

## **Kommentar zum Energiekonzept für das Baugebiet Gutleutmatten in Freiburg**

### **Hintergrund**

Der BUND Arbeitskreis Energie, den ich als Sprecher seit 2004 leite, wurde gebeten, eine Einschätzung zum Energieversorgungskonzept für das neue Baugebiet Gutleutmatten in Freiburg abzugeben. Wesentlicher Ansatzpunkt sind erwartete Heizkosten in Höhe von über 10 €/qm im Jahr und dies trotz eines mit der KfW 55 Bauweise reduzierten Heizwärmebedarfs und einer Versorgung mit Fernwärme aus KWK und Biogas sowie Solarthermie.

Die Stadt Freiburg i.Br. hatte Vorgaben für den energetischen Baustandard getroffen sowie über eine Bindung an die BadenovaWärmeplus Gesellschaft, die das Baugebiet mit Fernwärme versorgen soll. Die Hauseigentümer/Bauträger/Baugruppen müssen sich aufgrund eines Anschluss- und Benutzungszwangs (Satzung) anschließen und die Dächer vertraglich für die Nutzung für eine solarthermische Anlage bereitstellen.

Grundlage meiner Einschätzung sind verschiedene durch die Bürgerinitiative öffentlich einsehbare Unterlagen der Stadt Freiburg, Preisblätter der Badenova+ sowie div. Gutachten in dem nun schon entstandenen Streit über die Heizkosten.

Ich gebe meinen Kommentar **persönlich** als Energie-Experte ab und nicht im Namen oder Auftrag des BUND. Ich kann auf über 25 Jahre berufliche Tätigkeit im kommunalen Klimaschutz zurückblicken als ehem. Leiter des Frankfurter Energiereferats. Durch diese Tätigkeit sind mir ähnliche Fragestellungen der Umsetzung von Energiekonzepten in der Bauleitplanung gut geläufig. Mein Kommentar ist nicht als Gutachten zu verstehen. Die folgenden Berechnungen sind keine exakten Daten sondern Abschätzungen verschiedener Varianten. Es erfolgen auch keine Vergleiche mit anderen Fernwärmeversorgungen, sondern es geht um die Frage, aus welchem Grund ein relativ hoher Wärmepreis (ct/kWh) mit relativ hohen Wärmekosten (€/qm\*Jahr) entstanden ist und welche Alternativen (noch) umgesetzt werden könnten.

### **Ausgangslage:**

Das Baugebiet Gutleutmatten umfasst 500 Wohneinheiten mit einer relativ kompakten mehrgeschossigen Bauweise. Bei durchschnittlich 80 qm Wohnfläche liegt die zu beheizende Wohnfläche bei 40.000 qm. Beim KfW-55 Standard ist von einem Heizwärmebedarf von ca. 40 kWh/qm für Wärme und 12-15 kWh/qm für Trinkwarmwasser (TWW) auszugehen, zusammen inkl. Verlusten von einem Heizwärmeverbrauch von **55 kWh /qm** (insgesamt 2200 MWh) im Jahr. Dieser Bedarf verteilt sich im Jahr auf  
1600 MWh Heizwärme (Spitzenbedarf bei 1600 h Jahresvollbenutzungsstunden: 1000 kW)  
600 MWh Wärme für Trinkwasser mit durchschnittlicher Leistung (8000 h) von ca. 75 kW<sup>12</sup>

---

<sup>1</sup> Bei Gutachten Stahl + Weiß Wärmeversorgung Überarbeitung 2012 wurden allerdings (S.12) gleichermaßen 1000 Vollbenutzungsstunden für Heizwärme als auch Warmwasserbedarf 1000 h angesetzt. Die dadurch bestimmte gesamte Gesamtwärmelast ist daher deutlich zu hoch angesetzt worden.

<sup>2</sup> im Konzept badenovaWärmeplus wurde der Trinkwasserbedarf allerdings deutlich von der EnEV abweichend mit 1200 kWh/a entsprechend 30 kWh/qm im Jahr abgeschätzt

Das Energiekonzept von Stadt, Badenova und Fraunhofer ISE sieht als „innovatives“ Konzept vor, die Siedlung Gutleutmatten mit Fernwärme aus einem BHKW der in ca. 700 m entfernt gelegenen Staudinger-Schule zu versorgen. Das BHKW (oder der zugerechnete Leistungsanteil) soll mit einem Ansatz von 600 kWel / 750 kWth versorgt mit Bioerdgas der Badenova mit einem Primärenergiefaktor von 0,0 im Jahr ca. 2200 MWh Wärme liefern. Dies entspricht einer Laufzeit von 3000 h im Jahr. Das BHKW könnte zwar auch den gesamten Wärmeanteil liefern. Da aber die Wärmeleitung Verluste von bis zu 20% aufweisen würde, ist die Idee entstanden, im Sommer die Wärmeleitung abzustellen und die Trinkwarmwasserwärme mittels Solarkollektoren auf den Gebäuden zu decken. Fernwärme und Solaranlage arbeiten mittels Wärmetauschern auf einen gemeinsamen Puffertank in den Gebäuden, aus dem Wärme für Heizung und Warmwasser, letzteres mit einem weiteren Wärmetauscher (Frischwasserstation, Legionellenschutz) entnommen wird.

Die solarthermische Anlagen haben insgesamt eine Fläche von 2000 qm Kollektoren, so dass mit spezifisch 350 kWh/qm ein Ertrag von 700 MWh (Mai-August) erwartet wird.

Somit soll der Bedarf von 2600 MWh plus 300 MWh Verlust durch 700 MWh Solarwärme und 2200 MWh Wärmebezug aus der Heizzentrale gedeckt werden.

Dieses Konzept wurde als besonders innovativ bezeichnet. Allerdings war es in dieser Konstellation nicht in der Studie Stahl+Weiß enthalten. Dort wurde anstelle des Biogas ein Einsatz von Holz empfohlen und die BHKW-Wärmeversorgung sollte mit der Nutzung der Dächer für Photovoltaik verbunden werden.

Unklar ist in den Vorlagen, welcher Anteil der BHKW-Wärme der Wärmelieferung zugeordnet wird. Bei der Heizzentrale liegt ein Anteil des BHKWs mit 750 kWth an der gesamte Leistungsspitze von 4000 kWth von ca. 20% vor. Dieser Ansatz wird somit auch der Lieferung an das Gebiet Gutleutmatten zugeordnet, das von einer „BHKW-Scheibe“ anteilig mit 240 kWth und 190 kWel versorgt wird.

Abschätzung der Wärmekosten (netto)

BHKW 190 kWel Investkostenanteil * 1500 €/kWel	
mal Annuität von 10 % <sup>3</sup>	28.500 €
Biogasbedarf 480 kW * 4000 h * 0,096 €/kWh	184.320 €
Wartung, Instandhaltung, Personal	15.000 €
Wärme aus Kessel Bioerdgas	
(2200 MWh – 960 MWh aus BHKW) /0,9 * 0,096	132.270 €
<b>Summe Kosten</b>	<u>360.090 €</u>
Abzüglich Stromerlös nach EEG (Biomasse)	
192 kWel * 4000 h * 0,15 €/kWhel	<u>115.200 €</u>
Verbleiben	244.890€

für 2200 MWh = spezifischer Durchschnittspreis 11,13 ct/kWh Wärme ohne Solarthermie und Transport.

<sup>3</sup> Annuität von 7% Kapitalverzinsung und Laufzeit 15 Jahre.

Für die Deckung der sommerlichen Wärme für Trinkwarmwasser liegen die Kosten bei ca. 2000 qm Solaranlage incl. Speicher, Regelung \* 600 € /qm pauschal (ohne Förderung) \* Annuität von 10 % 120.000 €  
ergibt für 700 MWh Wärme spezifischen Preis von 17,14 ct/kWh

Hinzu kommen Kosten für die Wärmeleitungen von 700 m bei 600 €/m (freies Gelände) und Annuität 10% ca. 42.000 €  
(spezifische Kosten von ca. 2 ct/kWh für Transport der Wärme)

Insgesamt stehen jährliche Kosten an von ca. 407.000 € für die Bereitstellung von Lieferseitig 2200 MWh, so dass sich ein spezifischer Preis von 15,65 ct/kWh netto und **18,62 ct/kWh brutto** ergibt. Aus Sicht der Nutzer liegen die gesamten Wärmekosten dann bei 55 kWh/qm \* 18,62 ct/kWh = **10,24 €/qm brutto** im Jahr.

Diese Werte stimmen sehr gut mit den Angaben der badenovaWärmeplus sowie der Landtagsdrucksache 15/7726 überein, die spezifische Wärmekosten von brutto ca. 11,60 € /qm im Jahr berechnen.

Hinzu kommt noch ein Baukostenzuschuss, wobei nicht klar ist, ob hierin auch Anteile der Heizwärmeversorgung oder nur die Installation der Heizungsstation mit Trinkwassererwärmung in den Gebäuden enthalten ist.

## **Bewertung**

Bei einem recht hohen spezifischen Wärmepreis, der trotz des angesetzten KfW-55 Standards zu Heizkosten führt wie sie aus Bestandsgebäuden (vgl. Heizspiegel) bekannt sind, stellt sich die Frage, was die Gründe hierfür sind. Diese liegen in dem Gesamtkonzept an folgenden Stellen:

1. Vergleich BHKW mit Erdgas statt Biogas. Es wird Bioerdgas eingesetzt durchaus aus ökologischen Gründen, so dass die Versorgung aus erneuerbarer Energie (Biokompostanlage) stammt. Würde man Erdgas einsetzen, lägen die Gasverbrauchskosten für das BHKW ca. 90.000 € geringer, die Stromvergütung nach dem KWK-Gesetz läge aber auch um 80.000 € geringer; die Biogaskosten Kessel lägen um 64.000 €/a geringer, so dass die Gesamtkosten um 74.000 € niedriger lägen, der Wärmepreis damit bei 15,14 ct/kWh brutto; die Jahreswärmekosten bei **8,32 €/qm brutto**. Die Mehrkosten von ca. 3 €/qm für Wärme (ca. 240 €/Jahr oder 20 €/Monat pro WE) sind demnach der Nutzung von Bioerdgas anstelle von Erdgas zuzuordnen, mithin ein Mehrpreis zugunsten der Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, was sich im Primärenergiefaktor 0,0 dargestellt wird. Insgesamt werden im Jahr ca. 500 t CO<sub>2</sub> eingespart, spezifisch sind dies ca. 150 €/t CO<sub>2</sub> durch die Nutzung von Bioerdgas.
2. Vergleich ohne solarthermische Anlage. Die solarthermische Anlage soll die Wärme im Sommer liefern, damit das Wärmenetz abgeschaltet werden kann. Die sonst auftretenden Verluste der Wärmelieferung sollen hierdurch abgedeckt werden. Allerdings verteuert dieses Konzept die Gesamtkosten. Ohne Solarthermische Anlage würden sich zwar höhere Verluste im Wärmenetz ergeben, andererseits würde das BHKW mit einer höheren Jahresnutzung besser ausgelastet, z.B. mit 5500 h statt 4000 h.

BHKW 190 kWel Investkostenanteil * 1500 €/kWel mal Annuität von 10 %	28.500 €
Biogasbedarf 480 kW * <b>5500 h</b> * 0,096 €/kWh	253.440 €
Wartung, Instandhaltung, Personal	20.000 €
Wärme aus Kessel Bioerdgas (2200 MWh – 1320 MWh aus BHKW) /0,9 * 0,096	93.870 €
Summe Kosten	<u>395.810 €</u>
Abzüglich Stromerlös nach EEG (Biomasse) 192 kWel * 5500 h * 0,15 €/kWhel	./.
Verbleiben	<u>158.400 €</u> 237.410 €

für 2200 MWh = spezifischer Durchschnittspreis 10,80 ct/kWh Wärme ohne Solarthermie und Transport.

Hinzu kommen Kosten für die Wärmeleitung von 700 m bei 600 €/m (freies Gelände) und Annuität 10% ca. 42.000 €  
(spezifische Kosten von ca. 2 ct/kWh für Transport der Wärme)

Die Wärmegesamtkosten liegen nun bei ca. 280.000 €, 12,72 €/kWh netto 15,15 ct/kWh brutto und bei **8,33 €/qm brutto**.

Die solarthermische Anlage (ST) soll mit einem Jahresertrag von 700 MWh vor allem Wärmeverluste im Wärmenetz kompensieren, damit dieses im Sommer (3-4 Monate) abgeschaltet werden kann. Daher muss die ST groß dimensioniert werden, damit ein sicherer Ersatz der Wärmelieferung über 3-4 Monate gewährleistet wird. Betrachtet man die Wärmelieferung der 2000 qm Solarthermie können diese an einem Spitzentag im Sommer bis zu 3 kWh/qm \* 2000 an einem Tag liefern. Dies ist eine Wärmemenge von 6000 kWh und entspricht gespeichert über den Tag verteilt einer Durchschnittsleistung von 250 kW. Der Spitzenwärmebedarf für Warmwasser liegt aber nur bei 75 kW (durchschnittlich über den Tag). Die Solaranlage ist daher (in diesem Konzept notwendigerweise) um das ca. Dreifache überdimensioniert, weil diese auch an weniger sonnigen Tagen zwischen Mai und August soviel Wärme liefern muss, um das – gemäß dem Konzept – Wärmenetz abschalten zu können. Dies bedeutet aber, dass von dem Gesamtertrag von 2000 qm \* 350 kWh/qm = 700 MWh etwa ein Drittel der Solarwärme nicht genutzt werden kann und nicht in der Bilanz erscheinen dürfte. Daher ist die Solarwärme spezifisch sogar noch teurer.

### **Auswirkung des Einsatzes der Solarthermie**

Der in diesen Monaten nutzbare Solarertrag von ca. 200 MWh plus ein Beitrag in der Zeit September-April von ca. 200 MWh nimmt jedoch dem BHKW Energiemengen und damit eine Laufzeit von 400 MWh/240 kWh/h von ca. 1600 h weg. Damit erhöhen sich die spezifischen Kosten der Wärme aus dem BHKW. Der Einsatz einer überdimensionierten Solarthermie sorgt zugleich zur Verteuerung der Wärme aus dem BHKW. Diese Kombination KWK-Wärme von Solarthermie – mit dem Anspruch den Wärmebedarf in 3-4 Monaten vollständig aus Solarthermie zu decken – ist daher nicht sinnvoll. Der Einsatz der Solarthermie mindert die Verluste im Wärmenetz zum Preis von zusätzlicher nicht genutzter Wärme und erhöht die Gesamtwärmekosten sowohl durch höhere Wärmekosten für die Solarthermie und (!) durch Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit der KWK-Wärme. Dies spricht nicht „gegen die Solarthermie“, sondern dagegen, diese so wie geplant einzusetzen.

## **Innovatives Konzept ?**

Diese Berechnungen und Abschätzungen wie hier dargestellt, sind relativ einfach und transparent. Man sieht welcher Faktor welche Kosten nach sich zieht. Dies hätte auch den Projektieren auffallen müssen, dass eine BHKW-Wärmelieferung mit nur 4000 h Laufzeit plus eine als Zusatzabsicherung konzipierte Solarthermische Anlage zu sehr hohen Wärmekosten führt. Dies alles spricht nicht gegen BHKWs und KWK also solche und auch beleibe nicht gegen die Solarthermie (auch nicht dass diese und sogar „die Zukunft der Solarthermie“ als „kritisch“ zu werten sei, wie es in einer Dezernentenvorlage hieß) – es spricht schlicht gegen ein **in sich nicht stimmiges Konzept** wo zwei gute und effiziente Techniken der erneuerbaren Energien überdimensioniert und sich gegenseitig in den Kosten treibend konzipiert wurden, und deren Einsatzmöglichkeiten nicht sinnvoll zusammengeführt wurden.

Ein solches Konzept hat mE auch nichts mit Innovation zu tun, es zeigt, dass keine ausreichende Variantenoptimierung erfolgte. Diese Optimierung hätte zudem auch weitere Optionen einbeziehen müssen im Sinne einer integralen Planung. Nämlich die Überlegung, dass die Verluste der Wärmeleitung auch mit sog. „doppelter“ Dämmung der Leitung reduziert werden können. Die Wärmeleitung könnte auch zeitweilig mit geringeren Temperaturen im Sommer betrieben werden und würde dann nur zu bestimmten Zeiten am Tag zu Aufladen der eingeplanten Warmwasserspeicher auf höhere Temperaturen gebracht werden. Solche Konzepte wurden bei Wärmenetzen andernorts schon realisiert.

Wesentlich wäre auch die Überlegung (gewesen), den Wärmebedarf der Gebäude auf das KfW 40 Niveau bzw. das Passivhausniveau zu bringen, so dass der Wärmebedarf und damit insbesondere die Kosten treibenden Investitionskosten hätten reduziert werden können. Effizienz ist zumeist kostengünstiger als Versorgung. Ob solche Überlegungen im Rahmen des Forschungsprojekts oder seitens der Stadt Freiburg getätigt wurden, ist mir nicht bekannt. Die Passivhausbauweise ist nunmehr seit 25 Jahren bekannt und in vielen tausend Bauprojekten umgesetzt worden.

## **Alternativen**

Mir ist (Mai 2016) bekannt, dass leider viele Entscheidungen getroffen wurden, die vertraglich seitens der Beteiligten kaum noch rückgängig zu machen sind. Man sollte jedoch zugunsten der künftigen Bewohner überlegen, ob man „sehenden Auges“ eine unnötig teure Wärmeversorgung umsetzen will. Es ist zu hoffen, dass dies ohne politischen und juristischen Streit möglich ist. Gleichwohl, um darauf hinzuweisen, wie es in diesem Fall oder auch in anderen in Freiburg oder anderen Städten anstehenden Bauprojekten laufen könnte, sei dargelegt, wie eine andere Planung hätte erfolgen können.

Ausgangspunkt ist die **Passivhausbauweise**. Hierzu hatten sich auch VertreterInnen der Stadtregierung und Stadträte vor einigen Jahren auch ausführlich in Frankfurt am Main informiert. Weitere Informationen über ein großes kommunal organisiertes PH-Projekt wäre die Bahnstadt in Heidelberg. In Frankfurt wurde gerade (22.5.2016) in einem neuen Koalitionsvertrag von CDU, SPD und B 90/Die GRÜNEN der Passivhausstandard für städtische Bauprojekte (eigene Gebäude, Wohnung der eigenen Wohnungsbaugesellschaft sowie verkaufte Grundstücke der Stadt) bestätigt. Grund ist, dass das Hochbauamt Frankfurt am Main wiederholt mittels einer Gesamtkostenberechnung ([www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de](http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de), siehe unter Berechnungsverfahren, Beispielrechnung) zeigt, dass die PH-Bauweise in den Gesamtkosten in aller Regel die geringsten Gesamtkosten aufweist. Diese

Methodik ist auch über den Dt. Städtetag anderen Städten bekannt gemacht worden. Bei Anwendung dieser Methodik zeigt sich, dass die KfW-55 Bauweise auf die Lebensdauer der Gebäude nicht die kostengünstigste ist.

Hätte man daher die PH Bauweise angesetzt, würde ein Heizwärmebedarf von 15 kWh/qm plus Trinkwassererwärmung 15 kWh/qm und ein Wärmeverbrauch mit Verlusten von 35 kWh/qm resultieren. Die Wärme könnte größtenteils durch ein BHKW bzw. in zwei Gebäuden in (!) der Wohnsiedlung (z.B. bei Gemeinschaftsbauten) bereitgestellt werden, durchaus mittels Bioerdgas. Bei einem Gesamtbedarf von 700 MWh Heizwärme und 700 MWh TWE, zusammen 1400 MWh, ergibt sich ein Spitzenbedarf von ca. 400 kWth. Dieser kann durch ein BHKW mit 100 kWel und 150 kWth gedeckt werden. (bzw. 2 Standardmotoren á 50 kWel) Die Laufzeit der Motoren beträgt dann 7000 h, 1000 MWh von 1400 MWh Gesamtbedarf würden durch das BHKW gedeckt, der restliche Anteil mit einem Biogas-Spitzenkessel.

BHKW 100 kWel Investkostenanteil * 1500 €/kWel	
mal Annuität von 10 %	15.000 €
Biogasbedarf 300 kW * 7000 h * 0,096 €/kWh	201.600 €
Wartung, Instandhaltung, Personal	15.000 €
Wärme aus Kessel Bioerdgas	
(1400 MWh – 1000 MWh aus BHKW) /0,9 * 0,096	42.700 €
<b>Summe Kosten</b>	<u>274.300 €</u>
Abzüglich Stromerlös nach EEG (Biomasse)	
100 kWel * 7000 h * 0,15 €/kWhel	<u>105.000 €</u>
Verbleiben	169.300 €

für 1400 MWh = spezifischer Durchschnittspreis 12,09 ct/kWh Wärme.  
Die Kosten für Wärme würden dann bei **5,03 € /qm brutto Jahr liegen.**

(Hinweis – in diesem Konzept würde das BHKW im Baugebiet stehen. Man könnte einen Teil des erzeugten Stroms (700 MWhel) auch im Baugebiet direkt an die Nutzer verkaufen. Dies wäre ein wirklich innovatives Konzept, insbesondere wenn das BHKW noch mit einem Wärmespeicher verbunden wäre und die Stromlieferung mit Strom aus Windenergie aus der Region sich gegenseitig ausgleichend verbunden würde.

Man sieht, dass die Wärmekosten auf **etwa die Hälfte** gesenkt werden könnten. Voraussetzung wäre v. a. die Passivhaus-Bauweise. Diese hat noch Mehrkosten von maximal 50 €/qm BGF. Auf die Lebensdauer der Gebäude verteilt ergeben sich bei 3% Zins und 40 Jahren **jährliche Mehrkosten für die Passivhausbauweise von 2,12 €/qm**. Zusammen mit den Wärmekosten ergeben sich Kosten von **7,15 €/qm**. Diese Kosten sind zu vergleichen mit den Wärmekosten für einen höheren Verbrauch mit höheren spezifischen Kosten von ca. 10-11 €/qm. Dies bedeutet, dass es eine Konzeption gibt, die auf der Basis eines in etwa halbierten Energieverbrauchs mit deutlich geringeren Investitionen in der Energietechnik aber mit nur leicht (ca. 3%) erhöhten Baukosten insgesamt ein Drittel geringeren Gesamtkosten für eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energien führt.

Der Unterschied ist insofern signifikant, als für das gesamte Baugebiet über 40 Jahre sich beim gegenwärtigen Konzept Mehrkosten von 40.000 qm\* 3 €/qm \*40 J = 4,8 Mio. € gegenüber einer Variante mit Passivhaus /ohne Solarthermie ergeben. Dies sind Kosten, die von den Nutzern zu bezahlen wären, für den Einsatz einer solarthermischen Anlage, deren

Ertrag nur zu ca. 60 % nutzbar wäre und die die Wärme aus KWK verteuert. Dies sind Mehrkosten die für Energieverbrauch ausgegeben werden (KfW 55 statt PH) statt diese Mittel für die nachhaltige Senkung des Verbrauchs auszugeben. Dies sind auch Mehrkosten für einen gegenüber dem PH erhöhten Bezug von Bioerdgas für KWK und Kesselwärme, wobei dieses Bioerdgas anderweitig genutzt werden könnte. In diesem Fall würde es – im Vergleich zur PH Bauweise – nicht rationell verwendet werden, denn auch erneuerbare Energien sollten nicht verschwendet werden.

### **Photovoltaik statt Solarthermie**

Dass die Dächer für Solarthermie zu reservieren sind, die wie gezeigt in diesem Konzept nicht sinnvoll verwendet wird, bedeutet aber auch, dass die Eigentümer und Nutzer der Gebäude diese Fläche nicht für Photovoltaikanlagen verwenden können. Dieser PV Strom (ca. 300 kW-300 MWh/a) könnte aber gemeinsam mit dem KWK-Strom aus dem BHKW im Baugebiet (700 MWh/a) plus Windstrombezug von außen zu einem zeitlich integrierten Stromangebot an die Stromverbraucher im Baugebiet Gutleutmatten zusammengefügt werden. Dies wäre tatsächlich ein innovatives Projekt, bei dem Eigentümer/Mieterstrom zu 100% aus erneuerbaren Energien aus dem Wohngebiet und der Region konkret im Sinne des Baugebiets als „Arealnetz“ oder als Kundenanlage pro Gebäude genutzt werden könnte.

Die Kosteneinsparung durch selbst erzeugten und genutzten Strom im Baugebiet durch die Eigentümer/Mieter läge bei ca. 1000 MWh (KWK+PV-Strom) und bei mind. 100.000 € im Jahr oder umgelegt **2,50 €/qm** im Jahr. Damit wären Mehrkosten für die PH Bauweise durch Stromerzeugung und – nützung aus KWK und PV im Baugebiet kompensierbar. Das in diesem Fall teure Konzept der Solarthermie zur Deckung von Wärmeverlusten der Wärmeleitung verhindert daher sogar eine ertragreiche Nutzung der Dächer durch Photovoltaik<sup>4</sup>.

### **Möglichkeiten der Umsetzung von Alternativen**

Offen ist nun, ob tatsächlich noch Änderungen in der Realisierung des Konzeptes möglich wären. Was die Gebäude betrifft, sollte ohnehin sichergestellt sein (auch bei KfW 55), dass Dreifachverglasung und Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut wird. Eine luftdichte Bauweise ist auch ohnehin erforderlich und vorgeschrieben. Der Schritt zum Passivhaus (sowie wassersparender Armaturen) ist daher nicht groß. Wenn die Baufenster eine dickere Wärmedämmung nicht zulassen, könnten teilweise Dämmstoffe mit geringerem Wärmedurchgang ( $\lambda=0,020$ ) oder bei bestimmten Bauteilen auch Vakuumdämmung eingesetzt werden. (Hierfür wurden Mehrkosten angesetzt). Die Stadt Freiburg könnte auch eine Ausnahme vom B-Plan hierfür zulassen.

Die Bindung an eine Wärmelieferung über eine Wärmeleitung durch die badenovaWärmeplus müsste seitens der Stadt Freiburg aufgegeben werden. Man könnte stattdessen den Betrieb der BHKW-Anlagen im Baugebiet anbieten sowie den Bezug von Strom aus diesen Anlagen. Man würde sich eine Wärme-zufuhr-leitung einsparen, wenn die gesamte Wärme (mit KWK) im Baugebiet erzeugt würde; man hätte geringere Wärmeverluste (die man auch nicht durch eine Solarthermie kompensieren müsste)

Problematisch sehe ich, dass kein ausreichender Vergleich z.B. zwischen verschiedenen Varianten der Bauweise und der Wärme- und Stromversorgung erfolgte. Es ist fraglich, ob

---

<sup>4</sup> Es ist unsinnig Solarwärme gegen Photovoltaik zu stellen – es ist aber sinnvoll zu überlegen, welche Nutzung der Dächer in Abstimmung mit dem Wärmebedarf und der Wärmelieferung insgesamt günstiger ist.

fachlich, juristisch und politisch eine beschlossene vertragliche Bindung zur Nutzung höherer Energiemengen zu spezifisch sehr hohen Preisen Bestand haben kann, wenn relativ einfach ersichtlich ist, dass eine energiesparende und kostengünstigere Alternative nicht verfolgt wurde. Für badenova würde es keinen Verlust bedeuten, das aufgrund der Passivhausbauweise weniger benötigte Bioerdgas anderen Kunden zu verkaufen.

Auch seitens des Lieferanten der solarthermischen Anlage sollte es akzeptabel sein, dass diese Technik nicht so eingesetzt wird, dass die erzeugte Wärme nicht optimal genutzt wird, also dieses Projekt nicht unbedingt zum Aushängeschild dienen kann. Mit 3,17 €/qm brutto im Wärmepreis der badenovaWärmeplus aber die Solarwärme, die effektiv nur ca. 15% der Gesamtwärme liefern soll, aber zu ca. 30% zum Gesamtwärmepreis beiträgt, jedoch der wesentliche Preistreiber.

### **Vollsolare Wärmeversorgung**

Noch ein Hinweis zur Solarthermie. Ein Grundproblem herkömmlicher Solaranlagen mit Kollektoren ist, dass diese – logischerweise – Wärme v. a. zwischen April und September liefern. Eine Alternative sind Solaranlagen mit „Kombi“-Luftkollektoren, die verbunden mit Wärmepumpe und (Eis-)pufferspeicher ausreichende Wärme für Heizung und Warmwasser über das ganze Jahr liefern können. Die Arbeitszahl liegt hier bei 6,0 – 8,0 (vgl. Agenda-gruppe Lahr, System Solaera von Consolar/Frankfurt und Lörrach<sup>5</sup>). Der Ertrag liegt bei ca. 700 kWh/qm „Hybrid“-Luftkollektor, da das System sowohl als Luftkollektor im Winter und Flachkollektor im Sommer arbeitet. (vgl. Studie von ITW Stuttgart)

Für eine vollständige Deckung des Wärmebedarfs von 1400 MWh aus Solar- und Umweltwärme wären daher (bei PH Bauweise) 2000 qm Kollektoren erforderlich, die Fläche würde also bereitstehen. Man hätte also auch das Konzept verfolgen können, diese Art von Solartechnik einzusetzen, die praktisch eine ganzjährige solarthermische Wärmeversorgung bietet – zumindest hätte man einen Systemvergleich durchführen sollen, zumal das System in Süddeutschland und bei dortigen Forschungsinstituten bekannt ist.

Mit Investitionskosten von ca. 1500 €/qm brutto Kollektorfläche incl. WP und Eisspeicher würden die Wärmekosten bei

3 Mio. € * Annuität 10 %	=	300.000 €
Plus Strom für WP	=	30.000 €
Gesamtkosten	=	330.000 €

und damit bei **8,25 €/qm** im Jahr liegen, also auch geringer als im vorgesehenen Konzept. Zudem gibt es Förderungen für dieses System im Marktanreizprogramm des Bafa von ca. 30 %, so dass die Gesamtwärmekosten dann bei 230.000 €/a und bei ca. **5,75 €/qm** brutto liegen würden. Offen ist, ob bei einem solchen Großprojekt weitere Kostensenkungen gegenüber dem bisherigen Angebotspreis für Einfamilienhäuser realisiert werden können.

Die „Zukunft der Solarthermie“ ist demnach durchaus sehr gut, auch in der Solarhauptstadt Freiburg i.Br., wenn man auf wirklich technisch innovative Systeme setzt und diese bei energiesparenden Gebäuden eingesetzt werden. Sie stellen eine energieeffiziente Option zur „vollsolaren“ Wärmeversorgung dar, zumal Systeme, die vorrangig auf Luft/Wasser-Wärmepumpen ohne Solarkollektor setzen, entweder aufwendige, teure Tiefenbohrungen benötigen oder als reine Luft-Wärmepumpen (gem. Agendagruppe-Lahr) vielfach zu geringe Jahresnutzungszahlen (unter 2,0) aufweisen.

---

<sup>5</sup> [http://www.agenda-energie-lahr.de/Ph2\\_SolarWP-GOT.html](http://www.agenda-energie-lahr.de/Ph2_SolarWP-GOT.html)



## **Zusammenfassung**

Der Einsatz der Wärmelieferung aus einem Biogas-BHKW (KWK) plus der Wärmelieferung aus einer großflächigen solarthermischen Anlage zu Kompensation von Wärmeverlusten im Verteilnetz im Sommer führt aufgrund der zweifachen Versorgungsstruktur dazu, dass diese jeweils ihre Vorteile nicht entfalten können und sowohl zu einer unwirtschaftlicheren Betriebsweise der KWK und zu einer unzureichenden Ausnutzung der Solarwärme führen. Im Ergebnis resultieren relativ hohe jährliche Wärmegesamtkosten.

Eine Optimierung und ein weitergehender Systemvergleich von Wärmebedarf und Wärmeversorgung wären sinnvoll gewesen. Eine Abschätzung führt zum Ergebnis, dass die **Passivhausbauweise** in jedem Fall zu einer deutlichen Senkung der Wärmekosten führt und die Gesamtkosten auch bei Einrechnung der Mehrkosten der PH Bauweise etwa ein Drittel gegenüber der geplanten Variante liegen können.

Die Alternativen der Wärmeversorgung wären dabei

ein oder zwei BHKW-Anlagen im Baugebiet **oder**

der Einsatz einer vollsolaren Wärmeversorgung (Luftkollektor/WP/Eisspeicher)

Im Fall einer KWK-Versorgung würde die Dachfläche für den Einsatz der Photovoltaik bereit stehen, die verbunden mit der direkten Nutzung des Strom in den Wohnungen der Siedlung zu einer Kostensenkung führen kann.

Ich hoffe, dass meine Hinweise zu einer konstruktiven Diskussion über die noch machbaren Alternativen im Baugebiet Freiburg Gutleutmatte beitragen, dass einvernehmliche Lösungen gefunden werden und dass bei künftigen Bauplanungen eine breitere Palette von Varianten geprüft werden, die sowohl den Klimaschutz als auch die Kostensenkung für die Nutzer zu Ziel haben.

15.Juni 2016

Dr. Werner Neumann  
Stammheimer Str. 8 B  
63674 Altstadt

[werner.neumann@bund.net](mailto:werner.neumann@bund.net)