

BERICHT

Wärmekonzept für das Freizeitbad Aqua Toll und die angrenzende Schule der Stadt Schortens (Jungfernbusch)

Auftrags-Nr: NETZ-0012-10-35

Auftraggeber: Stadt Schortens
Herr Kramer

Oldenburger Straße 29
26419 Schortens

Auftragsdatum: 7.11.2012

Projektleiter: Tobias Peselmann

Riesenbeck, 07.01.2013

Inhaltsverzeichnis

1	Zukunft der „Erneuerbaren Energien“	1
2	Ausgangslage	2
2.1	Energiepotenzial	2
3	Wirtschaftliche Betrachtung	3
3.1	Vergütungsmöglichkeiten nach EEG	3
3.2	Vergütung nach KWK.....	4
3.3	Fördermittel.....	5
3.4	Variante 1.....	5
3.5	Variante 2.....	12
3.6	Variante 3.....	16
4	Fazit	22

1 Zukunft der „Erneuerbaren Energien“

Die Grundlage der funktionalen Gesellschaft von heute und zukünftig ist die Bereitstellung von Grundbedürfnissen, darunter versteht sich die Versorgung mit elektrischer Energie und Wärme. Doch in Zeiten des drohenden Klimawandels sowie des weltweit steigenden Energiekonsums muss sich die Versorgungsstruktur sowie der Rohstoffeinsatz nachhaltig verändern. Die Reduzierung von Treibhausgasen, Einsparung von Primärenergie und der rationelle Umgang mit Ressourcen spielen dabei eine ausschlaggebende Rolle, denn die wirtschaftliche Entwicklung der Kommunen ist mit einer sicheren und nachhaltigen Energie- und Rohstoffversorgung verbunden. Nicht nur für Unternehmen spielt die Entscheidung sich in Städten und Kommunen anzusiedeln, die eine versorgungssichere und zukunftsorientierte Energieversorgung vorweisen können, eine große Rolle. Ebenso ist für die strukturelle Bevölkerungsentwicklung z. B. in Form des Zuwachses durch junge Familien, die Versorgungssicherheit von enormer Bedeutung. Die Energievorräte schwinden und in absehbarer Zukunft werden die fossilen Energieressourcen weltweit verbraucht sein. Eine Folge dessen ist, dass die Energiekosten immer weiter steigen. Berechnungen zur Folge reichen die vorhandenen globalen Ölreserven unserer Areale voraussichtlich nur noch 62 Jahre, wobei zu beachten gilt, dass sich 71% von diesen in unsicheren Regionen auf der Welt befinden. Das sind Gebiete, in denen Kriege herrschen oder Umweltkatastrophen den Abbau der Ressourcen nicht ermöglichen. Ebenso bedeutungsvoll ist das Gas als fossiler Brennstoff, die Reserven sind auch hier begrenzt. Nach heutigen Erkenntnissen rechnet man damit, dass die Reserven noch für etwa 64 Jahre ausreichen davon liegen wiederum 69% in unsicheren Regionen. Dies fordert ein Umsteuern in den Versorgungsansätzen und den Nachhaltigkeitsgedanken.

Erneuerbare Energien wie Wind- und Wasserkraft, Solarenergie oder auch Biomasse resultieren aus der solaren Strahlung der Sonne. Diese wird uns in vorstellbarer Zukunft als sicherer Energielieferant zur Verfügung stehen. Aufgrund der Ressourcenknappheit und den immer weiter steigenden Energiepreisen sind wir gezwungen, die Gewichtung unserer Energieversorgung immer mehr Richtung erneuerbarer Energien zu steuern.

2 Ausgangslage

Die Stadt Schortens befindet sich im nördlichen Niedersachsen, in der Nähe der Nordseeküste. In der Stadt befindet sich das Freizeitbad Aqua-Toll und die angrenzende Grundschule Jungfernbusch. Für diese beiden städtischen Einrichtungen gilt es, die Energieversorgung neu zu strukturieren. Die Ziele der Energieversorgung sind:

- Wirtschaftlichkeit
- Nachhaltigkeit
- Regionale Wertschöpfung und teilweise Unabhängigkeit

Sicherzustellen sind für das Schwimmbad eine Wärmeenergie von 2.700.000 kWh_{th} und 950.000 kWh_{el}, sowie für die Grundschule 210.000 kWh_{th} zur Wärmeversorgung.

Die derzeitige Energieversorgung wird über ein BHKW, welches ersetzt werden muss, und einen Erdgaskessel sichergestellt.

2.1 Energiepotenzial

Vor dem Hintergrund der angesetzten Nutzungsmengen des Gehölzschnitts in Höhe von etwa 270 t und des Laubs mit einer Verwertungsmenge von ca. 387 t resultieren die in nachfolgender Tabelle aufgelisteten thermischen Energiepotenziale:

Tabelle 2-1 Thermische Energie

	Thermische Energie [kwh / a]
Gehölzschnitt	736.000
Laub	770.000
Energiepotenzial gesamt	1.506.000

Für das Energiepotenzial des Gehölzschnitts wird angenommen, dass aus der zur Verfügung gestellten Menge eine thermische Energie in Höhe von 0,98 Mio. kW/h erzeugt werden kann. Weiterführend wird berücksichtigt, dass durch die zur Verfügung stehende Menge des Laubs eine thermische Energie in Höhe von 1,08 Mio. kW/h erzeugt werden kann.

Demzufolge resultiert aus der Nutzung der Energieträger Gehölzschnitt und Laub ein gesamtes Energiepotenzial von 1.506.000 Mio. kW/h thermischer Energie.

3 Wirtschaftliche Betrachtung

Für die Betrachtung der Strom- und Wärmeversorgung des Hallenbades werden verschiedene Varianten hinzugezogen. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln betrachtet. Das BHKW hat die Aufgabe den Strom und die Wärme für das Schwimmbad bereitzustellen. Das kann durch Erdgas oder durch Bioerdgas geschehen. Die entsprechenden Vergütungsregelungen finden sich für Erdgas im KWK-Gesetz und für Bioerdgas im EEG.

3.1 Vergütungsmöglichkeiten nach EEG

Nach den gesetzlichen Grundlagen des EEG bestehen verschiedene Möglichkeiten, ein mit Bioerdgas betriebenes BHKW gewinnbringend zu betreiben. Dazu gehört die „klassische Einspeisung“ des erzeugten Stroms und der Erhalt der Einspeisevergütung. Von einer Einspeisung des Stroms in das öffentliche Netz und einer Vergütung des Stroms wird abgeraten, weil die Einspeisevergütung mit 19,5 ct/kWh_{el} erstens unterhalb des eigenen Strombezugspreises von 21 ct/kWh_{el} liegt und zweitens die Kosten für den Brennstoff mit ca. 0,075 Euro/kWh_{th} deutlich teurer sind als für Erdgas mit 0,044 Euro/kWh_{th}.

Weiterhin besteht die Möglichkeit der Direktvermarktung des mit Bioerdgas erzeugten Stroms nach §33b EEG an einen Dritten, der sich nicht in räumlicher Nähe der Stromerzeugung befindet. Aufgrund der, gegenüber des eigenen Strombezugspreises, geringeren Summe aus Marktpremie, Managementprämie und Stromverkaufserlös wird diese Variante ebenfalls im Weiteren nicht betrachtet.

Allerdings besteht weiterhin die Möglichkeit, dass eine „Energie GmbH“ den erzeugten Strom nach § 39 Abs. 1 Satz 1 EEG (Grünstromprivileg) an das Aqua-Toll Bad, sowie weitere öffentliche Einrichtungen verkauft. Dabei entfallen die Netznutzungsgebühren, Stromsteuer und Konzessionsabgabe für den Verbraucher. Die EEG-Umlage verringert sich für den Verbraucher um 2,0 ct/kWh. Diese Regelungen sollte bei, für die öffentlichen Einrichtungen, stark steigenden Strompreisen beachtet werden, da hier eine wirtschaftlich günstigere Lösung auftreten kann, welche regionale Wertschöpfung auf regenerativer Basis erzeugt. Auf wirtschaftliche Kriterien reduziert, lässt die derzeitige Gesamtsituation im Moment diese Betrachtung nicht zu.

Die Nutzung von Biogas in Verbindung mit einer zu gründenden „Energie GmbH“ und unter Berücksichtigung der §§ 8 Abs. 2 und 33a EEG werden im weiteren Verlauf genauer erläutert.

3.2 Vergütung nach KWK

Nach den Ausführungen im vorhergehenden Kapitel für die Möglichkeiten beim Bioerdgas-Einsatz, bietet eine Vergütung nach KWK eine Möglichkeit auf Erdgasbasis. Der KWK-Bonus in Höhe von 5,411 ct/kWh_{el} (bis 50 kW) und 4,0 ct/kWh_{el} (für 50 kW bis 250 kW) wird für 30.000 Betriebsstunden gewährt. Auf Grundlage dieser Daten werden die folgenden zwei Varianten betrachtet.

Die erste betrachtete Variante beruht auf einer weitgehenden Strom- und Wärmeversorgung mit einem BHKW und einem Biomassekessel in Eigenlösung, mit eigener Herstellung der Laubbriketts zur Brennstoffversorgung, sowie dem Erdgaskessel als Spitzenlastreserve. Die zweite Variante betrachtet ebenfalls die Strom- und Wärmeversorgung mit einem BHKW und einem Biomassekessel, dem Erdgaskessel als Spitzenlastreserve, jedoch ohne die Prozesskette zur Herstellung der Laubbriketts.

3.3 Fördermittel

Die Umsetzung eines Klimaschutzkonzepts wird vom Bund gefördert. Hierbei werden die geplanten Klimaschutzmaßnahmen mit einem Zuschuss von bis zu 50% der Investitionssumme, jedoch max. 250.000 € unterstützt. Voraussetzung hierfür ist die Einsparung von mindestens 80% an CO₂. Dies gilt für Einrichtungen die nicht wirtschaftlich tätig sind. Hierzu gehören die Schule und die Turnhalle Jungfernbusch. Das Freizeitbad „Aqua Toll“ ist zum Teil wirtschaftlich tätig, kann jedoch nach den uns Vorliegenden Unterlagen zur Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung mit einer Förderung von bis zu 20% berücksichtigt werden.

Für die betrachteten Varianten wird der benötigte Energiebedarf der drei Einrichtungen prozentual ermittelt und auf die Investitionssumme übertragen. Für die daraus resultierenden spezifischen Investitionskosten werden die entsprechenden Fördermittel berücksichtigt und in der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit aufgenommen.

Für das Erreichen des beschriebenen Kriteriums von 80% CO₂-Einsparung beinhaltet der Bilanzraum in Variante 1 und 2 lediglich die thermische Energieversorgung. Grund ist die sehr gute Ausgangslage der CO₂-Emissionen mit dem bereits vorhandenem BHKW, welche bei einem Ersatz der Anlage und der Versorgung mit Erdgas keine Einsparungen in Höhe von 80 % erreichen würde. Das bedeutet, dass die zu fördernde Investitionssumme sich verringert. Die geplante Erneuerung des BHKW wird zwar berücksichtigt, jedoch nicht zu den förderfähigen Investitionskosten zugezählt. In der Betrachtung der Variante 3 kann wiederum die Gesamtinvestition berücksichtigt werden, da das BHKW in dieser Variante mit dem „CO₂-neutralen“ Bioerdgas betrieben wird.

3.4 Variante 1

Variante 1 beinhaltet die Investition in ein neues BHKW, in einen Biomassekessel, sowie die Anlagen zur Herstellung der Laubbriketts in Eigenregie.

Tabelle 3-1 zeigt die für diese Variante die Energiemengen, welche bereitgestellt werden müssen und welche von den Verbrauchern bezogen werden.

Tabelle 3-1 Benötigte und bereitgestellte Energiemengen Variante 1

Einrichtung	Energiemenge	Energiemenge	Bereitstellung
-------------	--------------	--------------	----------------

Aqua-Toll, Wärme	2.700.000 kWh	2.030.000 kWh	BHKW
Trockner, Wärme	390.000 kWh	1.360.000 kWh	Biomassekessel
Grundschule, Wärme	396.000 kWh	96.000 kWh	Reserve-Erdgaskessel
Summe	3.486.000 kWh	3.486.000 kWh	Summe
Aqua-Toll, Strom	950.000 kWh	1.750.000 kWh	BHKW
Schule, Strom	61.000 kWh		
Trockner und Brikettierung, Strom	53.000 kWh		
Einspeisung	686.000 kWh		
Summe	1.750.000 kWh	1.750.000 kWh	Summe

Für die Sicherstellung der Wärme aus Biomassebriketts stehen 270 Tonnen Grünschnitt und 387 Tonnen Laub zur Verfügung, woraus nach der Trocknung etwa 1.360.000 kWh_{th} gewonnen werden können. Das BHKW stellt bei 7.000 h Benutzungszeit 2.030.000 kWh_{th} zur Verfügung. Das bedeutet, der vorhandene Gaskessel muss die fehlende Wärmemenge in Höhe von 96.000 kWh_{th} bereitstellen. Allerdings kann im Betrieb davon ausgegangen werden, dass das BHKW längere Betriebszeiten hat und damit die Einsatzzeit des Gaskessels reduziert. Weiterhin kann der jeweils teurere Energieträger, Erdgas oder feste Biomasse, gegen den günstigeren substituiert werden. Bei der Versorgung des Trockners und der Brikettiermaschine mit Strom wird davon ausgegangen, dass dies über das BHKW sichergestellt werden kann.

In der folgenden

Tabelle 3-2 sind die Investitionskosten für die Variante 1 dargestellt.

Tabelle 3-2 Darstellung der Investitionskosten Variante 1

Beschreibung	Einzelpreis
Rohrleitungen und Installation	40.000 €
Biomassekesselanlage (300kW) inkl. Abgasführung	92.000 €
Trockner (RST 1-6)	129.000 €
BHKW (250kW el)	240.000 €
Brikettierpresse	40.000 €
Brennstoffbunker	25.000 €
Gebäude/Halle	90.000 €
Steuerung	20.000 €
Pufferspeicher	20.000 €
Elektroarbeiten	15.000 €
Nahwärmeleitung	25.000 €
Reserve	10.000 €
Investitionskosten	746.000 €

Für die Maschinen liegen Richtpreisangebote vor. Die Installationskosten wurden auf der Grundlage von Erfahrungen aus vergleichbaren Projekten bestimmt. Es werden, außer für das BHKW, Nutzungszeiten von 20 Jahren angesetzt.

Das Förderprogramm „Erneuerbare Energien“ der KfW Bank ermöglicht die Aufnahme zinsgünstiger Investitionskredite mit einer Laufzeit von 20 Jahren und 3 tilgungsfreie Jahren. Der effektive Zinssatz beträgt in diesem Programm zurzeit 2,12 %.

Weiterhin besteht die Möglichkeit Fördergelder über Investitionsprogramme der Bundesregierung für die Installation von Biomasseanlagen zu erhalten. Diese sind wie folgt aufgeschlüsselt:

Tabelle 3-3 Übersicht Fördermöglichkeiten

	Förderung [€]
Grundförderung für einen Biomassekessel (300 kW)	6.000
Einhaltung von Staubausstoß Grenzen (300 kW, max. 15mg / m³)	6.000
Berücksichtigung eines Pufferspeichers	3.000
Gesamtsumme Förderung	15.000

Diese Fördersumme beruht auf der Installation eines Biomassekessels 300 kW und eines Pufferspeichers mit 30 l/kW_{inst Kesselleistung}.

Eine weitere Möglichkeit ist die Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten. Bezogen auf den Bilanzkreis der Wärmeversorgung durch den Biomassekessel muss für das Aqua Toll abzüglich der von dem BHKW bereits erzeugten Wärmemenge noch 670.000 kWh bereitgestellt werden. Dem gegenüber stehen 396.000 kWh für die Schule bzw. Sporthalle. Dies entspricht einer Aufteilung von 63% für das Freizeitbad und 37% für die Schule und Sporthalle. Die Investitionskosten abzüglich des BHKWs belaufen sich auf 506.000 €. Unter Berücksichtigung der prozentualen Verteilung und den maximal möglichen Förderhöhen von 20% für das Freizeitbad und 50% für die Schule und Sporthall ergibt sich die in der folgenden Tabelle dargestellte mögliche Förderungshöhe:

Tabelle 3-4 Fördermöglichkeiten Klimakonzept

	Förderung [€]
Aqua Toll	64.000
Schule und Sporthalle	94.000
Gesamtsumme Förderung	158.000

Eine Doppelförderung mit anderen Förderprogrammen der Bundesregierung ist ausgeschlossen. Demzufolge werden die Förderungsmöglichkeiten über die Investitionsprogramme der Bundesregierung für die Installation von Biomasseanlagen auf Grund der wesentlich geringeren Förderhöhe nicht weiter berücksichtigt. Dahingegen ist eine Kumulierung mit Förderkrediten zugelassen, sofern eine angemessene Eigenbeteiligung in Höhe von mindestens 20% erfolgt. Somit kann auf den geplanten KfW-Darlehn zurückgegriffen werden.

Es ergeben sich durch den BHKW-Betrieb Einnahmen, durch den vermiedenen Strombezug in Höhe von 0,21 €/kWh_{el} und die Vergütung des überschüssigen Strom nach EEX (0,045 €/kWh). Der eingespeiste und selbstverbrauchte Strom wird nach KWKG vergütet. Die bereitgestellte Wärme des BHKWs und des Biomasseheizkessel können den Bezug von Erdgas fast vollständig ersetzen.

Weiterhin entfallen die Kosten für die Entsorgung des Laubs und des Grünschnitts. Diese werden mit 49 €/t berücksichtigt.

Tabelle 3-5 Einnahmenübersicht Variante 1

Einnahmen	Betrag [€]
Stromeinsparung Bad und Schule	212.000
Wärmeeinsparung Bad und Schule	136.000
Bonus nach KWKG	75.000
Vergütung des eingespeisten Stroms nach durchschnittlichen EEX-Preis	31.000
Laub-/Grünschnittentsorgung	32.000
Summe	486.000

Auf der Ausgabenseite fallen die Kosten für den Bezug des Erdgases zum Betrieb des BHKWs und für die Spitzenlastabdeckung an. Für die Instandhaltung sind jährliche Kosten in Höhe von 21.000 € angesetzt, wobei hier das BHKW mit Kosten von 1 ct/kWh_{el} den größten Posten beansprucht.

Tabelle 3-6 Ausgabenübersicht der Variante 1

Ausgaben	Betrag [€]
Erdgasbezug BHKW	194.000
Erdgasbezug Erdgaskessel	4.000
Bedienung und Instandhaltung	42.000
Summe	240.000

Die Finanzierung erfolgt mit einem KfW Kredit, welches günstige Konditionen für Investitionen im Bereich der regenerativen Energien bereithält.

Tabelle 3-7 Finanzierung von Variante 1

Finanzierung	Betrag [€]
Darlehenshöhe	588.000
Tilgung (ab dem 3. Jahr, 2,32 %, 10 Jahre)	69.000
Zinsen (über die Laufzeit gemittelt)	7.000
Summe	76.000

Die Szenarioübersicht fasst die wichtigsten Parameter zusammen

Tabelle 3-8 Szenarioübersicht Variante 1

	Betrag [€]
Investitionskosten	746.000
Förderungen	158.800
Anschaffungs-/ Finanzierungskosten	588.000
Jährliche Einnahmen (vermiedene Kosten)	486.000
Betriebsausgaben	240.000
Zinsen und Tilgung (über die Laufzeit gemittelt)	76.000
Jährlicher Überschuss	170.000
Amortisationszeit	3,5 a

Die Variante 1 stellt sich als wirtschaftlich dar. Den hohen Investitionskosten stehen hohe jährliche Einsparungen im Bezug von Energieträgern und den Entsorgungskosten gegenüber, was einen Überschuss im Vergleich zur Ausgangslage bedeutet. Besonders hervorzuheben ist auch, dass die Wertschöpfung im Ort bleibt, da die Erzeugung der Energieträger durch Trocknung und Brikettierung in Eigenregie durchgeführt wird.

3.5 Variante 2

Variante 2 beinhaltet ebenfalls die Anlagen und Installationen zur Wärmebereitstellung, jedoch nicht die Prozesskette zur Herstellung der Laubbriketts. Deshalb sind ein Biomassekessel mit einer verringerten Leistung von 200 kW und ein kürzere Nahwärmeleitung vorzusehen. Die Investitions- und Betriebskosten für die Trocknung und Brikettierung entfallen. Die Laubbrikettierung wird von externer Seite durchgeführt und die Briketts verkauft.

Tabelle 3-9 Bereitgestellte und benötigte Energiemengen Variante 2

Einrichtung	Energiemenge	Energiemenge	Bereitstellung
Aqua-Toll, Wärme	2.700.000 kWh	2.030.000 kWh	BHKW
Grundschule, Wärme	396.000 kWh	996.000 kWh	Biomassekessel
		70.000 kWh	Reserve-Erdgaskessel
Summe	3.096.000 kWh	3.096.000 kWh	Summe
Aqua-Toll, Strom	950.000 kWh	1.750.000 kWh	BHKW
Schule	61.000 kWh		
Einspeisung	739.000 kWh		
Summe	1.750.000 kWh	1.750.000 kWh	Summe

Auch in dieser Variante kann der jeweils teurere Energieträger, Erdgas oder feste Biomasse, gegen den günstigeren Substituiert werden. Somit ist die Möglichkeit gegeben, auf sich ändernde Marktsituationen für Energieträger flexibel zu reagieren.

Die Investitionskosten verringern sich deutlich, da die Anlagentechnik für die Trocknung und Brikettierung entfällt.

Tabelle 3-10 Investitionskosten für Variante 2

Beschreibung	Einzelpreis
Rohrleitungen und Installation	40.000 €
Biomassekesselanlage (200kW)	82.000 €
BHKW (250 kW _{el})	240.000 €
Brennstoffbunker	25.000 €
Gebäude/Halle	35.000 €
Steuerung	20.000 €
Pufferspeicher	20.000 €
Elektroarbeiten	15.000 €
Nahwärmeleitung	8.000 €
Reserve	10.000 €
Investitionskosten	495.000 €

Für die Investition stehen Förderungen durch die Bundesregierung für Klimaschutzprojekte bereit. Diese fallen auf Grund der kleineren Kesselleistung und dem Wegfall der Trocknungs- und Brikettieranlage entsprechend geringer aus, als in Variante 1.

Tabelle 3-11 Übersicht Fördermöglichkeiten

	Förderung [€]
Aqua Toll	32.000
Schule und Sporthalle	47.000
Gesamtsumme Förderung	79.000

Es ergeben sich durch den BHKW-Betrieb Einnahmen, durch den vermiedenen Strombezug in Höhe von 0,21 €/kWh_{el} und die Vergütung des überschüssigen Strom nach EEX (0,045 €/kWh). Die Vergütung ist geringfügig höher als in Variante 1, da der selbstverbrauchte Strom für die Trocknung und Brikettierung entfällt. Der eingespeiste und selbstverbrauchte Strom wird nach KWKG vergütet. Die bereitgestellte Wärme des BHKWs und des Biomasseheizkessel können den Bezug von Erdgas für die reine Wärmebereitstellung über den Erdgaskessel ersetzen.

Weiterhin entfallen die Kosten für die Entsorgung des Laubs und des Grünschnitts. Diese werden mit 49 €/t berücksichtigt.

Tabelle 3-12 Einnahmenübersicht Variante 2

Einnahmen	Betrag [€]
Stromeinsparung Bad und Schule	212.000
Wärmeeinsparung Bad und Schule	136.000
Bonus nach KWKG	75.000
Vergütung des eingespeisten Stroms nach durchschnittlichen EEX-Preis	33.000
Entsorgung	32.000
Summe	488.000

Auf der Ausgabenseite fallen die Kosten für den Bezug des Erdgases zum Betrieb des BHKWs und für die Spitzenlastabdeckung an. Für die Instandhaltung sind jährliche Kosten in Höhe von 19.000 € angesetzt, wobei hier das BHKW mit Kosten von 1 ct/kWh_{el} den größten Posten beansprucht. Die Differenz erklärt sich aus dem Wegfall der Ausgaben für die Brikettierung und reduzierten Aufwand bei der Bedienung.

Tabelle 3-13 Ausgabenübersicht der Variante 2

Ausgaben	Betrag [€]
Erdgasbezug BHKW	194.000
Erdgasbezug Erdgaskessel	3.000
Biomassebezug	35.000
Bedienung und Instandhaltung	25.000
Summe	257.000

Anders als in Variante 1 muss für die Bereitstellung der Briketts bezahlt werden. Dabei wird ein Preis von 4,0 ct/kWh_{th} angesetzt, welcher dem ungefähren Hackschnitzelpreis, bzw. dem Marktpreis für die Biomassefeuerung entspricht. Dieser ist in der Regel günstiger.

Bei der Finanzierung werden die Konditionen wie in Variante 1 berücksichtigt.

Tabelle 3-14 Finanzierung von Variante 2

Finanzierung	Betrag [€]
Darlehenshöhe	416.000
Tilgung (ab dem 3. Jahr, 2,32 %, 10 Jahre)	49.000
Zinsen (über die Laufzeit gemittelt)	5.000
Summe	54.000

In der Zusammenfassung wird noch einmal deutlich, dass auch diese Variante wirtschaftlich ist. Es entfallen die hohen Investitionskosten in die Laubbrikettierung. Jedoch besteht dadurch eine Abhängigkeit gegenüber dem Lieferanten des Brennstoffes.

Tabelle 3-15 Szenarioübersicht Variante 2

	Betrag [€]
Investitionskosten	495.000
Förderungen	79.000
Anschaffungs-/ Finanzierungskosten	416.000
Jährliche Einnahmen (vermiedene Kosten)	488.000
Betriebsausgaben	257.000
Zinsen und Tilgung (über die Laufzeit gemittelt)	54.000
Jährlicher Überschuss	177.000
Amortisationszeit	2,4 a

3.6 Variante 3

Nachdem die Varianten 1 und 2 die Nutzung von Erdgas betrachteten, zeigt Variante 3 die Möglichkeit der Nutzung von Bioerdgas. Dazu werden die Anlagen von einer „Energie GmbH“ betrieben werden. Das heißt, die Anlagen zur Energieerzeugung werden von einer Gesellschaft, welche im Eigentum der Stadt Schortens ist, installiert und betrieben. Diese verkauft die Energiemengen günstig (gemäß den Bedingungen der Direktvermarktung) an das Bad und die Schule. Die Laubbrikettierung könnte ebenfalls bei dieser durchgeführt werden. Dieses Vorgehen hätte die Möglichkeit, die Energieversorgung auf regenerativer Basis, in Form von Biogas und Laubbriketts und regionaler Wertschöpfung sicherzustellen. Grundlage hierfür ist die Aushebelung des §33a Abs. 2 EEG, welcher die Direktvermarktung in unmittelbarer räumlicher Nähe verbietet, durch §8 EEG, welcher die kaufmännisch-bilanzielle Weitergabe von Strom unter Umständen gestattet. Bei physikalischer Betrachtung wird der Strom direkt vor Ort verbraucht, bilanziell gesehen fließt der Strom jedoch in das Netz und direkt zum Verbraucher zurück. Damit ist der Strom nach den Richtlinien der Direktvermarktung förderfähig. Jedoch ist diese Form der lokalen Direktvermarktung nur unter Zustimmung des Netzbetreibers möglich. Sollte dies gestattet werden, besteht die Möglichkeit, die eigenen Stromkosten in Höhe von 21 ct/kWh_{el} zu sparen und zusätzlich die

„Marktprämie“ in Höhe von 15 ct/kWh zu erhalten. Vorbehaltlich der Möglichkeiten zur Durchführung dieser Variante erfolgt eine wirtschaftliche Betrachtung. Die Betrachtung erfolgt als „Ganzes“. D.h. die mögliche „Energie GmbH“ und die Stadt Schortens werden als Einheit angesehen, die rechtlichen und auch steuerlichen Aspekte, sowohl auf Seiten der Stadt Schortens, als auch auf der BHKW-Betreiberseite können in diesem Konzept nicht tiefergehend beleuchtet werden.

Die Erzeugung der Energieträger mit Hilfe eines Trockners kann hier ebenfalls an einen externen Dritten abgegeben werden oder in eigener Verantwortung durchgeführt werden. Auf Grund der Tendenz, die Erzeugung auszulagern, wird diese im Weiteren betrachtet.

Die benötigten Energiemengen, sowie Investitionskosten müssen im Vergleich zur Variante 2 angepasst werden, da die energetischen Grundlagen und die benötigte Anlagentechnik nicht gleich sind. Das BHKW wird kleiner, damit der erzeugte Strom komplett verbraucht werden kann. Überschussstrom würde nur zu ungünstigen Konditionen vergütet werden. Es besteht die Möglichkeit auch diesen Strom an andere Abnehmer direkt zu vermarkten. Dieser Aufwand wird im Weiteren nicht betrachtet. Bei einem BHKW mit einer Leistung von 250 kW_{el}, wie in den oben genannten Varianten, kann der Überschussstrom nur zu ungünstigen Bedingungen, auf Grund des hohen Bioerdgaspreises, eingespeist werden.

Tabelle 3-16 Benötigte und bereitgestellte Energiemengen Variante 3

Einrichtung	Energiemenge	Energiemenge	Bereitstellung
Aqua-Toll, Wärme	2.700.000 kWh	1.553.000 kWh	BHKW
Grundschule, Wärme	396.000 kWh	1.473.000 kWh	Biomassekessel
		70.000 kWh	Reserve-Bioerdgaskessel
Summe	3.096.000 kWh	3.096.000 kWh	Summe
Aqua-Toll, Strom	950.000 kWh	1.011.000 kWh	BHKW
Schule	61.000 kWh		
Einspeisung	0 kWh		
Summe	1.011.000 kWh	1.011.000 kWh	Summe

Die BHKW-Größe wurde mit 140 kW_{el} an eine bedarfsgerechte Produktion angepasst. Entsprechend muss der Biomassekessel angepasst werden, um die Wärmeversorgung sicherzustellen. Die Aufstellung der Investitionskosten für Variante 3 beinhaltet hier, wie beschrieben, nicht die Infrastruktur zur Herstellung der Laubbriketts.

Tabelle 3-17 Investitionskosten Variante 3

Beschreibung	Einzelpreis
Rohrleitungen und Installation	40.000 €
Biomassekesselanlage (300kW _{th})	92.000 €
BHKW (140 kW _{el})	150.000 €
Brennstoffbunker	25.000 €
Gebäude/Halle	35.000 €
Steuerung	20.000 €
Pufferspeicher	20.000 €
Elektroarbeiten	15.000 €
Nahwärmeleitung	8.000 €
Reserve	10.000 €
Investitionskosten	415.000 €

In dieser Variante stehen ebenfalls die Fördermöglichkeiten der Bundesregierung zur Verfügung. Im Gegensatz zu Variante 2 kann hier die Investition in ein neues BHKW berücksichtigt werden, da der Betrieb mit Bioerdgas erfolgt. Bei der Berechnung der Förderquote wird ebenfalls die Wärmemenge der Verbraucher aufgeteilt, 87 % zu 13 % und nach diesem Verhältnis die Investitionskosten auf die Einrichtungen. Wie bereits in der vorhergehenden Betrachtung erfolgt die Schlüsselung mit 20 % für das Freizeitbad und 50 % für die Schule.

Auf Grund des hohen Anteils des BHKW in der Energiebereitstellung und des hohen Anteils des Freizeitbades an dem Energiebezug, sowie die Begrenzung der Fördermöglichkeiten auf 20 % für das Freizeitbad, können auch hier die Fördermittel von maximal 250.000 Euro nicht vollständig ausgeschöpft werden. Möglichkeiten, die Förderung vollständig auszuschöpfen,

bestehen, durch eine Erweiterung des Nahwärmenetzes und damit die Erhöhung des Verbrauchsanteils von nicht wirtschaftlich tätigen Abnehmern.

Tabelle 3-18 Förderung Variante 3 mit Berücksichtigung des BHKW

	Förderung [€]
Aqua Toll	71.000
Schule und Sporthalle	26.000
Gesamtsumme Förderung	97.000

Beim Betrieb der Anlagen ergeben sich Einnahmen wie in der folgenden Tabelle gezeigt. Der wesentliche Posten ist hier die Einsparung beim Strombezug im Vergleich zum Bezug aus dem öffentlichen Netz. Der Bonus für die Direktvermarktung, Marktprämie, wird für die erzeugte kWh_{el} gezahlt. Da keine Einspeisung stattfindet, entfällt dieser Posten.

Tabelle 3-19 Einnahmenübersicht Variante 3

Einnahmen	Betrag [€]
Stromeinsparung Bad und Schule	212.000
Wärmeeinsparung Bad und Schule	136.000
Bonus für die Direktvermarktung	152.000
Vergütung des eingespeisten Stroms nach durchschnittlichen EEX-Preis	0
Entsorgung	32.000
Summe	532.000

Auf der Ausgabenseite sind der Bezug der Betriebsstoffe die größten Posten. Für Bioerdgas werden 8,0 ct/kWh angesetzt, sowie 4 ct/kWh für die zu verfeuernde Biomasse. Bei den Wartungskosten werden 1 % der Investitionskosten, bzw. 1,5 ct/kWh_{el}¹ angesetzt. Die Benutzung der Anlage erfolgt ebenfalls weitgehend automatisch, sodass geringe Bedienungskosten angesetzt werden können.

¹ Bei einer kleineren installierten elektrischen BHKW-Leistung steigen die spezifischen Instandhaltungskosten.

Tabelle 3-20 Ausgabenübersicht Variante 3

Ausgaben	Betrag [€]
Bioerdgasbezug BHKW	235.000
Bioerdgasbezug Heizkessel	6.000
Biomassebezug	59.000
Bedienung und Instandhaltung	26.000
Summe	326.000

Für die Finanzierung dieser Investition wird ebenfalls ein KfW-Kredit berücksichtigt. Auf Grund der Förderung beträgt die Darlehenshöhe 318.000 Euro

Tabelle 3-21 Finanzierung von Variante 3

Finanzierung	Betrag [€]
Darlehenshöhe	318.000
Tilgung (ab dem 3. Jahr, 2,32 %, 10 Jahre)	37.000
Zinsen (über die Laufzeit gemittelt)	4.000
Summe	41.000

In Tabelle 3-22 werden die o.g. Ergebnisse noch einmal zusammengefasst. Auf Grund der bisher unklaren steuerlichen Beurteilung einer „Energie-Gesellschaft“ erfolgt keine Berechnung der Amortisation und des Überschusses, da es sich rechtlich gesehen um zwei juristische Personen handelt, welche in einer Geschäftsbeziehung stehen. Allerdings geben die Daten einen Überblick über die für die Gemeinde Schortens sehr gute Wirtschaftlichkeit der Investition. Die Anschaffungs- und Finanzierungskosten sind deutlich geringer als in den weiteren Varianten. Außerdem ist die Höhe der Förderung mit etwa 23 % an der gesamten Investition sehr hoch. Grundlage der hohen Einnahmen ist die zusätzliche Vergütung durch die Möglichkeiten der lokalen Direktvermarktung. Die Ausgaben bestehen hauptsächlich aus den Energieträgern, welche regenerativ sind und lokal beschafft werden können.

Tabelle 3-22 Szenarioübersicht Variante 3

	Betrag [€]
Investitionskosten	415.000
Förderungen	97.000
Anschaffungs-/ Finanzierungskosten	318.000
Jährliche Einnahmen (vermiedene Kosten)	532.000
Betriebsausgaben	326.000
Zinsen und Tilgung (über die Laufzeit gemittelt)	41.000
Jährlicher Überschuss	Ohne Angabe
Amortisationszeit	Ohne Angabe

Weiterhin besteht mit dem Betrieb eines Bioerdgas-BHKW die Möglichkeit, am Regelenergiemarkt teilzunehmen und dadurch u.U. zusätzliche Erlöse zu erzielen.

4 Fazit

Der Einsatz einer Kombination aus Biomasseheizkessel und BHKW für die Schule und das Schwimmbad der Stadt Schortens zeigt sich positiv im ökologischen, sowie im ökonomischen Sinne. Der Betrieb des Biomassekessels mittels Infrastrukturabfällen in Form von Gehölz und Laub ist auch für die regionale Wertschöpfung von Bedeutung, da keine Energieträger mit längerem Transportweg verwendet werden und Entsorgungskosten für die Biomasse entfallen. Für Laubbriketts und Bioerdgas besteht die Möglichkeit Energie direkt aus der Region der Gemeinde Schortens zu beziehen. Die Einrichtung der lokalen Energieversorgungsstrukturen kann dadurch einen wesentlichen Beitrag zur Stärkung der regionalen Wirtschaft und einen Beitrag für regionale Energieautarkie leisten.

Bei einem Vergleich der konventionelle Lösungen und der angedachten Zukunftslösung in Verbindung lassen sich deutliche, sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile erkennen. In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird deutlich, dass den Investitionskosten hohe jährliche Einsparungen gegenüber stehen, so dass sich unter den angenommenen Angaben bereits, je nach Szenario, nach etwa 3 Jahren eine Amortisation einstellen kann. Auf Grund der eigenen Versorgung mit Brennstoffen stellen Biomassekessel mit Laubbrikettfeuerung eine gute Möglichkeit dar, sich gegen steigende Brennstoffkosten abzusichern und von äußeren Einflüssen unabhängig zu bleiben. Langfristig ist mit weiter steigenden Kosten für den Bezug von Erdgas und Strom zu rechnen. Allerdings bieten die dargestellten Varianten die Möglichkeit flexibel auf den günstigeren Energieträger umzusteigen.

Auch die Einbindung weiterer kommunaler Gebäude in das Versorgungskonzept würde sich positiv auf die Bilanz der Gesamtinvestitionen auswirken. Besonders vor dem Hintergrund, dass noch nicht das gesamte Potenzial an Infrastrukturabfällen in den Szenarien genutzt wird und jederzeit die Möglichkeit besteht bei der energetischen Versorgung von Erdgas auf Biogas zu wechseln. Weiterhin könnten weitere Biomasseströme aus der Umgebung oder Alternativen hinzugezogen werden.

Nicht nur der ökonomische Abschnitt stellt sich positiv dar, auch in Hinblick auf die von der Bundesregierung beschlossene Energiewende lassen die Lösung der Verwendung der eigenen Ressourcen in Form von Gehölz und Laub die energetische CO₂ Bilanz positiv erscheinen.

Die oben gezeigten Szenarien stellen für die Stadt Schortens eine sehr gute Möglichkeit dar, an dem Prozess der Umrüstung auf erneuerbare Energie teilzunehmen und davon zu profitieren

Die Stadt Schortens sollte in dem Zuge der Neuausrichtung der Energieversorgung auch die Nutzung von Bioerdgas für das BHKW mit den in Variante 3 geschilderten Möglichkeiten und Konsequenzen in Betracht ziehen.

Tobias Peselmann
Dipl. Ingenieur