. Kleinere KWK-Anlagen für einzelne Häuser sind ebenfalls am Markt vorhanden. Diese werden in letzter Zeit sogar für Einfamilienhäuser als sogenannte "Mikro KWK-Anlagen" (unter 15 kW) angeboten, die sowohl mit fossilen Brennstoffen (Erdgas oder Heizöl) als auch mit Holzpellets betrieben werden können. Durch die Förderung u.a. über das EEG können sich wirtschaftliche Lösungen ergeben, insbesondere wenn eine Möglichkeit der Wärmeabnahme auch in den Sommermonaten besteht. Eine spezielle Nutzung von Biomasse stellt der Einsatz von Pflanzenölmotoren in BHKW dar. Auf den ersten Blick bietet sich eine KWK für die Klimaschutzsiedlungen als eine moderne, ökologische Form der Energieumwandlung an. In einer Siedlung mit einem Nahwärmenetz ist eine solche Anlage sehr gut einsetzbar und oftmals auch wirtschaftlich. Jedoch kann die Kraft-Wärme-Kopplung in den Klimaschutzsiedlungen durch den geringen Wärmebedarf problematisch sein. Genaue Angaben für eine wirtschaftliche Dimensionierung einer KWK-Anlage in einer Klimaschutzsiedlung können nur durch eine Lastsimulation gemacht werden.

#### Photovoltaik

Um den durch Photovoltaikanlagen erzeugten CO<sub>2</sub>-Ausgleich zu berechnen, wird für Nordrhein-Westfalen von einem durchschnittlichen Jahresertrag von 850 kWh/kW<sub>p</sub> ausgegangen. Eine Anlage mit einer Nennleistung von 1 kW<sub>p</sub> benötigt je nach Solarzellentyp zwischen 7 und 20 m<sup>2</sup> Installationsfläche.

Da das Erneuerbare-Energien-Gesetz eine Einspeisevergütung für Solarstrom über einen Zeitraum von 20 Jahren garantiert, wird die Photovoltaikanlage in der Regel als netzgebundene Anlage ausgeführt. Dabei wird der Strom, nachdem er über einen Wechselrichter in netzgerechten Wechselstrom umgewandelt wurde, über einen Zähler in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Direkt vor Ort genutzter Solarstrom wird darüber hinaus zusätzlich vergütet, wenn er über einen dafür zusätzlich notwendigen Zähler nachgewiesen werden kann.

#### 4.5 Beispielberechnungen

Im Folgenden werden zwei beispielhafte Berechnungen der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen durchgeführt. Es folgt eine Übersicht der Gebäudedaten und der Berechnungsergebnisse für eine Neubau-Doppelhaushälfte und ein saniertes Mehrfamilienhaus aus den 70er Jahren.

##### Beispiel 1: Doppelhaushälfte mit Keller im Passivhausstandard mit Direktverdampfer-Wärmepumpe und Erdkollektor \*)

- Wohnfläche 140 m<sup>2</sup>
- A/V = 0,64 m<sup>-1</sup>
- Wärmeversorgung über Direktverdampfer-Wärmepumpe
- Beheizung über Erwärmung der Zuluft
- Dichtheitsprüfung
- Außenwanddämmung: 240 mm (U = 0,118 W/m<sup>2</sup>K)
- Dämmung Kellerdecke: 160 mm (U = 0,194 W/m<sup>2</sup>K)
- Dachdämmung: 400 mm (U = 0,106 W/m<sup>2</sup>K)
- Fenster: Verglasung U = 0,6 W/m<sup>2</sup>K, Rahmen U = 0,72 W/m<sup>2</sup>K, Fensterflächenanteil Süd = 58 %
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (80 %)
- Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser 3,7
- Warmwasserzirkulationssystem und WW-Speicher im beheizten Bereich

##### Berechnungsergebnisse (PHPP):

- $H'_T = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,32 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \text{Anforderung erfüllt!}$
- Heizwärmebedarf  
 $Q_H = 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  zuzüglich Verluste:  $1,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
 $Q_{\text{Heizung, gesamt}} = 16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Warmwasserbedarf  
 $Q_{\text{WW}} = 14,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  zuzüglich Verluste:  $5,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
 $Q_{\text{Warmwasser, gesamt}} = 20,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Strombedarf Hilfsenergie  
 $Q_{el} = 4,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (ermittelt aus Nennleistungsangaben und Laufzeiten)

##### CO<sub>2</sub>-Berechnung:

$  \begin{aligned}  E_{\text{CO}_2} &= \{16 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 140 \text{ m}^2 / 3,7 \times 0,575 \text{ kg/kWh} \\  &+ 20,8 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 140 \text{ m}^2 / 3,7 \times 0,575 \text{ kg/kWh} \\  &+ 4,9 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 140 \text{ m}^2 \times 0,575 \text{ kg/kWh}\} / 140 \text{ m}^2 \\  &= 8,5 \text{ kg/m}^2\text{a} < 9 \text{ kg} \quad \Rightarrow \text{Anforderung erfüllt!}  \end{aligned}  $
--

\*) Erläuterung: Bei Einfamilien-Passivhäusern wurde die Wärmeversorgung häufig, insbesondere weil es in der Vergangenheit keine Wärmeerzeuger in geeigneter Größe gab, in Form von speziellen Lüftungs-Kompaktgeräten mit integrierten Luftwärmepumpen ausgeführt. Aufgrund der zunehmenden Zahl von Passiv- und Niedrigstenergiehäusern gibt es am Markt derzeit eine zunehmende Zahl von Neuentwicklungen von passivhaustauglichen Wärmeerzeugern. In dem vorliegenden Beispiel wurde daher als Wärmeerzeuger, bewusst abweichend von der bisher gängigen Praxis, eine Direktverdampfer-Mini-Wärmepumpe mit Erdkollektor als Wärmeerzeuger gewählt. Diese ist erheblich energieeffizienter als eine Luftwärmepumpe und kann auch hinsichtlich der Investitionskosten eine interessante Alternative darstellen.



### Beispiel 2: Saniertes Bestands-Mehrfamilienhaus aus den 70er Jahren mit Gas-Brennwertkessel und Solarthermie

- Wohnfläche 426 m<sup>2</sup>
- A/V = 0,54 m<sup>-1</sup>
- Wärmeversorgung über Gas-Brennwertkessel
- Dichtheitsprüfung: n<sub>50</sub>: 0,6 h<sup>-1</sup>
- Außenwanddämmung 200 mm (U = 0,16 W/m<sup>2</sup>K)
- Dämmung Kellerdecke 40 mm (U = 0,38 W/m<sup>2</sup>K)
- Dachdämmung 200 mm (U = 0,11 W/m<sup>2</sup>K)
- Fenster: Verglasung U = 0,65 W/m<sup>2</sup>K, Rahmen U = 0,75 W/m<sup>2</sup>K
- Abluftanlage
- Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung

#### Berechnungsergebnisse (PHPP):

- H'<sub>T</sub> = 0,29 W/m<sup>2</sup>K < 0,4 W/m<sup>2</sup>K => **Anforderung erfüllt!**
- Heizwärmebedarf  
Q<sub>H</sub> = 36,9 kWh/m<sup>2</sup>a zuzüglich Verluste: 2,2 kWh/m<sup>2</sup>a  
Q<sub>Heizung,gesamt</sub> = 39,1 kWh/m<sup>2</sup>a
- Warmwasserbedarf  
Q<sub>WW</sub> = 14,9 kWh/m<sup>2</sup>a zuzüglich Verluste: 10,8 kWh/m<sup>2</sup>a  
Q<sub>Warmwasser,gesamt</sub> = 25,7 kWh/m<sup>2</sup>a  
Q<sub>Warmwasser,solar</sub> = 11,9 kWh/m<sup>2</sup>a
- Strombedarf Hilfsenergie  
Q<sub>el</sub> = 3,9 kWh/m<sup>2</sup>a

#### CO<sub>2</sub>-Berechnung:

$  \begin{aligned}  E_{CO_2} &= \{39,1 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 426 \text{ m}^2 / 1,02 \times 0,221 \text{ kg/kWh} \\  &+ (25,7 \text{ kWh/m}^2\text{a} - 11,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}) \times 426 \text{ m}^2 / 0,88 \times 0,221 \text{ kg/kWh} \\  &+ 3,9 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 426 \text{ m}^2 \times 0,575 \text{ kg/kWh}\} / 426 \text{ m}^2 \\  \\  &= 14,2 \text{ kg/m}^2\text{a} < 15 \text{ kg} \Rightarrow \text{Anforderung erfüllt!}  \end{aligned}  $
--

In der folgenden Abbildung 4-2 sind neben den oben berechneten Beispielgebäuden zwei weitere Varianten dargestellt, die ebenfalls die Anforderungen an die Klimaschutzsiedlungen erfüllen.

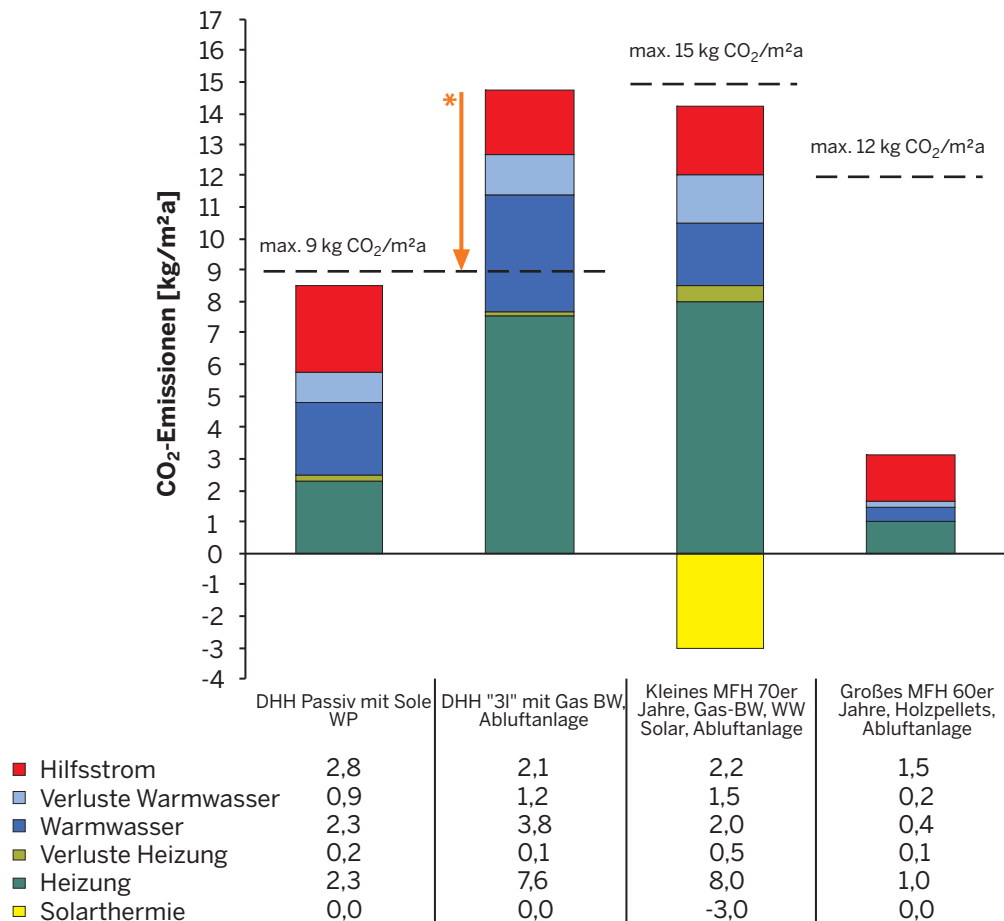


Abbildung 4-2: Beispiele aufsummierter CO<sub>2</sub>-Emissionen für verschiedene Gebäudetypen und Versorgungsvarianten [kg/m<sup>2</sup>a]

\* Ein Ausgleich von CO<sub>2</sub>-Emissionen, die über die geforderten Maximalwerte hinausgehen ist z.B. durch Photovoltaik möglich. In dem oben gezeigten Beispiel wäre hierfür eine 1,7 kW<sub>p</sub> PV-Anlage nötig. Diese Möglichkeit sollte jedoch nur gewählt werden, wenn es aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht möglich ist, mit dem gewählten Gebäudestandard und Heizsystem die vorgegebenen CO<sub>2</sub>-Emissionsgrenzwerte von 9 kg/m<sup>2</sup>a im Neubau oder 12 bzw. 15 kg/m<sup>2</sup>a in der Sanierung einzuhalten.

## 5 Qualitätssicherung

Im Rahmen der "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" werden Projekte initiiert, geplant und errichtet, die einem hohen baulichen und anlagentechnischen Anspruch genügen sollen.

Um dies zu erreichen, ist es erforderlich, Maßnahmen zur Qualitätssicherung vorzusehen, die alle Bauphasen von der Planung bis zur Nutzung mit einbeziehen.

Neben einem geeigneten Gebäudeenergiekonzept sind eine hochwertige Bauausführung, eine sorgfältige Gebäudeinbetriebnahme und Nutzereinweisung sowie eine Betriebsoptimierung entscheidende Aspekte für die Qualität einer Klimaschutzsiedlung.

### 5.1 Bauausführung

Bei energetisch hochwertigen Gebäuden ist eine sorgfältige Bauausführung besonders notwendig. Gerade während der Bauphase können Fehler gemacht werden, die später nur noch schwer oder gar nicht mehr korrigiert werden können. Dies betrifft im Bereich Bauphysik vor allem die Punkte Luftdichtigkeit, Wärmebrücken und korrekte Ausführung der Dämmung. Insbesondere im Bereich der Anschlusspunkte (Fassade-Dach, Durchdringungen, Fenster, Fassade-Boden) besteht die Gefahr einer unsachgemäßen Ausführung.

Gleiches gilt auch für die vorzusehende Anlagentechnik. Hier ist neben der ausreichenden Dämmung der Leitungen vor allem sicherzustellen, dass die Regelungstechnik einen optimalen Anlagenbetrieb gewährleistet und dass die einzelnen Komponenten gut aufeinander abgestimmt sind. Insbesondere sollte sichergestellt werden, dass die verwendeten Komponenten und die Ausführung den Anforderungen des Gebäudeenergiekonzepts entsprechen.

Empfehlungen:

- Abschluss von Garantieverträgen für einzelne Anlagenkomponenten. Die Ertragsgarantie z.B. für thermische Solaranlagen oder die Garantie einer Jahresarbeitszahl bei Wärmepumpen durch solche Verträge kann eine sinnvolle Absicherung des Nutzers sein.
- Stichprobenartige Kontrollen der Planungs- und Bauphase durch einen Sachverständigen

### 5.2 Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme der gebäudetechnischen Anlagen muss auf einen möglichst optimalen Betrieb geachtet werden. Hierzu sind neben der richtigen Grundeinstellung (z.B. hydraulischer Abgleich des Heizungssystems oder Einstellen der lokalen Luftmengen der Lüftungsanlage) auch die Prüfung und ggf. Anpassung aller anlagebedingten Regelparameter (Heizkurve, Betriebszeiten, Sollwerte, Pumpen- und Lüftungsregelung etc.) vorzunehmen. Diese Einstellungen sollten in Rücksprache mit dem Nutzer erfolgen.

Nach der Inbetriebnahme muss der Nutzer ausführlich über die Funktionsweise der Anlage informiert werden. Entsprechendes Informationsmaterial (idealerweise in Form einer übersichtlichen individuellen Dokumentation) sollte dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden.

### 5.3 Betriebsoptimierung

Nach einer geeigneten Zeitspanne (z.B. einigen Wochen), während der die Nutzer erste Erfahrungen mit allen gebäudetechnischen Anlagen sammeln konnten, ist es sinnvoll einen Termin zur Betriebsoptimierung mit dem Installationsbetrieb durchzuführen.

Hierbei können Betriebserfahrungen der Nutzer und gegebenenfalls erste Messwerte genutzt werden, um die Einstellungen der Anlagen anzupassen und um Fehlerquellen zu beseitigen.

### 5.4 Verbrauchsdatenerfassung

#### Anforderungen Verbrauchsdatenerfassung:

- Erstellung eines einfachen, projektspezifischen Messkonzeptes
- Übermittlung der jährlichen Verbrauchswerte für Gesamtwärme, Warmwasser, Hilfsstrom und ggf. regenerativ vor Ort erzeugte Wärme (z.B. über Solarkollektoren) oder Strom (z.B. über Photovoltaikmodule) an die EnergieAgentur.NRW

Erläuterung:

Der Anlagenbetreiber erhält durch die Messwerte wertvolle Zusatzinformationen. Eine Verbrauchsdatenerfassung kann sowohl Aufschluss über die Übereinstimmung von Planung und Realisierung geben, als auch die Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen. Ein einfaches Messkonzept sollte zusammen mit dem Energiekonzept eingereicht werden. In den ersten fünf Betriebsjahren sollen die oben genannten Verbrauchswerte mindestens einmal pro Jahr an die EnergieAgentur.NRW übermittelt werden. Die Details werden zwischen den Projektbeteiligten und der EnergieAgentur.NRW abgestimmt.

Eine kontinuierliche Verfolgung der Daten ermöglicht es, den gewünschten Anlagenbetrieb sicherzustellen und ist gerade für größere Anlagen im Rahmen einer Qualitätssicherung sinnvoll.

Um die Verbrauchsdaten zu erfassen, sind in der Regel zusätzliche Messeinrichtungen erforderlich, die im Bedarfsfall vom Land Nordrhein-Westfalen finanziell gefördert werden. Hierfür sind jedoch einfache Geräte ohne offizielle/amtliche Eichung ausreichend. In Abhängigkeit vom Versorgungskonzept können z.B. folgende Messeinrichtungen notwendig sein:

- |   |   |
|---|---|
| ■ Wärmepumpe:                           | separater Strom- und Wärmemengenzähler          |
| ■ Ölheizung:                            | separater Wärmemengenzähler                     |
| ■ Holzpellettheizung:                   | separater Wärmemengenzähler                     |
| ■ Hilfsstrom<br>(Pumpen, Ventilatoren): | separater Stromzähler                           |
| ■ Warmwasserbereitung:                  | separater Wärmemengenzähler                     |
| ■ Solarthermie:                         | Wärmemengenzähler<br>(als Teil der Solaranlage) |

## 6 Projektkoordination und Projektbegleitung

Das Projekt der "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" wird von der Planung und Antragstellung bis hin zur Fertigstellung und Nutzung begleitet.

Um einen reibungslosen Projektablauf zu gewährleisten, ist eine möglichst frühzeitige Kontaktaufnahme der Projektbeteiligten (z.B. Kommune, Wohnungsbaugesellschaft) mit der EnergieAgentur.NRW sinnvoll.

### Ansprechpartner für das Projekt

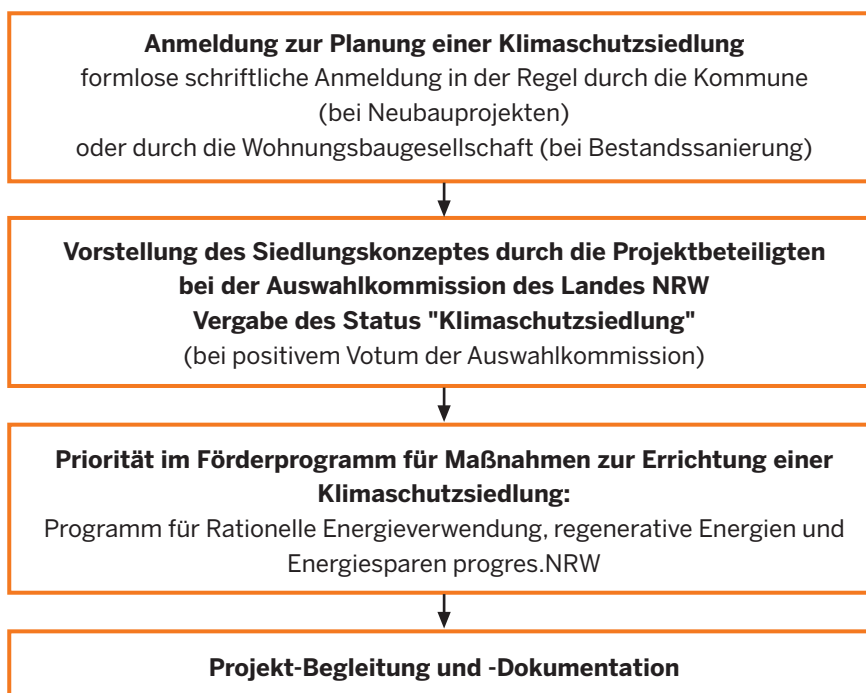
#### "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen":

Dipl.-Ing. Andreas Gries  
 Netzwerkmanager Energieeffizientes und solares Bauen  
 EnergieAgentur.NRW  
 Roßstraße 92  
 40476 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/86642-17  
 E-Mail: gries@energieagentur.nrw.de  
 www.100-klimaschutzsiedlungen.de

Eine Auswahlkommission des Landes entscheidet über die Vergabe des Status "Klimaschutzsiedlung".

### Ablaufschema für Vorhaben im Projekt

#### "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen":



Auch die Kommunen, Wohnungsbaugesellschaften und Investoren einer Klimaschutzsiedlung können bei der Projektbegleitung wesentliche Aufgaben übernehmen. Dies reicht von der vertraglichen Sicherung der Datenerhebung über die energetische Beratung der Bewohner der Klimaschutzsiedlung bis hin zur Öffentlichkeitsarbeit.

Kommunen und Investoren sollten den organisatorischen Rahmen für die Einbindung der Bewohner der Klimaschutzsiedlung 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.

Die Erfahrungen, die die beteiligten Architekten, Planer und Fachgutachter bei der Planung und Errichtung der Klimaschutzsiedlungen 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.

Die Hinweise zur beruflichen Weiterbildung der Architekten und Ingenieure gelten in gleichem Maße für die bei der Errichtung der Klimaschutzsiedlungen 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 Checkliste der Anforderungen und Empfehlungen an eine Klimaschutzsiedlung

Kap.	Anforderung / Empfehlung erfüllt:	ja	nein	Bemerkung
<b>Energetische Anforderungen an Gebäude (Neubau)</b>				
<b>2.1</b> <b>und</b> <b>4.1.1</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Grenzwerte:</b> Begrenzung der CO <sub>2</sub> -Emissionen für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung inkl. Verlusten und Hilfsenergie, jedoch ohne Haushaltsstrom ■ maximal 9 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a			
<b>2.1</b> <b>und</b> <b>4.1.3</b>	<b>Wärmedämmstandard:</b> ■ Passivhaus (Heizwärmebedarf max. 15 kWh/m <sup>2</sup> a) oder ■ "3-Liter-Haus" (Heizwärmebedarf max. 35 kWh/m <sup>2</sup> a)			
<b>2.1</b> <b>und</b> <b>4.1.3</b>	<b>Maximaler Transmissionswärmeverlust:</b> ■ EFH, DHH, RH: $H'_T \leq 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ ■ MFH: $H'_T \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$			
<b>2.1</b> <b>und</b> <b>4.1.3</b>	<b>Gebäudedichtheit:</b> Luftdichtheit der Gebäude (Nachweis durch Drucktest (Blower Door)) ■ Passivhaus: Drucktestkennwert $n_{50}$ max. 0,6 h <sup>-1</sup> ; ■ "3-Liter-Haus": Drucktestkennwert $n_{50}$ max. 1,0 h <sup>-1</sup>			
<b>Energetische Anforderungen an Gebäude (Bestand)</b>				
<b>2.1</b> <b>und</b> <b>4.1.2</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Grenzwerte:</b> Begrenzung der CO <sub>2</sub> -Emissionen für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung inkl. Verlusten und Hilfsenergie, jedoch ohne Haushaltsstrom ■ bei $A/V < 0,5$ maximal 12 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a ■ bei $A/V \geq 0,5$ maximal 15 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a			
<b>2.1</b> <b>und</b> <b>4.1.3</b>	<b>Wärmedämmstandard:</b> Maximaler Transmissionswärmeverlust ■ $H'_T \leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$			
<b>Energetische Empfehlung für Gebäude (Bestand)</b>				
<b>4.1.3</b>	<b>Gebäudedichtheit:</b> ■ Bestand: $n_{50}$ max.: 1,5 h <sup>-1</sup>			
<b>Anforderungen Verbrauchsdatenerfassung</b>				
<b>2.1</b> <b>und</b> <b>5.2</b>	■ Erstellung eines einfachen, projektspezifischen Messkonzeptes ■ Übermittlung der jährlichen Verbrauchswerte für Gesamtwärme, Warmwasser, Hilfsstrom und ggf. regenerativ vor Ort erzeugte Wärme (z.B. über Solarkollektoren) oder Strom (z.B. über Photovoltaikmodule) an die Energieagentur.NRW			

Kap.	Anforderung / Empfehlung erfüllt:	ja	nein	Bemerkung
<b>Gestaltungsanforderungen an die Siedlung</b>				
2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einheitliches Architekturkonzept zur Gebäudekubatur und Dachform.</li> <li>■ Einheitliches Material- und Farbkonzept für die Fassaden und Dachflächen.</li> <li>■ Funktionale und gestalterische Einbindung technisch energetischer Elemente in die Gebäudekubatur und Fassadengestaltung</li> <li>■ Einbindung der Nebenanlagen wie Garagen/Carports, Müllsammelanlagen und separate Abstellgebäude in das Gesamtfunktions- und Gestaltungskonzept der Hauptgebäude</li> <li>■ Einheitliche Gestaltung von Einfriedungen im Übergang privater Gartenbereiche zum öffentlichen Raum</li> <li>■ Funktionale und gestalterische Einbindung von Spiel- und Aufenthaltsflächen sowie Flächen des Regenwassermanagements in das Frei- und Grünraumkonzept</li> </ul>			
<b>Städtebauliche Anforderungen</b>				
2.3	<b>Mindestgrößen für Klimaschutzsiedlungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 20 Eigenheime oder</li> <li>■ 30 Wohnungen im Geschosswohnungsbau oder</li> <li>■ 50 Heimplätze</li> </ul>			
2.3 und 3.2.1	<b>Ausrichtung der Gebäude (Neubau)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abweichung der Gebäude von der Südausrichtung im Mittel kleiner 45°</li> </ul>			
2.3 und 3.2.2	<b>Vermeidung von Verschattungen (Neubau)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Einstrahlungsverluste durch Orientierung, Verschattung und Topographie maximal 20 %</li> </ul>			
2.3 und 3.2.3	<b>Kompaktheit der Gebäude (Neubau)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <math>A/V &lt; 0,65 \text{ m}^{-1}</math> (Mittelwert aller Gebäude der Siedlung)</li> </ul>			
2.3 und 3.1.3	<b>Verkehrsanbindung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gute Anbindung an den Öffentlichen Personennahverkehr</li> </ul>			
2.3 und 3.1.4	<b>Versorgung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gute Anbindung an Infrastruktureinrichtungen</li> </ul>			
<b>Städtebauliche Empfehlungen</b>				
3.1.1	<b>Klima:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vermeidung von Standorten, die vorhandene klimatische Ausgleichsfunktionen beeinträchtigen (Kaltluftentstehung, Kaltluftfluss, Luftregeneration, Klimaoasen)</li> <li>■ Vermeidung von Standorten in wind- und bioklimatisch ungünstiger Lage: Kuppenlage, Muldenlage, Nordhanglage</li> </ul>			



Kap.	Anforderung / Empfehlung erfüllt:	ja	nein	Bemerkung
3.1.1	<b>Lärm:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unterschreitung der Richtwerte der geltenden Lärmschutzverordnung</li> </ul>			
3.1.2	<b>Standortwahl:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Prüfung der Möglichkeiten zur Wiedernutzung früher bereits baulich genutzter Flächen</li> <li>■ Anbindung an vorhandene Bebauung</li> </ul>			
3.2.2	<b>Vermeidung von Verschattungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vermeidung von Verschattung durch Vegetation</li> <li>■ Detaillierte Planung des öffentlichen Grüns</li> <li>■ Geeignete Vorgaben für Bepflanzung in Privatgärten</li> </ul>			
3.3	<b>Erschließung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sparsame Verkehrserschließung: Verkehrsflächenanteil für den motorisierten Verkehr maximal 10 %</li> <li>■ Maximal 1 Stellplatz je Wohneinheit</li> <li>■ Ausbau der Straßen als Spielstraßen, kein Durchgangsverkehr</li> <li>■ Reduzierung der Straßenbreite auf das für Versorgungsfahrzeuge notwendige Minimum</li> </ul>			
3.4.1	<b>Flächensparendes Bauen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Maximale durchschnittliche Grundstücksflächen von 400 m<sup>2</sup> bei Einfamilienhäusern</li> <li>■ GFZ nicht unter 0,8 bei Geschosswohnungsbau</li> <li>■ Maximal 4 Vollgeschosse</li> </ul>			
3.4.2	<b>Vegetation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verwendung standortgerechter heimischer Pflanzen für die öffentlichen Freiflächen</li> <li>■ Begrünung von Stellplatzflächen</li> </ul>			
3.5	<b>Soziale Aspekte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Trennung von öffentlichen, halböffentlichen und privaten Freiräumen</li> <li>■ Vielfältige Nutzbarkeit von Flächen</li> <li>■ Einbeziehung der späteren Nutzer mit Beginn des Planungsprozesses</li> </ul>			
<b>Empfehlungen zur Gebäudeplanung</b>				
	<b>Soziale Aspekte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Barrierefreie Gestaltung</li> <li>■ Treppenfreier Außenzugang zum Erdgeschoss</li> <li>■ Erdgeschoss mit Gartenzugang</li> <li>■ Kinderzimmer mindestens 10 m<sup>2</sup> groß und nicht in Nordlage</li> </ul>			
	<b>Belichtung und Besonnung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sicherstellung einer Mindestbelichtung und -besonnung aller Aufenthaltsräume der Gebäude gemäß DIN 5034</li> </ul>			

## 7.2 Erfassungsbogen Neubau

<b>"100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" Erfassungsbogen - Neubau</b>	
<b>Projektbeteiligte/Ansprechpartner (Name, Adresse, Telefon, E-Mail)</b>	
Kommune	
Bauherr/ Investor/ Wohnungsbaugesellschaft	
Architekt	
Energieplaner	
Weitere	
Zielgruppe (Mieter / Käufer)	
<b>Projektdaten</b>	
Projektadresse	
Hintergrund / Grund, Ziel, Zweck / Geschichte / vorherige Nutzung des Grundstücks	
Lage der Siedlung, Entfernung zu ÖPNV und Versorgungseinrichtungen	
Art der Gebäude (EFH, DH, RH, MFH)	
Anzahl WE (Miete, Eigentum)	
Anzahl Geschosse	
Wohnfläche (von-bis, gesamt)	
Geplanter Zeitverlauf (B-Plan, Erschließung, Baubeginn, Fertigstellung)	

<b>Beschreibung der Baumaßnahmen</b>	
Baukonstruktion (Materialien, Stärke, U-Wert)	
Heizung	
Lüftung	
Warmwasserbereitung	
Stromerzeugung	
Weitere technische Maßnahmen	
Gestaltung Wohnumfeld/ Außenräume	
Besondere ökologische und soziale Maßnahmen	
<b>Energiekonzept / Berechnungen (nach PHPP)</b>	
A/V-Verhältnis	
Nutzfläche $A_N$ nach EnEV	
Beheizte Wohnfläche $A_{EB}$ (nach PHPP)	
Jahresheizwärmebedarf	
Warmwasserbedarf	
Spez. Transmissionswärmeverlust	
Jahres-Endenergiebedarf	
Stromerzeugung	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	
<b>Verbrauchsdatenerfassung</b>	
Erstellung eines einfachen Messkonzeptes durch:	

### 7.3 Erfassungsbogen Sanierung

<b>"100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" Erfassungsbogen - Sanierung</b>	
<b>Projektbeteiligte/Ansprechpartner (Name, Adresse, Telefon, E-Mail)</b>	
Kommune	
Bauherr/ Investor/ Wohnungsbaugesellschaft	
Architekt	
Energieplaner	
Weitere	
Zielgruppe (Mieter / Käufer)	
<b>Projektdaten</b>	
Projektadresse	
Hintergrund / Grund, Ziel, Zweck / Geschichte	
Baujahr	
Lage der Siedlung, Entfernung zu ÖPNV und Versorgungseinrichtungen	
Art der Gebäude (EFH, DH, RH, MFH)	
Anzahl WE (Miete, Eigentum)	
Anzahl Geschosse	
Wohnfläche (von-bis, gesamt)	
Geplanter Sanierungszeitraum	
<b>Vor der Sanierung</b>	
Allgemeiner Zustand	
Bauteile (Material, Stärke, U-Wert, Zustand)	
Haustechnik (Heizung, Warm- wasser, Lüftung)	
Berechnung/Abschätzung der U-Werte, Heizwärmebedarf, WW-Bedarf, CO <sub>2</sub> -Emissionen	
Miete, Heiz- und Nebenkosten	

<b>Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen</b>	
Bauliche Maßnahmen (Wärmedämmung, Material, U-Wert)	
Grundrissänderungen, Änderungen Anzahl WE	
Heizung	
Lüftung	
Warmwasserbereitung	
Stromerzeugung	
Weitere technische Maßnahmen	
Besondere ökologische und soziale Maßnahmen	
Änderungen Wohnumfeld/Außenräume	
Mieterbetreuung / Sanierung im bewohnten Zustand	
<b>Energiekonzept / Berechnungen (nach PHPP oder LEG)</b>	
A/V-Verhältnis	
Nutzfläche $A_N$ nach EnEV	
Beheizte Wohnfläche $A_{EB}$ (nach PHPP oder LEG)	
Jahresheizwärmebedarf	
Warmwasserbedarf	
Spez. Transmissionswärmeverlust	
Jahres-Endenergiebedarf	
Stromerzeugung	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	
<b>Verbrauchsdatenerfassung</b>	
Erstellung eines einfachen Messkonzeptes durch:	

## 7.4 Quellenangaben und Erläuterungen

### Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP)

Das PHPP ist ein Projektierungswerkzeug, das 1998 vom Passivhaus Institut Darmstadt herausgegeben und seither ständig weiter entwickelt worden ist. Kern des Paketes sind Rechenblätter für Heizwärmebilanzen (Heizzeit- und Monatsverfahren), für Wärmeverteilung und -versorgung sowie für Strombedarf und Primärenergiebedarf.

Das PHPP umfasst u.a.:

- die Berechnung von Energiebilanzen
- die Projektierung der Komfortlüftung
- die Auslegung der Heizlast
- den vereinfachten Nachweis nach der Energieeinsparverordnung

Das PHPP kann vom Passivhaus Institut Darmstadt ([www.passiv.de](http://www.passiv.de)) bezogen werden.

### EnEV-XL / LEG

EnEV-XL ist eine MS Excel-Anwendung zur Berechnung der Energiebilanz von Gebäuden, insbesondere zum Nachweis nach Energieeinsparverordnung (EnEV) für Wohnhäuser. Die Randbedingungen können alternativ nach EnEV 2009, EnEV 2007, EnEV 2002 oder nach dem "Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung" (LEG) gewählt werden. Entwickelt wurde das Programm vom Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt ([www.iwu.de](http://www.iwu.de)) und kann von dort auch bezogen werden.

### GOSOL

GOSOL ist ein städtebauliches Simulationsprogramm, mit dem städtebauliche Planungen solarenergetisch bewertet und optimiert werden können. Grundlage ist ein dreidimensionales Computermodell aus Gebäuden, Vegetation und Topographie. Die tägliche/monatliche Besonnungsdauer von einzelnen Fenstern, Räumen, Wohnungen, Geschossen oder Freibereichen kann ermittelt und grafisch dargestellt werden. GOSOL wurde vom Solarbüro für energieeffiziente Stadtplanung Dr.-Ing. Peter Goretzki in Stuttgart entwickelt. Weitere Informationen unter: [www.gosol.de](http://www.gosol.de). Das Land Nordrhein-Westfalen hat eine Landeslizenz für alle Kommunen und Hochschulen in NRW erworben.

### Solcity

Das Simulationsprogramm Solcity zur Verschattungsberechnung im Städtebau wurde im Rahmen des Projektes "Planen mit der Sonne – Arbeitshilfen für den Städtebau" von der Stadt Köln und dem Land Nordrhein-Westfalen in Auftrag gegeben. Es wurde vom Ingenieurbüro Wortmann & Scheerer aus Bochum entwickelt und kann von der Internetseite [www.wortmann-scheerer.de](http://www.wortmann-scheerer.de) heruntergeladen werden.

### TAS

TAS ist ein modular aufgebautes dynamisches Simulationsprogramm, das aus drei Programm-Modulen zur thermischen Gebäudesimulation, zur Anlagensimulation und zur Strömungssimulation besteht. Nähere Informationen zu dem Programm sind unter [www.edsl.net](http://www.edsl.net) zu erhalten.

**Bearbeitung**

Dipl.-Ing. Thomas Boermans Dipl.-Phys. Markus Offermann Dipl.-Ing. Thomas Bloch Dipl.-Wirtsch.-Ing. Kjell Bettgenhäuser	Ecofys Germany GmbH, Köln
Dr.-Ing. Hartmut Murschall	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nord- rhein-Westfalen, Düsseldorf
Dipl.-Ing. Andreas Gries Dipl.-Ing. Gabi Siedentop	EnergieAgentur.NRW, Düsseldorf

In den vorliegenden Planungsleitfaden "100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" wurden Inhalte des Planungsleitfadens zum Projekt "50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen" teilweise übernommen und überarbeitet. Der Planungsleitfaden zu den Solarsiedlungen wurde in Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. R. Wortmann, Dipl.-Ing. M. Scheerer und Dipl.-Ing. K. Wember vom Ingenieurbüro Wortmann & Scheerer aus Bochum sowie Dr. rer. nat. M. Grauthoff, Unternehmensberatung für Energie und Umwelt aus Dinslaken und Dipl.-Ökol. V. Mook, ENVIRONMENT Planungsgemeinschaft Stadt und Umwelt aus Dinslaken erstellt.

**Impressum:**

EnergieAgentur.NRW  
Roßstraße 92  
40476 Düsseldorf

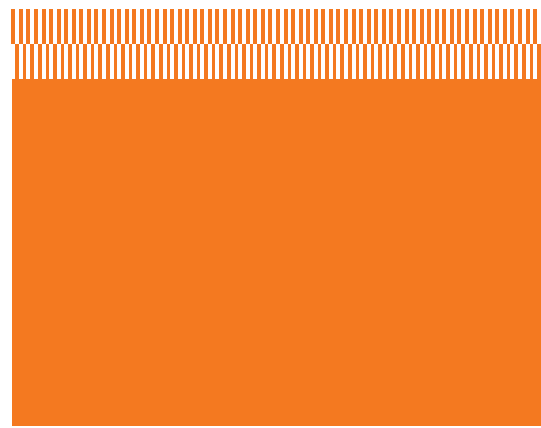
Telefon: 01803 19 00 00\*  
E-Mail: [info@energieagentur.nrw.de](mailto:info@energieagentur.nrw.de)  
[www.energieagentur.nrw.de](http://www.energieagentur.nrw.de)

© EnergieAgentur.NRW

\* (9 ct./Min. aus dem deutschen Festnetz,  
Mobilfunk max. 42 ct./Min.)

**Stand**

07/2011



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung