

Energie-Checkliste

Projektangaben

Bezeichnung Projekt:	WE-Nr:	Adresse:
EIF Neubau Historisches Archiv und RBA	11012	Eifelwall/ Köln

lfd. Nr.	Kap.	Thema	liegt vor	Anmerkung
----------	------	-------	-----------	-----------

(wenn **nein**, bitte **Begründung und/oder Anlage beifügen**)

1		1a Tageslichtkonzept erarbeitet, Lichtumlenksysteme berücksichtigt	☐ ja ☒ nein	Bei den vorgesehenen Zellenbüros mit relativ geringer Tiefe ist der Zusatznutzen von Tageslicht-Umlenksystemen gering. Solche Systeme würden eine relevante Verbesserung der Tageslichtversorgung nur bei Räumen mit großer Tiefe erbringen.
2		1b Neubauten: Einhaltung des Passivhausstandards	☐ ja ☒ nein	Einhaltung Passivhausstandard ist nicht gefordert.
3		1b Modernisierungsvorhaben: Passivhaus-Bauteile o. U-Werte nach Leitlinien	☐ ja ☒ nein	keine Modernisierung
4		1b Wärmetechnisch verbesserter Randverbund bei Fenstern	☒ ja ☐ nein	
5		1b Maßnahmen für sommerlichen Wärmeschutz vorgesehen	☒ ja ☐ nein	
6		2 Fernwärmeversorgung möglich und geplant	☒ ja ☐ nein	Fernwärme ist geplant. Der Anteil an der Gesamt-Heizwärmeleistung beträgt 80%.
7		2 Ermittlung der Heizwärme-leistung nach Rechenverfahren (ausführlich oder vereinfacht)	☒ ja ☐ nein	Heizlastberechnung nach DIN EN 12831
8		2 Auslegung der Systemtemperaturen auf eine Spreizung von max. 60/40° C	☐ ja ☒ nein	Systemtemperaturen wurden den technischen Anforderungen entsprechend festgelegt. Dabei wurde besonders Wert auf niedrige Rücklauftemperaturen gelegt. (Anforderung Versorger Fernwärme)
9		2 Untersuchung Einsatz alternative Heizungstechnik mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	☒ ja ☐ nein	Zur Fernwärme ergänzende Heiztechniken wurden untersucht. Vorgesehen ist eine dreistufige elektr. Wärmepumpe mit einem Anteil von 20% an der Gesamt-Heizwärmeleistung.
10		2 Aufteilung der Heizkreise nach unterschiedlichen Raumtemperaturen und Nutzungsbereichen	☒ ja ☐ nein	Wird berücksichtigt.
11		2 Thermostatventile mit fest einstellbarer oberer Temperaturbegrenzung und Frostschutz	☒ ja ☐ nein	Wird berücksichtigt.
12		3a Einsatz regenerativer Energien zur Strom-, Wärme- und Trinkwarmwassererzeugung mit Wirtschaftlichkeitsvorbetrachtung	☒ ja ☐ nein	Zur Fernwärme ergänzende Heiztechniken wurden untersucht und im Rahmen einer Variantenuntersuchung vorgestellt. Wirtschaftlichste Variante mit Wärmepumpenanlage, Eisspeicher und Brunnenanlage.
13		3b Ist die Dachfläche für Photovoltaikanlage geeignet? Flächengröße in m². Flachdach/ Schrägdach mit Neigungswinkel	☒ ja ☐ nein	Flachdach auf Magazinbau <i>48 kWp möglich</i>
14		3c Installation der PV-Anlage durch Gebäudewirtschaft?	☐ ja ☐ nein	Installation der PV- Anlage durch die Gebäudewirtschaft ist unklar. Entscheidung steht aus.
15		4 Bei Sanierungsvorhaben: Nachrüstung RLT-Anlage	☐ ja ☒ nein	keine Modernisierung

Energie-Checkliste

Projektangaben

Bezeichnung Projekt:	WE-Nr:	Adresse:
EIF Neubau Historisches Archiv und RBA	11012	Eifelwall/ Köln

lfd. Nr.	Kap.	Thema	liegt vor	Anmerkung
----------	------	-------	-----------	-----------

(wenn **nein**, bitte **Begründung und/oder Anlage beifügen**)

16	4	Wärmerückgewinnungssysteme mit entsprechender Rückwärmezahl vorgesehen	☒ ja ☐ nein	Es wird ein KV-System berücksichtigt. (Kreislauf Verbund System)
17	4	Einhaltung "Grenzwert Elektroenergiebedarf" von 1.800 W/m²s bei RLT-Anlagen	☐ ja ☒ nein	Aufgrund der geforderten Luftbehandlung / Vollklimaanlagen kann die Vorgabe nicht eingehalten werden.
18	4	Kühlung von Sonderzonen erforderlich	☒ ja ☐ nein	Kühlung entsprechend den Klimazonenplänen.
19	4	Berücksichtigung der freien Kühlung bei geplanten Kälteanlagen	☒ ja ☐ nein	Wird berücksichtigt. Über Brunnenanlage und Eisspeicher.
20	5	Bei Nachrüstung RLT-Anlage Regelung/ Steuerung durch Automationsstation	☐ ja ☐ nein	keine Modernisierung
21	5	Automationsstationen (AS) mit Optimierungsprogrammen lt. Leitlinien (Anhang Anforderungen Gebäudeautomation)	☒ ja ☐ nein	Wird berücksichtigt.
22	5	Erweiterung AS Bestand, Angaben Bestand: Fabrikat, Typ, Alter (ca.)	☐ ja ☒ nein	keine Modernisierung
23	5	Datenübertragung der AS zur Bedien- und Managementebene des Energiemanagement. (Objekte Sondervermögen GW)	☒ ja ☐ nein	Wird berücksichtigt.
24	6	Einhaltung der Durchfluss-Mengenbegrenzung bei WC-Spülung, Waschtischen und Duschen	☒ ja ☐ nein	Wird berücksichtigt.
25	6	Trockenurinale und Selbstschlussarmaturen vorgesehen	☒ ja ☐ nein	Trockenurinale werden nicht vorgesehen. Selbstschlussarmaturen sind in öffentlichen Bereichen Standard.
26	6	Warmwasserbereitung gem. Vorgaben (zentral/dezentral)	☒ ja ☐ nein	Grundsätzlich dezentrale Warmwasserversorgung über Durchlauferhitzer. Im Laborbereich zentrale Warmwasserbereitung.
27	6	Versickerungsflächen für Hof-, Wege- und Dachentwässerung vorgesehen	☐ ja ☒ nein	Eine Versickerung wird nicht berücksichtigt. Siehe separaten Schriftverkehr.
28	6	Bei gr. Außen- und Grünflächen: Regenwassernutzung zur Grünflächenbewässerung	☐ ja ☒ nein	Auf eine Grünflächenbewässerung aus einer Regenwassernutzung wird aufgrund der im Verhältnis zum Gebäude geringen Außenfläche verzichtet.
29	7	Vorlage von Tabelle mit Ziel- und Planwerte der installierten Beleuchtung je Raumtyp: Summen-Ergebnis hier angeben	☒ ja ☐ nein	Kennwert Beleuchtung 4,8 ^{1,57} W/m² 5,7 Installierte Leistung Beleuchtung: 97,6 kW 139,9 Zielwert + 6,2 W/m² Nor
30	7	Beschreibung Grundkonzept für die Steuerung der Beleuchtung einschließlich Funktionsschema	☒ ja ☐ nein	siehe Erläuterungsbericht

Energie-Checkliste

Projektangaben

Bezeichnung Projekt:	WE-Nr:	Adresse:
EIF Neubau Historisches Archiv und RBA	11012	Eifelwall/ Köln

Ifd. Nr.	Kap.	Thema	liegt vor	Anmerkung
----------	------	-------	-----------	-----------

(wenn **nein**, bitte **Begründung und/oder Anlage beifügen**)

31	7	Beschreibung Schnittstellen/ Signalaustausch zu anderen Gewerken (Bussysteme, Signalaustausch, z.B. Präsenz Beleuchtung -> Lüftungsanlagen)	☒ ja ☐ nein	siehe Erläuterungsbericht
32	7	Leistungsmessung für Gesamt- anschlusswert > 30kW	☒ ja ☐ nein	Anschluss MS-seitig mit entsprechender Messung/Zählung
33	7	Konzept zur Leistungsspitzen- reduzierung für Gesamtan- schlusswert > 50kW liegt vor	☒ ja ☐ nein	Leistungssteuerung Kälte/Lüftung über GA und FU sonst keine weiteren Großverbraucher
34	7	Motoren entsprechen Energieeffizienzklasse eff1	☒ ja ☐ nein	soweit von agn beplant
35	7	Elektrogeräte mit Prädikat Energieeffizienz	☒ ja ☐ nein	soweit von agn beplant
36	8	Konzeption Energiezähler lt. Leitlinien	☒ ja ☐ nein	siehe Schalt- Strangschemen gemäß LPH 3

Planungsstand (Datum):

☒ Entwurfsplanung
06.11.2014
☐ Entwurfsplanung
☐ Sonstiges

Vorlage für:

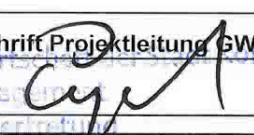
☒ Weiterplanungsbeschluss
☒ Baubeschluss

Kommentar 261/43 - Energiemanagement:

Wiedervorlage bis:

--

Datum/Unterschrift Projektleitung GW

05/12/14 

Datum/Unterschrift 261/43 - Energiemanagement

29.01.15 Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Energiemanagement

50679 Köln

Willy-Brandt-Platz 2 (Stadthaus)
50679 Köln

Entscheidungsvorlage | EV 08

Auftraggeber Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Projekt Eifelwall, Neubau Historisches Archiv
 und Rheinischen Bildarchiv in Köln



Inhalt der Entscheidung

Entscheidungsvorlage Energiekonzept und Hüllflächentemperierung

Anforderung / Begründung / Verursacher der Entscheidung

Die Freigabe des Energiekonzeptes ist notwendig, um im Rahmen der Vorplanung die notwendigen Technikflächen, konstruktiven Ansprüche im Hochbau und sonstigen Abhängigkeiten zu anderen Gewerken abstimmen und festlegen zu können.

Zur Herleitung eines optimalen Energiekonzeptes wurden insgesamt 3 Varianten der Energieversorgung vorgestellt:

Variante 1: Gas-Absorptionswärmepumpen mit Eisspeicher und Brunnenwassernutzung

Variante 2: Fernwärme und konventionelle Kältemaschine (zum Vergleich)

Variante 3: Grundlast-BHKW mit Absorptionswärmepumpe (Blockheizkraftwerk)

Alle 3 Varianten wurden auf Grundlage bisheriger Erkenntnisse und Randbedingungen, soweit im Rahmen der LP 2 möglich, auf Vereinbarkeit mit den Anforderungen des Neubaus untersucht und zusätzlich im Rahmen einer detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067 miteinander verglichen. Alle drei Varianten erfüllen die Anforderungen gem. EnEV 2014.

Unter Berücksichtigung aller bisher bekannten Grundlagen und Abhängigkeiten, sowie unter Einbeziehung der Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen seitens agn und der Gebäudewirtschaft Köln sollte die Variante 1 umgesetzt werden.

Weitere Erläuterungen siehe Anlagen 1-7

Wunsch AG	☐
Nutzer	☐
Veränderung Qualität	☐
Veränderung Quantität	☐
Defizite Planung	☐
Sonstiges	☐

→ ZUSÄTZLICH IST
DIE HÜLLFLÄCHEN-
TEMPERIERUNG DES
MAGAZINBAUKÖRPERS
BESTANDTEIL DER EV008.

BMP 26.03.2014

i.A. 

Terminbindung

Die Entscheidung wird benötigt bis zum

sofort

Auswirkung auf weitere Planungsbeteiligte / weitere Gewerke

Planungsbeteiligte	nein ☐	ja ☒
Wenn ja, wer ist betroffen: Wächter & Wächter, agn, Müller-BBM		
Gewerke	nein ☐	ja ☒
Wenn ja, welches Gewerk ist betroffen: -Hochbau, -Ausbau -Statik		

Entscheidungsvorlage | EV 08

Auftraggeber Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Projekt Eifelwall, Neubau Historisches Archiv
 und Rheinischen Bildarchiv in Köln



- Lüftung, Kälte, Heizung, Elektrotechnik

Terminauswirkung durch die Entscheidung

Projekttermine	werden verzögert	☐	werden vorverlegt	☐
	bleiben gleich	☒	Auswirkung in Tagen	+/- 000
Einreichung Bauantrag ist gefährd.	nein	☒	ja	☐
Baubeginn ist gefährdet	nein	☒	ja	☐
Fertigstellung ist gefährdet	nein	☒	ja	☐
Übergabetermin ist gefährdet	nein	☒	ja	☐

Kostenauswirkung durch die Entscheidung

Kostenbasis für die Entscheidung	Grobkostenschätzung	☐	Angebot	☐
	Rechnung	☐	Nachtrag	☐
Grobkostenermittlung für die Entscheidung				
Baukosten KG 200-600 (Kostenanteil I)				-
Baunebenkosten KG 700 (Kostenanteil II)				-
Gesamtkosten (Kostenanteil I+II)				siehe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
Über- / Unterschreitung Projektbudget durch die Entscheidung				nicht bekannt

Beschreibung von Alternativen (hinsichtlich Qualität / Termine / Wirtschaftlichkeit)

...		
Alternative wird weiter verfolgt	nein ☐	ja ☐

Aufstellung / Prüfung / Genehmigung der Entscheidung

Aufgestellt von (Planer/Bauleitung) BMP Baumanagement GmbH agn niederberg haus & partner gmbh architekten / ingenieure / planer Graner Allee 100 50674 Köln T 02451 59 61-0 F 02451 59 01-310 21.3.14 (Datum, Unterschrift)	Geprüft von BMP BMP Baumanagement GmbH Hohenstaufenring 57 50674 Köln info@bmp-baumanagement.de Telefon 0221 / 931872-0 Telefax 0221 / 931872-10 26.03.14 (Datum, Unterschrift)	Freigegeben vom Nutzer entfällt (Datum, Unterschrift)	Genehmigt von der GW, Köln 25.03.2014 (Datum, Unterschrift)
---	--	---	--

Anlagen

1. Dokumentation Energiekonzepte 06.03.2014 auf Grundlage der Präsentation vom 30.01.2014
2. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung agn, Annuitätenverfahren nach VDI 2067 vom 27.01.2014
3. Zusammenfassung der Ergebnisse 1, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der GW Köln (Barwertmethode)
4. Zusammenfassung der Ergebnisse 2, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der GW Köln (Barwertmethode)
5. Zusammenfassung der Ergebnisse 3, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der GW Köln (Barwertmethode)
6. Hüllflächenempfehlung Prinzip
7. Variantenbewertung von HBBM vom 19.03.14

Entscheidungsvorlage | EV 08

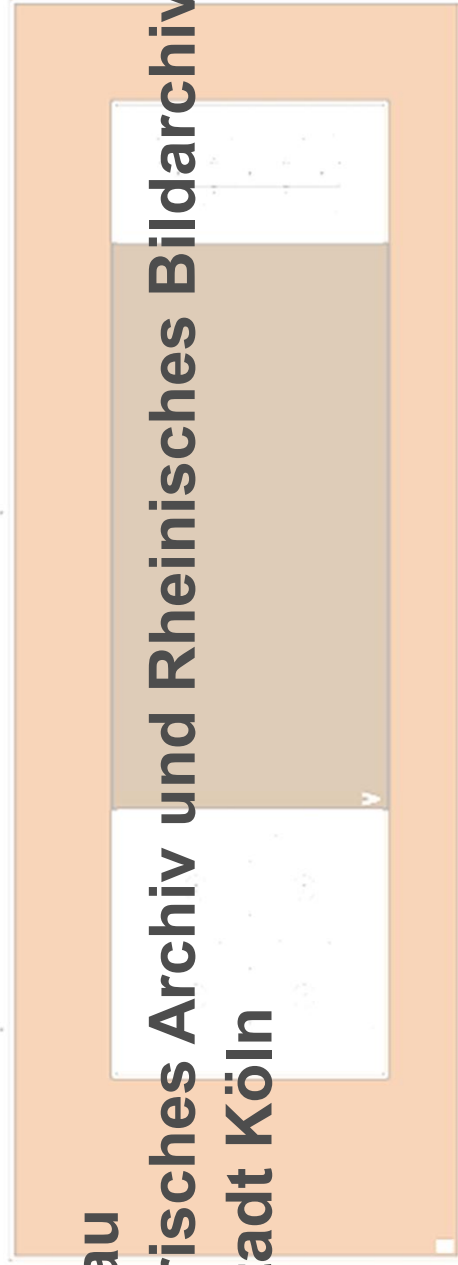
Auftraggeber Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Projekt Eifelwall, Neubau Historisches Archiv
und Rheinischen Bildarchiv in Köln



-
6. Beschreibung der Hüllflächentemperierung, agn, 17.03.14
 7. Bewertung der Varianten unter Berücksichtigung der EnEV 2014, Müller-BBM, 19.03.2014t

DOKUMENTATION ENERGIEKONZEPTE 06.03.2014

Neubau Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv der Stadt Köln



**Dokumentation auf Grundlage der Präsentation
der Planungsbesprechung vom 30.1.2014
unter Berücksichtigung der im Februar erfolgten Abstimmungen**

Köln Eifelwall -Neubau Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv



**Gebäudewirtschaft
der Stadt Köln**
Bauten - Management - Service



Inhalt

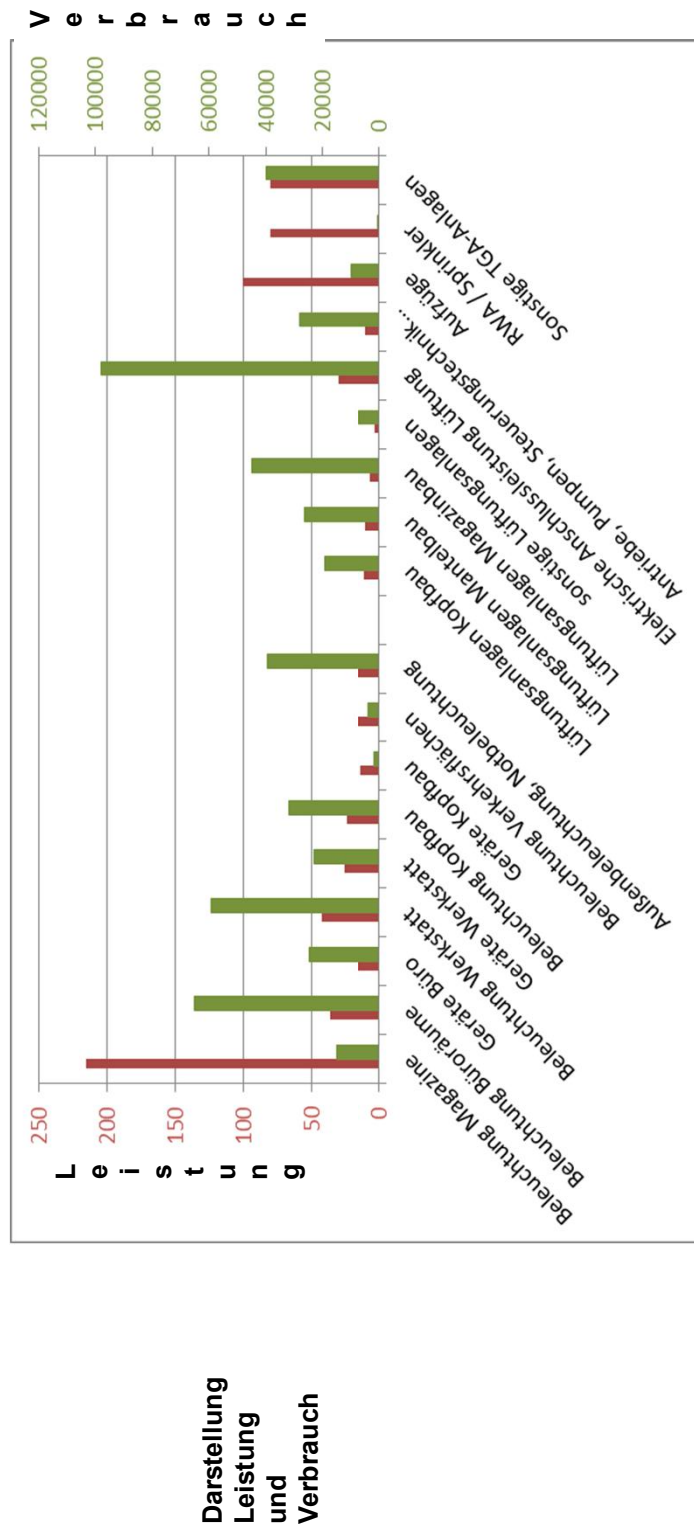
Energiekonzept | Wärme- und Kälteversorgung

- Variante 1: Gas-Absorptionswärmepumpe mit Eisspeicher und
Brunnennutzung
- Variante 2: Fernwärme und Konventionelle Kältemaschine
- Variante 3: Grundlast-BHKW mit Absorptionswärmepumpe
(Blockheizkraftwerk)

Energiekonzept | Energieverteilung

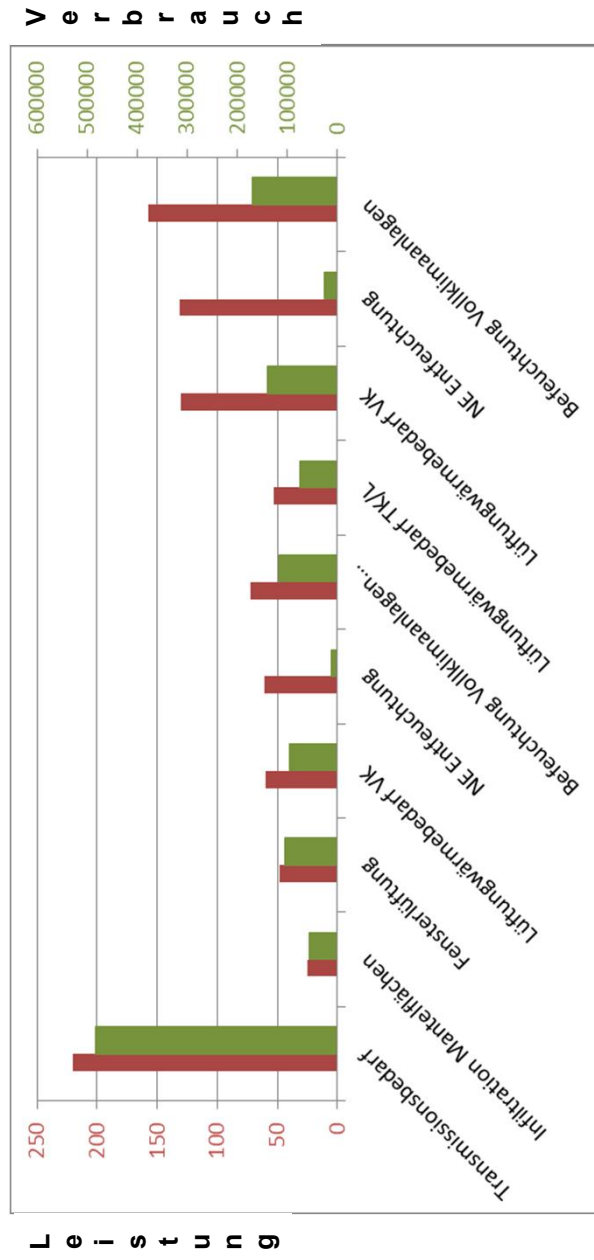
- Mantelbau: Betonkernaktivierung Werkstätten und Büroräume
teilweise gekühlte Holzdecken
- Magazinbau: Hüllflächentemperierung

Abschätzung Energiebedarf - Strom

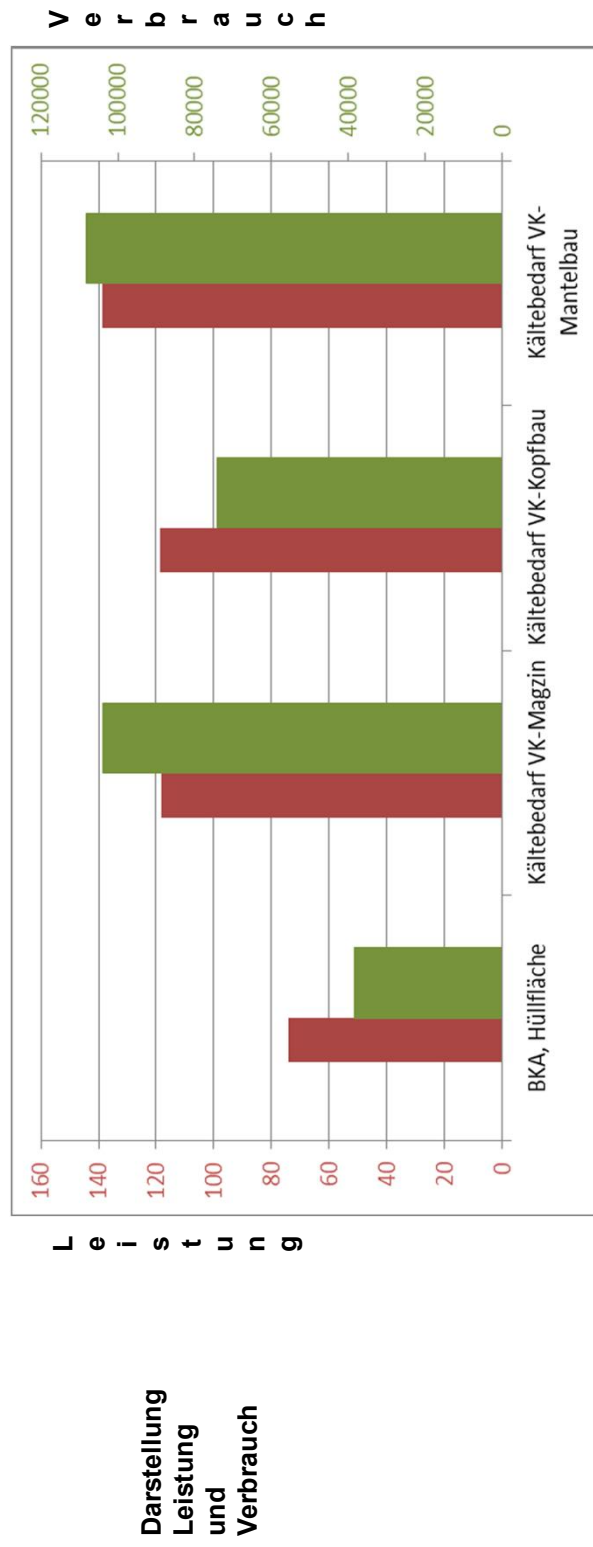


Abschätzung Energiebedarf - Wärme

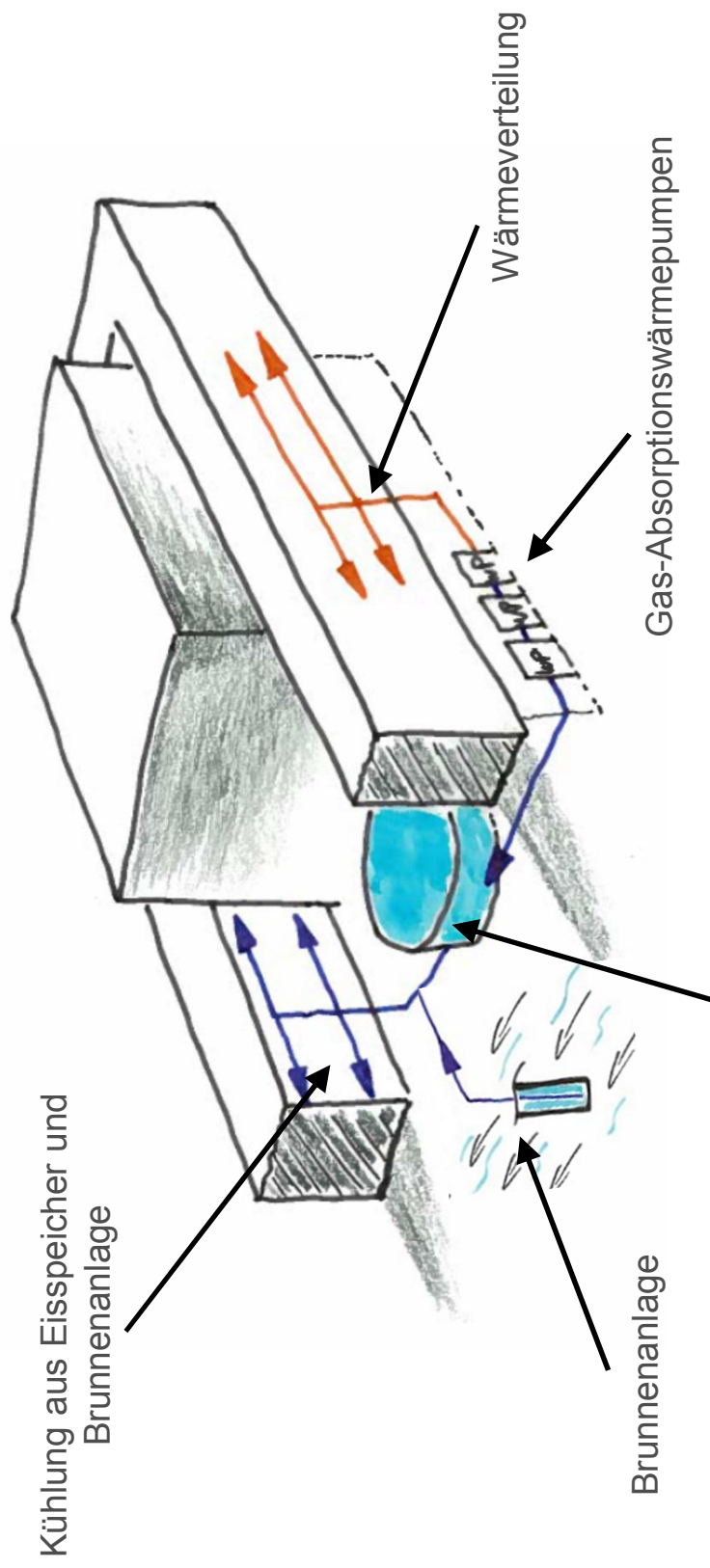
Darstellung
Leistung
und
Verbrauch



Abschätzung Energiebedarf - Kälte



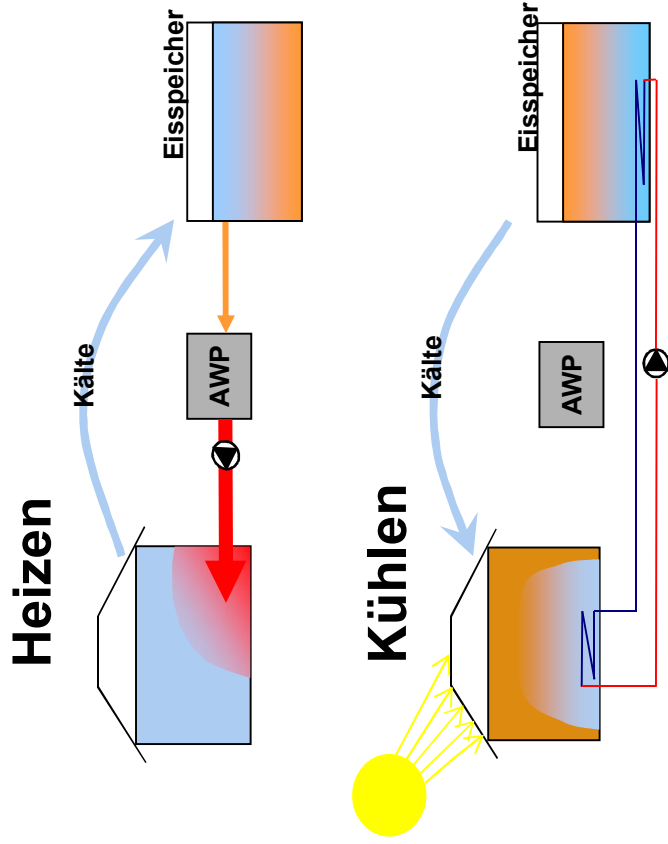
Variante 1 | Gas-Absorptionswärmepumpen mit Eisspeicher und Brunnennutzung zur Grundlastversorgung



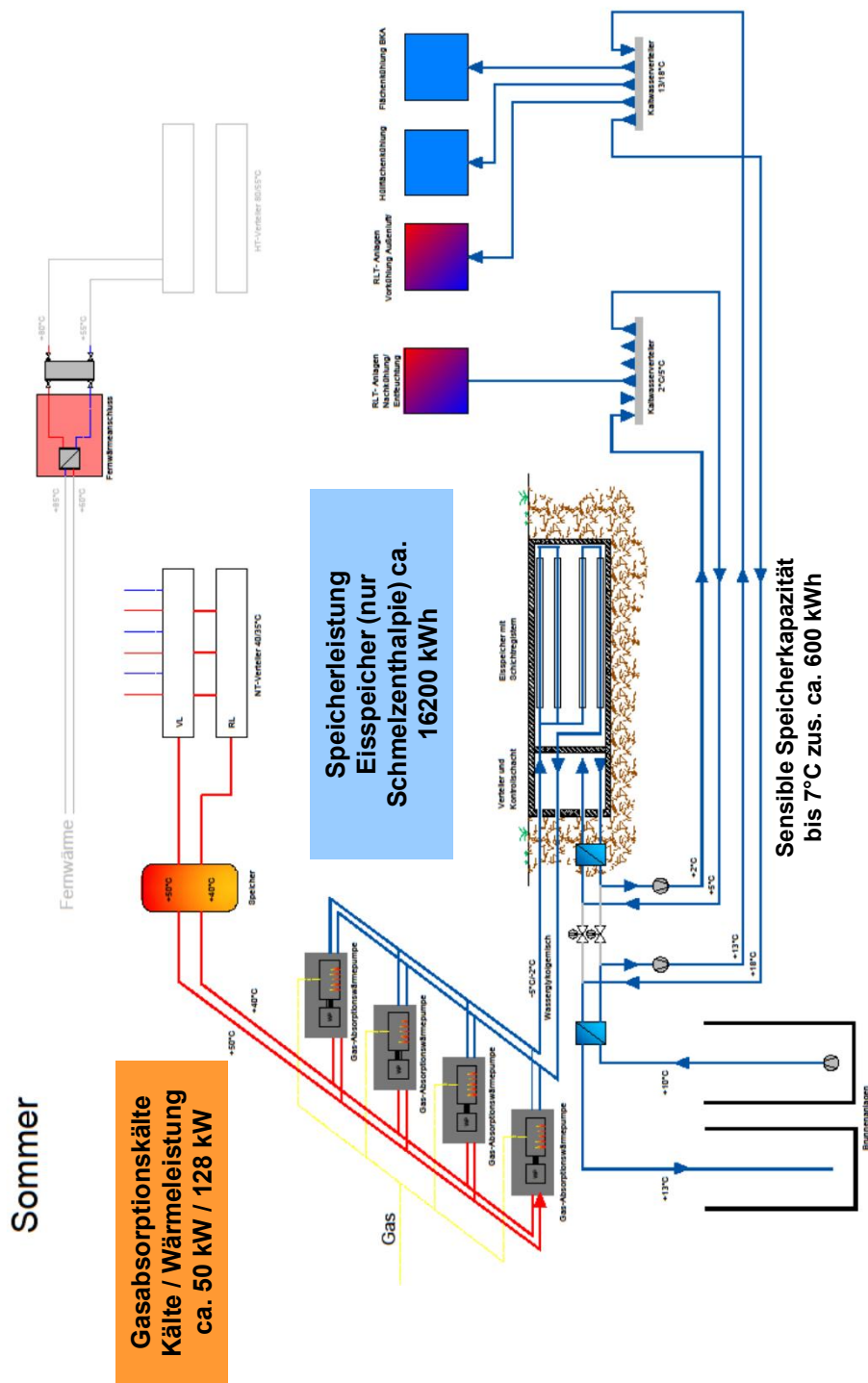
Eisspeicher mit ca. 400 m³ Bauvolumen
Durchmesser ca. 15,00 m, Höhe ca. 3,00 m

Köln Eifelwall -Neubau Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv

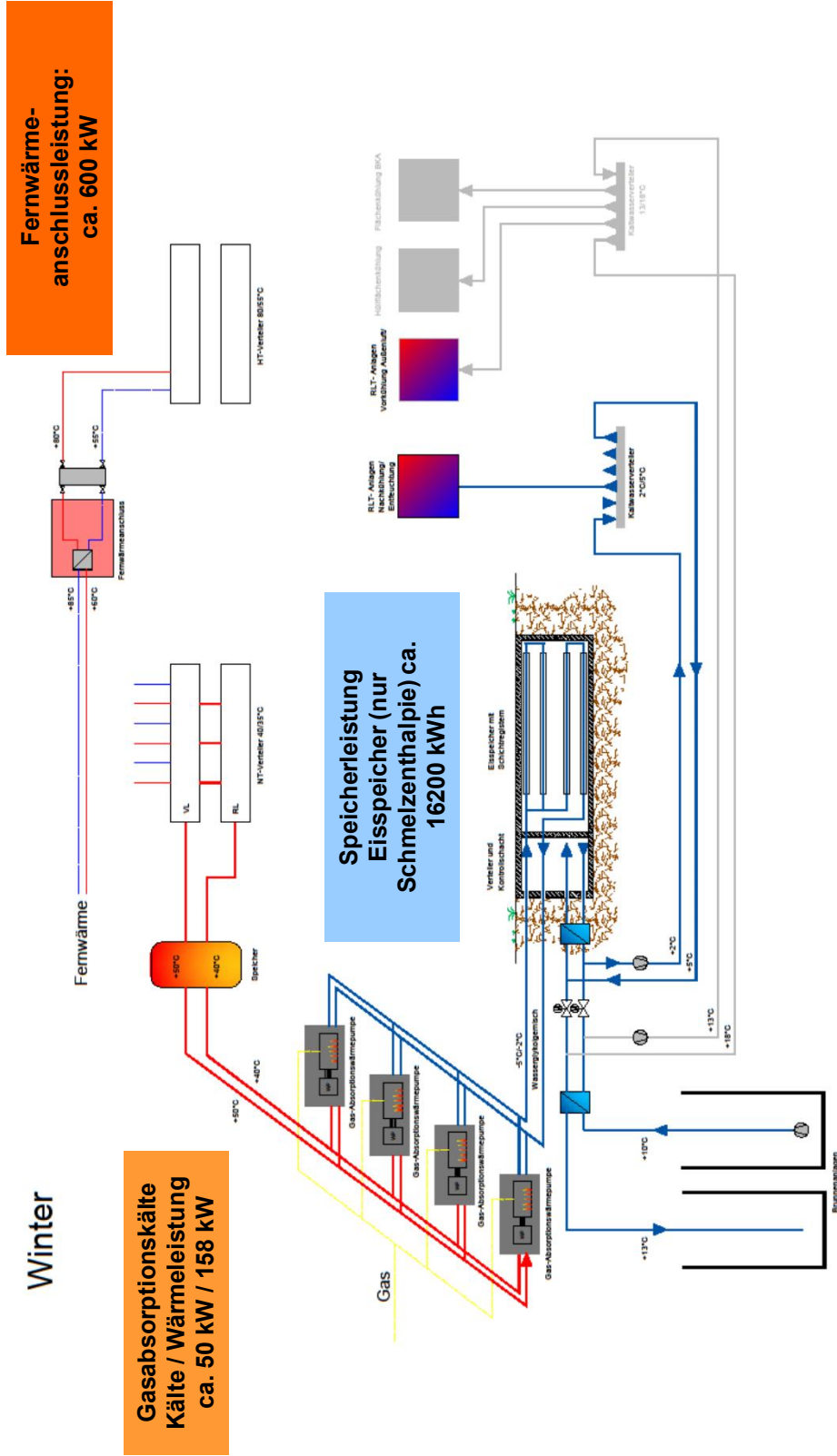
Variante 1 | Gas-Absorptionswärmepumpen mit Eisspeicher und Brunnennutzung



„Der Eisspeicher dient im „Heizbetrieb“ als Wärmequelle für den Betrieb der Absorptionswärmepumpen und im „Sommer“ als direkte Kältequelle“



Variante 1 | Gas-Absorptionswärmepumpen mit Eisspeicher und Brunnennutzung



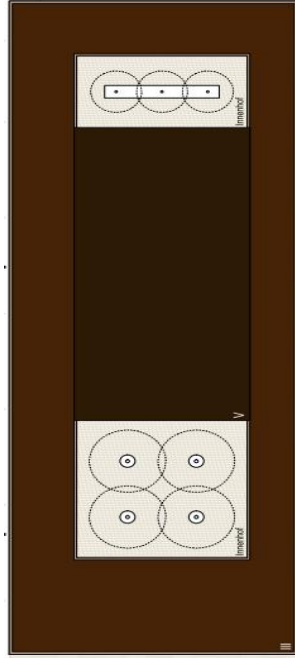
Variante 1 | Gas-Absorptionswärmepumpen mit Eisspeicher und Brunnennutzung

KONZEPT	MEHRWERT
<u>Wärme- und Kälteversorgung:</u> Als Grundversorgung zur Kälte- und Wärmeerzeugung werden Gas-Absorptionswärmepumpen eingesetzt. Die produzierte Kälte wird im Eisspeicher gepuffert und kann so für den diskontinuierlichen Kältebedarf optimal eingesetzt werden. Zusätzlich wird eine Brunnenanlage installiert, die eine Freie Kühlung im Sommer gewährleistet und im Winterfall als zweite Wärmequelle für die Wärmepumpen genutzt wird. Der Fernwärmeanschluss deckt den übrigen Wärmebedarf und dient zur Spitzenlastabdeckung, sowie zur Versorgungssicherheit des Betriebs. Das nutzungsgebot der Fernwärme wird berücksichtigt.	Das Eisspeicher- und Brunnenkonzept wird so auf das Projekt zugeschnitten, dass die die Hauptkältelast durch die Absorber abgedeckt wird. Zudem können Spitzenlasten über den Eisspeicher abgefahren werden, wenn die Wärme zus. über das RKW abgeführt werden kann. (Untervariante) Der Eisspeicher stellt für die Entfeuchtung ein optimales Temperaturniveau zur Verfügung. Die Regelung der Luftfeuchte in den technischen Anlagen durch die niedrige und konstante Temperatur wesentlich erleichtert. Die Brunnenanlage übernimmt in den Übergangs- und Sommerzeiten die Kälteversorgung des Gebäudes. Eine Regeneration des Erdreichs erfolgt im Winter über den Betrieb der Gas-Absorptionswärmepumpen.

Das Energiekonzept nutzt die regenerative Energiequelle Grundwasser.

Vergleichsvariante 2 | Fernwärme und Konventionelle Kältemaschine

Neubau Archiv Köln

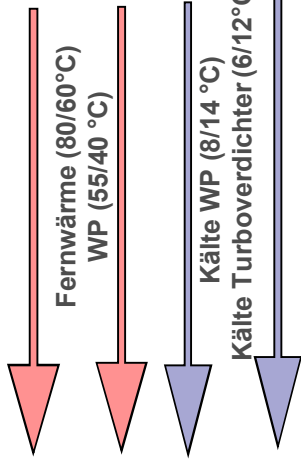


Freie Kühlung vorrangig für die BKA – Flächen und die Hüllflächentemperierung
ca. 75 kW

„Freie Kühlung“
(10/15°C)

Verzicht auf die Wärmepumpen mit Erdsonden ist möglich, wenn keine regenerative Kälteerzeugung erforderlich ist.
(In der Wirtschaftlichkeits-berechnung wird keine reg. Kälte berücksichtigt)

Fernwärmeanschlussleistung: ca. 650 kW
Option: Zus. reversible Wärmepumpe mit Erdsonden 100 kW



Kältemaschine
Ölfr. Turboverdichter
Rückkühlung
(45/40°C)



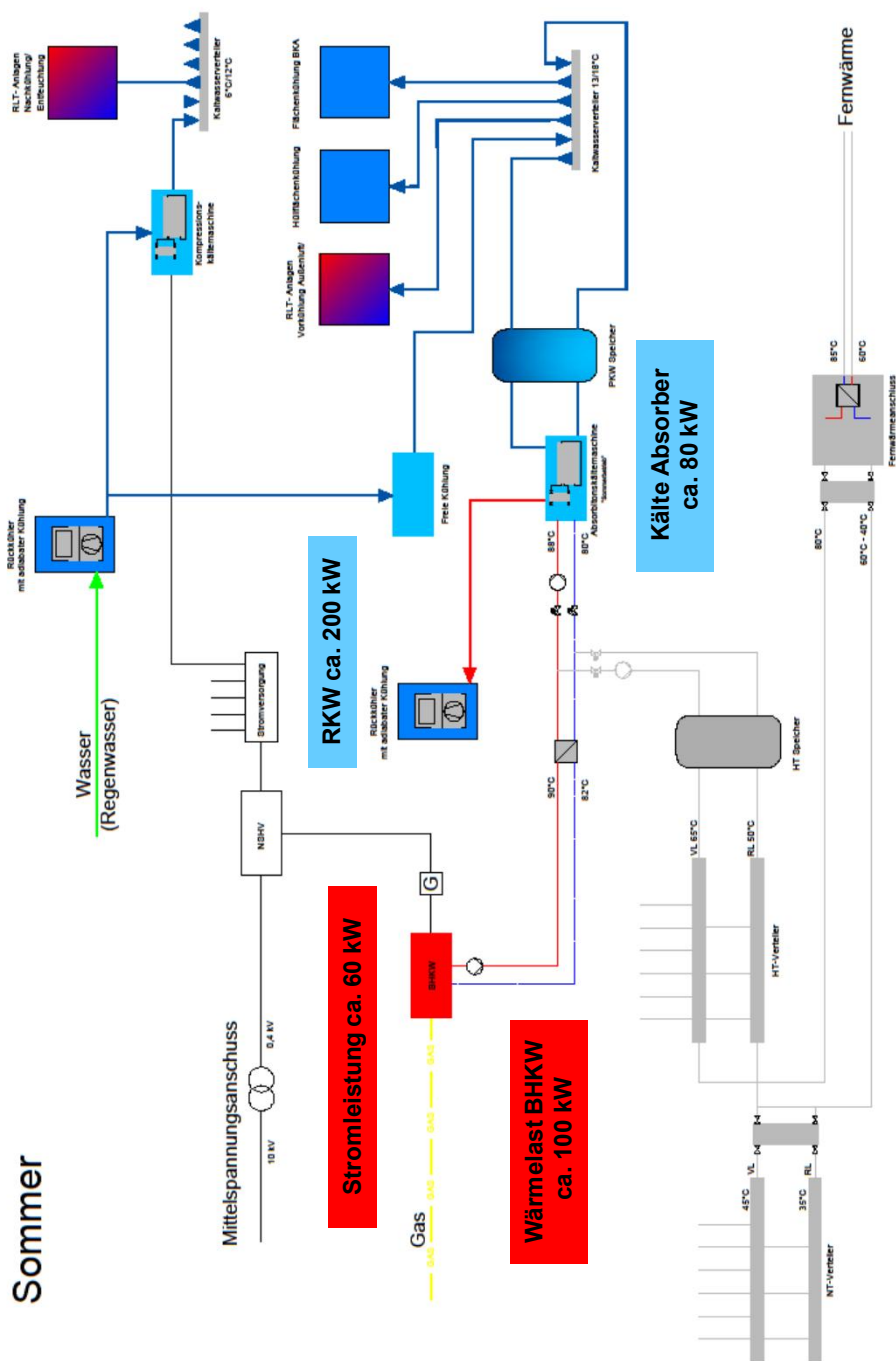
Hybrid- Rückkühler

Rückkühlwerk ca. 780 kW

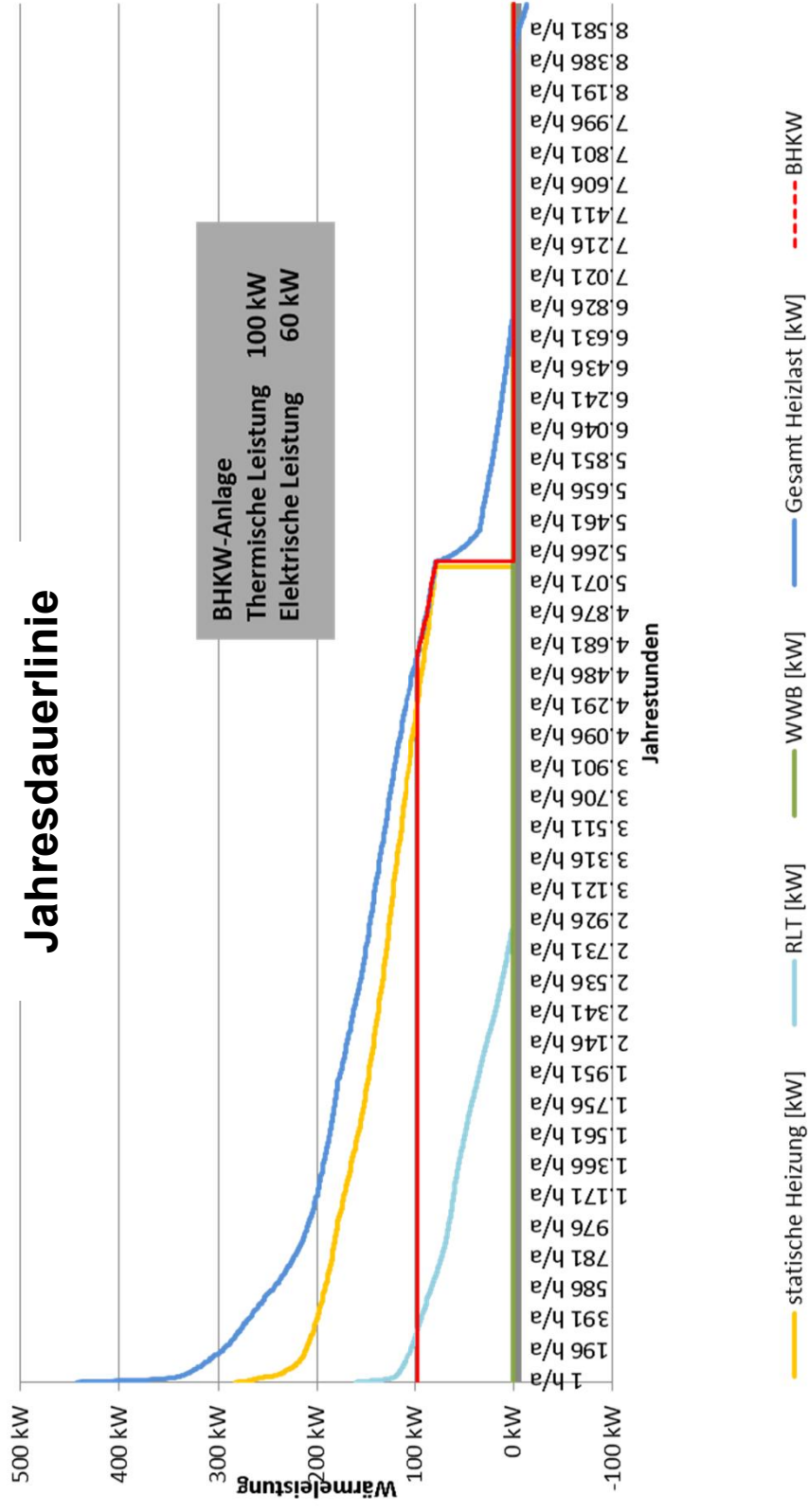
Leistungen:
Kältemaschinen ca. 570 kW
Rev. WP ca. 77 kW

Variante 3 | Absorptionswärmepumpe mit Grundlast-BHKW

Sommer



Energiekonzept | BHKW-Anlage



Abschätzung

Zusammenstellung Technische Leistung und Verbrauch
(ohne regenerative Kälte für VAR 2)

Energiekonzept
(direkte Kühlung und Leistungsbedarf 32-36 °C vernachlässigbar, wird nicht berücksichtigt)

Darstellung Leistung und

13.03.2014
wie

VAR 1		VAR Verbrauch		VAR 3
Gasabsorptionskälte + Brunnenkühlung		Konvent. Kälte ohne reg. Kälte (rev. WP)	BHKW mit Absorber	KWK
Investition BTA	645.800,00 €	308.000,00 €		464.100,00 €
Erforderliche Wärmeleistung	766,28 kW	766,28 kW		766,28 kW
Erforderliche Kälteleistung	652,28 kW	652,28 kW		652,28 kW
Erforderlicher Stromanschluss:	551,48 kW	551,48 kW		551,48 kW
Wärmebedarf	1.282.513 kWh/a	1.282.513 kWh/a		1.282.513 kWh/a
Kältebedarf ohne BTA	294.454 kWh/a	294.454 kWh/a		294.454 kWh/a
zus. Kältebedarf BTA	49.278 kWh/a	49.278 kWh/a		49.278 kWh/a
Strombedarf gesamt	490.000 kWh/a	490.000 kWh/a		490.000 kWh/a
Gasanschlussleistung Absorber / BHKW	128,50 kW			
Wärmeleistung WP		529.271 kWh/a	612.761 kWh/a	289.144 kWh/a
Wärmeleistung Gas-Absorber		39.271 kWh/a	122.761 kWh/a	-200.856 kWh/a
Wärmeleistung BHKW		679.902 kWh/a	1.282.513 kWh/a	779.815 kWh/a
Gesamtbilanz		487.016 kWh/a	0 kWh/a	912.591 kWh/a
Strommenge gesamt für CO₂-Bilanz				
Stromverbrauch ohne Verbraucher				
Fernwärme	entfällt, nur optional			
K Gas	80,00 kW	80,00 kW		80,00 kW
K Gas	50,50 kW			81,00 kW
Rückkühlleistung	427,78 kW	572,28 kW		491,28 kW
Kälteleistung elektr. KM ohne 36°-Kühlung	580,55 kW	776,66 kW		845,23 kW
Stromleistung BHKW	246,50 kW	391,00 kW		310,00 kW
Stromleistung BTK (Brunnenkühlung)				60,00 kW
Stromleistung rev. WP	3,70 kW			
Wärmemenge Gas-Absorber	602.611 kWh/a			
Wärmemenge BHKW				502.698 kWh/a
Wärmemenge WP				
Geothermie WP		0 kWh/a		
		0 kWh/a		

Abschätzung Leistung und Energiebedarf für Variantenvergleich

	VAR 1	VAR 2	VAR 3
	Gasabsorptionskälte	Konvent. Kälte	KWK-BHKW mit Absorber
	+ Brunnenkühlung	+ rev. WP (W/K=120/95)	

CO₂-Emission	Werte gem. Vorgabe Stadt Köln, 261 / 43 Energiemanagement		
Strom Rheinenenergie	289 g/kWh		
Fernwärme Rheinenenergie Köln Mitte	79 g/kWh		
Erdgas	227 g/kWh		
CO₂-Bilanz gesamt, einschl. Stromverbraucher			
CO ₂ aus Strom	VAR 1	VAR 2	VAR 3
	152.959 kg/a	177.088 kg/a	83.563 kg/a
CO ₂ aus Fernwärme	53.712 kg/a	101.319 kg/a	61.605 kg/a
CO ₂ aus Gasverbrennung	110.553 kg/a	0 kg/a	207.158 kg/a
Summe CO ₂ :	317.224 kg/a	278.407 kg/a	352.326 kg/a
	90%	79%	100%

Energiekostenabschätzung	VAR 1	VAR 2	VAR 3
über gemittelte Energiepreise	Gasabsorptionskälte + Brunnenkühlung	Konvent. Kälte ohne reg. Kälte (rev. WP)	KWK BHKW mit Absorber
Stromkosten	92.622,37 €	107.233,25 €	104.736,92 €
Gaskosten	28.733,92 €	0,00 €	53.842,86 €
Fernwärmekosten	71.002,40 €	117.040,90 €	80.020,34 €
Vergütung Stromeigenbedarf	0,00 €	0,00 €	-27.886,74 €
Vergütung aus Stromeinspeisung ins öffentliche Netz	0,00 €	0,00 €	-14.143,50 €
Gesamtkosten	192.358,69 €	224.274,15 €	196.569,87 €
	86%	100%	88%

Abschätzung der Kosten für Variantenvergleich

	VAR 1	VAR 2	VAR 3
	Gasabsorptionskälte + Brunnenkühlung	konvent. Kälte + rev. WP (W/k=120/95)	KWK-BHKW mit Absorber
Investition BTA	645.800,00 €	453.400,00 €	464.100,00 €
Erforderliche Wärmeleistung	766,28 kW	766,28 kW	766,28 kW
Kostenzusammenstellung für Kälteerzeugungsvarianten			
	VAR 1	VAR 2	VAR 3
	netto	brutto	brutto
Fernwärme	20.000,00 €	23.800,00 €	23.800,00 €
Gasabsorber 50,5 / 128,5 kW)	95.000,00 €	113.100,00 €	113.100,00 €
Eisspeicher	240.000,00 €	285.600,00 €	285.600,00 €
KM A 246 kW	135.575,00 €	161.400,00 €	161.400,00 €
KM B 314 kW	172.700,00 €	205.600,00 €	205.600,00 €
KM C 310 kW	170.500,00 €	202.900,00 €	202.900,00 €
zus. Kälte 70 kW (Wegfall WP)	38.500,00 €	45.900,00 €	45.900,00 €
Erdsonden/ WP nur Option	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Optim. Schächte WP entfällt	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Brunnen 74 kW	52.000,00 €	61.900,00 €	61.900,00 €
BHKW 60 kW elctr.	87.756,30 €	104.500,00 €	104.500,00 €
Absorber 80 kW	41.600,00 €	49.600,00 €	49.600,00 €
zus. RKW 200 kW	70.000,00 €	83.300,00 €	83.300,00 €
Summe		645.800,00 €	645.800,00 €

Hinweise:

Eine Kälteversorgung mit regenerativer Energie wird als nicht erforderlich vorausgesetzt. (siehe Planungsprotokoll 13.2.14, Angabe M-BBM)

Die Kosten für die erforderliche Spitzenkühlung ab 32°C sind Gründen der Kostenvergleichbarkeit nicht saldiert.

MAJBR\320801_EIF\02_VORPLANUNG\02-02_HLS\02-02-11_Berechnungen\Lüftung-Kälte\140313_Variantenvergleich_EIF_ohne_Anforderung_reg_Kälte.xlsx wie_06.03.14

davon Eigenstromverbrauch			-150.000 kWh/a
Strombedarf Brunnenkühlung	2.464 kWh/a		
Strombedarf WP		35.093 kWh/a	
Strombedarf Kühlung / Stromerzeugung	39.271 kWh/a	142.737 kWh/a	
Fernwärmemenge	679.902 kWh/a	1.207.513 kWh/a	779.814 kWh/a
Gesamtbilanz			
Strommenge für CO ₂ -Bilanz	529.271 kWh/a	632.737 kWh/a	289.144 kWh/a
Stromverbrauch ohne Verbraucher	39.271 kWh/a	142.737 kWh/a	-200.856 kWh/a
Fernwärme	679.902 kWh/a	1.207.513 kWh/a	779.814 kWh/a
Gas	487.016 kWh/a	0 kWh/a	912.591 kWh/a

Köln Eifelwall -Neubau Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv

Variantenvergleich | Eisspeicher mit Absorptionskälte

Berechnungsgrundlage: Kälteleistung Absorber: Wärmeleistung Absorber:	50 kW
	128 kW
Prognostizierte Kältemengen: Absorber Brunnen: Turboverdichter:	191.000 kWh/a
	50.000 kWh/a
	103.000 kWh/a
Prognostizierte Wärmemenge: Absorber Fernwärme:	602.000 kWh/a
	680.000 kWh/a

Variante 1: Absorptionskältemaschine mit Eisspeicher und
Brunnennutzung, zusätzlich konventionelle Kälte und
Fernwärme

- alle Preise brutto -

Kapitalgebundene Kosten

	Wärmepumpe (150/50kW)	Eisspeicher und Brunnen	Kältemaschine konventionell (250kW)
Summe Invest	15 a	50 a	15 a
645.800,00 €	113.100,00 €	347.500,00 €	161.400,00 €
Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten			
Anschaffungspreis	2,0%	2,0%	2,0%
Preissteigerung kapitalgebundener Kosten	1,0%	0,1%	1,0%
Wartungsfaktor	1,5%	0,1%	2,0%
Instandhaltungsfaktor	0 h/a	1 h/a	1 h/a
Zeilaufwand Bedienung	1	0	1
Ersatzinvestitionen	0,33	0,50	0,33
Restwertfaktor	21,001	21,001	21,001
Barwertfaktor kap. Kosten	1,240	1,240	1,240
Preisdynamischer Annuitätsfaktor kap. Kosten	-	-	-
Barwert der Ersatzbeschaffung	94.213,75 €	-	134.448,26 €
Restwert der Anlage	22.808,27 €	78.104,01 €	32.548,68 €
Annuität der Komponenten	12.996,57 €	16.335,82 €	19.547,43 €
Annuität der kapitalgebundenen Kosten			
			50.769,87 €

Verbrauchsgebundene Kosten

	Energiebedarf Gas für WP	Energiebedarf Strom für konv. Kälte	Energiebedarf Wärme aus FW	
Energieträger	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Preissteigerung	487.016 kWh/a	39.271 kWh	679.902 kWh	0,0000 €/kWh
Benötigte Menge	0,0590 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,0913 €/kWh	23,522
Kosten (Mischpreise)	23,522	23,522	23,522	1,389
Barwertfaktor	1,389	1,389	1,389	0,00
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	39.904,23	9.544,07	86.206,65	135.654,95 €
Annuität der einzelnen Verbräuche				
Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten				

Variantenvergleich | Eisspeicher – BHKW - Fernwärme

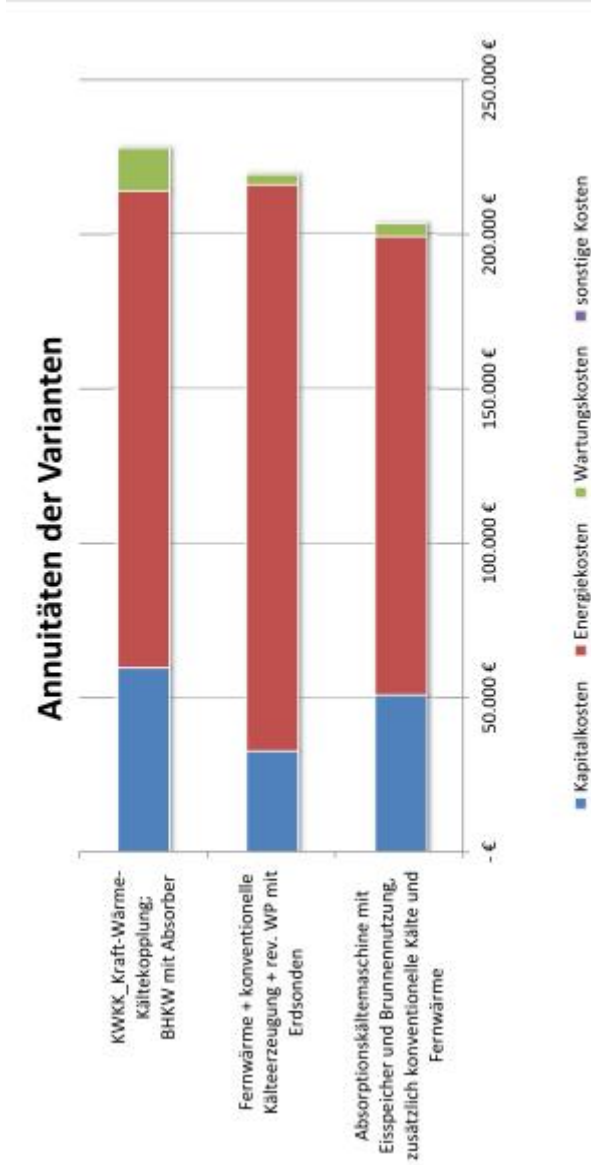
	VAR 1	VAR 2	VAR 3
Kapitalkosten	50.769,87 €	32.579,95 €	59.574,40 €
Energiekosten	148.052,46 €	182.871,56 €	153.896,16 €
Wartungskosten	4.265,88 €	3.517,60 €	13.937,72 €
sonstige Kosten	- €	- €	- €
jährliche Annuität	203.088,21 €	218.969,10 €	227.408,28 €

VAR 1:
Eisspeicher-Absorptionkälte –
zus. FW und konv. Kälte
Jährliche Annuität: 203.000 €
Differenz zu 2: -16.000 €

VAR2: (Vergleichsvariante)
Vergleichsvariante FW +
konventionelle
Kälteerzeugung:
Jährliche Annuität: 219.000 €

VAR 3:
BHKW / Absorber:
Jährliche Annuität: 227.500 €
Differenz zu 2: +18.000 €

Die Berücksichtigung einer
zusätzlich erforderlichen
reversiblen WP für die Variante 2
führt zu einer wirtschaftlichen
Verschlechterung derselben.



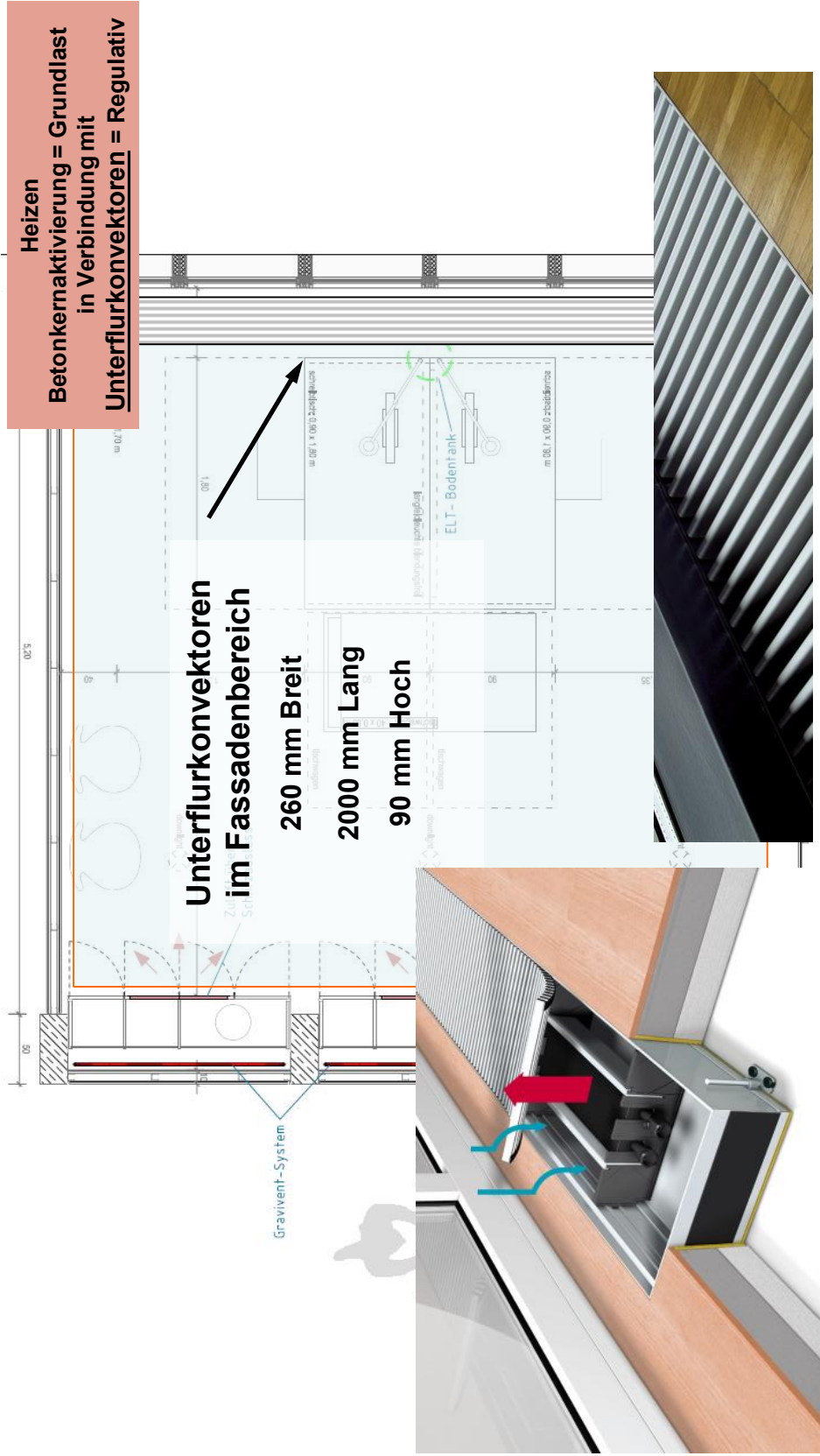
Energiekonzept | Variantengegenüberstellung

Option 1	Option 2	Option 3
Eisspeicher mit Absorptionskälte + Fernwärme und konventionelle Kältemaschinen	Konventionelle Kälte und Fernwärme ohne reversible WP / Erdsonden (Vergleichsoption ohne Anforderung an reg. Kälte)	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung BHKW plus Absorptionskälte
Vorteile Reduzierung der Kälteleistung Verkleinerung Rückkühlwerk gegenüber VAR 2 + 3 optimale Systemtemperaturen zur Entfeuchtung (Anforderung an Archivgut) höhere Versorgungssicherheit durch zus. Kälte aus Wärme	Vorteile übliche Standardtechnik keine Gasversorgung erforderlich	Vorteile eigene Stromerzeugung = Grundlastversorgung Laufzeitverlängerung durch Kälteerzeugung wirtschaftliche Variante (jedoch abhängig von Strompreisvergütung)
geringste Energiekosten guter Primärenergiefaktor für Grundlast Regenerative Energie durch Brunnenkühlung im Sommer und Regeneration im Winter Wirtschaftliche Variante	Nachteile höchster Energieverbrauch Grundlast abhängig von Stromversorgung Vergrößerung Rückkühlwerk gegenüber VAR 1 keine regenerative Kälteversorgung unwirtschaftliche Variante für Kälteerzeugung	Nachteile Schornsteinanlage für BHKW Vergrößertes Rückkühlwerk erforderlich (zus. ca. 200 kW, 900 kW statt 700 kW) höherer Wartungsaufwand
Nachteile Platzbedarf für Eisspeicherbauwerk Schornsteinanlage für Absorber	Bemerkungen: additiv adiabate Kühlung über WRG Nutzung reg. Energie nur mit zus. reversibel arbeitender WP mit Geothermienutzung	Bemerkungen: additiv adiabate Kühlung über WRG für Brunnennutzung zus. WP-Anlage zur Heizung erforderlich (optional, nicht berücksichtigt)
Bemerkungen: additive Brunnenkühlung berücksichtigt		

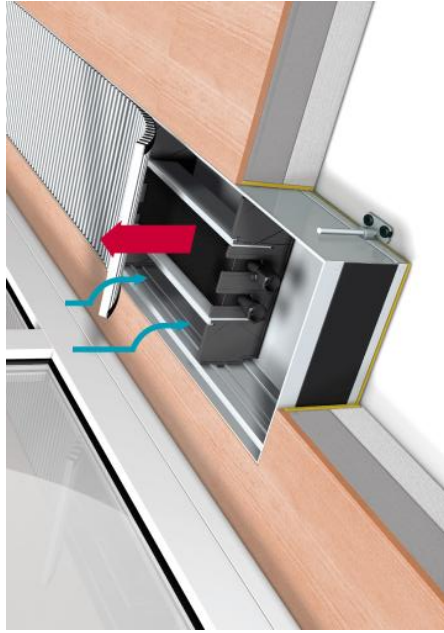
Empfehlung: Planung und Umsetzung der Variante 1

Köln Eifelwall -Neubau Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv

Energieverteilung | Unterflurkonvektor



Energieverteilung | Unterflurkonvektor

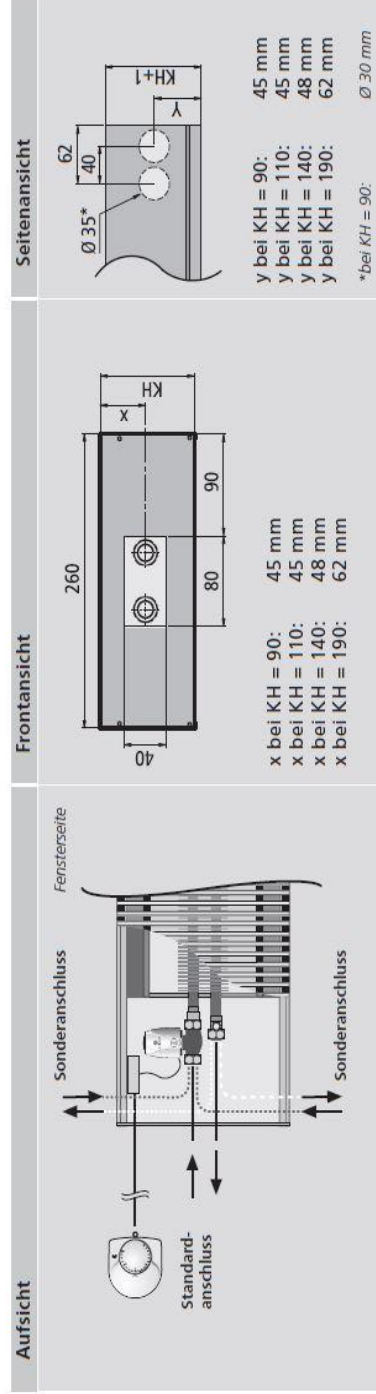


Heizlast bei einem 26,8 m² Raum: ca. 600 W

Abdeckung der Heizlast durch einen Konvektor

je: 356 W bei 65/55°C

→ demnach 2 Konvektoren erforderlich



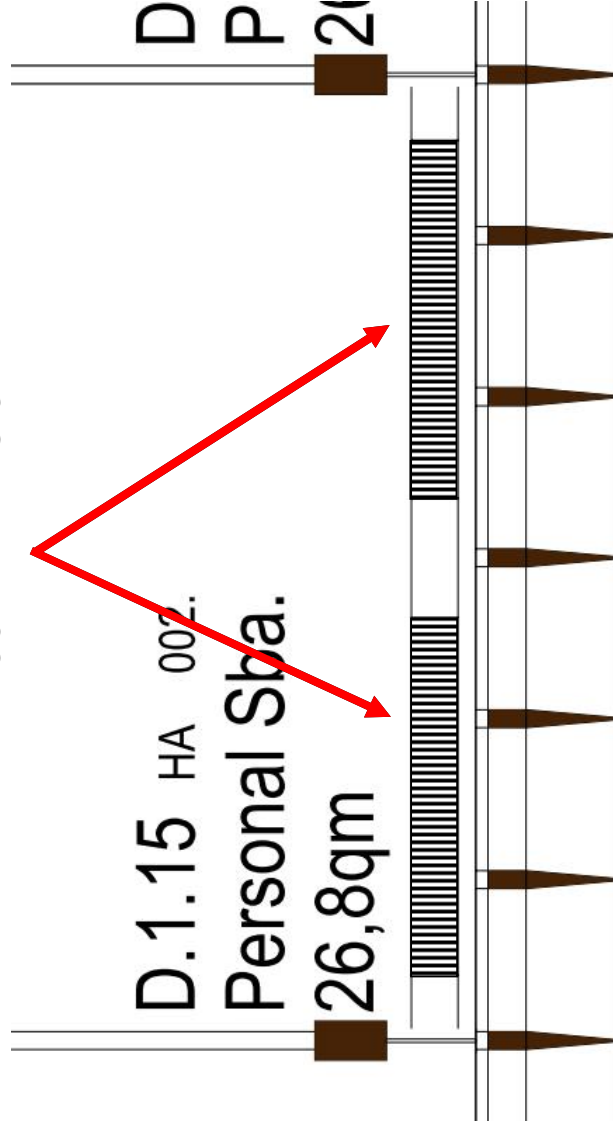
Energieverteilung | Unterflurkonvektor

Unterflurkonvektor (natürliche Konvektion):

2000 mm Lang

90 mm Hoch

260 mm Breit



Energieverteilung | Vor- und Nachteile

Unterflurkonvektor	Heizkörper
<u>Vorteil:</u> - geringste Einschränkung in der Raumnutzung - positive Optik - gestalterische Freiheiten an den Wänden <u>Nachteil:</u> - höhere Systemtemperaturen - hoher Reinigungsaufwand (Hygiene) - höhere Kosten (Invest und Wartung) - externe Regeleinheit (Thermostat)	<u>Vorteil:</u> - geringe Kosten (Invest und Wartung) - einfache Reinigung (Hygiene) <u>Nachteil:</u> - Platzbedarf - geringere Flexibilität für die Wände

Wegen der besseren Raumnutzung wird der Konvektor empfohlen

Kostenermittlung und -vergleich gebäudetechnischer Anlagen

- nach VDI 2067 Blatt 1 -

Annuitäten für drei Varianten der Kälte und Wärmeversorgung mit konventioneller Vergleichsvariante 2 ohne regenerative Kälte

für

das Projekt

*Historisches Archiv und Rheinisches
Bildarchiv,
Eifelwall*

Dokumentationsstand 13.03.2014

Bearbeiter: wie, 06.03.14

Grundsätzliches:

Die Wirtschaftlichkeit von Investitionen kann unter anderem mit der hier verwendeten Annuitätenmethode überprüft werden. Das Annuitätsverfahren gestattet es, einmalige Zahlungen/Investitionen und laufende Zahlungen mit Hilfe des Annuitätsfaktors während eines Betrachtungszeitraumes zusammenzufassen. (VDI 2067 Blatt1)

kurze Beschreibung der Varianten:

Variante 1: Absorptionswärmepumpe, Pufferung mit 400m³ Eisspeicher. Zusätzlich noch konventionelle Geräte (Fernwärme & elektr. Kältemaschine) und Brunnenutzung für BTA

Variante 2: Fernwärme & elektr. Kältemaschine
(ohne regenerative Wärme und Kälte ,
WP und Erdsonden optional führen zu Mehrkosten)

Variante 3: KWKK
BHKW + Absorptionskältemaschine

Variante 4:

Variante 5: Energiebedarfsabschätzung aus:
M:\IBB\320801_EIF\02 VORPLANUNG\02-02 HLS\02-02-11 Berechnungen\Bauphysik-allg.
Berechnungen\140114_Übersicht Energiebedarf LP2-wie.xlsx

getroffene Annahmen

Betrachtungszeitraum	25 Jahre
Zinsfaktor	3,25%
Annuitätenfaktor	0,059

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067/1

Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv, EifelwallKöln

Variante 1: Absorptionskältemaschine mit Eisspeicher und
Brunnennutzung, zusätzlich konventionelle Kälte und
Fernwärme

- alle Preise brutto -

Kapitalgebundene Kosten

		Wärmepumpe (160/50kW)	Eisspeicher und Brunnen	Kältemaschine konventionell (250kW)	Fernwärme (600kW)
Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten	Summe Invest	15 a	50 a	15 a	30 a
Anschaffungspreis	645.800,00 €	113.100,00 €	347.500,00 €	161.400,00 €	23.800,00 €
Preissteigerung kapitalgebundener Kosten		2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Wartungsfaktor		1,0%	0,1%	1,0%	1,0%
Instandhaltungsfaktor		1,5%	0,1%	2,0%	2,0%
Zeitaufwand Bedienung		0 h/a	1 h/a	1 h/a	0 h/a
Ersatzinvestitionen		1	0	1	0
Restwertfaktor		0,33	0,50	0,33	0,17
Barwertfaktor kap. Kosten		21,001	21,001	21,001	21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor kap. Kosten		1,240	1,240	1,240	1,240
Barwert der Ersatzbeschaffung		94.213,75 €	- €	134.448,26 €	- €
Restwert der Anlage		22.808,27 €	78.104,01 €	32.548,68 €	1.783,09 €
Annuität der Komponenten		12.996,57 €	16.335,82 €	19.547,43 €	1.890,06 €
Annuität der kapitalgebundenen Kosten					50.769,87 €

10,44303038

Verbrauchsgebundene Kosten

	Energiebedarf für WP	Energiebedarf Strom für konv. Kälte	Energiebedarf Wärme aus FW		
Energieträger					
Preissteigerung	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Benötigte Menge	487.016 kWh/a	39.271 kWh	679.902 kWh		
Kosten (Mischpreise)	0,0590 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,1044 €/kWh	0,0000 €/kWh	0,0000 €/kWh
Barwertfaktor	23,522	23,522	23,522	23,522	23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389
Annuität der einzelnen Verbräuche	39.904,23	9.544,07	98.604,17	0,00	0,00
Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten					148.052,46 €

Betriebsgebundene Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten		2,0%
Bedienung	Stundenlohn für Bedienung: 55 €/h	110,00 €
Reinigung		- €
Wartung		3.330,50 €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor betriebsgebundene Kosten		21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor betr. Kosten		1,240
Annuität der betriebsgebundenen Kosten		4.265,88 €

Sonstige Kosten

Preissteigerung sonstige Kosten		3,00%
Allgemeine Abgaben		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor sonstige Kosten		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor sonst. Kosten		1,389
Annuität sonstige Kosten		- €

Einnahmen

Steigerung der Einnahmen		3,0%
Einnahmen durch Betrieb der Anlage		- €
Barwertfaktor Einnahmen		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor Einnahmen		1,389
Annuität Einnahmen		- €

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067/1

Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv, EifelwallKöln

Variante 2: Fernwärme + konventionelle Kälteerzeugung + rev. \

- alle Preise netto -

Kapitalgebundene Kosten

	Elektr. KM ohne WP (320kW + 70kW)	Fernwärme (770kW)
Nutzungsdauer der Variante Fernwärme + konventionelle Kälteerzeugung + rev. WP mit Erdsonden	15 a	30 a
Anschaffungspreis	251.500,00 €	26.700,00 €
Preissteigerung kapitalgebundener Kosten	2,0%	2,0%
Wartungsfaktor	1,0%	1,0%
Instandhaltungsfaktor	2,0%	2,0%
Zeitaufwand Bedienung	1 h/a	0 h/a
Ersatzinvestitionen	1	0
Restwertfaktor	0,33	0,17
Barwertfaktor kap. Kosten	21,001	21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor kap. Kosten	1,240	1,240
Barwert der Ersatzbeschaffung	209.502,72 €	- €
Restwert der Anlage	50.718,66 €	2.000,36 €
Annuität der Komponenten	30.459,59 €	2.120,36 €
Annuität der kapitalgebundenen Kosten		32.579,95 €

8,956417053

Verbrauchsgebundene Kosten

	Energiebedarf Fernwärme	Energiebedarf Kälte	Energiebedarf Strom	Medienbedarf Wasser	Sonstiger Bedarf
Energieträger	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Preissteigerung	1.207.513 kWh	kWh	122.761 kWh	m³	m³
Benötigte Menge	0,091 €/kWh	0,0000 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,00 €/m³	- €/a
Kosten (Mischpreise)	23,522	23,522	23,522	23,522	23,522
Barwertfaktor	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	153.036,82	0,00	29.834,73	0,00	0,00
Annuität der einzelnen Verbräuche					
Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten					182.871,56 €

Betriebsgebundene Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten		2,0%
Bedienung	Stundenlohn für Bedienung: 55 €/h	55,00 €
Reinigung		- €
Wartung		2.782,00 €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor betriebsgebundene Kosten		21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor betr. Kosten		1,240
Annuität der betriebsgebundenen Kosten		3.517,60 €

Sonstige Kosten

Preissteigerung sonstige Kosten		3,0%
Allgemeine Abgaben		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor sonstige Kosten		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor sonst. Kosten		1,389
Annuität sonstige Kosten		- €

Einnahmen

Steigerung der Einnahmen		3,0%
Einnahmen durch Betrieb der Anlage		- €
Barwertfaktor Einnahmen		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor Einnahmen		1,389
Annuität Einnahmen		- €

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067/1

Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv, EifelwallKöln

Variante 3: **KWKK_Kraft-Wärme-Kältekopplung;
BHKW mit Absorber**

- alle Preise brutto -

Kapitalgebundene Kosten

		Fernwärme	Absorber 80kW	BHKW (100 kW thermisch)	Kältemaschine konventionell (240kW)
Nutzungsdauer der Variante Wärme (Holz&Gas) & Kälte	Summe Invest	30 a	15 a	15 a	15 a
Anschaffungspreis	464.100,00 €	23.800,00 €	132.900,00 €	104.500,00 €	202.900,00 €
Preissteigerung kapitalgebundener Kosten		2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Wartungsfaktor		1,0%	1,0%	2,0%	1,0%
Instandhaltungsfaktor		2,0%	1,5%	6,0%	2,0%
Zeitaufwand Bedienung		0 h/a	0 h/a	100 h/a	1 h/a
Ersatzinvestitionen		0	1	1	1
Restwertfaktor		0,17	0,33	0,33	0,33
Barwertfaktor kap. Kosten		21,001	21,001	21,001	21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor kap. Kosten		1,240	1,240	1,240	1,240
Barwert der Ersatzbeschaffung		- €	110.707,40 €	87.049,84 €	169.018,30 €
Restwert der Anlage		1.783,09 €	26.801,23 €	21.073,96 €	40.917,76 €
Annuität der Komponenten		1.890,06 €	15.271,83 €	17.838,95 €	24.573,56 €
Annuität der kapitalgebundenen Kosten					59.574,40 €

Verbrauchsgebundene Kosten

	Gasbedarf BHKW	Wärme aus FW	Strombedarf Kälte	Einspeisung öffentl. Netz	Eigenstrom aus BHKW
Energieträger					
Preissteigerung	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Benötigte Menge	912.591 kWh	779.815 kWh	108.497 kWh	150.000 kWh	159.353 kWh
Kosten (Mischpreise)	0,059 €/kWh	0,1026 €/kWh	0,1750 €/kWh	-0,0943 €/kWh	-0,1750 €/kWh
Barwertfaktor	23,522	23,522	23,522	23,522	23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389
Annuität der einzelnen Verbräuche	74.774,21	111.123,25	26.368,14	-19.641,77	-38.727,68
Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten					153.896,16 €

Betriebsgebundene Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten		2,0%
Bedienung	Stundenlohn für Bedienung:	55 €/h
Reinigung		- €
Wartung		5.686,00 €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor betriebsgebundene Kosten		21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor betr. Kosten		1,240
Annuität der betriebsgebundenen Kosten		13.937,72 €

Sonstige Kosten

Preissteigerung sonstige Kosten		3,0%
Allgemeine Abgaben		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor sonstige Kosten		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor sonst.. Kosten		1,389
Annuität sonstige Kosten		- €

Einnahmen

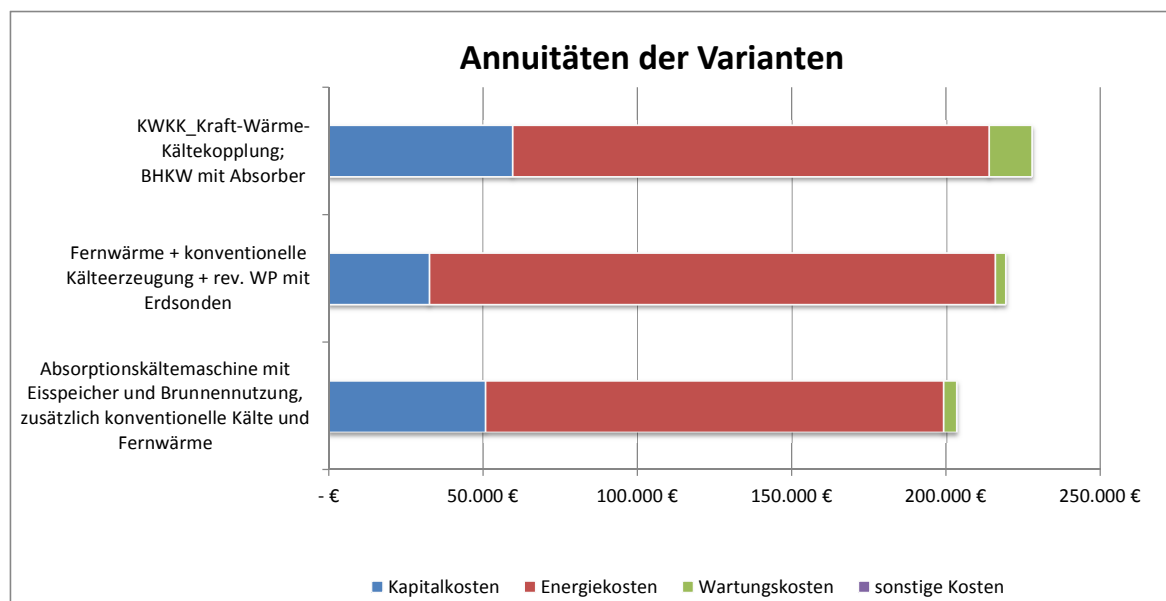
Steigerung der Einnahmen		3,0%
Einnahmen durch Betrieb der Anlage		- €
Barwertfaktor Einnahmen		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor Einnahmen		1,389
Annuität Einnahmen		- €

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067/1

Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv, EifelwallKöln

Vergleich der Varianten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	Absorptionskältemaschine mit Eisspeicher und Brunnennutzung, zusätzlich konventionelle Kälte und Fernwärme	Fernwärme + konventionelle Kälteerzeugung + rev. WP mit Erdsonden	KWKK_Kraft-Wärme-Kältekopplung; BHKW mit Absorber
Kapitalkosten	50.769,87 €	32.579,95 €	59.574,40 €
Energiekosten	148.052,46 €	182.871,56 €	153.896,16 €
Wartungskosten	4.265,88 €	3.517,60 €	13.937,72 €
sonstige Kosten	- €	- €	- €
jährliche Annuität	203.088,21 €	218.969,10 €	227.408,28 €
jährliche Einnahmen	- €	- €	- €
jährliche Kosten	-203.088,21 €	-218.969,10 €	-227.408,28 €
Rang	1	2	3



Hist. Archiv, Eifelwall
- Zusammenfassung der Ergebnisse -

	Variante 1 (Absorptionskältemaschine mit Eisspeicher und Brunnennutzung, Fernwärme)	Variante 2 (konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)	Variante 3 (Blockheizkraftwerk mit Absorber)
Investitionsbetrag ¹⁾ (Nominalwerte)	875.737,09 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	377.253,11 € <i>-498.483,98 € -56,92%</i>	629.342,81 € <i>-246.394,29 € -28,14%</i>
Folgekosten ^{2), 3)} i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	7.108.913,58 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	8.500.577,35 € 1.391.663,77 € 19,58%	10.755.214,74 € 3.646.301,17 € 51,29%
Ersparnisse ⁴⁾ und Erlöse ⁵⁾ i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	0,00 €	0,00 €	2.459.353,15 €
Summe Investitionsbetrag u. Folgekosten abzgl. Ersparnisse und Erlöse (Nominalwerte)	7.984.650,67 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	8.877.830,46 € 893.179,79 € 11,19%	8.925.204,40 € 940.553,74 € 11,78%
Kapitalwert der Investition ⁶⁾	5.006.204,64 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	5.399.803,26 € 393.598,62 € 7,86%	5.543.877,04 € 537.672,40 € 10,74%

¹⁾ Herstellungskosten (Baukosten plus Baunebenkosten und Bauzeitinsen)
²⁾ Bauunterhaltungs- und Heizenergiekosten, Strom- und Wartungskosten
³⁾ Betriebskosten, die für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht relevant sind, weil sie bei jeder Bauvariante in gleicher Höhe und zum gleichen Zeitpunkt anfallen, sind nicht berücksichtigt.
⁴⁾ Stromkostenersparnisse durch Eigenverbrauch von erzeugtem Strom (nur bei Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerk)
⁵⁾ Erlöse durch Einspeisung von erzeugtem Strom ins öffentl. Stromnetz (nur bei Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerk)
⁶⁾ Summe der Kapitalwerte der Kosten abzgl. des Kapitalwertes des Anlagenrestwertes abzgl. des Kapitalwertes der Ersparnisse und Erlöse

Grundannahmen:

Diskontierungszinssatz	3,25%
Preissteigerungsrate für Heizenergie und Strom	3,00%
Preissteigerungsrate für Bauunterhaltungskosten	2,00%
Preissteigerung für sonstige Kosten	2,00%
Zinssatz für die Berechnung von Bauzeitinsen	3,25%

Die Variante mit dem niedrigsten Kapitalwert ist die vorteilhafteste!

Hist. Archiv, Eifelwall
- Zusammenfassung der Ergebnisse -

	Variante 1 (Absorptionskältemaschine mit Eisspeicher und Brunnennutzung, Fernwärme)	Variante 2 (konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)	Variante 3 (Blockheizkraftwerk mit Absorber)
Investitionsbetrag ¹⁾ (Nominalwerte)	875.737,09 € Abweichung zu Variante 1	377.253,11 € -498.483,98 € -56,92%	629.342,81 € -246.394,29 € -28,14%
Folgekosten ^{2), 3)} i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	8.739.191,71 € Abweichung zu Variante 1	10.514.265,53 € 1.775.073,83 € 20,31%	13.092.573,59 € 4.353.381,88 € 49,81%
Ersparnisse ⁴⁾ und Erlöse ⁵⁾ i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	0,00 €	0,00 €	3.102.111,10 €
Summe Investitionsbetrag u. Folgekosten abzgl. Ersparnisse und Erlöse (Nominalwerte)	9.614.928,80 € Abweichung zu Variante 1	10.891.518,64 € 1.276.589,85 € 13,28%	10.619.805,29 € 1.004.876,50 € 10,45%
Kapitalwert der Investition ⁶⁾	5.863.479,51 € Abweichung zu Variante 1	6.458.692,69 € 595.213,17 € 10,15%	6.434.975,77 € 571.496,25 € 9,75%

¹⁾ Herstellungskosten (Baukosten plus Baunebenkosten und Bauzeitinsen)
²⁾ Bauunterhaltungs- und Heizenergiekosten, Strom- und Wartungskosten
³⁾ Betriebskosten, die für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht relevant sind, weil sie bei jeder Bauvariante in gleicher Höhe und zum gleichen Zeitpunkt anfallen, sind nicht berücksichtigt.
⁴⁾ Stromkostensparnisse durch Eigenverbrauch von erzeugtem Strom (nur bei Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerk)
⁵⁾ Erlöse durch Einspeisung von erzeugtem Strom ins öffentl. Stromnetz (nur bei Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerk)
⁶⁾ Summe der Kapitalwerte der Kosten abzgl. des Kapitalwertes des Anlagenrestwertes abzgl. des Kapitalwertes der Ersparnisse und Erlöse

Grundannahmen:

Diskontierungszinssatz	3,25%
Preissteigerungsrate für Heizenergie und Strom	4,00%
Preissteigerungsrate für Bauunterhaltungskosten	2,00%
Preissteigerung für sonstige Kosten	2,00%
Zinssatz für die Berechnung von Bauzeitinsen	3,25%

Die Variante mit dem niedrigsten Kapitalwert ist die vorteilhafteste!

Hist. Archiv, Eifelwall

- Zusammenfassung der Ergebnisse -

	Variante 1 (Absorptionskältemaschine mit Eisspeicher und Brunnennutzung, Fernwärme)	Variante 2 (konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)	Variante 3 (Blockheizkraftwerk mit Absorber)
Investitionsbetrag ¹⁾ (Nominalwerte)	875.737,09 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	377.253,11 € <i>-498.483,98 € -56,92%</i>	629.342,81 € <i>-246.394,29 € -28,14%</i>
Folgekosten ^{2), 3)} i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	5.839.015,17 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	6.932.023,27 € 1.093.008,10 € 18,72%	8.934.538,75 € 3.095.523,57 € 53,01%
Ersparnisse ⁴⁾ und Erlöse ⁵⁾ i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	0,00 €	0,00 €	1.958.679,50 €
Summe Investitionsbetrag u. Folgekosten abzgl. Ersparnisse und Erlöse (Nominalwerte)	6.714.752,26 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	7.309.276,38 € 594.524,12 € 8,85%	7.605.202,05 € 890.449,79 € 13,26%
Kapitalwert der Investition ⁶⁾	4.326.036,91 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	4.559.673,16 € 233.636,25 € 5,40%	4.836.873,24 € 510.836,33 € 11,81%

- ¹⁾ Herstellungskosten (Baukosten plus Baunebenkosten und Bauzeitinsen)
²⁾ Bauunterhaltungs- und Heizenergiekosten, Strom- und Wartungskosten
³⁾ Betriebskosten, die für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht relevant sind, weil sie bei jeder Bauvariante in gleicher Höhe und zum gleichen Zeitpunkt anfallen, sind nicht berücksichtigt.
⁴⁾ Stromkostenersparnisse durch Eigenverbrauch von erzeugtem Strom (nur bei Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerk)
⁵⁾ Erlöse durch Einspeisung von erzeugtem Strom ins öffentl. Stromnetz (nur bei Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerk)
⁶⁾ Summe der Kapitalwerte der Kosten abzgl. des Kapitalwertes des Anlagenrestwertes abzgl. des Kapitalwertes der Ersparnisse und Erlöse

Grundannahmen:

Diskontierungszinssatz	3,25%
Preissteigerungsrate für Heizenergie und Strom	2,00%
Preissteigerungsrate für Bauunterhaltungskosten	2,00%
Preissteigerung für sonstige Kosten	2,00%
Zinssatz für die Berechnung von Bauzeitinsen	3,25%

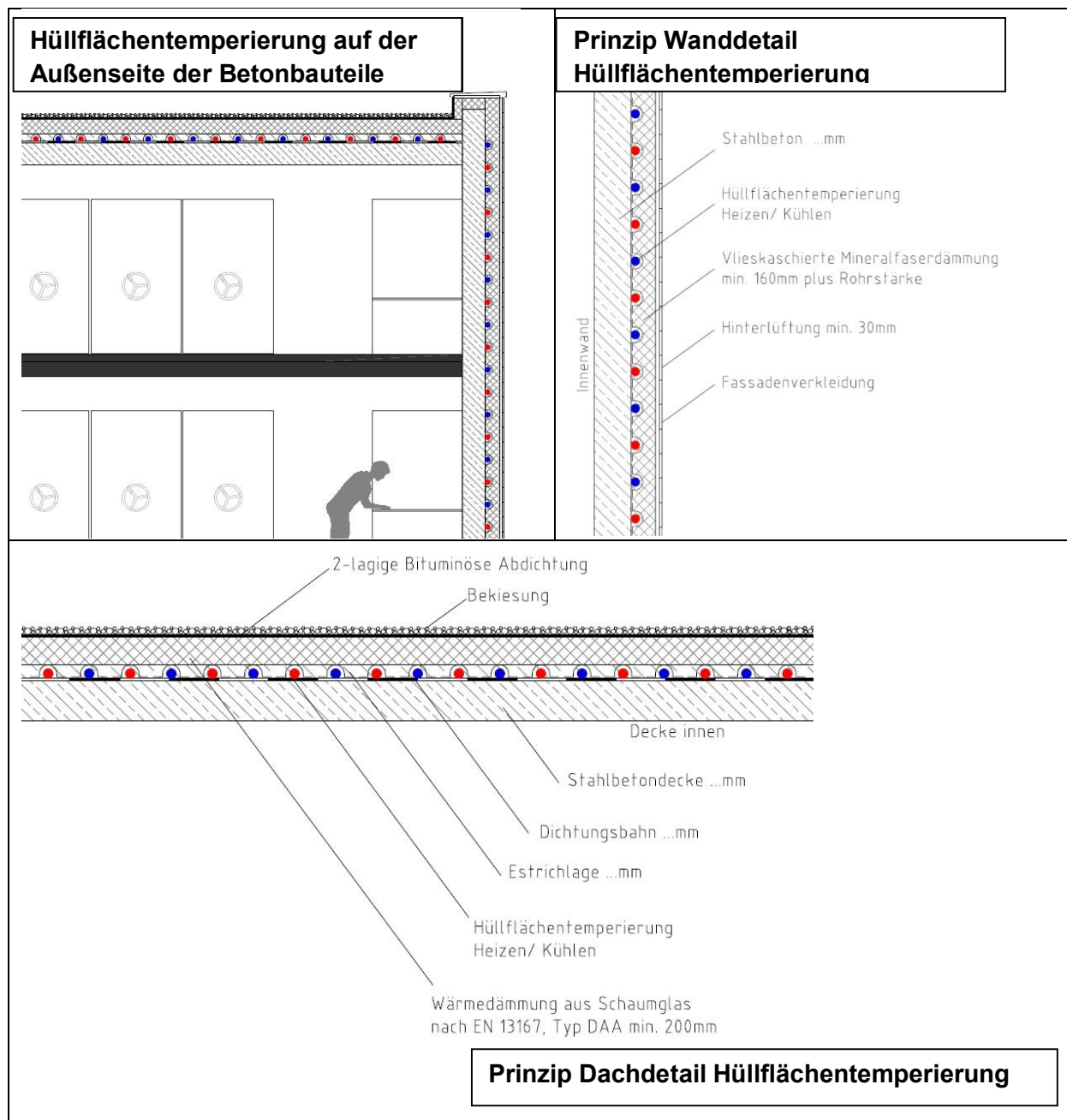
Die Variante mit dem niedrigsten Kapitalwert ist die vorteilhafteste!

Hüllflächentemperierung und Lüftung Magazinbau

Die Klimatisierung des historischen Archives soll in Kombination einer Hüllflächen-Temperierung im Zusammenwirken mit einer raumluftechnischen Anlage erfolgen.

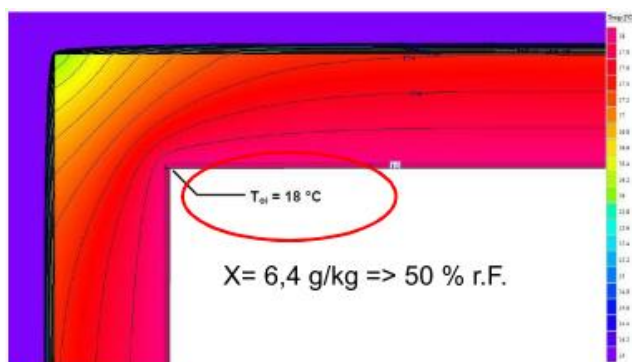
Grundlage für die Klimatisierung bilden die Simulationen von Müller-BBM. Hierzu wird auf die Entscheidungsvorlage 007 verwiesen. Über die Hüllflächen-Temperierung werden die äußeren Einflüsse auf das Raumklima minimiert. Auch extreme Wetterlagen haben nur einen minimalen Einfluss auf die Temperatur innerhalb der Archive nehmen.

Die Hüllflächentemperierung funktioniert ähnlich wie eine Bauteilaktivierung, wird jedoch von außen auf die Betonbauteile aufgebracht. Innerhalb der Archivräume stellen alle Wasser führenden Systeme eine grundsätzliche Gefahr für das Archivgut dar. Daher scheiden innen liegende Wärme- und Kühlelemente aus.



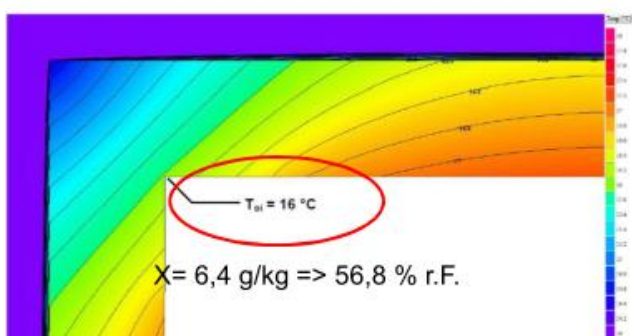
Auch nach langen Zeiträumen oder Brandereignissen können Reparaturen ausgeführt werden ohne die Räume selbst betreten zu müssen. Reparatur- und Wartungsarbeiten sind innerhalb der Archivräume auch in der Zukunft nicht erforderlich.

Die Hüllflächentemperierung trägt zudem dazu bei, dass lokale Schwankungen im Eckbereich des Baukörpers reduziert werden. Das Bild zeigt eine Gegenüberstellung für den Winterfall.



Betrachtung einer Wandecke
des Magazinbaus **mit der**
Hüllflächentemperierung

(Winter)



Betrachtung einer Wandecke
des Magazinbaus **ohne**
Hüllflächentemperierung

(Winter)

Gemäß Simulationsergebnissen sorgt insbesondere die Speichermasse des Baukörpers für ein stabiles Klima. Die minimierten Lüftungsmengen mit einem 0,2-fachen Luftwechsel dienen ausschließlich der Feuchtere regulierung.

Hinweise zum konstruktiven Aufbau:

Bei der Hüllflächentemperierung werden die Leitungen außerhalb der Betonhülle montiert. Der Wärmeübergang wird konstruktiv durch Wärme leitende Bleche oder Zementmaterial verteilt. Durch das außenliegende System ist sichergestellt, dass keine Wasserschäden entstehen können.

Die Hüllflächentemperierung besteht aus sauerstoffdichten hochdruckvernetzten PE-Xa Rohren, die auch für die klassische Betonkernaktivierung genutzt werden. Die Verbindungen werden mittels einer patentierten und dauerhaft dichten Schiebehülstechnik hergestellt. (gemäß DIN 18380 (VOB)).

Rohr-Verbindungsstellen auf dem Magazindach werden vermieden. Notwendige Rohrverbindungen werden in die vertikale gelegt. Die Leitungen auf dem Dach sollen oberhalb einer Abdichtung in einen Estrich gelegt werden, der gleichzeitig die Foamglasplatten aufnimmt. Die Rohrleitungen werden im Fassadenbereich auf Klemmschienen direkt auf der Betonwand befestigt. Eine dann aufgebrachte Mineralwolldämmung nach Vorgabe Müller-BBM sorgt für die notwendige Außendämmung. Alternativ können die auf den Klemmschienen fixierten Rohrleitungen zusätzlich mit einem PCM-Putz oder Normalputz versehen werden. Damit werden Hohlräume zwischen Dämmung und Betonwand vermieden.

Die Ausführung wird unter Berücksichtigung einer einfachen Umsetzung in den nächsten Leistungsphasen optimiert.

agn, 17.3.2014

Verteiler

BMP Baumanagement
50674 Köln

Herrn Sebastian Göb
goeb@bmp-baumanagement.de

agn Niederberghaus & Partner GmbH
49479 Ibbenbüren

Herrn M. Eng. Dipl.-Ing. Andreas Heuer
a.heuer@agn.de

Herrn Dipl.-Ing. Hans Wiesner
h.wiesner@agn.de

Waechter + Waechter Architekten
64283 Darmstadt

Herrn Dipl.-Ing. Stephan Erkel
koe@waechter-architekten.de

**Projekt Eifelwall in Köln –
Entscheidungsvorlage EV 08 zum
Energiekonzept**

**Bewertung der Varianten unter
Berücksichtigung der
Energieeinsparverordnung EnEV 2014**

Bericht Nr. M92501/15

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation	3
2	Bewertung der Varianten des Energiekonzepts unter Berücksichtigung der EnEV 2014	3
3	Einhaltung des Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)	4

Dieser Bericht umfasst insgesamt 4 Seiten.

1 Ausgangssituation

In der Entscheidungsvorlage EV 08 zum Energiekonzept werden die folgenden drei Varianten genannt:

- Variante 1: Gas-Absorptionswärmepumpen mit Eisspeicher- und Brunnenwassernutzung
- Variante 2: Fernwärme und konventionelle Kältemaschine (zum Vergleich)
- Variante 3: Grundlast BHKW mit Absorptionswärmepumpe (Blockheizkraftwerk)

Die Varianten sind unter Berücksichtigung der Energieeinsparverordnung EnEV 2014 zu bewerten.

2 Bewertung der Varianten des Energiekonzepts unter Berücksichtigung der EnEV 2014

Die Varianten des Energiekonzepts werden im Folgenden zunächst getrennt unter den Gesichtspunkten des Heizenergiebedarfs bzw. des Kühlenergiebedarfs bewertet.

Heizenergiebedarf

Bei allen drei Varianten erfolgt die Heizwärmeerzeugung mit einem hohen Anteil von regenerativer Energie bzw. Kraft-Wärme-Kopplung. Daher ergibt sich bei allen drei Varianten ein sehr effizienter Einsatz der primären Energieträger, so dass mit einer Einhaltung der Anforderungen nach Energieeinsparverordnung zu rechnen ist.

Kühlenergiebedarf

Die Kühlenergieerzeugung erfolgt bei Variante 1 zu einem hohen Anteil mit regenerativen Energien, so dass diese Variante als sehr günstig zu bewerten ist.

Bei Variante 2 kommt eine konventionelle Kältemaschine zum Einsatz, die primär-energetisch durch die Nutzung von Strom schlechter als die Varianten 1 und 3 zu bewerten ist. Aus formaler Sicht hat jedoch der Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz anhand des ingenieurtechnischen Verfahrens gezeigt, dass auch die Variante 2 geeignet ist, die Anforderungen der Energieeinsparverordnung EnEV 2014 einzuhalten (s. Müller-BBM Bericht M92501/20 vom 06.03.2014).

Bei Variante 3 wird eine Absorptionskältemaschine mit Wärmeenergie betrieben, die aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung gewonnen wird. Diese Variante ist primär-energetisch günstig und geeignet, die Anforderungen der EnEV 2014 einzuhalten.

Resümee

Die Anforderungen der EnEV 2014 können voraussichtlich mit einem Energiekonzept entsprechend jeder der drei betrachteten Varianten eingehalten werden. Der rechnerische Nachweis hierzu erfolgt am Ende der Entwurfsplanung bzw. zur Abgabe mit der Genehmigungsplanung.

Da bei Variante 1 eine Brunnen-Nutzung sowohl zur Heiz- als auch zur Kälteenergie-Erzeugung vorgesehen ist, wird diese von Müller-BBM aus Sicht der Nachhaltigkeit am günstigsten bewertet.

3 Einhaltung des Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Bei allen drei Varianten ist zu erwarten, dass die Anforderungen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes eingehalten werden können.


Dr. Wolfgang Drescher

Entscheidungsvorlage | EV 13

Auftraggeber Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Projekt Eifelwall, Neubau Historisches Archiv
 und Rheinischen Bildarchiv in Köln



Inhalt der Entscheidung

Ergänzung zur Entscheidungsvorlage EV 08; Energiekonzept und Hüllflächentemperierung;

Inhalt der EV 13:

Änderung der Absorptionswärmepumpen in eine dreistufige elektrische Wärmepumpe (ohne Änderung des grundlegenden Energiekonzeptes und weiterer Inhalte der EV08)

Anforderung / Begründung / Verursacher der Entscheidung

Die Freigabe dieser Entscheidungsvorlage ist notwendig, da die in der EV08 freigegebene Absorptionswärmepumpenanlage gegen eine elektrisch betriebene, 3-stufige Wärmepumpe ausgetauscht werden soll.

Folgende Punkte liegen dieser planerischen Entscheidung zugrunde:

- Erhöhung der Betriebssicherheit
- Verbesserung der Eisspeichernutzung (Kältenutzung)
- Entfall des Gasanschlusses und der Abgasführung
- Keine Veränderung des Energiekonzeptes

Erhöhung der Betriebssicherheit:

Jüngste Erkenntnisse und Probleme mit Absorptionswärmepumpen, sowie die Feststellung, dass die Absorptionstechnik nicht nennenswert für den hier angedachten Verwendungszweck weiterentwickelt wurde, lassen den Rückschluss auf die in diesem Projekt erforderliche, hohe Betriebssicherheit nicht mehr zu. Zudem ist die Anzahl an verfügbaren Herstellern in Deutschland leider immer noch begrenzt, was dazu führt, auf wenige Hersteller, die Großteils Ihre Produktion im Ausland haben, angewiesen zu sein. Diese Erkenntnisse widersprechen dem Grundgedanken des Archivbaus. Und zwar im Besonderen der Stetigkeit, Verfügbarkeit und Langlebigkeit.

Verbesserung der Eisspeichernutzung:

Die elektrisch betriebene Wärmepumpe besitzt den wesentlichen Vorteil, bei gleicher Heizleistung im Vergleich zur Absorptionswärmepumpe, höhere Kälteleistungen zu erzeugen. Nach intensiver Verbrauchsanalyse konnte diese Eigenschaft als wünschenswert für das Neubauprojekt ausgemacht werden.

Entfall des Gasanschlusses und der Abgasführung:

Durch den Entfall des Gasanschlusses, sowie der Abgasanlage können Anschluss- und Wartungskosten reduziert werden. Auch eine, wenn auch nur sehr geringe, Wahrscheinlichkeit einer Gasleitungsleckage während der Nutzungsdauer des Gebäudes wird somit eliminiert.

Keine Veränderung des Energiekonzeptes:

Das grundlegend freigegebene Energiekonzept hat weiter Bestand. Eine abweichende Betriebsweise vom freigegebenen Konzept im Rahmen der EV08 wird nicht angestrebt. Die Funktionen einzelner Bestandteile bleiben wie bisher.

Wunsch AG	☐
Nutzer	☐
Veränderung Qualität	☐
Veränderung Quantität	☐
Defizite Planung	☐
Sonstiges	☐

Entscheidungsvorlage | EV 13

Auftraggeber Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Projekt Eifelwall, Neubau Historisches Archiv
 und Rheinischen Bildarchiv in Köln



agn empfiehlt aus vorstehend genannten Gründen den Verzicht auf eine Absorptionswärmepumpenanlage und den Einsatz einer elektrisch betriebenen Wärmepumpe.

Terminbindung

Die Entscheidung wird benötigt bis zum

sofort

Auswirkung auf weitere Planungsbeteiligte / weitere Gewerke

Planungsbeteiligte	nein	☐	ja	☒
Wenn ja, wer ist betroffen: Wächter & Wächter, agn, Müller-BBM				
Gewerke	nein	☐	ja	☒
Wenn ja, welches Gewerk ist betroffen:				
-Hochbau, -Ausbau				
-Statik				
-Lüftung, Kälte, Heizung, Elektrotechnik				

Terminauswirkung durch die Entscheidung

Projekttermine	werden verzögert	☐	werden vorverlegt	☐
	bleiben gleich	☒	Auswirkung in Tagen	+/- 000
Einreichung Bauantrag ist gefähr.	nein	☒	ja	☐
Baubeginn ist gefährdet	nein	☒	ja	☐
Fertigstellung ist gefährdet	nein	☒	ja	☐
Übergabetermin ist gefährdet	nein	☒	ja	☐

Kostenauswirkung durch die Entscheidung

Kostenbasis für die Entscheidung	Grobkostenschätzung	☐	Angebot	☐
	Rechnung	☐	Nachtrag	☐
Grobkostenermittlung für die Entscheidung				
Baukosten KG 200-600 (Kostenanteil I)				-
Baunebenkosten KG 700 (Kostenanteil II)				-
Gesamtkosten (Kostenanteil I+II)				siehe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
Über- / Unterschreitung Projektbudget durch die Entscheidung				nicht bekannt

Beschreibung von Alternativen (hinsichtlich Qualität / Termine / Wirtschaftlichkeit)

...

Entscheidungsvorlage | EV 13

Auftraggeber Gebäudewirtschaft der Stadt Köln
Projekt Eifelwall, Neubau Historisches Archiv
 und Rheinischen Bildarchiv in Köln



Alternative wird weiter verfolgt

nein

☐

ja

☒

Aufstellung / Prüfung / Genehmigung der Entscheidung

Aufgestellt von (Planer/Bauleitung) agn agn niederberghaus & partner gmbh architekten ingenieure genehmigungsplaner Groner Allee 100 49479 Ibbenbüren 12.01.15 i.A. <i>[Signature]</i> (Datum, Unterschrift)	Geprüft von BMP Baumanagement GmbH Hohenstaufenring 57 50674 Köln info@bmp-baumanagement.de Telefon 0221 / 931872-0 Telefax 0221 / 931872-10 15.1.15 (Datum, Unterschrift)	Freigegeben vom Nutzer <i>entfällt</i> (Datum, Unterschrift)	Genehmigt von der GW, Köln Gebäudewirtschaft der Stadt Köln Bauherrenvertretung i.A. <i>[Signature]</i> 16/01/15 (Datum, Unterschrift)
---	--	--	--

Anlagen

1. EV 08 (einschließlich sämtlicher Anlagen)
2. Detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067, (Betrachtung 25a), 06.11.14
3. Detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067, (Betrachtung 30a), 06.11.14
4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Stadt Köln (Barwertmethode), 25.11.2014

Die Wirtschaftlichkeit von Investitionen kann unter anderem mit der hier verwendeten Annuitätenmethode überprüft werden. Das Annuitätsverfahren gestattet es, einmalige Zahlungen/Investitionen und laufende Zahlungen mit Hilfe des Annuitätsfaktors während eines Betrachtungszeitraumes zusammenzufassen. (VDI 2067 Blatt1)

Variante 1: Elektrische Wärmepumpe, 400m³ Eisspeicher und Brunnennutzung. Zusätzlich konventionelle Geräte (Fernwärme & elektr. Kältemaschine)

Variante 2: Fernwärme & elektr. Kältemaschine
(ohne regenerative Wärme und Kälte)

Variante 3:

Variante 4:

Variante 5:

Betrachtungszeitraum
Zinsfaktor
Annuitätenfaktor

25 Jahre
3,25%
0,059

Variante 1: Elektrische Wärmepumpe mit Eisspeicher und Brunnennutzung, zusätzlich konventionelle Kälte und Fernwärme

- alle Preise brutto -

Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten

	Elektrische Wärmepumpe (122,2/85,5kW)	Eisspeicher 400m³ und Brunnenanlage	Kältemaschine konventionell (600kW)	Fernwärme konventionell (950kW)
Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten	15 a	50 a	15 a	30 a
Anschaffungspreis	105.000,00 €	297.000,00 €	350.000,00 €	32.600,00 €
Preissteigerung kapitalgebundener Kosten	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Wartungsfaktor	1,0%	0,1%	1,0%	1,0%
Instandhaltungsfaktor	1,5%	0,1%	2,0%	2,0%
Zeitaufwand Bedienung	0 h/a	1 h/a	1 h/a	0 h/a
Ersatzinvestitionen	1	0	1	0
Restwertfaktor	0,33	0,50	0,33	0,17
Barwertfaktor kap. Kosten	21,001	21,001	21,001	21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor kap. Kosten	1,240	1,240	1,240	1,240
Barwert der Ersatzbeschaffung	87.466,34 €	- €	291.554,48 €	- €
Restwert der Anlage	21.174,79 €	66.753,64 €	70.582,83 €	2.442,39 €
Annuität der Komponenten	12.065,78 €	13.961,84 €	42.389,09 €	2.588,90 €

Annuität der kapitalgebundenen Kosten

Energieträger

	Brunnen, Eisspeicher, Kältemaschine	Energiebedarf Strom WP, Eisspeicher	Energiebedarf Strom WP, Brunnen	Energiebedarf Fernwärme	
Energieträger					
Preissteigerung	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Benötigte Menge	80.400 kWh	91.600 kWh	38.750 kWh	1.172.000 kWh	
Kosten (Mischpreise)	0,1750 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,0979 €/kWh	0,0000 €/kWh
Barwertfaktor	23,522	23,522	23,522	23,522	23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389
Annuität der einzelnen Verbräuche	19.539,69	22.261,64	9.417,45	159.416,55	0,00

Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten			2,0%
Bedienung	Stundenlohn für Bedienung:	55 €/h	110,00 €
Reinigung			- €
Wartung			5.173,00 €
Weitere betriebsgebundene Kosten:			- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:			- €
Barwertfaktor betriebsgebundene Kosten			21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor betr. Kosten			1,240
nutzt der betriebsgebundenen Kosten			6.550,39 €

Annuität der betriebsgebundenen Kosten

Preissteigerung sonstige Kosten

Preissteigerung sonstige Kosten		3,00%
Allgemeine Abgaben		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor sonstige Kosten		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor sonst.. Kosten		1,389
Annuität sonstige Kosten		- €

Annuität sonstige Kosten

Steigerung der Einnahmen

Steigerung der Einnahmen	3,0%
Einnahmen durch Betrieb der Anlage	- €
Barwertfaktor Einnahmen	23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor Einnahmen	1,389
Annuität Einnahmen	- €

Annuität Einnahmen

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067/1

Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv, Eifelwall Köln

Variante 2: Fernwärme + konventionelle Kälteerzeugung

- alle Preise netto -

Kapitalgebundene Kosten

	Kältemaschine (750 kW)	Fernwärme (1100kW)
Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten	15 a	30 a
Anschaffungspreis	405.000,00 €	40.000,00 €
Preissteigerung kapitalgebundener Kosten	2,0%	2,0%
Wartungsfaktor	1,0%	1,0%
Instandhaltungsfaktor	2,0%	2,0%
Zeitaufwand Bedienung	1 h/a	0 h/a
Ersatzinvestitionen	1	0
Restwertfaktor	0,33	0,17
Barwertfaktor kap. Kosten	21,001	21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor kap. Kosten	1,240	1,240
Barwert der Ersatzbeschaffung	337.370,18 €	- €
Restwert der Anlage	81.674,19 €	2.996,80 €
Annuität der Komponenten	49.050,23 €	3.176,56 €
Annuität der kapitalgebundenen Kosten		52.226,80 €

Verbrauchsgebundene Kosten

	Energiebedarf Fernwärme	Energiebedarf Strom Kälte			
Energieträger	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Preissteigerung					
Benötigte Menge	1.620.000 kWh	153.300 kWh	kWh	m³	m³
Kosten (Mischpreise)	0,093 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,0000 €/kWh	0,00 €/m³	- €/a
Barwertfaktor	23,522	23,522	23,522	23,522	23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389
Annuität der einzelnen Verbräuche	208.688,66	37.256,66	0,00	0,00	0,00
Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten					245.945,31 €

Betriebsgebundene Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten		2,0%
Bedienung	Stundenlohn für Bedienung: 55 €/h	55,00 €
Reinigung		- €
Wartung		4.450,00 €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor betriebsgebundene Kosten		21,001
Preisdynamischer Annuitätsfaktor betr. Kosten		1,240
Annuität der betriebsgebundenen Kosten		5.585,75 €

Sonstige Kosten

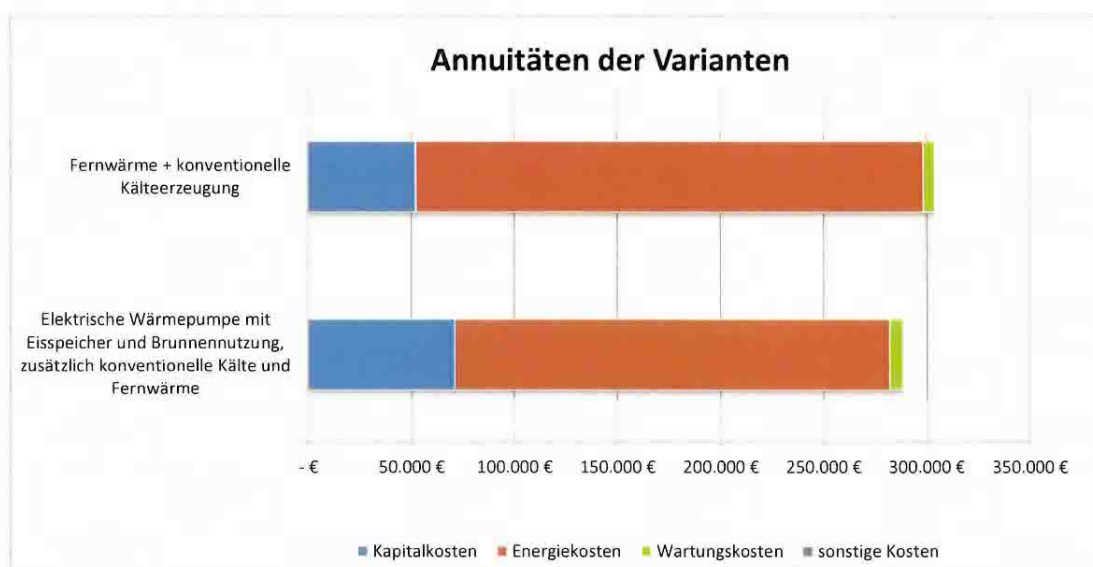
Preissteigerung sonstige Kosten		3,0%
Allgemeine Abgaben		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor sonstige Kosten		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor sonst. Kosten		1,389
Annuität sonstige Kosten		- €

Einnahmen

Steigerung der Einnahmen		3,0%
Einnahmen durch Betrieb der Anlage		- €
Barwertfaktor Einnahmen		23,522
Preisdynamischer Annuitätsfaktor Einnahmen		1,389
Annuität Einnahmen		- €

Vergleich der Varianten

	Variante 1	Variante 2
	Elektrische Wärmepumpe mit Eisspeicher und Brunnennutzung, zusätzlich konventionelle Kälte und Fernwärme	Fernwärme + konventionelle Kälteerzeugung
Kapitalkosten	71.005,61 €	52.226,80 €
Energiekosten	210.635,33 €	245.945,31 €
Wartungskosten	6.550,39 €	5.585,75 €
sonstige Kosten	- €	- €
jährliche Annuität	288.191,34 €	303.757,86 €
jährliche Einnahmen	- €	- €
jährliche Kosten	-288.191,34 €	-303.757,86 €
Rang	1	2



- nach VDI 2067 Blatt 1 -

Grundsätzliches:

Die Wirtschaftlichkeit von Investitionen kann unter anderem mit der hier verwendeten Annuitätenmethode überprüft werden. Das Annuitätsverfahren gestattet es, einmalige Zahlungen/Investitionen und laufende Zahlungen mit Hilfe des Annuitätsfaktors während eines Betrachtungszeitraumes zusammenzufassen. (VDI 2067 Blatt1)

kurze Beschreibung der Varianten:

Variante 1: Elektrische Wärmepumpe, 400m³ Eisspeicher und Brunnennutzung. Zusätzlich konventionelle Geräte (Fernwärme & elektr. Kältemaschine)

Variante 2: Fernwärme & elektr. Kältemaschine
(ohne regenerative Wärme und Kälte)

Variante 3:

Variante 4:

Variante 5:

getroffene Annahmen

Betrachtungszeitraum

30 Jahre

Zinsfaktor

3,25%

Annuitätenfaktor

0,053

Variante 1: Elektrische Wärmepumpe mit Eisspeicher und Brunnennutzung, zusätzlich konventionelle Kälte und Fernwärme

Kapitalgebundene Kosten

Verbrauchsgebundene Kosten

	Brunnen, Eisspeicher, Kältemaschine	Energiebedarf Strom WP, Eisspeicher	Energiebedarf Strom WP, Brunnen	Energiebedarf Fernwärme	
Energieträger					
Preissteigerung	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Benötigte Menge	80.400 kWh	91.600 kWh	38.750 kWh	1.172.000 kWh	
Kosten (Mischpreise)	0,1750 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,0979 €/kWh	0,0000 €/kWh
Barwertfaktor	28,058	28,058	28,058	28,058	28,058
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	1,478	1,478	1,478	1,478	1,478
Annuität der einzelnen Verbräuche	20.797,67	23.694,86	10.023,75	169.679,87	0,00
Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten					224.196,16 €

Betriebsgebundene Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten		2,0%
Bedienung	Stundenlohn für Bedienung: 55 €/h	110,00 €
Reinigung		- €
Wartung		5.173,00 €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor betriebsgebundene Kosten		24,487
Preisdynamischer Annuitätsfaktor betr. Kosten		1,290
Annuität der betriebsgebundenen Kosten		6.815,21 €

Sonstige Kosten

Preissteigerung sonstige Kosten		3,00%
Allgemeine Abgaben	-	€
Weitere betriebsgebundene Kosten:	-	€
Weitere betriebsgebundene Kosten:	-	€
Barwertfaktor sonstige Kosten		28,05%
Preisdynamischer Annuitätsfaktor sonst. Kosten		1,478
Annuität sonstige Kosten	-	€

Einnahmen

Steigerung der Einnahmen	3,0%
Einnahmen durch Betrieb der Anlage	- €
Barwertfaktor Einnahmen	28,058
Preisdynamischer Annuitätsfaktor Einnahmen	1,478
Annuität Einnahmen	- €

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067/1

Historisches Archiv und Rheinisches Bildarchiv, Eifelwall Köln

Variante 2: Fernwärme + konventionelle Kälteerzeugung

- alle Preise netto -

Kapitalgebundene Kosten

	Kältemaschine (750 kW)	Fernwärme (1100kW)
Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten	15 a	30 a
Anschaffungspreis	405.000,00 €	40.000,00 €
Preissteigerung kapitalgebundener Kosten	2,0%	2,0%
Wartungsfaktor	1,0%	1,0%
Instandhaltungsfaktor	2,0%	2,0%
Zeitaufwand Bedienung	1 h/a	0 h/a
Ersatzinvestitionen	1	0
Restwertfaktor	0,00	0,00
Barwertfaktor kap. Kosten	24,487	24,487
Preisdynamischer Annuitätsfaktor kap. Kosten	1,290	1,290
Barwert der Ersatzbeschaffung	337.370,18 €	- €
Restwert der Anlage	- €	- €
Annuität der Komponenten	49.558,55 €	3.139,29 €
Annuität der kapitalgebundenen Kosten		52.697,84 €

Verbrauchsgebundene Kosten

	Energiebedarf Fernwärme	Energiebedarf Strom Kälte			
Energieträger	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Preissteigerung					
Benötigte Menge	1.620.000 kWh	153.300 kWh	kWh	m³	m³
Kosten (Mischpreise)	0,093 €/kWh	0,1750 €/kWh	0,0000 €/kWh	0,00 €/m³	- €/a
Barwertfaktor	28,058	28,058	28,058	28,058	28,058
Preisdynamischer Annuitätsfaktor	1,478	1,478	1,478	1,478	1,478
Annuität der einzelnen Verbräuche	222.124,15	39.655,26	0,00	0,00	0,00
Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten					261.779,41 €

Betriebsgebundene Kosten

Preissteigerung betriebsgebundene Kosten		2,0%
Bedienung	Stundenlohn für Bedienung: 55 €/h	55,00 €
Reinigung		- €
Wartung		4.450,00 €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor betriebsgebundene Kosten		24,487
Preisdynamischer Annuitätsfaktor betr. Kosten		1,290
Annuität der betriebsgebundenen Kosten		5.811,57 €

Sonstige Kosten

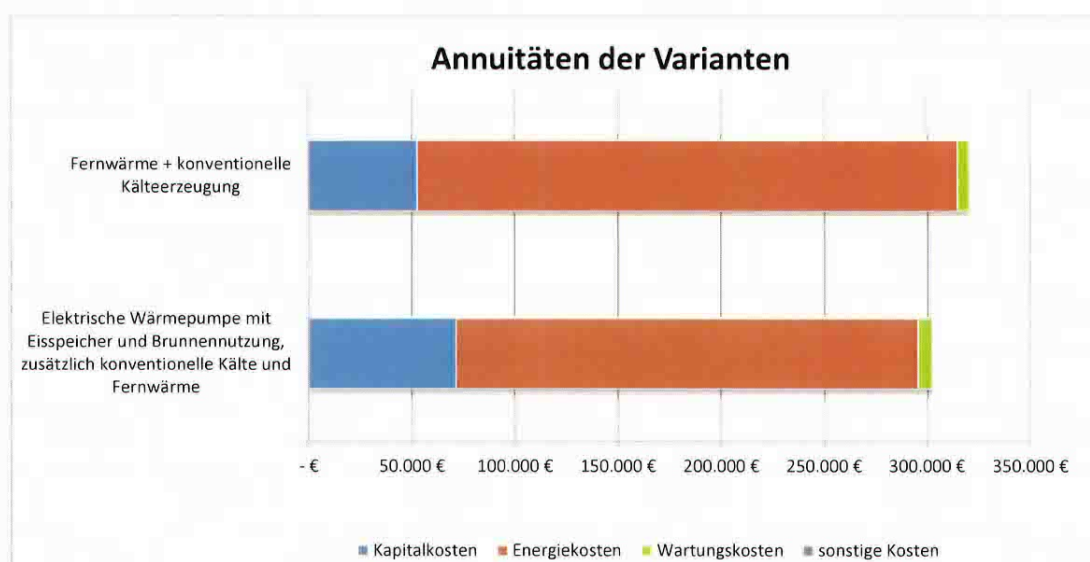
Preissteigerung sonstige Kosten		3,0%
Allgemeine Abgaben		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Weitere betriebsgebundene Kosten:		- €
Barwertfaktor sonstige Kosten		28,058
Preisdynamischer Annuitätsfaktor sonst. Kosten		1,478
Annuität sonstige Kosten		- €

Einnahmen

Steigerung der Einnahmen		3,0%
Einnahmen durch Betrieb der Anlage		- €
Barwertfaktor Einnahmen		28,058
Preisdynamischer Annuitätsfaktor Einnahmen		1,478
Annuität Einnahmen		- €

Vergleich der Varianten

	Variante 1	Variante 2
	Elektrische Wärmepumpe mit Eisspeicher und Brunnennutzung, zusätzlich konventionelle Kälte und Fernwärme	Fernwärme + konventionelle Kälteerzeugung
Kapitalkosten	71.190,17 €	52.697,84 €
Energiekosten	224.196,16 €	261.779,41 €
Wartungskosten	6.815,21 €	5.811,57 €
sonstige Kosten	- €	- €
jährliche Annuität	302.201,53 €	320.288,82 €
jährliche Einnahmen	- €	- €
jährliche Kosten	-302.201,53 €	-320.288,82 €
Rang	1	2



Hist. Archiv, Eifelwall	
- Projektübersicht, Beschreibung der Varianten -	
Objekt, WE	Hist. Archiv, Eifelwall
Projekt- (IH-) Nr.	
Projektbeschreibung	Neubau
Projektleitung	Herr Engels
Projektziele	
GU ja/nein	
Planer/in	
Geplanter Baubeginn	
Geplanter Fertigstellungstermin	



Hist. Archiv, Eifelwall

- Zusammenfassung der Ergebnisse -

	Variante 1 (elektrische Wärmepumpe mit Eisspeicher und Brunnennutzung, konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)	Variante 2 (konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)
Investitionsbetrag ¹⁾ (Nominalwerte)	1.063.956,83 € Abweichung zu Variante 1	603.442,25 € -460.514,58 € -43,28%
Folgekosten ^{2), 3)} i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	10.058.428,72 € Abweichung zu Variante 1	11.384.674,07 € 1.326.245,35 € 13,19%
Summe Investitionsbetrag u. Folgekosten (Nominalwerte)	11.122.385,55 € Abweichung zu Variante 1	11.988.116,32 € 865.730,77 € 7,78%
Kapitalwert der Investition ⁴⁾	6.950.741,06 € Abweichung zu Variante 1	7.332.427,37 € 381.686,31 € 5,49%

¹⁾ Herstellungskosten (Baukosten plus Baunebenkosten und Bauzeitinszen)

²⁾ Bauunterhaltungs- und Heizenergiekosten, Strom- und Wartungskosten

³⁾ Betriebskosten, die für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht relevant sind, weil sie bei jeder Bauvariante in gleicher Höhe und zum gleichen Zeitpunkt anfallen, sind nicht berücksichtigt.

⁴⁾ Summe der Kapitalwerte der Kosten abzgl. des Kapitalwertes des Anlagenrestwertes

Grundannahmen:

Diskontierungszinssatz

Preissteigerungsrate für Heizenergie und Strom

Preissteigerungsrate für Bauunterhaltungskosten

Preissteigerung für sonstige Kosten

Zinssatz für die Berechnung von Bauzeitinszen

3,25%
3,00%
2,00%
2,00%
3,25%

Die Variante mit dem niedrigsten
Kapitalwert ist die vorteilhafteste!

Hist. Archiv, Eifelwall - Zusammenfassung der Ergebnisse -

	Variante 1 (elektrische Wärmepumpe mit Eisspeicher und Brunnennutzung, konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)	Variante 2 (konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)
Investitionsbetrag ¹⁾ (Nominalwerte)	1.063.956,83 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	603.442,25 € <i>-460.514,58 € -43,28%</i>
Folgekosten ^{2), 3)} i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	12.221.821,98 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	13.917.157,48 € 1.695.335,50 € 13,87%
Summe Investitionsbetrag u. Folgekosten (Nominalwerte)	13.285.778,81 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	14.520.599,73 € 1.234.820,92 € 9,29%
Kapitalwert der Investition ⁴⁾	8.083.571,61 € <i>Abweichung zu Variante 1</i>	8.658.526,80 € 574.955,19 € 7,11%

¹⁾ Herstellungskosten (Baukosten plus Baunebenkosten und Bauzeitinszen)

²⁾ Bauunterhaltungs- und Heizenergiekosten, Strom- und Wartungskosten

³⁾ Betriebskosten, die für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht relevant sind, weil sie bei jeder Bauvariante in gleicher Höhe und zum gleichen Zeitpunkt anfallen, sind nicht berücksichtigt.

⁴⁾ Summe der Kapitalwerte der Kosten abzgl. des Kapitalwertes des Anlagenrestwertes

Grundannahmen:

Diskontierungszinssatz

Preissteigerungsrate für Heizenergie und Strom

Preissteigerungsrate für Bauunterhaltungskosten

Preissteigerung für sonstige Kosten

Zinssatz für die Berechnung von Bauzeitinszen

3,25%
4,00%
2,00%
2,00%
3,25%

Die Variante mit dem niedrigsten
Kapitalwert ist die vorteilhafteste!



Hist. Archiv, Eifelwall

- Zusammenfassung der Ergebnisse -

	Variante 1 (elektrische Wärmepumpe mit Eisspeicher und Brunnennutzung, konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)	Variante 2 (konvent. Kälteerzeugung, Fernwärme)
Investitionsbetrag ¹⁾ (Nominalwerte)	1.063.956,83 € Abweichung zu Variante 1	603.442,25 € -460.514,58 € -43,28%
Folgekosten ^{2), 3)} i. Zeitraum von 30 Jahren (Nominalwerte)	8.360.452,09 € Abweichung zu Variante 1	9.397.010,65 € 1.036.558,56 € 12,40%
Summe Investitionsbetrag u. Folgekosten (Nominalwerte)	9.424.408,92 € Abweichung zu Variante 1	10.000.452,90 € 576.043,98 € 6,11%
Kapitalwert der Investition ⁴⁾	6.045.417,14 € Abweichung zu Variante 1	6.272.648,80 € 227.231,66 € 3,76%

¹⁾ Herstellungskosten (Baukosten plus Baunebenkosten und Bauzeitinszen)

²⁾ Bauunterhaltungs- und Heizenergiekosten, Strom- und Wartungskosten

³⁾ Betriebskosten, die für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nicht relevant sind, weil sie bei jeder Bauvariante in gleicher Höhe und zum gleichen Zeitpunkt anfallen, sind nicht berücksichtigt.

⁴⁾ Summe der Kapitalwerte der Kosten abzgl. des Kapitalwertes des Anlagenrestwertes

Grundannahmen:

Diskontierungszinssatz

Preissteigerungsrate für Heizenergie und Strom

Preissteigerungsrate für Bauunterhaltungskosten

Preissteigerung für sonstige Kosten

Zinssatz für die Berechnung von Bauzeitinszen

3,25%
2,00%
2,00%
3,25%

Die Variante mit dem niedrigsten
Kapitalwert ist die vorteilhafteste!

