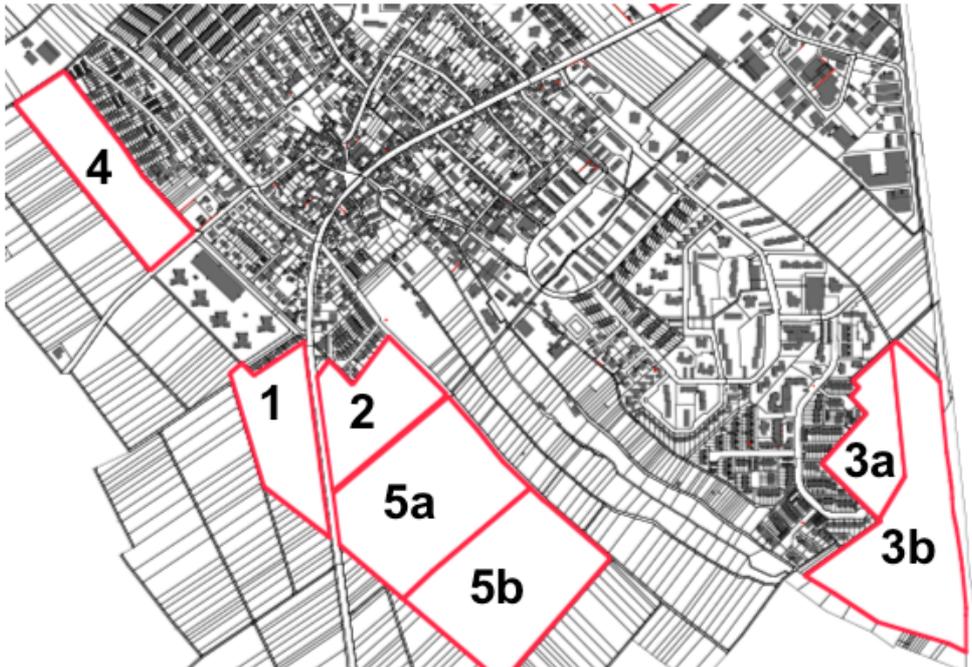


## Fachbeitrag Energieleitplanung

Die Lage der Entwicklungsgebiete 1, 2, 4 und 5a als zusammenhängendes Gebiet am südlichen Ortsrand von Steinbach, unmittelbar anschließend an die bestehenden Hochhäuser Niederhochstädter Strasse 12 – 20 ermöglicht eine gemeinsame Energieversorgung. In nächster Nähe liegt etwas östlicher, getrennt durch den Steinbach, das Entwicklungsgebiet 3a, welches in die Überlegungen mit einbezogen wird. Als Verbrauchsenergien sind hier Heizwärme und Strom zu nennen.



Übersichtsplan: Lage der Entwicklungsgebiete

Die Vorgehensweise der Bearbeitung lässt sich wie folgt kurz beschreiben :

- Benennung und Beschreibung der zu untersuchenden Entwicklungsgebiete.
- Berechnung des daraus resultierenden Wärmebedarfs und Wärmeverbrauchs unter Variation von zwei spez. Berechnungsparametern.
- Darstellung von möglichen technischen Konzepten zur Deckung des Wärmebedarfs und Wärmeverbrauchs.
- Ableitung von Grenzwerten für die Bebauungsdichte bzw. Gebäudequalität
- Angabe des Flächenanteils für die thermische Solarenergie zur Deckung des Warmwasserbedarfes.
- Ökologische Gegenüberstellung aller benannten technischen Konzepte hinsichtlich Primärenergieaufwand und CO<sub>2</sub> - Äquivalente

Entwicklungsgebiete

Einheit	Plan fläche ha	Anzahl der WE -	BGF spez. qm/WE	BGF abs. qm	Einwohner- zahl -
Fläche 1 „Am Eschborner Weg“	4,2	140	120	16.800	308
Fläche 2 „Taubenzehnter“	3,8	140	120	16.800	308
Fläche 3a „Süd IV a“	2,3	80	120	9.600	176
Fläche 4 „Am alten Cronberger Weg“	4,9	175	120	21.000	385
Fläche 5a „Auf der Beun / Am Praunheimer Weg“	8,6	300	120	36.000	660
Summen	23,8	835	-	100.200	1.837

Wärmebedarf und Wärmeverbrauch

Aus vorliegenden Verbrauchsabrechnungen der Fa. ista für die Niederhochstädter Strasse 12 – 20 der Jahre 2001, 2002 und 2003 konnte ein durchschnittlicher Wärmeverbrauch bezogen auf Hu von ca. 4.360 MWh / a ermittelt werden.

Verbraucher sind dort ca. 400 WE verteilt in fünf gleich große zusammenstehende Hochhäuser. Deren dezentrale Wärmeerzeugung wurde 1999 auf eine zentrale Wärmeerzeugung mit Brennstoff Erdgas H umgestellt.

Die überschlägige Ermittlung des Wärmebedarfes und Wärmeverbrauchs der oben beschriebenen Planflächen erfolgte durch vier Parameterwechsel.

Zum einen sind dies zwei Grenzwerte des spezifischen Wärmebedarfes pro qm, nämlich **35 W / qm** und **50 W / qm**, notwendig für die Berechnung des Wärmebedarfes, und zum anderen zwei Grenzwerte der Vollbenutzungsstunden, die nach unseren Erfahrungen zwischen **1.600 h / a** und **1.800 h / a** liegen werden, notwendig für die Berechnung des Wärmeverbrauchs.

Im Vorgriff zum folgenden Unterkapitel „Technische Konzepte“ ergeben sich getrennt in zwei Variantengruppen folgende Ergebnisse :

<b>Varianten A,B u. C</b>		Niedrigenergiehaus, oberer Standard		Niedrigenergiehaus, unterer Standard	
spez. Wärmebedarf	W / qm	35		50	
Wärmebedarf	kW	3.507		5.010	
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	0,7		0,7	
Wärmehöchstlast (WHL)	kW	2.455		3.507	
Vollbenutzungsstunden	h / a	1.600	1.800	1.600	1.800
Wärmeverbrauch netto	MWh / a	3.928	4.419	5.611	6.313
Netzverluste (Dämmserie 3)	%	8	8	8	8
Wärmeverbrauch brutto	MWh / a	4.242	4.772	6.060	6.818
Gesamt Wärmeverbrauch	MWh / a	8.597	9.127	10.415	11.173
Gesamt Wärmebedarf	MW	5,373	5,071	6,509	6,207

<b>Varianten D u. E</b>		Niedrigenergiehaus, oberer Standard		Niedrigenergiehaus, unterer Standard	
spez. Wärmebedarf	W / qm	35		50	
Wärmebedarf	kW	3.507		5.010	
Vollbenutzungsstunden	h / a	1.600	1.800	1.600	1.800
Wärmeverbrauch brutto	MWh / a	5.611	6.313	8.016	9.018
Gesamt Wärmeverbrauch	MWh / a	9.966	10.668	12.371	13.373
Gesamt Wärmebedarf	MW	6,229	5,926	7,732	7,429

Durch diese Variation bestimmender Ausgangsparameter ist eine realistische Eingrenzung des zu erwartenden Energiebedarfs und Energieverbrauchs sowie die Vorauswahl technischer Erzeugungsanlagen möglich.

Nicht betrachtet sind innerhalb dieser Bearbeitung bestehende größere Wärmeverbraucher wie Schulen, öffentliche Gebäude, etc. in der Innenstadt. In folgenden Projektentwicklungsschritten sollten diese Liegenschaften einbezogen werden.

*Kurz : Der Wärmebedarf [MW] und Wärmeverbrauch [MWh / a] wird im wesentlichen durch die Baugüte [W / qm] und das Nutzerverhalten bzw. Witterungseinflüsse bestimmt, ausgedrückt als Volllaststunden / Jahr. In den oben angegebenen Grenzen errechnet sich der Wärmebedarf mit ca. 5,0 MW bis ca. 7,7 MW und der Wärmeverbrauch mit ca. 8.600 MWh / a bis ca. 13.300 MWh / a. Der Grundwärmeverbrauch in der Niederhochstädter Strasse 12 – 20 mit ca. 4.360 MWh / a repräsentiert ca.40 bis 50% des Gesamtwärmeverbrauchs.*

### Technische Konzepte

Die Heizwärmeerzeugung kann für die beschriebene Stadtentwicklungsplanung mit den folgenden technischen Varianten sichergestellt werden.

Technisch vergleichbare Gruppen bilden die Varianten A, B und C, da allen drei eine Nahwärmeversorgung zugeordnet werden kann. Sie sind gut geeignet für Contractingmodelle. Das Einbeziehen von thermischen Solaranlagen ist ungünstig,

da der wirtschaftliche Betrieb der zentralen Wärmeerzeugungsanlagen durch die dadurch geminderten Anlagenlaufzeiten beeinträchtigt wird.

**Variante A** : Blockheizkraftwerk (BHKW), Brennstoff Erdgas;  
und Nutzung der vorhandenen Heizkessel in der Niederhochstädter  
Strasse 12 – 20 als Spitzenkessel, Druckhaltung, Pufferspeicher,  
Kaminanlage, Umwälzpumpen, E- und MSR-Technik, erdverlegtes  
Nahwärmenetz sowie indirekte Übergabestationen.  
Ziel : Erzeugung von ausreichender Wärme und Strom durch das  
BHKW.

**Variante B** : Blockheizkraftwerk (BHKW), Brennstoff Rapsöl;  
sonst wie A.

**Variante C** : automatische Holzhackschnitzelfeuerungsanlage, Brennstoff Holz;  
sonst wie A.  
Zu beachten ist der hohe Flächenbedarf für die Lagerung von  
Holzhackschnitzel sowie die erforderliche verkehrstechnische  
Anbindung.  
Ziel : Erzeugung von ausreichender Wärme. Erzeugung von Strom ist  
prinzipiell durch z.B. eine ORC-Anlage (organic-rankine-cycle)  
möglich. Derzeit noch nicht bearbeitet, da hierzu weitere  
Grunddaten fehlen.

Besondere positive Bedeutung hat die Tatsache, daß je nach Parameterwahl des  
oben berechneten Wärmeverbrauchs der Grundwärmeverbrauch in der  
Niederhochstädter Strasse 12 – 20 mit ca. 4.360 MWh / a zwischen 40 und 50% des  
Gesamtwärmeverbrauchs beträgt. Dadurch kann schon jetzt ein sicherer und  
wirtschaftlicher Anlagenbetrieb unterstellt werden.

Ein weiterer Nahwärmeausbau ist unter planerisch und unternehmerisch (Contractor)  
sicheren Grundannahmen von Plangebiet zu Plangebiet in zwei Richtungen mit  
relativ geringen Ausdehnungen zu betreiben.

Es ist erforderlich, entsprechende Festlegungen in den zukünftigen B-Plänen zu  
treffen. Grundsätzliche juristische Schwierigkeiten bestehen dagegen seit geraumer  
Zeit nicht mehr. Mustersatzungen stehen zur Verfügung.

Grundbedingungen für den wirtschaftlichen Bau einer Nahwärmeversorgung ist eine  
Wärmedichte (WD) von  $\geq 20 \text{ MW} / \text{km}^2$

Unter Zugrundelegung einer spez. Wohnungsgröße pro WE von ca. 120qm ergeben  
sich folgende Werte :

- bei 50 W / m<sup>2</sup> und 35 WE / ha : WD = 21 MW / km<sup>2</sup>
- bei 50 W / m<sup>2</sup> und 50 WE / ha : WD = 30 MW / km<sup>2</sup>
- bei 35 W / m<sup>2</sup> und 35 WE / ha : WD = 15 MW / km<sup>2</sup>
- bei 35 W / m<sup>2</sup> und 50 WE / ha : WD = 21 MW / km<sup>2</sup>

Daraus folgt, daß bei einem angestrebtem Niedrigenergiestandard für Neubauten mit einem spez. Wärmebedarf von 35 W/m<sup>2</sup> die Wohndichte mindestens 50 WE / ha betragen sollte, um eine wirtschaftliche Nahwärmeversorgung zu gewährleisten. Alle anderen Rechenvarianten bringen eine Überschreitung des oben definierten Grenzwertes.

Einzelwärmeerzeugungsanlagen repräsentieren die Varianten D und E.

**Variante D** : Einzelofenbefeuerung durch Erdgas Brennwertkessel.  
Der Aufbau einer flächendeckenden Erdgasversorgung ist erforderlich.  
Gute Kombination mit thermischen Solaranlagen möglich.  
Für Contractingmodelle nicht geeignet.

**Variante E** : Monovalente strombetriebene Wärmepumpen mit Erdkollektoren und / oder Erdsonden.  
Gute Kombination mit thermischen Solaranlagen möglich.  
Für Contractingmodelle nicht geeignet.

*Kurz : Fünf geeignete technische Varianten wurden betrachtet.*

*Technisch vergleichbare Gruppen bilden die Varianten A, B und C, da allen drei eine Nahwärmeversorgung zugeordnet werden kann. Sie sind gut geeignet für Contractingmodelle. Allen drei technischen Varianten ist gemeinsam, dass der Wärmeverbraucher Niederhochstädter Strasse 12 – 20 aus wirtschaftlichen Gründen hinzukommen muss. Der dort bereits in 1999 getätigte Umbau ist günstig für die technisch planerische Konzeption.*

*Einzelwärmeerzeugungsanlagen repräsentieren die Varianten D und E.*

#### Thermische Solarenergie

Die für die Warmwasserbereitung notwendige Wärmeenergie beträgt für die betrachteten Plangebiete ca. 1.450 MWh / a (ca. 15 % vom gemittelten Wärmeverbrauch der Varianten A - C). Bei einem durchschnittlichen Wärmeertrag einer thermischen Solaranlage in Höhe von 300 kWh/m<sup>2</sup> \*a (30° Dachneigung und Ausrichtung von SO bis SW) ist hierzu eine Dachfläche von ca. 4.800 m<sup>2</sup> nötig. Dies entspricht einem Anteil von ca. 8,0% der gesamten Dachfläche mit ca. 61.750 m<sup>2</sup>. Hierin rechnerisch enthalten ist der Wärmebedarf zur WWB der bestehenden Hochhäuser Niederhochstädter Strasse 12 – 20.

*Kurz : Eine solarthermische Warmwasserbereitung ist technisch machbar und nur in Verbindung mit den Varianten D und E sinnvoll.*

#### Ökologische Betrachtung

Die durch die Energieversorgung der Entwicklungsgebiete im Endausbau entstehenden Schadstoffemissionen lassen sich als CO<sub>2</sub>-Äquivalente für die unterschiedlichen Erzeugungsvarianten gemäss GEMIS 4.2 beziffern.

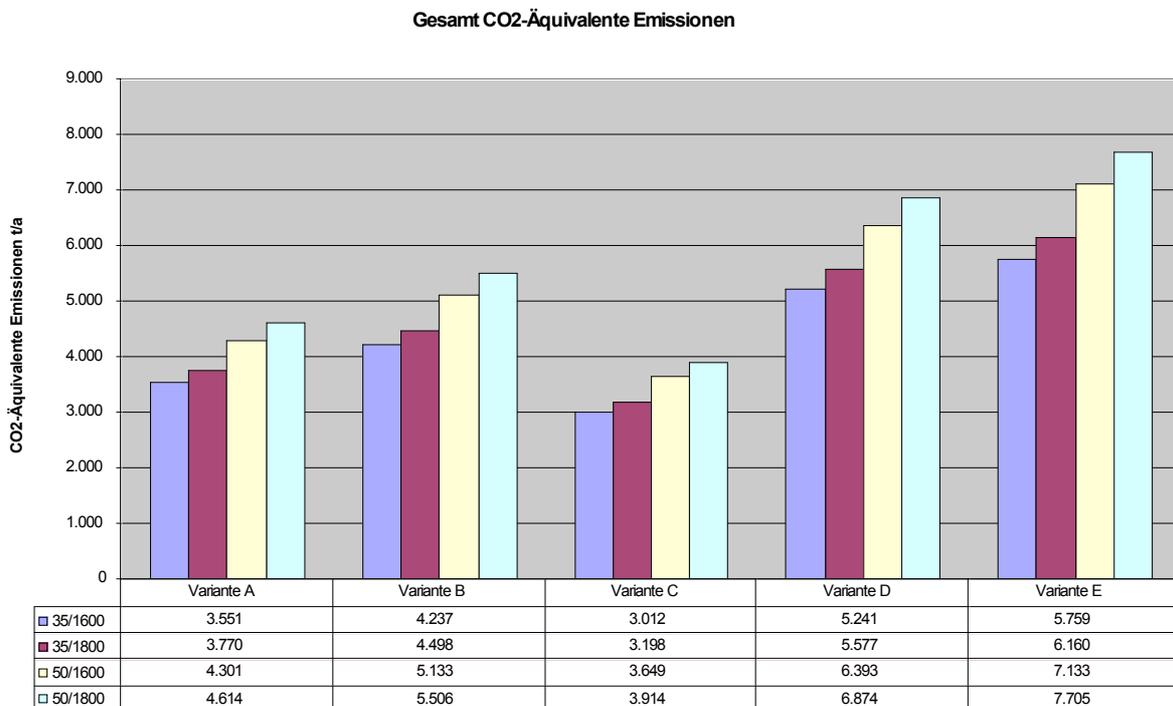
CO<sub>2</sub>-Äquivalente beschreiben die Treibhauswirkung der CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> – Emissionen auf der Basis einer äquivalenten Menge CO<sub>2</sub>.

Die untenstehende Graphik zeigt in anschaulicher Form die Daten in Abhängigkeit der technische Variante und der vier Betrachtungsgrundlagen zur Ermittlung des Wärmeverbrauchs.

Eine Verdichtung bzw. eine Vergrößerung der Wohnfläche sowie Steigerung der Bevölkerungszahl führt für Einzelhausbauweise in jeder Versorgungsvariante zu einer entsprechenden Erhöhung der Schadstoffemission. Dem gegenüber führt eine kompakte Bauweise mit Mehrfamilienhäusern bei gleich bleibenden Wohnungsgröße zu einer Reduktion des spezifischen Wärmebedarfs und damit zu einer entsprechenden Reduktion der Emissionen.

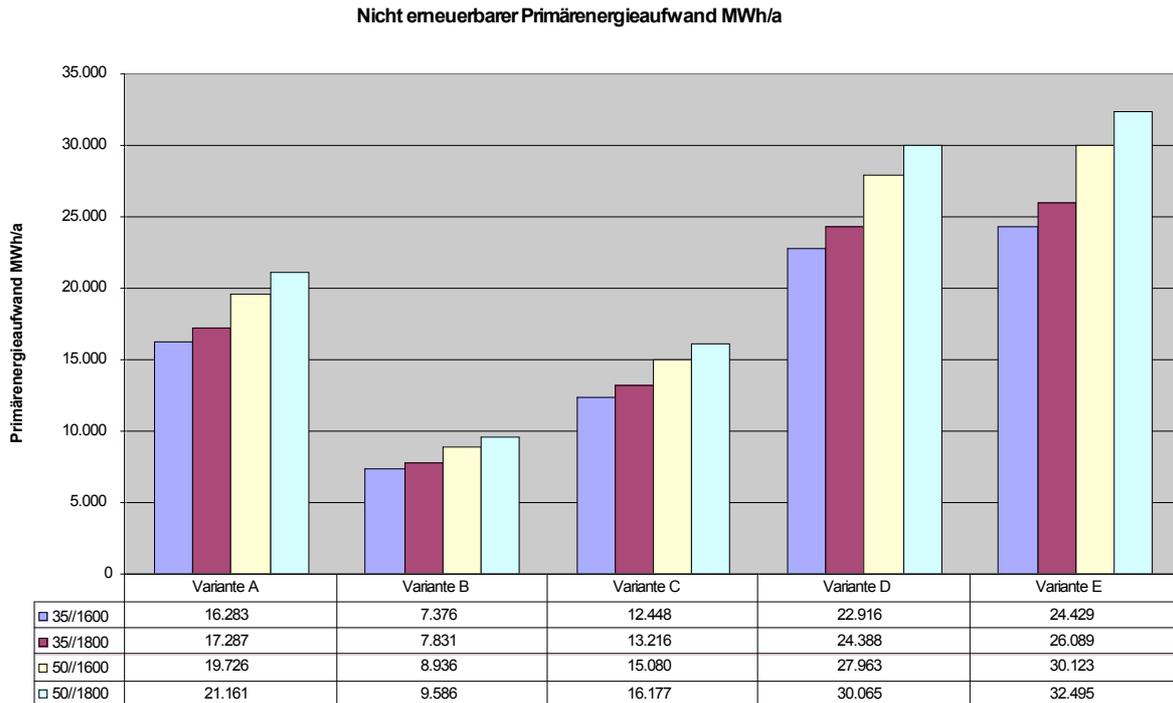
Die Schadstoffemission ist eine Funktion der

- Bevölkerungszahl (Wohndichte)
- Wohnungsgröße
- Kompaktheit der Bauweise (A/V – Verhältnis)



### Primärenergieaufwand

Der Primärenergieaufwand, auch als **KEA** Kumulierter-Energie-Aufwand bekannt, ist eine Maßzahl für den gesamten Aufwand an Energieressourcen (Primärenergien) zur Bereitstellung (hier) von 1 MWh gelieferte Wärme. Gemäß GEMIS 4.2 lassen sich die Ergebnisse für alle technische Varianten wie folgt zusammenfassen.



Als Primärenergieaufwand ist hier nur der nicht erneuerbare Anteil des Primärenergieaufwandes berücksichtigt.

*Kurz : Sowohl hinsichtlich des Primärenergieaufwandes und der Darstellung als CO2 – Äquivalent, schließt die Variante C am besten ab. Nur noch die Variante B wäre bei einer hochwertigen Abgasreinigung des Rapsöls betriebenen BHKW's besser.*

### Resümee

Aufgrund der einmaligen Situation der vorhandenen Wärmeverbraucher in der Niederhochstädter Strasse 12 – 20 sollte eine Nahwärmeversorgung, ergänzt um die jeweiligen Baugebiete, weiterbetrieben und ausgebaut werden. Im B-Plan ist eine Fernwärmesatzung mit aufzunehmen.

Eine Nahwärmeversorgung ohne die Niederhochstädter Strasse 12 – 20 ist nicht zu empfehlen, es sei denn, die WE/ha liegen deutlich über 45 und eine reine Passivhausbauweise ist ausgeschlossen.

Wärmeerzeugungsvarianten wären die technischen Konzepte der Variante A, B und C. Noch nicht marktreif, aber in den beschriebenen Entwicklungszeiträumen denkbar, ist statt einem BHKW Modul Erdgas betrieben auch eine leistungsgleiche Brennstoffzelle möglich.

Wir empfehlen zur Absicherung der genannten Daten die Beauftragung eines Energiekonzeptes sowie vorbereitende Überlegungen zum anstehenden Bebauungsplanverfahren.