

Dipl.-Ing. Jobst Klien

Bewertung eines Nahwärmekonzepts
in Friedberg

Inhaltsverzeichnis:

0. Ausgangslage
1. Wirtschaftlichkeit
2. Energieeffizienz des BHKW-Konzepts
3. Umweltbelastung

Darmstadt, Oktober 1986

0. Ausgangslage

Im August 1985 vergaben die Stadtwerke Friedberg an die Ruhrgas-Projektberatung ein Gutachten über die Einsatzmöglichkeiten eines Blockheizkraftwerks zur Beheizung mehrerer Objekte und eine damit verbundene Stromlieferung an die OVAG Friedberg (Krankenhaus des Wetteraukreises, Altenheim St. Bardo, Gesamtschule, Stadthalle, Sporthalle, Blindenschule).

Im Februar diesen Jahres legten die Stadtwerke Friedberg eine Beurteilung des gleichen Sachverhalts vor, die in ihren Ergebnissen wesentlich vom Ruhrgas-Gutachten abwich. Da beide Stellungnahmen auch in kommunalpolitische Gremien gelangten, kam es zu Anfragen aus den Fraktionen an das Institut Wohnen und Umwelt GmbH in Darmstadt, das als Forschungseinrichtung des Landes Hessen und der Stadt Darmstadt seit Anfang des Jahres auch Forschungs- und Beratungstätigkeiten im Bereich Energienutzung wahrnimmt.

Um den politischen Entscheidungsträgern der Stadt Friedberg als Eignerin der Stadtwerke in dieser Situation Entscheidungshilfen zu geben, hat das Institut Wohnen und Umwelt GmbH eine vergleichende Bewertung der vorgelegten Gutachten vorgenommen. Hierbei wurden schwerpunktmäßig die Aspekte

- Wirtschaftlichkeit
- Energieeffizienz
- Umweltfreundlichkeit

untersucht. Für die Stadt Friedberg und ihre Stadtwerke steht nicht nur die Entscheidung über ein Investitionsvolumen von ca 3 Millionen DM an; es geht an dieser Stelle um die zukünftigen Strukturen in der leitungsgebundenen Energieversorgung, die Sinnhaftigkeit eines Einstiegs in die kommunale Eigenstromerzeugung, die langfristige Entwicklung der Unternehmenssubstanz sowie die Versorgungssicherheit. Derartig wichtige Fragen kommunaler Daseinsvorsorge (Artikel 28 GG) sollten weder zum Spielball von Parteiinteressen noch aus der (notwendigerweise) verengten Sicht von Spartenunternehmen entschieden werden.

Das vorliegende Papier möchte Anregungen für eine hierzu notwendige Sachdiskussion geben und die wichtigen und weiter zu untersuchenden Probleme benennen.

1. Wirtschaftlichkeit

1.1. Einleitung

Zu den vorliegenden Wirtschaftlichkeitsüberlegungen sind die folgenden z.T. einschränkenden Vorbemerkungen notwendig:

a) Es lagen weder Lageplan noch Anschlußwerte sowie weitere notwendige Informationen über den zeitlichen Verlauf des Wärmebedarfs der zu beheizenden Gebäude vor. Daher konnte nur die Plausibilität der Wirtschaftlichkeitsrechnungen der auf dieser Grundlage vorgenommenen Anlagenauslegung geprüft werden.

b) Für die Wirtschaftlichkeit des Konzepts können daher weitere Fragen untersuchenswert sein, die in den Gutachten nicht behandelt werden:

- alternative Standorte (Leitungslängenoptimierung, Notstrombetrieb des Krankenhauses etc),
- Einbeziehung weiterer potentieller Verbraucher,
- eine andere Anlagenauslegung (höherer Anteil der Wärmeproduktion aus Kraft-Wärme-Kopplung)
- Einbeziehung vorhandener Kesselanlagen als Spitzenkessel (Kosteneinsparung bei Spitzenkesseln und Demontage),
- Rechtsform des Betriebs (Nutzung von Steuervorteilen, ...),
- Dynamisierung der Wirtschaftlichkeitsrechnung (Betrachtung der zukünftigen Preisentwicklung) und Sensitivitätsrechnung.

Ein erhöhter Planungsaufwand an dieser Stelle hat großen Einfluß auf die langfristige Wirtschaftlichkeit von BHKW-Anlagen und zahlt sich in aller Regel aus.

c) Die von den Ruhrgas-Gutachtern vorgelegten technisch-wirtschaftlichen Annahmen liegen durchweg auf der "sicheren" Seite, wenn man sie mit Erfahrungswerten aus anderen Konzepten in Hessen vergleicht. Trotzdem führen diese Betrachtungen durchweg zu positiven Kapitalwerten des Konzepts.

d) Die Annahmen in der Wirtschaftlichkeitsrechnung der Stadtwerke Friedberg weichen wesentlich von den Werten des Ruhrgas-Gutachtens ab, leider werden diese Abweichungen (nach oben) weder begründet noch ist eine Vergleichbarkeit der Kostenfaktoren gegeben. Für zukünftige Wirtschaftlichkeitsrechnungen ist die Offenlegung

getroffener Prämissen und eingeflossener Kennwerte zu fordern, um überhaupt eine Diskussion über unterschiedliche Konzepte zu ermöglichen.

1.2. Kapitaldienst und Zuschüsse

Für den Kapitaldienst ist maßgeblich die Höhe der Investition, der kalkulatorischen Zinsfuß sowie die rechnerische Lebensdauer einer Anlage. Die Investitionskosten werden unter Berücksichtigung der notwendigen Verzinsung in konstante Jahreskosten umgewandelt (Annuität). Dem Stadtwerkegutachten ist an dieser Stelle ein Fehler in der Wirtschaftlichkeitsrechnung unterlaufen, indem der gesamte Kapitaldienst aus dem Ruhrgasgutachten (319000,-DM) nur als Zinsbelastung aufgefaßt wird. Der Kapitaldienst erscheint dann ein weiteres Mal unter dem Titel Abschreibung, so daß hier eine unzulässige Doppelzählung vorliegt.

In Bezug auf die Investitionskosten wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Kostenansätze der Ruhrgas auf der "sicheren" Seite liegen. Um die Anlage nach Hessischem Energiespargesetz fördern zu lassen, wäre allerdings das Magermotorkonzept der Firma Jenbach nicht ausreichend, zusätzliche Kosten für den Katalysator könnten aber durch dann mögliche Einsparungen an der Schornsteinanlage kompensiert werden. Zudem würden die Kosten der Spitzenkesselanlage nicht gefördert. Diese machen ca 9% der Gesamtinvestition aus, es wäre allerdings zu prüfen, ob nicht einige der bereits installierten Kessel in das Anlagenkonzept zu integrieren wären.

Angesichts der noch vorhandenen Einsparungsmöglichkeiten und dem relativ geringen Kostenanteil der beschriebenen Modifikationen werden sich keine für das Endergebnis wesentlichen Änderungen ergeben.

Vergessen wurde aber in beiden Studien die Förderung nach §4 Investitionszulagengesetz in Höhe von 7,5%; diese Förderungsmittel sind kumulierbar, so daß nach Auskunft des Hessischen Ministeriums für Umwelt und Energie von einer Förderquote von 37,5% ausgegangen werden kann.

Der Kapitaldienst liegt damit zwischen 300000,- und 310000,-DM. Der Gewinn wird in der beigefügten Wirtschaftlichkeitsrechnung unter Veranlagung des anlegbaren Wärmepreises ermittelt. Daher wird nicht zusätzlich ein "Kostenfaktor Mindestgewinn" wie im Stadtwerkegutachten einbezogen.

1.3. Sonstige fixe Kosten

a) Personal- und Verwaltungskosten

Personalkosten fallen für Bedienung, Betriebsführung sowie einfache Wartungs- und Kontrollgänge an, wobei berücksichtigt werden muß, daß die Anlagen weitgehend automatisiert sind und die eigentliche Wartung der Anlage über Wartungsverträge (s.a. Wartungskosten) abgedeckt ist. Die Personalkosten werden für die beiliegende Wirtschaftlichkeitsrechnung mit 20,-DM/kWh abgeschätzt und bewegen sich damit etwa in der gleichen Höhe wie im Ruhrgasgutachten (ca 30000,-DM/a). Personal- und Verwaltungskosten von insgesamt 155000,-DM im Stadtwerkegutachten erscheinen als völlig unhaltbar, sie werden dort auch an keiner Stelle begründet.

b) Gemeinkosten

Hierunter fallen Steuern und Versicherung, sonstige Gemeinkosten sowie Instandhaltung, soweit sie sich nicht auf die Wartungskosten durch bei BHKW-Anlagen übliche Wartungsverträge bezieht, die aufgrund der Vertragsgestaltung als betriebsgebundene Kosten und nicht wie im Ruhrgasgutachten als prozentualer Anteil an der Investition auszuweisen sind (s.a. 1.5. Wartungskosten). Insofern werden im Ruhrgasgutachten die gleichen Kosten zweimal aufgeführt, da für die Anlagentechnik sowohl Instandhaltungskosten als Prozentsatz der Investition als auch Wartungskosten durch einen Wartungsvertrag veranschlagt werden.

Für die beiliegende Wirtschaftlichkeitsrechnung wird ein Gemeinkostenfaktor von 2,5% der Investition (1,5% Steuern auf Kapital und Vermögen, 0,5% Versicherung, 0,5% Instandhaltung und sonstige Gemeinkosten) berücksichtigt, der in einer sorgfältigen Kostenrechnung wahrscheinlich noch reduziert werden kann.

1.4. Energiekosten

Die Energiekosten für Gasbezug und Hilfsenergie wurden aus dem Ruhrgasgutachten übernommen, wobei die Hilfsenergiekosten relativ hoch erscheinen.

1.5. Wartung und Instandhaltung

Als Richtwert für Wartungskosten inklusive Überholung sowie Hilfs- und Betriebsstoffe kann ein Wert von 2,2 Pfennigen/kWh el veranschlagt werden. Dieser Wert entspricht durchschnittlichen Erfahrungswerten und kann bei gut betriebenen neuen Anlagen eventuell sogar unterschritten werden.

1.6. Stromerlöse

Dem Ruhrgasgutachten ist an dieser Stelle ein Fehler unterlaufen, der dann in die Stellungnahme der Stadtwerke übernommen wurde. Die Verluste des Wärmenetzes müssen über eine gegenüber dem Nutzwärmebedarf erhöhte Wärmeproduktion gedeckt werden, die im BHKW auch eine höhere Stromproduktion zur Folge hat. Dieser Faktor (1/0,94) wurde zwar bei der Ermittlung des Primärenergieeinsatzes, nicht aber bei der Stromproduktion des BHKW berücksichtigt. Die tatsächliche Stromproduktion beträgt damit 5637 MWh/a, die Erlöse auf der Stromseite steigen damit von 583409DM/a auf 620022 DM/a. Zudem sollte mit dem Vorlieferanten über die zu zahlende Stromvergütung verhandelt werden, in Hessen werden z.T. höhere Vergütungen als die angenommenen 11 Pfg/kWh gezahlt.

1.7. Leistungspreiserstattung

Es besteht kein sachlicher Grund, eine Leistungspreiserstattung für gesicherte Leistung von vornherein auszuschließen, wie es die Stadtwerke Friedberg kommentarlos tun. Wie zahlreiche Beispiele zeigen, kann ein BHKW entsprechend betrieben werden. Die im Ruhrgasgutachten angesetzten 200 DM/kW sind als untere Grenze anzusehen, eine Leistungspreiserstattung von 250 DM/kW wird in der Elektrizitätswirtschaft durchaus als erreichbar angesehen.

Die gesicherte Leistung (n-1 -Kriterium) betrage für das vorgeschlagene Konzept 1,14 MW.

1.8. Der anlegbare Wärmepreis

Grundlage für einen Vergleich mit einem konventionellen Konzept ist der anlegbare Wärmepreis. Er gibt die gegenwärtigen Wärmegestehungskosten in einem bestimmten Versorgungsgebiet an.

Um vergleichbar mit den Wärmegestehungskosten des Alternativsystems zu sein, müssen sich beide auf eine einheitliche Größe beziehen! Diese Bezugsgröße sollte die bereitgestellte Nutzenergie Wärme und nicht eine Endenergie (z.B. Gas) sein, da zwischen diesen beiden Größen unterschiedliche Umwandlungsgrade auftreten können. Absolut unzulässig ist die Verwendung unterschiedlicher Bezugsgrößen beim Vergleich zweier Alternativen, wie es im Stadtwerkegutachten falscherweise getan wird.

Der anlegbare Wärmepreis wird im Ruhrgasgutachten unter Berücksichtigung des Kesselnutzungsgrades (0,8) und sonstiger Betriebskosten berechnet und beträgt ca 97,-

DM/MWh. Bei neuen Gaskesseln (die bei rechtzeitiger Planung eines Nahwärmenetzes dann nicht benötigt würden) müßten zusätzlich die Kapitalkosten für die Kesselanlage berücksichtigt werden, so daß im vorliegenden Fall für die neue Blindenschule eigentlich sogar ein höherer anlegbarer Wärmepreis zu veranschlagen wäre. Die Angabe von Gasbezugs- und Heizungsbetriebskosten zwischen 69,- und 80,-DM/MWh ist in diesem Zusammenhang irreführend (Stadtwerkegutachten, S.4), rechnet man diese Angaben allerdings auf den Nutzenergieeinsatz um, ergeben sich ähnliche Werte, wie bei der Ruhrgas.

1.9. Gesamtbetrachtung

Die beschriebenen Kostenfaktoren sind in einer neuen Wirtschaftlichkeitsrechnung zusammengefaßt. Diese Wirtschaftlichkeitsrechnung zeigt unter Veranschlagung eines realistischen anlegbaren Wärmepreises (d.h. ohne Kostensteigerung für den Verbraucher) und einer Leistungspreiserstattung für gesicherte elektrische Leistungsbereitstellung sowie sehr vorsichtigen (d.h. hohen) Kostenannahmen einen jährlichen Erlös, der weit über dem von den Stadtwerken geforderten Mindestgewinn liegt. Da erwartet werden kann, daß die Strompreise in Zukunft stärker als die Gaspreise steigen, würde sich das Ergebnis bei einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsrechnung weiter verbessern.

Die bisher vorgelegten Wirtschaftlichkeitsrechnungen (insbesondere die der Stadtwerke) enthalten methodische Mängel (Doppelzählungen), Rechenfehler (Strompreisvergütung), sowie nicht begründete und aus unserer Sicht nicht haltbare Annahmen über Kostenfaktoren (Personalkosten, Leistungspreiserstattung).

Es besteht damit die Gefahr, daß die Stadt wegen dieser Mängel den Einstieg in eine wirtschaftliche, zukunftssträchtige und versorgungssichere sowie unabhängigere Form der Energieversorgung verpaßt. Dieses Konzept wäre zudem, wie noch gezeigt wird, energiesparender und wesentlich umweltfreundlicher, als die reine Gasversorgung.

Energiebilanzvergleich

Nutzwaermebedarf 13255 MWh/a

Gaskessel

BHKW + Spitzenkessel + Nahwaermenetz

| | | | | | |
|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|------------------|-------|
| Jahresnutzungsgrad | 0.8 | Vert.-Wirkungsgrad | 0.94 | Wirkungsgr.Kond. | 0.360 |
| Unterer Heizwert | 8.72 kWh/m ³ | th.Wirkungsgr.BHKW | 0.548 | Stromkennziffer | 0.615 |
| Hu / Ho | 0.903 kWh/kWh | th.Wirkungsgr.Kes. | 0.88 | Gesamtw. BHKW | 0.885 |
| ----- | | el.Wirkungsgr.BHKW | 0.337 | | |
| Erdgasverbrauch | 1900086 m ³ /a | Waerme aus BHKW | 65 % | Heizzahl BHKW | 8.577 |
| ----- | | Waerme aus Kessel | 35 % | Heizzahl Kessel | 0.880 |
| Heizzahl gesamt | 0.8 | ----- | | | |
| ----- | | Erdgasverbrauch | 2561249 m ³ /a | Heizzahl gesamt | 1.985 |
| | | Stromproduktion | 5637 MWh/a | ----- | |

Kosten und Erloese

Gaskessel

BHKW + Spitzenkessel + Nahwaermenetz

| | | | | | |
|--------------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------|--------------|
| thermische Leistg. | 9 MW | Elektrische Leistg | 1.52 MW | Investitionsk. | 4250000 DM |
| | | Anzahl der Module | 4 | Foerderanteil | 37.5 % |
| | | Therm. Lstg BHKW | 2.4692 MW | Annuitaet | 11.68 % |
| | | Therm.Lstg. Kessel | 7.2 MW | Gemeinkostenfak. | 2.5 % |
| ----- | | ----- | | | |
| Mittl. Gaspreis | 0.58 DM/m ³ | Gasbezugspreis | 51.50 DM/kWh Ho | Brennstoffkosten | 1273761 DM/a |
| Brennstoffkosten | 1102050 DM/a | Stromverguetung | 110.00 DM/MWh | Stromerloese | 620022 DM/a |
| Sonstige Kosten | 180000 DM/a | Anlegb.Waermepreis | 96.72 DM/MWh | Waermeerloese | 1282050 DM/a |
| Gesamtkosten | 1282050 DM/a | Leistungspreis | 200.00 DM/kW | Leist.-Verguet. | 228000 DM/a |
| ----- | | Wartungskosten | 22.00 DM/MWh el | Wartung | 124004 DM/a |
| Anlegb.Waermepreis | 96.72 DM/MWh | Hilfsenergie | 5.50 DM/MWh th | Hilfsenergie | 72903 DM/a |
| ----- | | Personalkosten | 20.00 DM/kW a | Personal, Verw. | 30400 DM/a |
| | | | | Kapitaldienst | 310250 DM/a |
| | | | | Gemeinkosten | 106250 DM/a |
| | | | | Konzessionsabg. | 28531 DM/a |
| | | | | ----- | |
| | | | | Kapitalkosten | 310250 DM/a |
| | | | | Fixe Kosten | 165181 DM/a |
| | | | | Variable Kosten | 1470667 DM/a |
| | | | | ----- | |
| | | | | Gesamtkosten | 1946099 DM/a |
| | | | | Gesamterloese | 2130072 DM/a |
| | | | | ----- | |
| | | | | Ueberschuss | 183974 DM/a |
| | | | | oder | |
| | | | | Waermepreis | 82.84 DM/MWh |

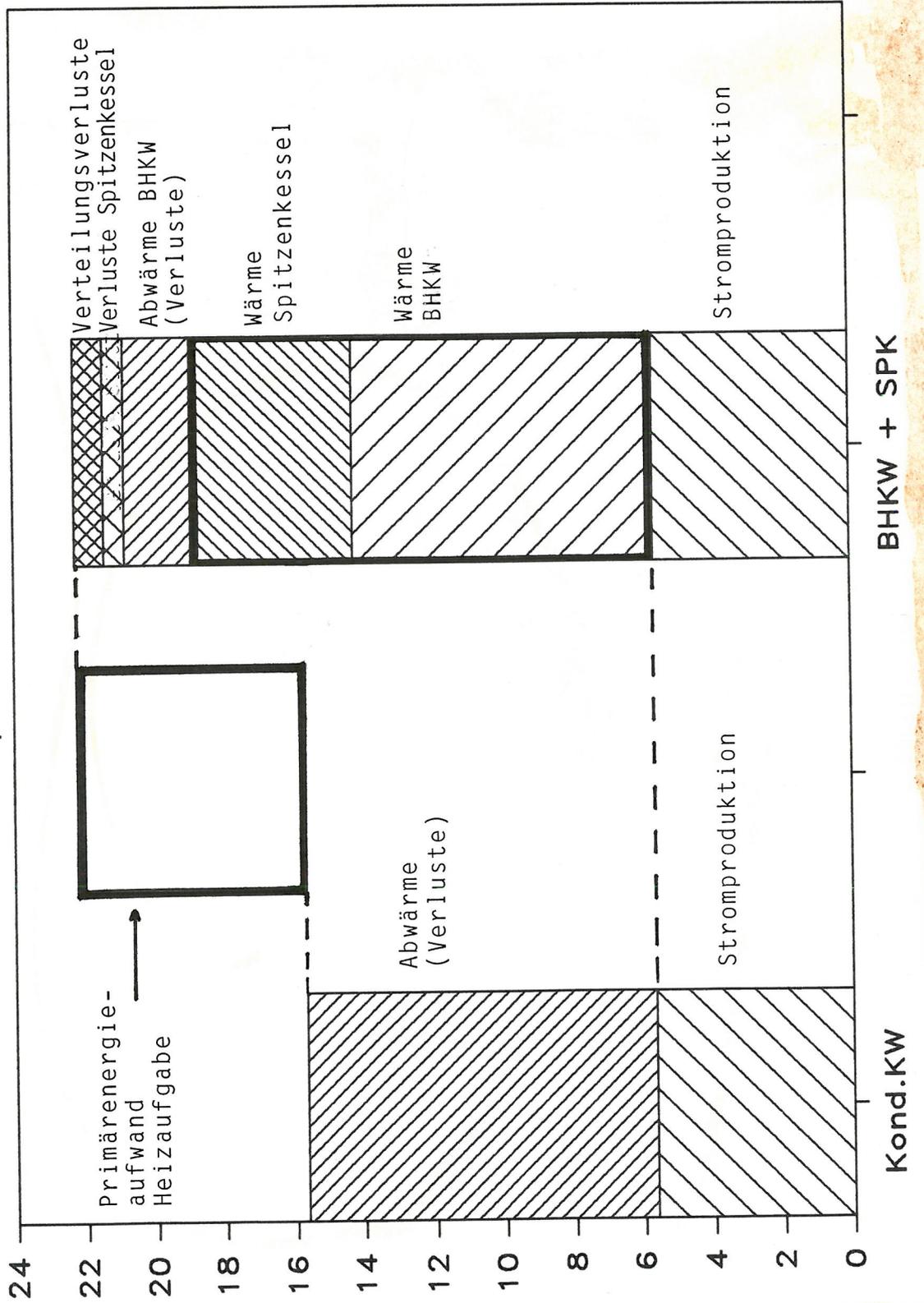
2. Energieeffizienz eines BHKW-Konzepts

Der Betrieb der vorhandenen gasbeheizten Wärmeversorgungsanlagen stellt nicht eine "optimale Verwirklichung der Ziele des neuen Hessischen Energiespargesetzes dar" (Stadtwerkegutachten S.4 unten), da sowohl energieeffizientere als auch umweltfreundlichere Lösungen wirtschaftlich möglich erscheinen. Der im Stadtwerkegutachten als Beleg angeführte Gesamtenergienutzungsgrad ist aus technischer Sicht eine irreführende Größe, er berücksichtigt nicht die Tatsache, daß durch einen kraftwärme-gekoppelten Prozeß Stromerzeugung in Kondensationskraftwerken verdrängt wird (thermodynamisch gesprochen wird die unterschiedliche Wertigkeit der Energieformen Strom und Wärme nicht berücksichtigt). Für diese verdrängte Stromproduktion in einem Kondensationskraftwerk (mit ca 64% Abwärmeverlusten) ist dem BHKW eine entsprechende Strom- bzw. Primärenergiegut-schrift zu machen, um den für die Erfüllung der Heiz-aufgabe notwendigen Primärenergieaufwand zu ermitteln.

Die folgende Abbildung zeigt die Ermittlung der Heizzahl für das Friedberger Nahwärmekonzept (Blockheizkraftwerk plus Spitzenkessel). Der linke Balken verdeutlicht den verdrängten Primärenergieeinsatz in einem herkömmlichen Kondensationskraftwerk mit einem (sehr guten) Wirkungsgrad für Umwandlung und Hauptverteilung von 36%. Der dick umrandete Block im rechten Balken entspricht der bereitgestellten Nutzwärme, der mittlere dick umrandete Block (Differenz der zur Stromerzeugung eingesetzten Primärenergien) zeigt die für diese Nutzwärmeerzeugung eingesetzte Primärenergie. Im vorliegenden Fall würde eine Heizzahl von zwei erreicht, selbst gegenüber modernsten Kesseln bedeutet dies damit mehr als eine Halbierung des notwendigen Energieeinsatzes (Heizzahl der vorhandenen Kessel 0,8).

Heizzahlermittlung

BHKW + Spitzenkessel / Friedberg



Primärenergiebilanz in GWh/a

3. Umweltbelastung

Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit soll von einem Katalysatorkonzept beim BHKW ausgegangen werden, das allein aus Förderungsgründen zu bevorzugen wäre (s.o.).

Die für die Immissionsituation maßgeblichen Emissionen vor Ort würden sich in diesem Fall gegenüber dem Kesselkonzept nur unwesentlich erhöhen, es fände damit auch keine Verlagerung von Emissionen nach Friedberg statt. Auf der anderen Seite würden erhebliche Emissionen im Kraftwerkspark verhindert, so daß die Gesamtbilanz für Stickoxide sogar negativ würde. Die folgenden Abbildungen zeigen noch einmal die Gesamtbilanz und die spezifischen Emissionsfaktoren für die zu vergleichenden Heizsysteme. Durch kraft-wärme-gekoppelte Systeme werden nicht nur keine zusätzlichen Emissionen verursacht, sie tragen zusätzlich zur Verbesserung der Emissionssituation bei der Stromproduktion bei.

Ein Nahwärmekonzept mit Blockheizkraftwerk ist damit wesentlich umweltfreundlicher, als die vorgesehene Lösung mit der ausschließlichen Wärmebereitstellung aus Gaskesseln.

Abbildung: Gesamtemissionsbilanz Blockheizkraftwerk und Spitzenkessel in Friedberg

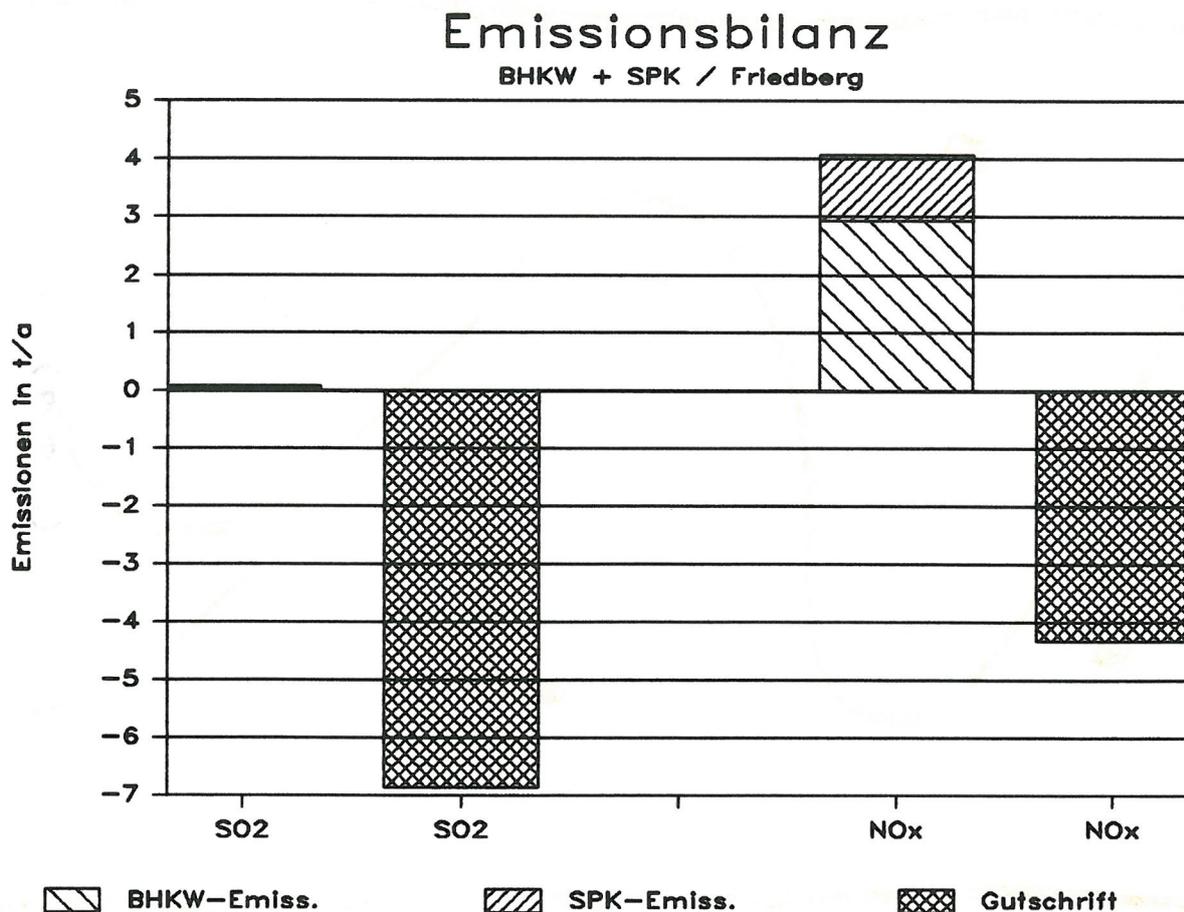
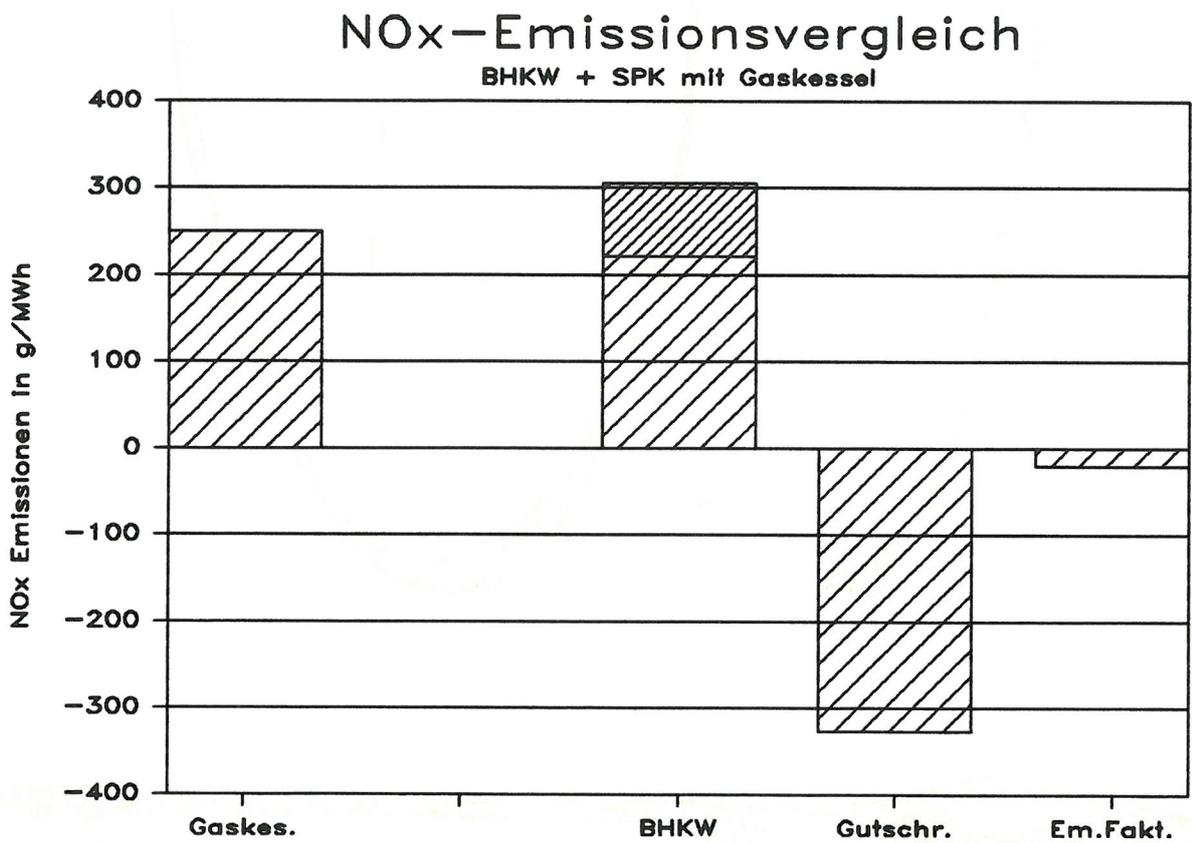
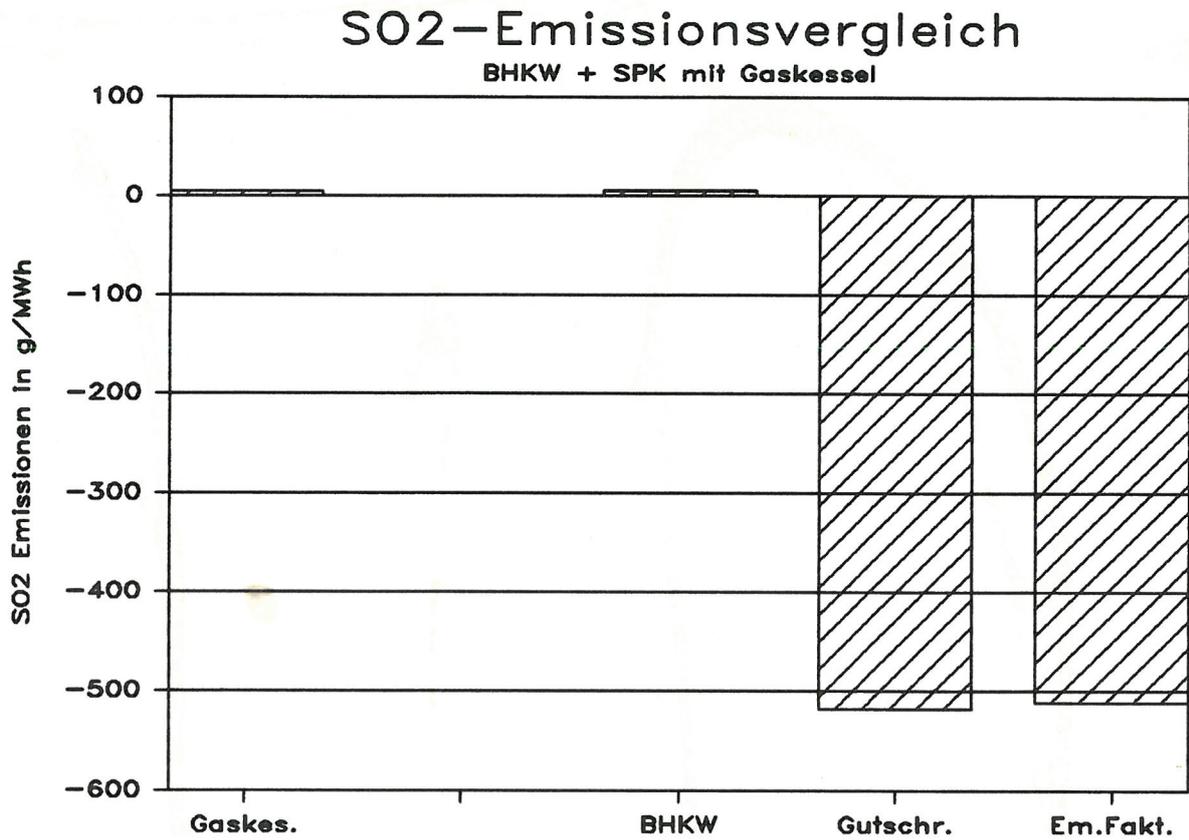


Abbildung: Emissionsvergleich BHKW-Konzept und Gaskessel



4. Zusammenfassung und Empfehlungen

Es wurde gezeigt, daß die bisher vorgelegten Papiere in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz und Umweltfreundlichkeit des vorgeschlagenen Nahwärmekonzepts keinesfalls ausreichen, um eine Entscheidung zu fällen. Es wird dringend empfohlen, für das beschriebene Versorgungsgebiet ein Teilenergiekonzept erstellen zu lassen, das die hier aufgeworfenen Fragen ausführlicher behandelt. Dieses Gutachten sollte durch ein unabhängiges Fachbüro erstellt werden, die Kosten hierfür werden durch das Hessische Ministerium für Umwelt und Energie anteilig gefördert.