

**I. Verfasser**

Verfasser der Entscheidungsvorlage: IPROconsult Gmbh Niederlassung Rheinland

Veranlasser der EV:  Bauherr  Planer  IPROconsult  
 Nutzer  Baurechtliche Forderung

Betrifft Bereich: Kostengruppe 420 - Wärmeerzeugungsanlagen

Entscheidung erforderlich bis : 03.02.2021

Beschreibung der Alternativen: Nachfolgend werden insgesamt 7 Varianten zur Energieerzeugung vorgestellt

**GRUNDLAGEN**

Für das Projekt sind seit dem 01.11.2020 die Anforderungen nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG), welches die EnEV und das EEWärmeG ersetzt, zu berücksichtigen.

Gemäß § 52 GEG wird es bei der grundlegenden Renovierung eines öffentlichen Gebäudes erforderlich, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf dieses Gebäudes durch die anteilige Nutzung erneuerbarer Energien gedeckt wird. Eine grundlegende Renovierung liegt aber nur dann vor, wenn in einem zeitlichen Zusammenhang von nicht mehr als 2 Jahren:

- ein Heizkessel ausgetauscht oder die Heizungsanlage auf einen fossilen Energieträger oder auf einen anderen fossilen Energieträger als den bisher eingesetzten umgestellt wird
- UND
- mehr als 20 % der Oberfläche der Gebäudehülle renoviert werden

Aufgrund des guten Zustands der Gasbrennwert-Heizungsanlagen findet ein Austausch des Heizkessels nicht statt. Da der Heizkessel nicht ausgetauscht wird oder die Heizungsanlage nicht wie oben beschrieben umgestellt wird, liegt gem. GEG noch keine grundlegende Renovierung vor, somit besteht zumindest demnach keine Verpflichtung zur anteiligen Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch erneuerbare Energien.

Für den solitär stehenden Neubau (Mensa-Gebäude) sind gem. § 18 GEG hingegen erneuerbare Energien vorzusehen. Dies resultiert aus der separierten Lage, die das Gebäude als „neu zu errichtendes Nicht-Wohngebäude“ gelten lässt. Hier ist im weiteren Projektverlauf zu klären, inwieweit die Integration der erneuerbaren Energie im Bestand zu realisieren ist oder ob für das Mensa-Gebäude eine separate Heizungszentrale für die erneuerbare Energie geschaffen werden muss.

Die Möglichkeit die bestehenden Brennwertkessel mit Biogas zu betreiben und damit die Anforderungen des GEG zu erfüllen, ist gemäß §52 Absatz 3 nicht möglich, da die Nutzung gasförmiger Biomasse für KWK-Anlagen oder Heizkesseln der besten verfügbaren Technik vorgesehen ist.

Für die Ermittlung der Größe der erneuerbaren Heizungssysteme für das Mensa-Gebäude werden folgende Annahmen getroffen:

Nutzfläche Mensa: 940 m<sup>2</sup>  
Heizleistung (bei 30 W/m<sup>2</sup>): ca. 30 kW  
Da viel Abluft (Küche / Mensa) ca. 50 kW

Da das GEG die EnEV und das EEWärmeG vereint, muss bei der Ermittlung der Leistungsgröße der erneuerbaren Energie nicht nur der geforderte prozentuale Anteil an erneuerbarer Energie zu-grunde gelegt werden, sondern ebenfalls der Jahresprimärenergiebedarf. Letzterer erfordert einen hohen erneuerbaren Energieanteil. Demnach wird für die erneuerbaren Energien im Folgenden mit 50 kW Leistung ausgegangen.

---

### **ALTERNATIVE 1 - Gasbrennwert in Kombination mit einer Wärmepumpe**

---

Mögliche Wärmepumpenausführungen:

- a. Sole/Wasser-Wärmepumpe, mittels Erdwärmesonden, ca. 100 m Tiefe
- b. Wasser/Wasser-Wärmepumpe, Nutzung Grundwasser mit Schluck- und Saugbrunnen
- c. Luft/Wasser-Wärmepumpe, Nutzung der Umweltwärme aus der Luft

Die Wärmepumpe hat den Effekt durch die Nutzung des thermodynamischen Effekts, aus 1 kW elektrischer Energie 5 kW thermische Energie zu erzeugen (COP = 5). Des Weiteren kann eine Wärmepumpe auch zur Kälteerzeugung genutzt werden. So lässt sich der Komfort im Gebäude erhöhen. Die spezifischen Kosten für die teuerste der drei Möglichkeiten, der Sole/Wasserwärmepumpe, belaufen sich auf ca. 600 €/kW. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung kann mit 15 g/kWh angegeben werden.

**Pro:** Erprobte Technik, umweltfreundliches und effizientes System mit hohem Wirkungsgrad, vergleichsweise geringer Platzbedarf (vertikale Geothermie), wetterunabhängige Energiegewinnung, Heizung und Kühlung möglich.

**Kontra:** Kostenintensive Bohrungen, Energieträger Strom (wenn konventionell erzeugt)

**Empfehlung IPRO:** Aufgrund des hohen geothermischen Potenzials und der bewährten Technik raten wir zu einer Wärmepumpe mit Geothermie.

---

### **ALTERNATIVE 2 - Gasbrennwert in Kombination mit einer Biomasseheizung (Pellets/Hackschnitzel)**

---

Für die Nutzung von Biomasse werden sogenannte Pelletheizungen oder Hackschnitzelheizungen verwendet. Hierzu wird allerdings ein zusätzlicher Lagerort für das Brenngut benötigt, welches in einem gewissen Feuchtegrad erhalten bleiben muss. Die spezifischen Investitionskosten belaufen können mit ca. 327 €/kW angesetzt werden. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung kann mit 360 g/kWh angegeben werden.

**Pro:** Regenerative Energie, hohe Vorlauftemperaturen möglich.

**Kontra:** Zusätzliche Lagerfläche notwendig, aufwendiges und wartungsintensives System mit Fördersystem für die Einbringung des Brennguts in das Lager sowie mit Fördersystemen für die Heizungsanlage.

**Empfehlung IPRO:** Aufgrund des Platzbedarfes des Zuführungssystems und der Lagerungsflächen raten wir von einer Biomasseheizung ab.

---

### **ALTERNATIVE 3 - Blockheizkraftwerk (BHKW)**

---

Ein Blockheizkraftwerk ist ein beispielsweise mit Erdgas betriebener Motor, der mittels Generator Strom erzeugt. Die dabei entstehende Abwärme kann zu über 90% über Wärmetauscher abgeführt werden. Durch die Nutzung von Wärme und Strom ergibt sich ein so hoher Wirkungsgrad, dass die effiziente Nutzung der Energiequelle als regenerativ gesehen wird, auch wenn es sich um einen fossilen Energieträger handelt. BHKWs können stromgeführt oder wärmegeführt ausgelegt werden. Werden sie wärmegeführt ausgelegt, so richtet sich die Laufzeit des BHKW nach dem benötigten Wärmebedarf. Der dabei zusätzlich erzeugte Strom wird entweder direkt verbraucht oder in das öffentliche Netz eingespeist. Ist der Wärmebedarf eines Gebäudes gering, oder nur temporär sehr hoch, so entstehen für das BHKW nur kurze Laufzeiten. Ein BHKW benötigt eine hohe Anzahl an Betriebsstunden (ca. 6.000h), um wirtschaftlich zu arbeiten. Die Investitionskosten belaufen sich bei dieser Größe auf 960 €/kW<sub>el</sub>. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung kann mit 820 g/kWh<sub>el</sub> angegeben werden.

**Pro:** Wetterunabhängiges System, hohe Vorlauftemperaturen, erprobtes System.

**Kontra:** Energieträger konventionell, hohe Laufzeiten für wirtschaftlichen Betrieb.

**Empfehlung IPRO:** Aufgrund der abzuschätzenden geringen Laufzeiten raten wir von einem BHKW ab.

---

---

#### **ALTERNATIVE 4 - Solarthermie**

Bei der Nutzung solarthermischer Energie wird Wasser durch Kollektoren auf dem Dach durch die Sonne erwärmt. Durch den geringen Warmwasserverbrauch (ausschließlich die Duschen der Turn-halle) würde es im Sommer zu hohen Stagnationszeiten kommen. Resultate sind ein unwirtschaftlicher Betrieb sowie negative technische Auswirkungen (bspw. Stagnation). Die Kosten für eine Anlage mit Flachkollektoren belaufen sich auf etwa 300 €/m<sup>2</sup>.

**Pro:** Erneuerbare Energie, erprobtes System, hohe Vorlauftemperaturen.

**Kontra:** Wetterabhängiges System, nur wirtschaftlich bei hohem Warmwasserbedarf, hohe Dachlasten bei großen Anlagen.

**Empfehlung IPRO:** Aufgrund des abzuschätzenden geringen Warmwasserbedarfs raten wir von einer solarthermischen Anlage ab.

---

#### **ALTERNATIVE 5 - Fernwärmeanschluss**

Im Bestand ist kein Fernwärmeanschluss vorhanden.

Laut dem Versorger Rhenag ist im gesamten Gebiet von Siegburg keine Fernwärme vorhanden.

Empfehlung IPRO: Keine Fernwärme möglich.

---

#### **ALTERNATIVE 6 - Photovoltaik**

Eine Photovoltaikanlage ist im Hinblick auf Eigenstromversorgung sowie Einspeisung sinnvoll. Im Hinblick auf den steigenden Strompreis wird die Wirtschaftlichkeit bei hohem Eigenstrombedarf steigen. Bei der Installation von 30 kWp einer Photovoltaikanlage mit ca. 30 kWp Leistung möglich (Bei 6,5 m<sup>2</sup>/kW). Die CO<sub>2</sub>-Einsparung kann mit 500 g/kWh angegeben werden. Als spezifische Investitionskosten können 1.400 €/kWp angesetzt werden.

**Pro:** Erneuerbare Energie, erprobtes System, sinkende Investitionskosten, kostengünstige Eigenstromnutzung.

**Kontra:** sinkende EEG-Vergütung, ggf. visuelle Beeinträchtigung.

**Empfehlung IPRO:** Eine Photovoltaische Anlage wird aufgrund der Wirtschaftlichkeit empfohlen. Insbesondere in Verbindung mit der in der Variante 1 empfohlenen WP-Anlagen.

Eisspeicher

---

#### **ALTERNATIVE 7 - Eisspeicher**

Ein Eisspeicher ist die Kombination einer Wärmepumpe mit einer im Erdreich vergrabenen, mit Wasser gefüllten Zisterne. Heizt die Wärmepumpe das Gebäude, so wird die Energie dem Wasser des Eisspeichers entzogen. Dieser fängt aufgrund des ständigen Wärmeentzugs an zu gefrieren. Erhöht werden kann die Effizienz durch Solar-Luft-Absorber, die solare Wärme vom Dach direkt zu der Wärmepumpe transportieren und außerhalb des Betriebs der Wärmepumpe dem Eisspeicher die Energie zuführen. Das Besondere an einem Eisspeicher ist die sogenannte Kristallisationsenergie, die beim Phasenwechsel vom Zustand fest (Eis) zu flüssig (Wasser) freigegeben wird.

Als spezifische Speichergröße werden 3 m<sup>3</sup>/kW angesetzt. Somit ist bei 30 kW eine Speichergröße von 90 m<sup>3</sup> nötig. Für den Solar-Luft-Absorber kann 1 m<sup>2</sup>/kW angesetzt werden. Hier werden zusätzlich 30 m<sup>2</sup> Dachfläche benötigt.

Für einen Eisspeicher einschließlich Solar-Luft-Absorber können die spezifischen Investitionskosten mit 1.320 €/kW angesetzt werden.

**Pro:** Erneuerbare Energie, innovatives Konzept

**Kontra:** hohe Investitionskosten, aufwendige Technik

**Empfehlung IPRO:** Ein Eisspeicher als Energiequelle für eine Wärmepumpe zu nutzen, wird aufgrund des guten geothermischen Potentials der Erde sowie des hohen anstehenden Grundwasserstands auf dem Gelände nicht empfohlen.

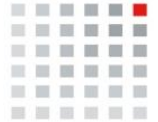
## II. Vergleich der Alternativen & Auswirkungen

Kriterium	V 1 - Wärmepumpe	V 2 - Biomasse	V 3 - BHKW
Kosten KG 400 Brutto:	36.000,00 €	16.750,00 €	76.838,27 €
Wartungskosten	500,00 €	900,00 €	1.800,00 €
Betriebskosten	5.400,00 €	4.520,00 €	4.500,00 €
Wartungskosten nach 30 Jahren	15.000,00 €	20.100,00 €	54.000,00 €
Betriebskosten nach 30 Jahren	162.000,00 €	135.600,00 €	135.000,00 €
Wirtschaftlichkeit	+	-	0
Nachhaltigkeit	+	0	0
techn. Umsetzbarkeit	0	-	+
Kriterium	V 4 - Solarthermie	V 5 - Fernwärme	V 6 - Photovoltaik
Kosten KG 400 Brutto:	24.820,00 €	entfällt	45.000,00 €
Wartungskosten	250,00 €	- €	450,00 €
Betriebskosten	- €	- €	- €
Wartungskosten nach 30 Jahren	7.500,00 €	- €	13.500,00 €
Betriebskosten nach 30 Jahren	- €	- €	- €
Wirtschaftlichkeit	-	-	+
Nachhaltigkeit	+	-	+
techn. Umsetzbarkeit	-	-	0
Kriterium	V7 - Eisspeicher		
Kosten KG 400 Brutto:	66.000,00 €		
Wartungskosten	1.500,00 €		
Betriebskosten	27.000,00 €		
Wartungskosten nach 30 Jahren	45.000,00 €		
Betriebskosten nach 30 Jahren	810.000,00 €		
Wirtschaftlichkeit	-		
Nachhaltigkeit	+		
techn. Umsetzbarkeit	0		

## III. Empfehlung aus Sicht

### der Kosten/ Wirtschaftlichkeit:

Durch den hohen Wirkungsgrad einer Wärmepumpe und den wartungsarmen Betrieb sehen wir Alternative 1 als wirtschaftlichste Alternative. Kombiniert mit Alternative 6 erhöht sich die Gesamtwirtschaftlichkeit deutlich, da der solare erzeugte Eigenstrom genutzt werden kann.



**der Nachhaltigkeit:**

Alle beschriebenen Alternativen sind im Aspekt Nachhaltigkeit sinnvoll und werden deshalb vom erneuerbaren Energie Wärme Gesetz als Möglichkeit aufgezeigt. Die Alternative 1 in Kombination mit Alternative 6 ergibt aus unserer Sicht die nachhaltigste Varianten Kombination, da der sehr hohe Wirkungsgrad der Wärmepumpe mit der Eigenstromnutzung kombiniert wird.

**Zusammenfassung / Fazit:**

Die Betrachtung der 7 Varianten zeigt, dass es einige Ausschlusskriterien für einige Wärmeerzeugungsanlagen gibt. Dennoch stehen dem Bildungscampus Neuenhof mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Die in den Beschreibungen der Alternativen genannten Empfehlungen führen zu dem Ergebnis, dass Alternative 1 & 6 am Bildungscampus Neuenhof eine wirtschaftliche und nachhaltige Möglichkeit bieten, die Gebäudeteile mit Wärme zu versorgen. Eine weitere Kombination von mehreren Varianten ist nicht effizient. Ebenfalls wird der Aspekt der Wärmedämmung, die hier aufgeführte Leistungsgröße deutlich reduzieren. Sollte im weiteren Planungsverlauf die vertikale Geothermie nicht möglich sein einzubringen, so bieten sich mit der Wärmepumpenvariante ebenfalls die horizontale Geothermie sowie eine Luftwasserwärmepumpe an. Sollte die Wärmepumpe nicht in der Planung Berücksichtigung finden, so ist zu prüfen, ob die Dämmung der Gebäude in Kombination mit Photovoltaik den geforderten Anteil erneuerbarer Energien gemäß GEG ergibt. Als dritte Möglichkeit kann das Blockheizkraftwerk entsprechend klein dimensioniert werden, um die Laufzeiten zu erreichen. Die Wirtschaftlichkeit ist dabei im weiteren Planungsverlauf genau zu betrachten.

**Planer**

Architekt \_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum) (Unterschrift und Firmenstempel)

ELT \_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum) (Unterschrift und Firmenstempel)

TWP \_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum) (Unterschrift und Firmenstempel)

Sonstige: \_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum) (Unterschrift und Firmenstempel)

#### **IV. Stellungnahme Projektsteuerung**

Wir schließen uns der Empfehlung seitens IPROConsult für die Variante 1 Wärmepumpe an. Es handelt sich um eine erprobte Technik die vor allem das geothermische Potential in Siegburg ausnutzen kann, welche insbesondere durch eine Kombination mit Variante 6 Photovoltaik sowohl wirtschaftlich als auch nachhaltig ist. Die Rahmenbedingungen zum GEG können mit dieser Variante eingehalten werden.

Projektsteuerung Hitzler Ingenieure

\_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum) (Unterschrift und Firmenstempel)

#### **V. Entscheidung Projektleitung (Bauherr)**

Empfehlung  angenommen  abgelehnt

\_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum) (Unterschrift und Firmenstempel)

**Begründung/ Kommentar:**

---

---

---

---

---

---

---

**Anlagen:**