

# Entscheidung Energiekonzept Ganzjahresbad

Vorlagen-Nr.:

**074/2022-ö-SWM**

Az.:

<b>Gremium:</b>	<b>Zweck:</b>	<b>Art:</b>	<b>Datum:</b>
Gemeinderat	Entscheidung	öffentlich	12.07.2022

<b>Dezernat-Geschäftsbereich:</b>	<b>Fachbereich:</b>	<b>Sachbearbeiter:</b>
I - SWM technisch	SWM - technisch	Bragagnolo, Giancarlo

## Beschlussantrag:

1. Der Gemeinderat beschließt das im Sachvortrag beschriebene und vom Lenkungskreis Klimaschutzmanagement empfohlene Energiekonzept für das Ganzjahresbad.
2. Die Schnittstellen der Energieerzeugung und des Ganzjahresbades werden auf Grundlage des Konzeptes in der Funktionalen Leistungsbeschreibung beschrieben.
3. Das Energiekonzept wird für den weiteren Planungsprozess des Ganzjahresbades als aktueller Stand weiterverfolgt und nach den Entwürfen des Ganzjahresbades und den dann tatsächlichen Energieverbrauchsmengen quantitativ angepasst. Die Beschlussfassung über die Anpassung erfolgt erst, wenn die Vergabe für das Ganzjahresbad aufgrund der Totalunternehmervergabe-Ausschreibung erfolgt ist.

## Ziel:

Klimaneutrale Energieversorgung für das Ganzjahresbad

## Auswirkungen auf

Finanzen	
Die Maßnahme/das Projekt hat finanzielle Auswirkungen:	ja <input checked="" type="checkbox"/> ; nein <input type="checkbox"/>
Für die Maßnahme/das Projekt sind über- oder außerplanmäßige Ausgaben notwendig:	ja <input type="checkbox"/> , insgesamt Euro; nein <input type="checkbox"/>
Die Maßnahme/das Projekt ist eine Einzelmaßnahme: <input type="checkbox"/> ; ist Teil einer Gesamtmaßnahme: <input type="checkbox"/>	
Die Umsetzung der Einzelmaßnahme/Gesamtmaßnahme <input type="checkbox"/> belastet <input type="checkbox"/> entlastet den städtischen Haushalt im Haushalts- und Finanzplanungszeitraum 2022 bis 2027 mit voraussichtlich insgesamt: (abhängig von Vergabeempfehlung Ganzjahresbad) <small>(falls es sich bei der Maßnahme um einen Teil der Gesamtmaßnahme handelt, sind hier die Kosten des Gesamtprojektes (Investitions- und Folgekosten) genannt (ev. Einnahmen sind berücksichtigt))</small>	
<b>Personal</b>	<b>Kinder, Familie, Senioren</b>
<b>Umwelt und Verkehr</b>	<b>Wirtschaft und Tourismus</b>

--	--

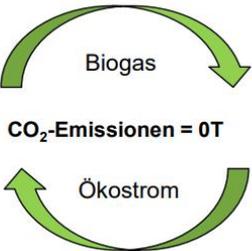
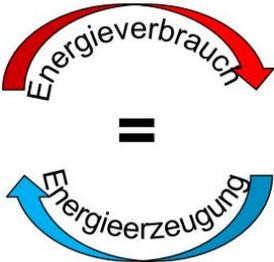
### Sachverhalt:

Für das Ganzjahresbad am Bongertwasen wurden im Zuge der Planungen Energiekonzepte entwickelt, welche angepasst an die Projektskizzen weiter verfeinert und abgestimmt wurden. Ein gutes, angepasstes Energiekonzept wird für den nachhaltigen Betrieb des Ganzjahresbades über Generationen ein entscheidendes Kriterium zum Erfolg des Projektes sein. Das Ganzjahresbad wird künftig nach der aktuellen Planungsskizze der größte Energieverbraucher unter den öffentlichen Einrichtungen sein, so dass hier ein besonderes Augenmerk auf die Effizienz aus dem Gesichtspunkt des Energieverbrauches und der Energieerzeugung gelegt wird. Das Konzept soll den grundsätzlichen Aufbau skizzieren und ist soweit verfeinert, dass sich belastbare Aussagen zu Nachhaltigkeit, Ökologie, Kosten und technische Umsetzung daraus ableiten lassen.

Rahmenbedingung für die Konzepte waren die Vorgabe der Klimaneutralität der Erzeugung und der Einsatz einer Kraftwärmekopplung für den steuerlichen Querverbund. Im Laufe der weiteren Entwicklung des Konzeptes wurde das Argument der Autarken Versorgung im Sinne von Markt- und Lieferantenunabhängigkeit stärker gewichtet.

### Entwicklungsprozess des Energiekonzeptes:

In der ersten Phase wurde die Zahlenbasis zu dem zu erwartenden Verbrauch ermittelt, und daraus 4 technische Realisierungsmöglichkeiten entwickelt.

<p style="text-align: center;"><b>1. Variante: ENEV</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>△ 100 % EnEV 2017</b></p> <p><b>Wärmeerzeugung</b> BHKW 207 kW (Erdgas) Kessel 750 kW (Erdgas)</p> <p><b>Stromerzeugung</b> BHKW 140 kW (Erdgas)</p> <p><b>Strombezug</b> Stromnetz (Strommix)</p> <p><b>Stromspeicherung</b> Keine</p>	<p style="text-align: center;"><b>2. Variante: KFW 55</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>benötigt 55 % der Energie eines EnEV-Hauses</b></p> <p><b>Wärmeerzeugung</b> BHKW 207 kW (Erdgas) Kessel 750 kW (Erdgas)</p> <p><b>Stromerzeugung</b> BHKW 140 kW (Erdgas)</p> <p><b>Strombezug</b> Stromnetz (Strommix)</p> <p><b>Stromspeicherung</b> Keine</p>
<p style="text-align: center;"><b>3. Variante: CO<sub>2</sub> Neutral</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>CO<sub>2</sub>-Emissionen = 0T</b></p> <p><b>Wärmeerzeugung</b> BHKW 207 kW (Biogas) Kessel 400 kW (Biogas) Solarthermie (1.500 m<sup>2</sup>)</p> <p><b>Stromerzeugung</b> BHKW 140 kW (Erdgas) PV-Anlage (4.000 m<sup>2</sup>)</p> <p><b>Strombezug</b> Stromnetz (Ökostrom)</p> <p><b>Stromspeicherung</b> Batterieanlage</p>	<p style="text-align: center;"><b>4. Variante: Null-Energiebad</b></p>  <p><b>Wärmeerzeugung</b> BHKW 207 kW (Biogas) Kessel 400 kW (Biogas) Solarthermie (1.600 m<sup>2</sup>)</p> <p><b>Stromerzeugung</b> BHKW 140 kW (Erdgas) PV-Anlage (11.000 m<sup>2</sup>)</p> <p><b>Strombezug</b> Stromnetz (Ökostrom)</p> <p><b>Stromspeicherung</b> Batterieanlage</p>

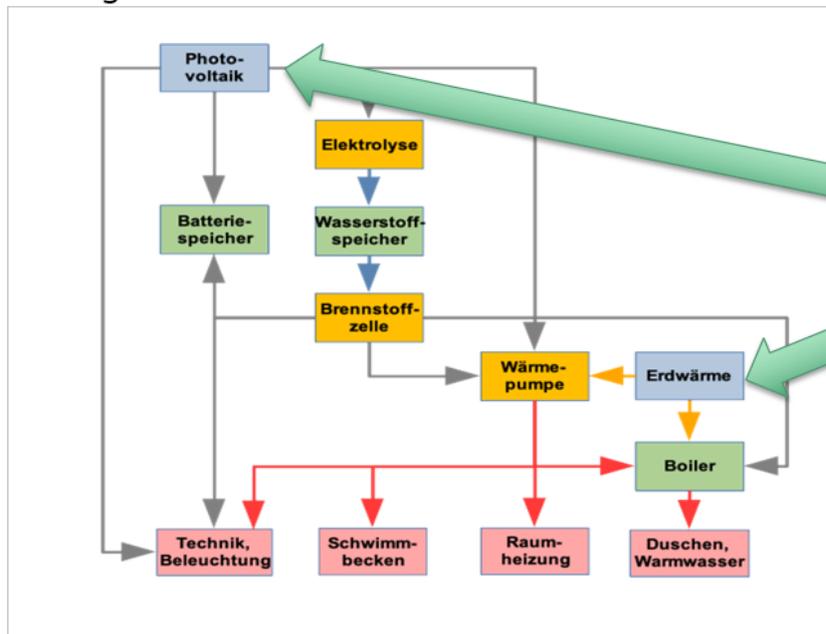
Die von der Planungsgruppe VA (VA) – Fachingenieure für Bäderplanung entwickelten Varianten haben den „normalen Stand“ der Energieversorgung widergespiegelt, bzw. weitere Alternativen aufgezeigt, welche teilweise innovativen Charakter in puncto Eigenerzeugung und Effizienz beinhaltet haben.

In der weiteren Diskussion wurden die Varianten 1 und 2 nicht weiterverfolgt, da hier die Nutzung von erneuerbaren Energien nicht berücksichtigt ist und der Innovationsgrad eher einem Standard entspricht welcher nach heutigen Erkenntnissen nicht mehr zeitgemäß ist.

Im Vorfeld der Erstellung der Konzepte wurde mit den Metzinger Akteuren in Sachen Klimaschutz

und dem Arbeitskreis Klima und Energie (AKE) vereinbart, ein eigenes Konzept zur Energieversorgung des Ganzjahresbades zu erstellen. Das vom AKE erstellte Konzept beinhaltet sehr konkrete Lösungsansätze in den Punkten Effizienz, Innovation und Einsatz erneuerbarer Energien.

### Lösungsansatz AKE



Als Energieträger wird **ausschließlich** Strom aus der PV Anlage und Erdwärme genutzt

### Zusammenführung der Varianten:

In der Zusammenführung der Varianten wurden die Vorteile der einzelnen Lösungsansätze in den Argumenten Effizienz, Erzeugung und Beherrschbarkeit / Verfügbarkeit der technischen Komponenten kombiniert.

Beide Konzepte haben bei der Erzeugung den Fokus auf der Erzeugung von großen Mengen an elektrischer Energie über eine Photovoltaikanlage und die Speicherung durch einen Batteriespeicher.

Weiter ist bei beiden Konzepten die Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie durch die gekoppelte Erzeugung (BHKW / Brennstoffzelle) enthalten. Unterschiedlich ist, dass in einem Konzept (VA) die Nutzung von solarthermischer Energie bzw. im anderen Konzept (AKE) die thermische Energie in großen Teilen über die Nutzung von Erdwärme in Verbindung mit einer Wärmepumpe erzeugt wird.

Die Erzeugungsvarianten Wärmepumpe und Solarthermie passen beide sehr gut zum Anwendungsfall „Ganzjahresbad“.

Von der Nutzung von Erdwärme in Verbindung mit einer Wärmepumpe ist bei der Bereitstellung von thermischer Energie für die Beckenwassererwärmung eine sehr hohe Effizienz durch die niedrigen Systemtemperaturen zu erwarten und nahezu ideal für diesen Anwendungsfall „Beckenwassererwärmung“.

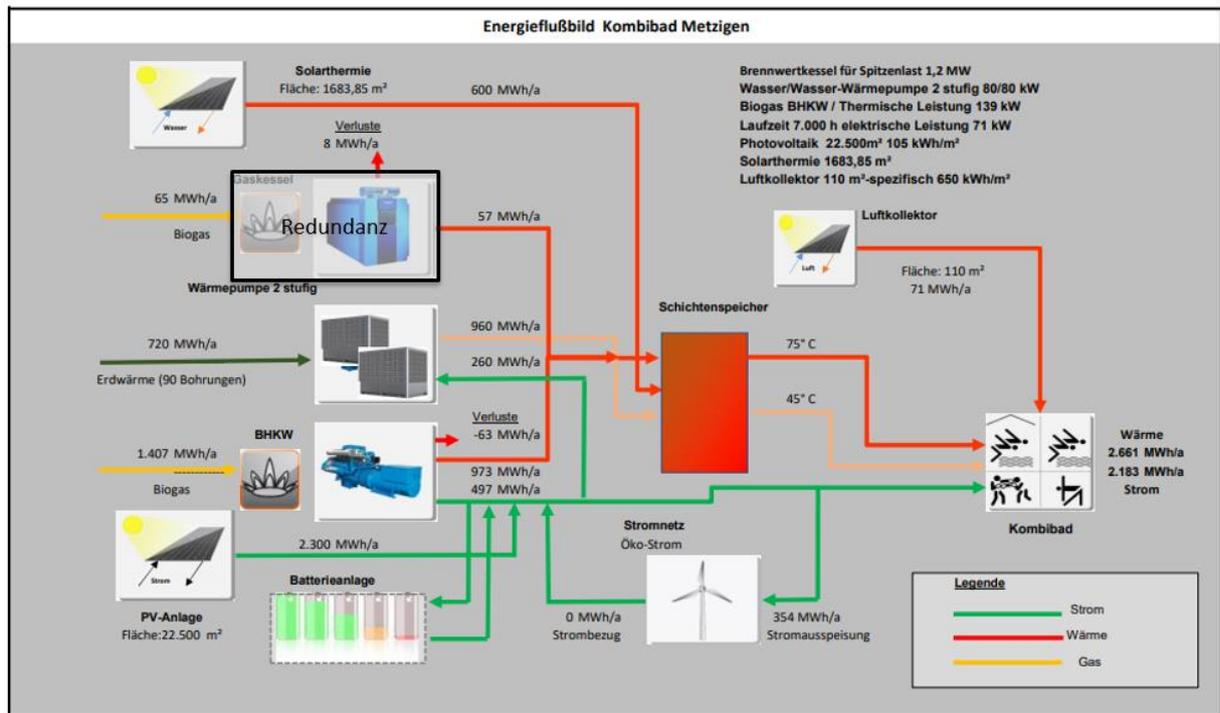
Die solarthermische Nutzung ist durch den zu erwartenden hohen Bedarf an Warmwasser in den Sanitärbereichen des Ganzjahresbades eine sehr gute Ergänzung zur Bereitstellung der Energie.

Die weitere Optimierung der Konzepte wurde im Dialog der Ersteller vorgenommen und im Lenkungskreis Klimaschutzmanagement bzw. in der Klausurtagung des Gemeinderates vorgestellt.

In der Optimierungsphase wurde der Ansatz der Erdwärmenutzung, die Solarthermie und die großflächige Photovoltaikanlage weiter in das Konzept übernommen. Im Weiteren wurde auf die Erzeugung / Speicherung / Verwendung von Wasserstoff aufgrund des heutigen Stand der Technik verzichtet und durch ein für den steuerlichen Querverbund notwendiges Blockheizkraftwerk

ersetzt. Die Leistung des Blockheizkraftwerkes wurde dabei aber soweit reduziert, dass nur die Mindestanforderung an den steuerlichen Querverbund erfüllt werden.

## Energieflussbild - Konzept AKE / SWM



Die technische Konzeption wurde mit allen Beteiligten abgestimmt und mit positiven Stellungnahmen hinterlegt. Besonders positiv wurde der hohe Grad der Eigenversorgung im Sinne von Markt- und Lieferantenunabhängigkeit durch die Reduzierung der BHKW Leistung auf ein erforderliches Minimum und die Nutzung der Erdwärme in Verbindung mit einer Wärmepumpe gesehen. Durch die Reduzierung der BHKW Leistung wird auch der Einsatz von methanhaltigen Gasen entsprechend reduziert. Weiter wurde das Argument der Zukunftsfähigkeit des technischen Konzeptes betont. Die Zukunftsfähigkeit durch die Möglichkeit bei entsprechender technischer Weiterentwicklung des Themas Wasserstoffgewinnung und Anwendung in einer Brennstoffzelle lässt sich im kombinierten Konzept umsetzen. Sieht man die realistische Nutzungsdauer des Blockheizkraftwerkes mit 10-12 Jahren kann schon nach der ersten Nutzungsperiode des Blockheizkraftwerkes ein Umstieg auf eine Brennstoffzelle erfolgen, ohne das grundsätzliche Konzept in Frage zu stellen. Der iterative Entwicklungsprozess des Energiekonzeptes wurde weiter positiv bemerkt.

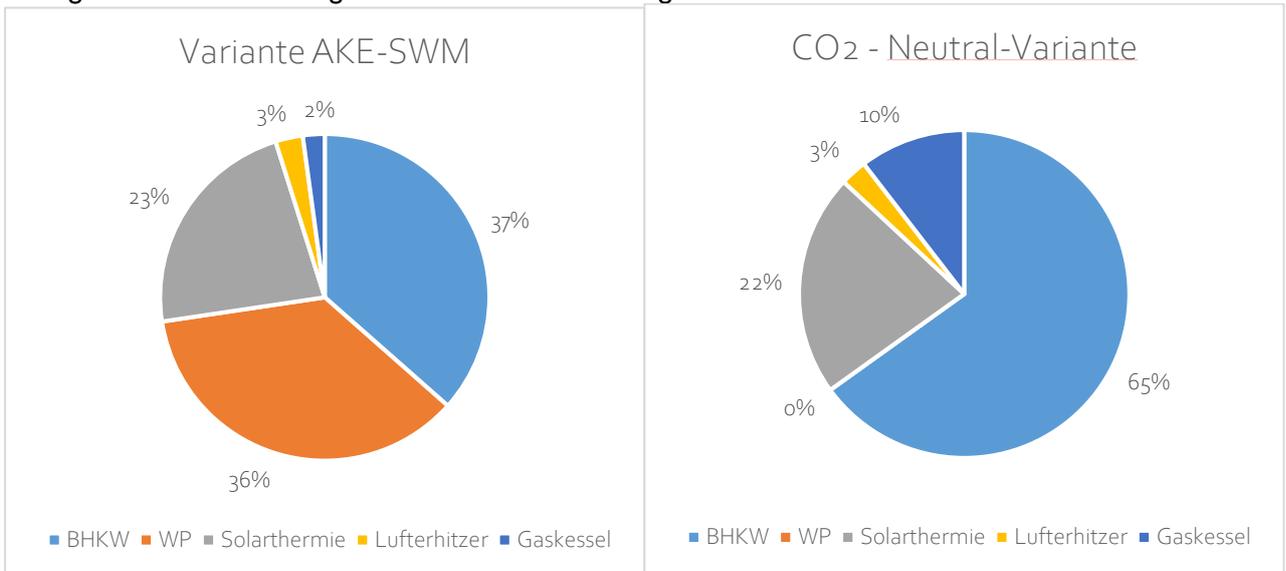
### Zahlen Daten Fakten im Vergleich:

Für die Betrachtung der Zahlen, Daten und Fakten im Vergleich wurden 3 Szenarien im Vergleich bewertet. Aus dem Konzept AKE / SWM wurde ein „Best Case“ und ein „Real Case“ entwickelt, dazu wurde dann die CO<sub>2</sub> Neutral Variante als Vergleichsmaßstab benutzt.

Die „Best / Real Case“ Betrachtung ist notwendig um die tatsächliche Nutzung des erzeugten Photovoltaik Stroms unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit von Erzeugung, Verbrauch und Speicherung abbilden zu können. Der „Best Case“ ist das Szenario, bei welchem der erzeugte Strom innerhalb des „Systems“ Ganzjahresbades gespeichert und verbraucht werden. Beim „Real Case“ Szenario wurde über eine Simulation dargestellt, welcher Anteil innerhalb des Systems gespeichert und verbraucht werden kann, bzw. welcher Anteil in das öffentliche Netz zurückgespeist bzw. bezogen werden muss. Nach der Simulation wird der Anteil des Eigenverbrauchs bei ca. 50 % des erzeugten PV Stroms liegen. Energietisch (bilanziell) betrachtet sind beide Varianten in Erzeugung und Verbrauch gleich. Die Auswirkung der „Best / Real Case“ Betrachtung findet sich in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durch den Preisunterschied von Rückspeisung und Bezug wieder.

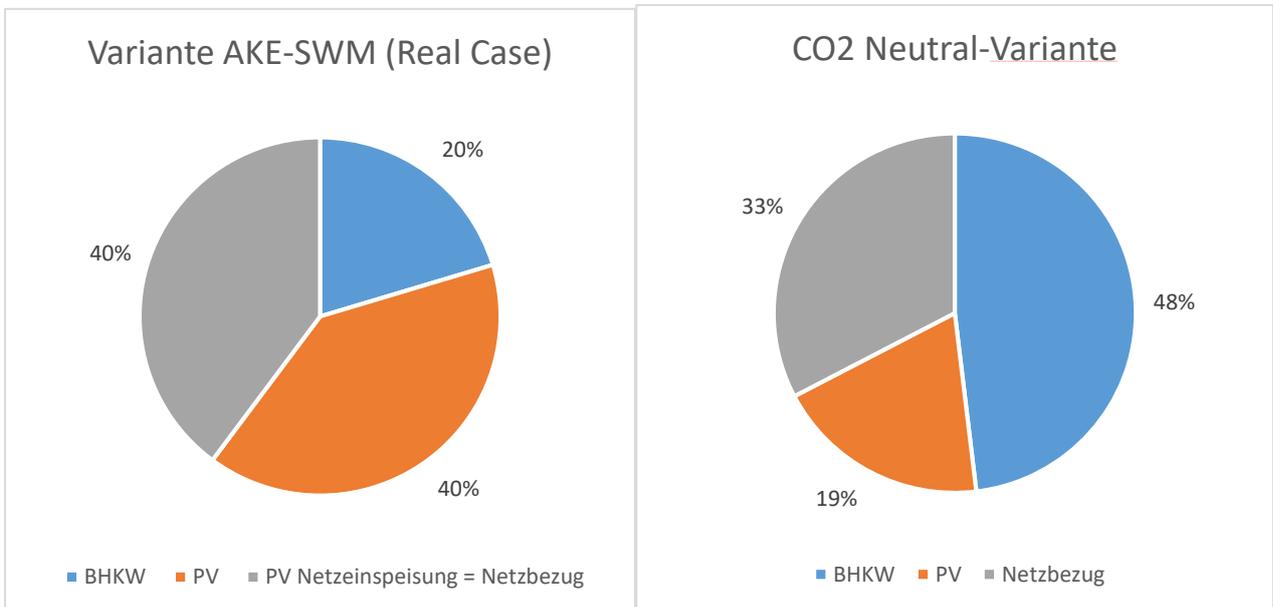
## Betrachtung der Energieflüsse im Vergleich

### Energetische Betrachtung der Wärmebereitstellung:



Im Vergleich der Varianten ist der Deckungsanteil der solarthermischen Nutzung bei beiden Varianten nahezu gleich. Der wesentliche Unterschied besteht im Deckungsanteil durch das Blockheizkraftwerk und des Spitzenlastkessels. Durch den Einsatz der Wärmepumpe wird der Einsatz von Biomethan um ca. 36 % reduziert.

### Energetische Betrachtung der Bereitstellung von elektrischer Energie:



Bei der Bereitstellung der elektrischen Energie kann bei der AKE / SWM Variante bilanziell ganz auf den Strombezug aus dem öffentlichen Netz verzichtet werden.

Betrachtung der ökologischen Kennzahlen im Vergleich

	Variante AKE-SWM		CO2 Neutral-Variante
	Best Case	Real Case	
CO2-Emissionen	0 tCO2/a	0 tCO2/a	0 tCO2/a
Emissionsfaktor Wärme	0 kg/kWh	0 kg/kWh	0 kg/kWh
Primärenergiefaktor Wärme (Kappung nach GEG)	0,20	0,20	0,20
Anteil Erneuerbare Energien	100%	100%	100%
Anteil KWK	29%	29%	58%
Anteil leitungsgebunden (bilanziell)	32%	32%	78%
Anteil leitungsgebunden (real)	32%	46%	78%

Bei der Verbrennung von Biomethan entstehen CO2-Emissionen, welche allerdings bilanziell durch die Gutschrift für die Stromerzeugung im BHKW kompensiert werden. In Zukunft (nach Ende Lebensdauer 1. BHKW), wenn der Anteil erneuerbare Energien an der Stromerzeugung bei 100% liegt, entfällt diese Gutschrift und es entstehen auch bilanziell CO2-Emissionen. Dies sollte dann bei einem Austausch des BHKW berücksichtigt werden.

## Wirtschaftliche Betrachtung der Varianten

Die Energiekosten sind ein wichtiger Bestandteil der Betriebskosten im Bad und werden im Wesentlichen durch die Kapitalkosten der Erzeugung (Kosten aus der Finanzierung bzw. Refinanzierung der Investition in Verbindung mit der jeweiligen Nutzungsdauer) und den Verbrauchskosten (Energieeinkauf) beeinflusst.

Als Basis wurden die Investitionskosten für alle Varianten auf der gleichen Kalkulationsbasis gestellt, sodass Änderungen der Investitionskosten sich gleichermaßen auf alle Varianten auswirken. Angesichts der Preisentwicklungen am Rohstoffmarkt insbesondere bei der technischen Gebäudeausstattung sind die Investitionskosten der einzelnen Varianten in Relation zu sehen. Die absolute Höhe spiegelt den gleichen Preisstand wieder.

Durch die sektorenübergreifende Betrachtung der Energieströme und der Kopplung der unterschiedlichen Erzeugungen wurde in der Auswertung ein spezifischer Energiepreis über das gesamte „Energiesystem Ganzjahresbad“ ermittelt.

Darstellung der Varianten Investitionskosten, jährliche Kosten und Energiegestehungspreis ohne Förderung.

	Variante AKE-SWM		CO2 Neutral-Variante
	Best Case	Real Case	
Investitionskosten	6,3 Mio. €		2,2 Mio. €
Kapitalkosten	490.000 €/a	490.000 €/a	180.000 €/a
Instandhaltung	50.000 €/a	50.000 €/a	20.000 €/a
Verbrauchskosten	80.000 €/a	400.000 €/a	440.000 €/a
Betriebskosten	60.000 €/a	60.000 €/a	30.000 €/a
Jahreskosten	680.000 €/a	1.000.000 €/a	670.000 €/a
Spez. Energiegestehungspreis	14 Ct/kWh	21 Ct/kWh	14 Ct/kWh

Darstellung der Varianten Investitionskosten, jährliche Kosten und Energiegestehungspreis mit Förderung nach heutigem Stand.

Variante AKE-SWM inkl. 50 % Förderung auf Wärmepumpe + Erdwärmesonden, Solarthermie, Pufferspeicher, Batteriespeicher PV und MSR-Technik

	Variante AKE-SWM		CO2 Neutral Variante
	Best Case	Real Case	
Investitionskosten	4,8 Mio. €		2,2 Mio. €
Kapitalkosten	370.000 €/a	370.000 €/a	180.000 €/a
Instandhaltung	50.000 €/a	50.000 €/a	20.000 €/a
Verbrauchskosten	80.000 €/a	400.000 €/a	440.000 €/a
Betriebskosten	60.000 €/a	60.000 €/a	30.000 €/a
Jahreskosten	560.000 €/a	880.000 €/a	670.000 €/a
Spez. Energiegestehungspreis	12 Ct/kWh	18 Ct/kWh	14 Ct/kWh

In den Darstellungen wird deutlich, dass die Verbrauchskosten sich in den Best Case und Real Case Varianten deutlich unterscheiden. Hier ist es wichtig, das Speicherkonzept optimal zu planen.

Die Darstellungen sind mit einem festen Energiepreis zum heutigen Stand hinterlegt. In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist zu beachten, dass die Sensitivität in Bezug auf den Energiebezug bei steigenden Energiepreisen die AKE/SWM Variante verbessert.

### **Ausblick zum Energiekonzept Ganzjahresbad**

Nach der Vorstellung der Varianten wurde von den beteiligten Experten (Arbeitskreises Klima und Energie, Planungsgruppe VA und Klimaschutz-Agentur im Landkreis Reutlingen) jeweils eine Stellungnahme zur Variante AKE / SWM eingefordert. Alle Stellungnahmen befürworten die Variante AKE / SWM als beste Möglichkeit zur Energiebereitstellung für das Ganzjahresbad.

Das Konzept wird für den weiteren Planungsprozess des Ganzjahresbades als aktueller Stand weiterverfolgt und nach den Entwürfen des Ganzjahresbades und den dann tatsächlichen Energieverbrauchsmengen quantitativ angepasst. Die Beschlussfassung über die Anpassung erfolgt erst, wenn die Vergabe für das Ganzjahresbad aufgrund der Totalunternehmervergabe-Ausschreibung erfolgt ist.

Die Schnittstellen der Energieerzeugung und des Ganzjahresbades werden auf Grundlage des Konzeptes in der Funktionalen Leistungsbeschreibung beschrieben.

## Unabhängige Stellungnahme zum Energiekonzept Ganzjahresbad

Auf Anregung des Lenkungskreises Klimaschutzmanagement wurde noch eine weitere, unabhängige Stellungnahme/Plausibilisierung - von einem bisher nicht beteiligten Ingenieurbüro - zum Konzept eingeholt. Dessen Stellungnahme ist nachfolgend dargestellt:

### 4. Fazit

Das Energiekonzept zur Versorgung des Ganzjahresbades in Metzingen weist insgesamt einen hohen innovativen Charakter auf. Es werden verschiedenste, vor Ort vorhandene regenerative Energiequellen eingesetzt. Die geplanten Anlagenkomponenten werden effizient, entsprechend dem jeweiligen Temperaturbereich eingesetzt.

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist an diesem Standort ergiebig und die geplanten 90 Erdwärmesonden sind mehr als ausreichend. Es sind jedoch die in Kapitel 3.1.2 erwähnten bohrtechnischen Risiken zu beachten.

Die geplante Kraft-Wärme-Kopplung mit einem Blockheizkraftwerk kann zu einem späteren Zeitpunkt durch eine noch umweltfreundlichere Kraft-Wärme-Kopplung wie beispielsweise mit einer Brennstoffzelle ganz mit Wasserstoff ausgetauscht werden, ohne dass das Gesamtkonzept der Anlage verändert werden muss. Damit bietet das geplante Konzept eine breite Technologieoffenheit für die Zukunft.

Bei der Verwendung alternativer regenerativer Energieträger, wie beispielsweise einer Holzverbrennung, die sinnvollerweise nur anstatt der Kraft-Wärme-Kopplung, aber nicht als Ergänzung einzusetzen wäre, ist die Umrüstung auf diese Technologie nur mit größeren Umbaumaßnahmen möglich.

Die geplanten Anlagenkomponenten reichen aus, um die erforderlichen Wärmemengen bereit zu stellen. Die jeweiligen Deckungsanteile der Erzeuger waren durch eine Lastgangsimulation mit geringen Abweichungen reproduzierbar.

Die angestrebte Autarkie ohne Strombezug aus dem Netz ist nach jetzigem Kenntnisstand voraussichtlich nicht zu erreichen, da bei der Speicherung von elektrischem Strom Verluste entstehen. Möglicherweise können durch den Verzicht von Batteriespeichern und der Einspeisung ins öffentliche Stromnetz diese Verluste vermieden und eine bilanzielle Autarkie erreicht werden.

Die für das Projekt erstellte Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde wegen der derzeitigen volatilen Preissituation und des Inflationsgeschehens nur qualitativ geprüft. Wenn wieder eine verlässlichere Preissicherheit herrschen sollte, ist hier eine Überarbeitung bzw. Neuberechnung erforderlich.

**Zeitliche Umsetzung:**

Nachdem Zuschlag für das Ganzjahresbad wird das Konzept dem Entwurf quantitativ angepasst, weitergeplant und umgesetzt. Fertigstellung wird dem Baufortschritt des Ganzjahresbades angepasst.

**Anlagen: 1**