

CAMPUS NEUES KLINIKUM

www.klinloe.de

www.elikh.de

PLANUNGS- & BAUAUSSCHUSS

TOP 2 Energiekonzept

13. September 2022

Thorsten Stolpe

Dipl.-Ing. (FH) BMT / KT

20220913_pba_energiekonzept_06ts.pptx



Campus neues Klinikum Lörrach

842	Tage bis Inbetriebnahme
-----	-------------------------

TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

- Stand der Planung
 - Energiekonzept
 - Variante 0
 - Variante 4
 - Energievergleich
 - Kosten / Kostenvergleich
 - Fazit
 - Beschluss
- Fragen



TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

■ Energiekonzept

- Variante 0
- Variante 4
- Energievergleich
- Kosten / Kostenvergleich
- Fazit
- Beschluss

■ Fragen

13. September 2022



- Bereits in der Entwurfsplanung wurden verschiedene Varianten untersucht.
- Es wurde unter Berücksichtigung des Standes der Technik, Förderrichtlinien, ökologischen und ökonomischen Anforderungen an Bau und Betrieb ein sinnvoller Anlagenmix zur Wärme- Kälteerzeugung und Verteilung auf dem Campus geplant.
- Unter diesen Rahmenbedingungen war der Einsatz von Erdgas und Hochtemperaturheizsystemen energiepolitisch sinnvoll und über niedrige Preise (Arbeit und CO₂ Steuer) entsprechend subventioniert.
- Die Gesamtkonzeption wurde bau- und förderrechtlich genehmigt.

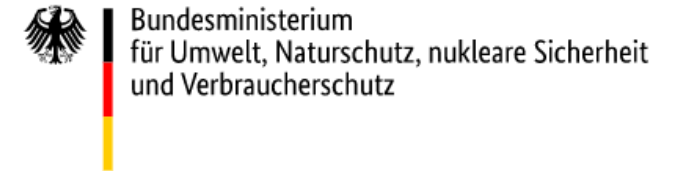
- Veränderte gesellschaftliche / geopolitische Randbedingungen:
 - ◆ Erdgas wird knapp und teuer (>+200% des Arbeitspreises im Laufe 2022).
 - ◆ Substitution durch Biogas (aus Pflanzen) oder LNG (Fracking) ist nur in begrenzter Menge möglich, wobei sich die Preisentwicklung ähnlich volatil wie aktuell bei Erdgas verhalten wird.
 - ◆ Einige für unsere Volkswirtschaft wesentliche Produktionsprozesse sind in den nächsten Jahren unbedingt noch auf Erdgas angewiesen. Das gilt u.a. auch für viele Bestandsheizungsanlagen in Altbauten, die nicht zeitnah saniert werden können.
 - ◆ Wir haben in unserem Projekt **gute alternative Optionen!**

- ◆ Holz, in jeglicher Form (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz, ...) als vermeintlich ökologischer bzw. CO₂-neutraler Brennstoff steht für einen Verbraucher mit einem Spitzenbedarf von bis zu ca. 1.500MWh/Mon. regional nicht in ausreichender Qualität und Quantität zur Verfügung.
- ◆ Auch in der Studie Interkommunale Wärmeplanung Landkreis Lörrach wird kein ausreichendes Potenzial gesehen.
- ◆ Die technische Betriebsleitung der Kliniken Lörrach hat langjährige Erfahrungen bezüglich Betriebssicherheit und Instandhaltung mit einer Holzhackschnitzelheizung. Auch aus dieser Erfahrung heraus hat sich die Betriebsleitung bereits in der Entwurfsphase eindeutig gegen eine Holzheizung ausgesprochen.

- ◆ Aufgrund der weltweiten Verknappung von Holz (Konkurrenz Verarbeitung vs. Verbrennung) wird sich die Preisentwicklung, wie schon in der Vergangenheit, an der des Gas bzw. Öl orientieren. Die Preise steigen aktuell stark an.
- ◆ Auch im Sinne nachhaltiger Forstwirtschaft werden die zur Verfügung stehenden Ressourcen weniger werden.
- ◆ Auch für den Rohstoff Holz sollte grundsätzlich gelten: Zuerst stoffliche Verwertung und erst zuletzt thermische Verwertung. Zumal die CO₂-Bilanz innerhalb von Sekunden negiert wird (Die CO₂-Speicherung dauert Jahre, die Verbrennung Sekunden).
- ◆ Weiter sind die Feinstaubemissionen bei Holzhackschnitzelheizungen sehr erheblich und gesundheitlich extrem bedenklich.
- ◆ Anlagen >1MW Leistung fallen unter die BImSchV.
- ◆ Der Schornstein müsste deutlich erhöht werden.

Weitere Literatur:

- ◆ [Klimaauswirkungen von Heizen mit Holz | BMUV](#)
- ◆ [Wärmewende | BDEW](#)



- Exkurs Hackschnitzelverbrauch:
 - ◆ 1m³ Holzhackschnitzel haben einen Heizwert von Ø 750kWh.
 - ◆ Im Winter hat der Campus einen Spitzenverbrauch von ca. 4.000kW pro Stunde.
 - ◆ Das entspricht ca. 5m³ Hackschnitzel pro Stunde bzw. 128m³ pro Tag.
 - ◆ Ein durchschnittlich kalter Wintermonat erzeugt einen Bedarf von ca. 3.900m³.
 - ◆ Dieser Bedarf ist über den lokalen Markt nicht abdeckbar.
 - ◆ Ein Bunker für einen Monatsbedarf hätte eine Dimension von etwa 20x20x10m.

- Holzhackschnitzelheizung
 - ◆ Aus o.a. Überlegungen und Abwägungen ist eine Wärmeversorgung mittels Holzheizung für den Campus nicht zielführend.
 - ◆ Sollten sich zukünftig wesentliche Entscheidungsparameter ändern, ist das Konzept ausreichend flexibel und bietet alternative Optionen an.

- Grundsätzliches zur Variantenerarbeitung:
 - ◆ **Erste Entscheidung:** Umstellung der Heizungsverteilung grundsätzlich auf Niedertemperatur ($<45^{\circ}\text{C}$), damit stehen für die Zukunft alle Option der Wärmeerzeugung offen!
 - ◆ **Zweite (noch ausstehende) Entscheidung:** Weitestgehende Substitution fossiler Energieträger.
 - ◆ Genehmigungsfähigkeit.
Vordringliche Untersuchungen geothermaler Anwendungen aufgrund des zeitlich relevanten Genehmigungsprozesses.
 - ◆ Realisierbarkeit unter Berücksichtigung des Baufortschritts.
 - ◆ Gesellschaftspolitische Anforderungen (Ukrainekrise, Klimakrise).
 - ◆ Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskostenanalyse.
- **Erste Option:** Erweiterung der Kapazitäten oberflächennahe Geothermie!

Varianten zur Wärme- und Kälteerzeugung

	Variante 0 150 m³/h Fördermenge	Variante 1 150 m³/h Fördermenge	Variante 2 150 m³/h Fördermenge	Variante 3 150 m³/h Fördermenge	Variante 4 280 m³/h Fördermenge	Variante 5* 420 m³/h Fördermenge
	W/W-WP + BHKW+ BWK+ KKM	W/W-WP + E-Wärme+ BWK+ KKM	W/W-WP + S/W-WP+ E-Wärme+ BWK+ KKM	W/W-WP+ L/W-WP+ E-Wärme+ BWK+ KKM	W/W-WP+ E-Wärme+ BWK+ KKM	W/W-WP+ E-Wärme+ BWK+ KKM
Grundlast Wärme	W/W-WP+ BHKW+BWK	W/W-WP	W/W-WP S/W-WP	W/W-WP L/W-WP	W/W-WP	W/W-WP
Spitzenlast Wärme	BWK	BWK	BWK	BWK	BWK	BWK
Grundlast Kälte	DK+KKM	W/W-WP+DK	W/W-WP S/W-WP+DK	W/W-WP L/W-WP+DK	W/W-WP+DK	W/W-WP+DK
Spitzenlast Kälte	KKM	KKM	KKM	KKM	KKM	KKM

W/W-WP: Wasser/Wasser-Wärmepumpe mit Brunnenanlage

DK: Direkte Kühlung

S/W-WP: Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdwärmesonden

L/W-WP: Luft/Wasser-Wärmepumpe

BWK: Brennwertkessel

BHKW: Blockheizkraftwerk

E-Wärme: Strom Direkt-Heizung mit Heizwasserspeicher

Exergiemaschine: Hochleistungswärmepumpe

KKM: wassergekühlte Kompressionskältemaschine mit Rückkühlwerk

TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

■ Energiekonzept

■ Variante 0

■ Variante 4

■ Energievergleich

■ Kosten / Kostenvergleich

■ Fazit

■ Beschluss

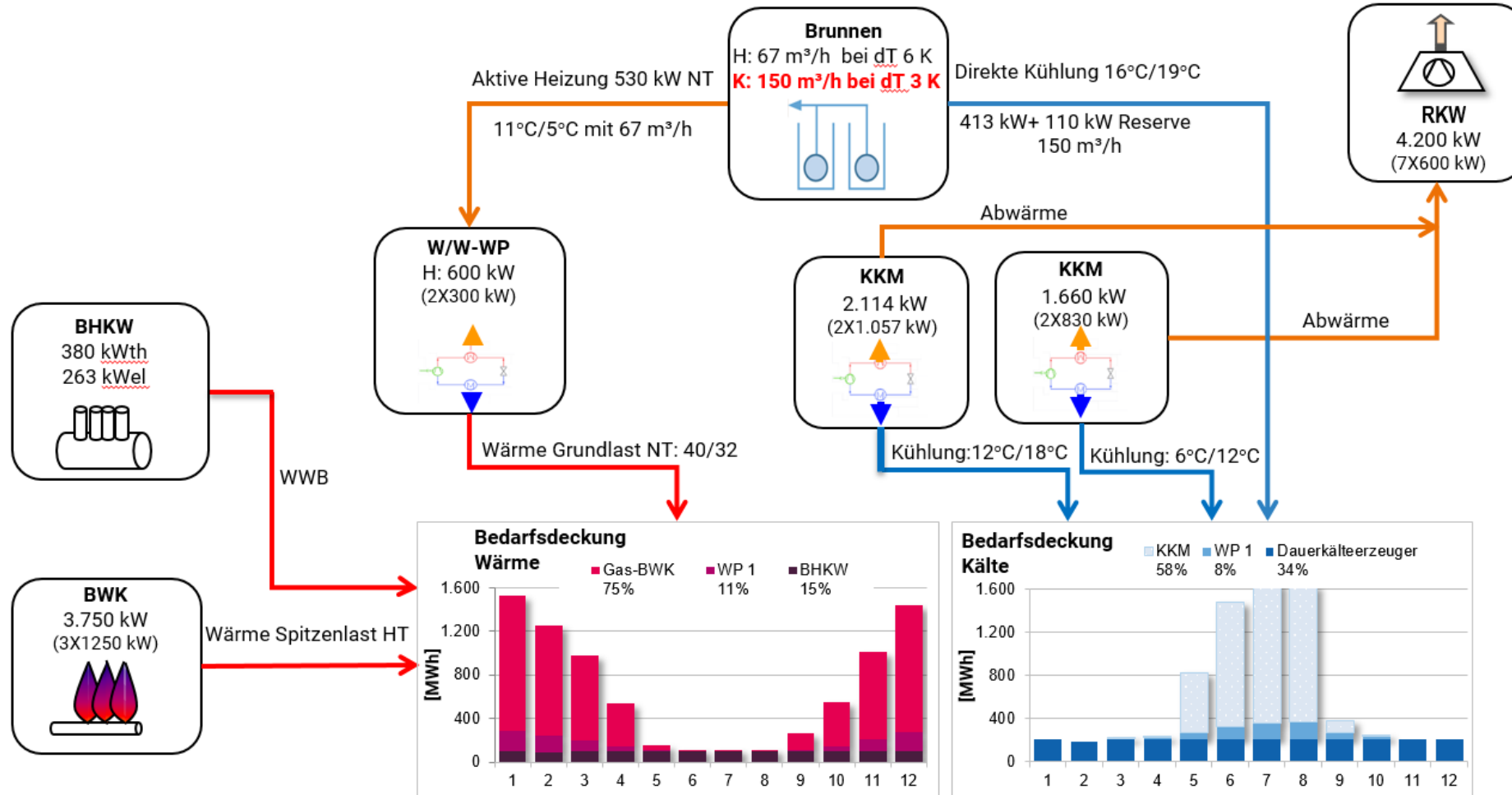
■ Fragen

13. September 2022



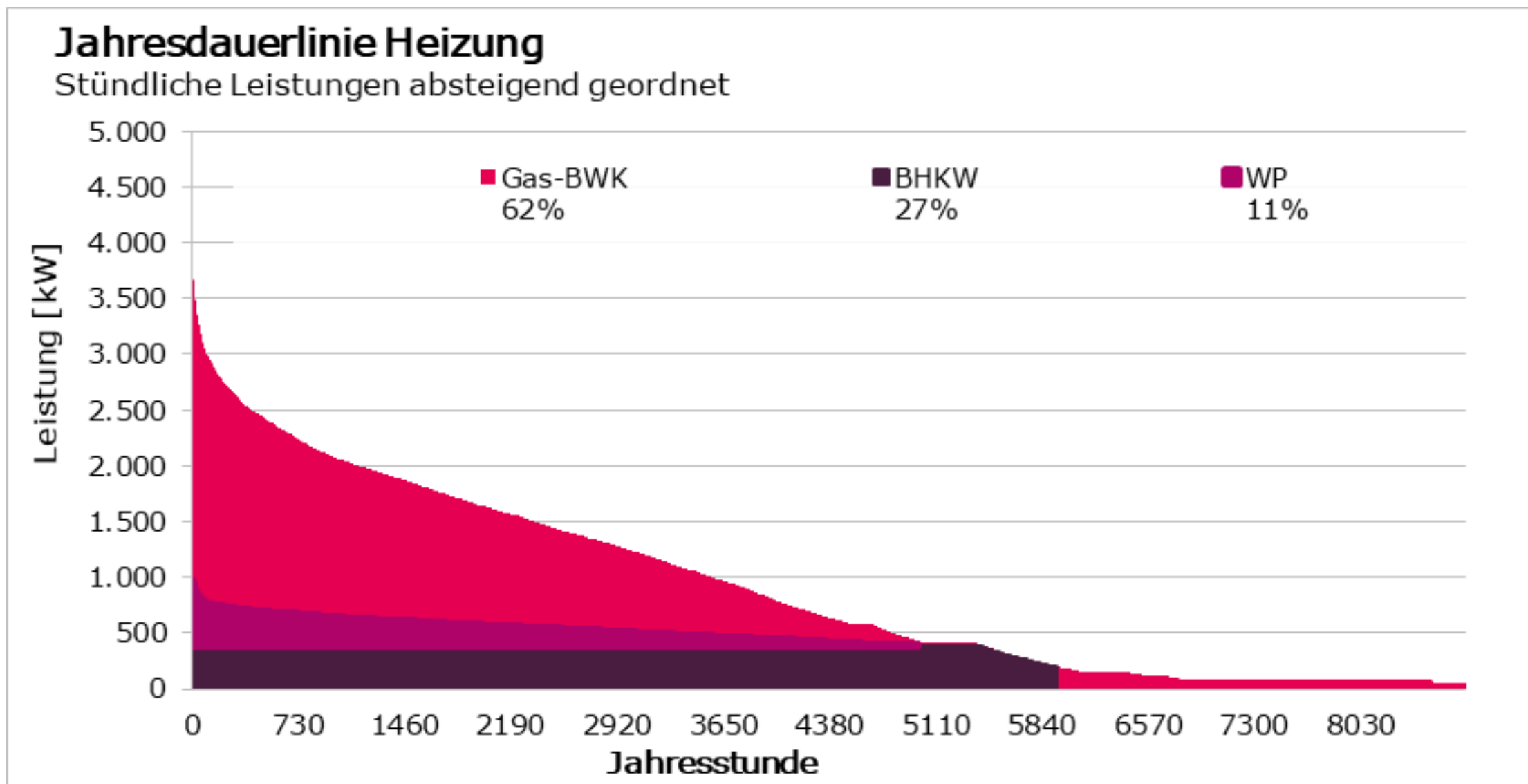
- Variante 0
 - ◆ Ausgangs- und Referenzvariante
 - ◆ Grundlasterzeugung Wärme durch Wasser/Wasser-Wärmepumpe mit Blockheizkraftwerk und Brennwertheizkessel
 - ◆ Spitzenlasterzeugung und Redundanz Wärme durch weitere Brennwertheizkessel (bivalent)
 - ◆ Grundlasterzeugung Kälte durch direkte Kühlung Grundwasser
 - ◆ Spitzenlasterzeugung durch Kompressionskältemaschinen

Variante 0: W/W-WP+ BHKW+ BWK+ KKM (Fördermenge: 150 m³/h)



- Für die Entscheidungsfindung wird ausschließlich die Erzeugung thermischer Energie in Form von Wärme betrachtet. Die Kälteverteilung und Kälteerzeugung ist von der Problematik nicht betroffen. Allerdings ist die Kälteerzeugung mittels oberflächennaher Geothermie im Gesamtkonzept im Sinne der Ökologie und Ökonomie ein relevanter Faktor.
- ◆ Leistungs- und Arbeitswerte:
 - ▶ ca. 4.5MW Spitzenleistung (3 x 1.250kW BWK + 380kW BHKW)
 - ▶ ca. 89% Arbeit in erster Linie durch Erdgas (62% BWK und 27% BHKW)

Wärmeverbraucher	Temperaturniveau Vor-/Rücklauf [°C]	Leistung [kW]
WWB	70/50	728
NT (FBH+BKT+HKD)	40/32	258
Heizkörper	70/50	827
Hubschrauber Landeplatz + Rampe + Haupteingang	50/40	506
RLT Dyn. Heizung	60/40	1.872
Türluftschleier	65/45	65
ZSG (Hochtemperatur)	80/50	425
ZSG (Niedertemperatur)	40/32	318
Ärztehaus (Niedertemperatur)	40/32	36
Ärztehaus (Hochtemperatur)	80/50	204
Tertiäre Bereiche (Niedertemperatur)	40/32	29
Tertiäre Bereiche (Hochtemperatur)	80/50	167
Rettungswache	50/40	35
Summe		5.470
Summe Erzeugung (inkl. Gleichzeitigkeit 0,8 mit Ausnahme Ärztehaus und Tertiäre Bereiche, GLZ=1)		4.470



TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

- Energiekonzept
- Variante 0

■ Variante 4

- Energievergleich
- Kosten / Kostenvergleich
- Fazit
- Beschluss

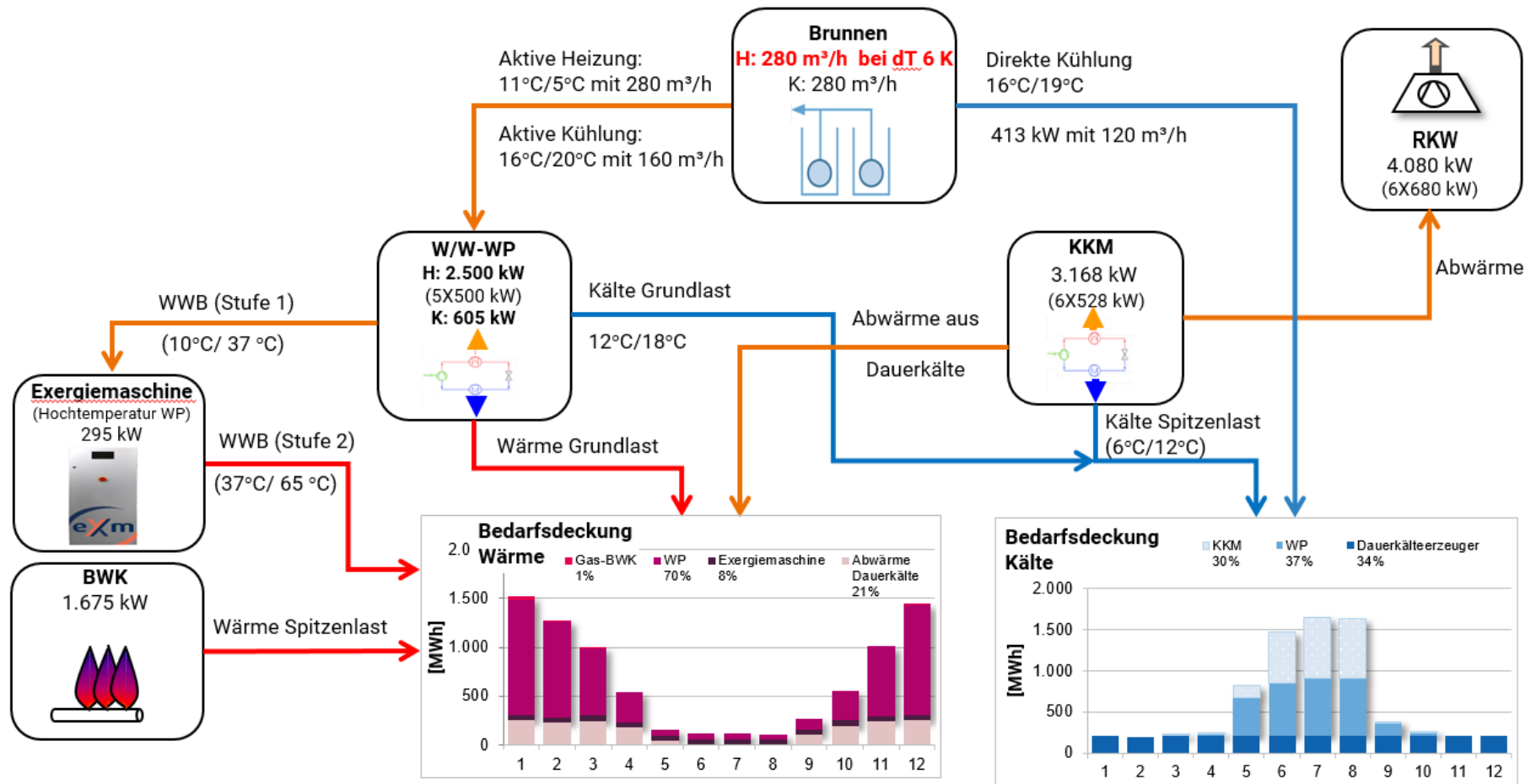
■ Fragen

13. September 2022



- Grundlage der Variante 4 ist die Erhöhung des Nutzungsgrades der oberflächennahen Geothermie ohne zusätzliche Wärmequellen wie z.B. Erdsonden oder Umweltwärme.
- D.h. im Einzelnen nur Erhöhung der Grundwasserentnahmemengen (von 150m³/h auf 280m³/h) und Vergrößerung der Wärmepumpenleistung.
- Die grundsätzliche Machbarkeit wurde durch eine hydrogeologische Vorstudie nachgewiesen. Erste Behördengespräche haben bis dato keine Ausschlusskriterien erkennen lassen. Im letzten Abstimmungsgespräch am 02.09.2022 wurde gemeinsam eine grundsätzliche Vorgehensweise im Antrags- und Genehmigungsverfahren konsentiert.
- Umplanungen sind insgesamt technisch wenig komplex.
- Konsequenzen für den Bauablauf sind vorhanden, aber grundsätzlich vertretbar.

Variante 4: W/W-WP+ E-Wärme+ BWK+ KKM (Fördermenge: 280 m³/h)



- Betrachtung ausschließlich thermisch Wärme
 - ◆ 5 Stück W/W Wärmepumpen mit jeweils 500kW
 - ◆ 1 Stück Hochleistungswärmepumpe mit 300kW
 - ◆ Abwärme aus Kälteproduktion 200kW
 - ◆ 2 Stück BWK mit jeweils 850kW
- (u.a. auch bedingt durch die Vorgabe Winterbauheizung)

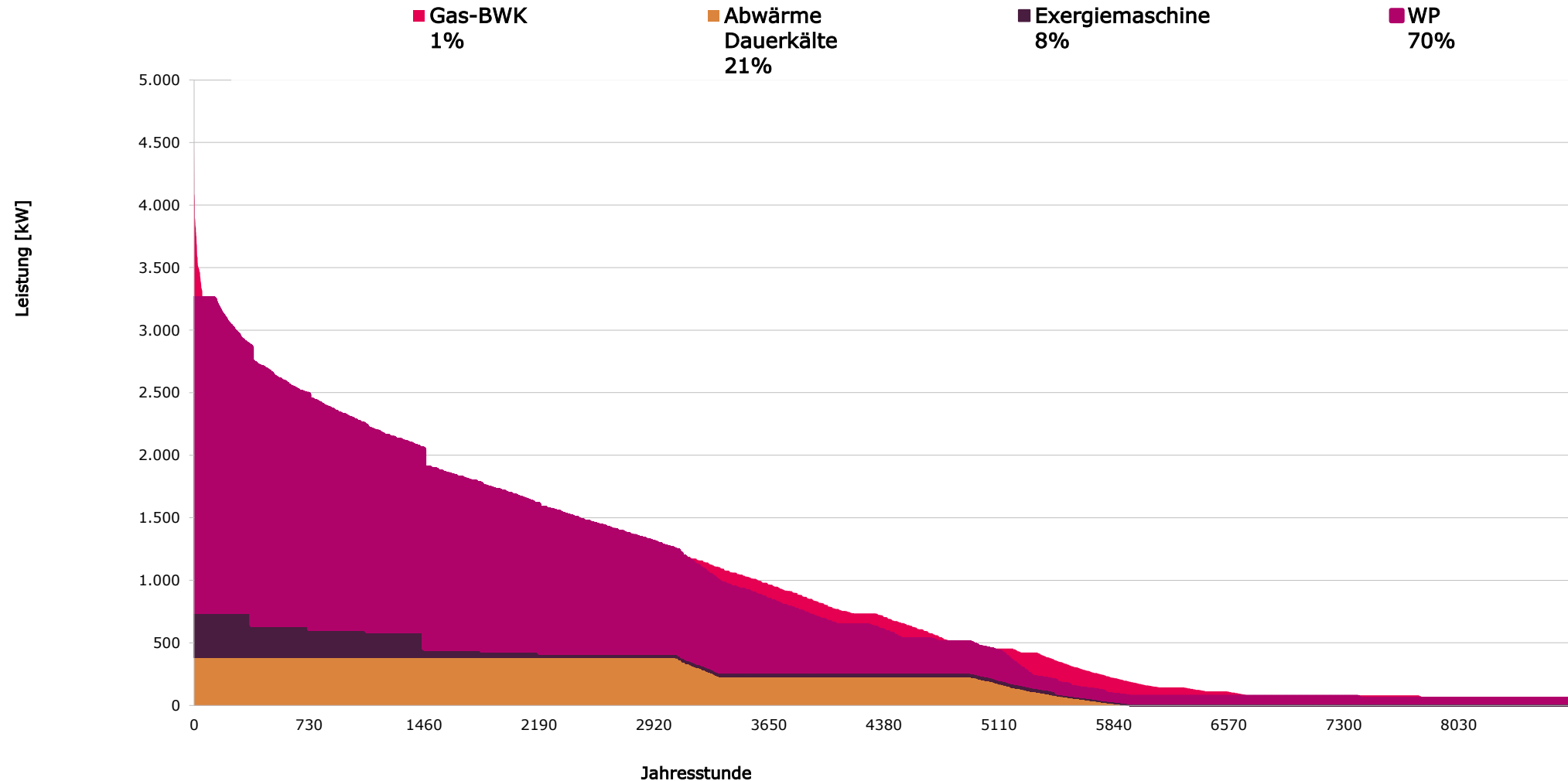
Variante 4

Wärmeverbraucher	Temperaturniveau Vor-/Rücklauf [°C]	Leistung [kW]
WWB	1. Stufe auf ca. 37,5 2. Stufe auf 65	728
NT (FBH+BKT+HKD)	40/32	1.010
Heizkörper	50/30	75
Hubschrauber Landeplatz + Rampe + Haupteingang	50/30	506
RLT Dyn. Heizung	50/30	1.872
Türluftschleier	50/30	65
ZSG (Hochtemperatur)	50/30	425
ZSG (Niedertemperatur)	40/32	318
Ärztehaus (Niedertemperatur)	40/32	36
Ärztehaus (Hochtemperatur)	50/30	204
Tertiäre Bereiche (Niedertemperatur)	40/32	29
Tertiäre Bereiche (Hochtemperatur)	50/30	167
Rettungswache	50/30	35
Summe		5.470
Summe Erzeugung (inkl. Gleichzeitigkeit 0,8 mit Ausnahme Ärztehaus und Tertiäre Bereiche, GLZ=1)		4.470

Variante 4

Jahresdauerlinie Heizung

Stündliche Leistungen absteigend geordnet



- Betrachtung ausschließlich thermisch Energie Wärme
 - ◆ ca. 70% Arbeit durch W/W-WP
 - ◆ ca. 29% Arbeit durch Wärmerückgewinnung (21%) und Exergiemaschine (8%)
 - ◆ nur noch ca. **1%** Arbeit durch fossilen Energieträger Erdgas.

- Zwischenfazit
 - ◆ Geothermale Anwendung ist grundsätzlich geeignet den Niedertemperatur Heizenergiebedarf zur Verfügung zu stellen.
 - ◆ Umplanung sind zeitlich und technisch realisierbar.
 - ◆ Zeitverzögerung insgesamt ca. +6 Monate.
 - ◆ Muss im Kontext zu den laufenden TGA Verfahren betrachtet werden. Zur Zeit scheint sich hier bereits eine zeitliche Verzögerung von mehreren Monaten anzubahnen.

- Energievergleich Variante 0 vs. Variante 4 (Strom und Gas)
 - ◆ - 35% Endenergie
 - ◆ - 30% CO₂ (heute) - 80% CO₂ (2025 – 2035 ►regenerativer Strommix)
 - ◆ 100% Eigennutzung PV Strom (6% Gesamtbedarf)
 - ◆ Ggf. Nutzung Campuskonzept

TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

- Energiekonzept
- Variante 0
- Variante 4

■ Energievergleich

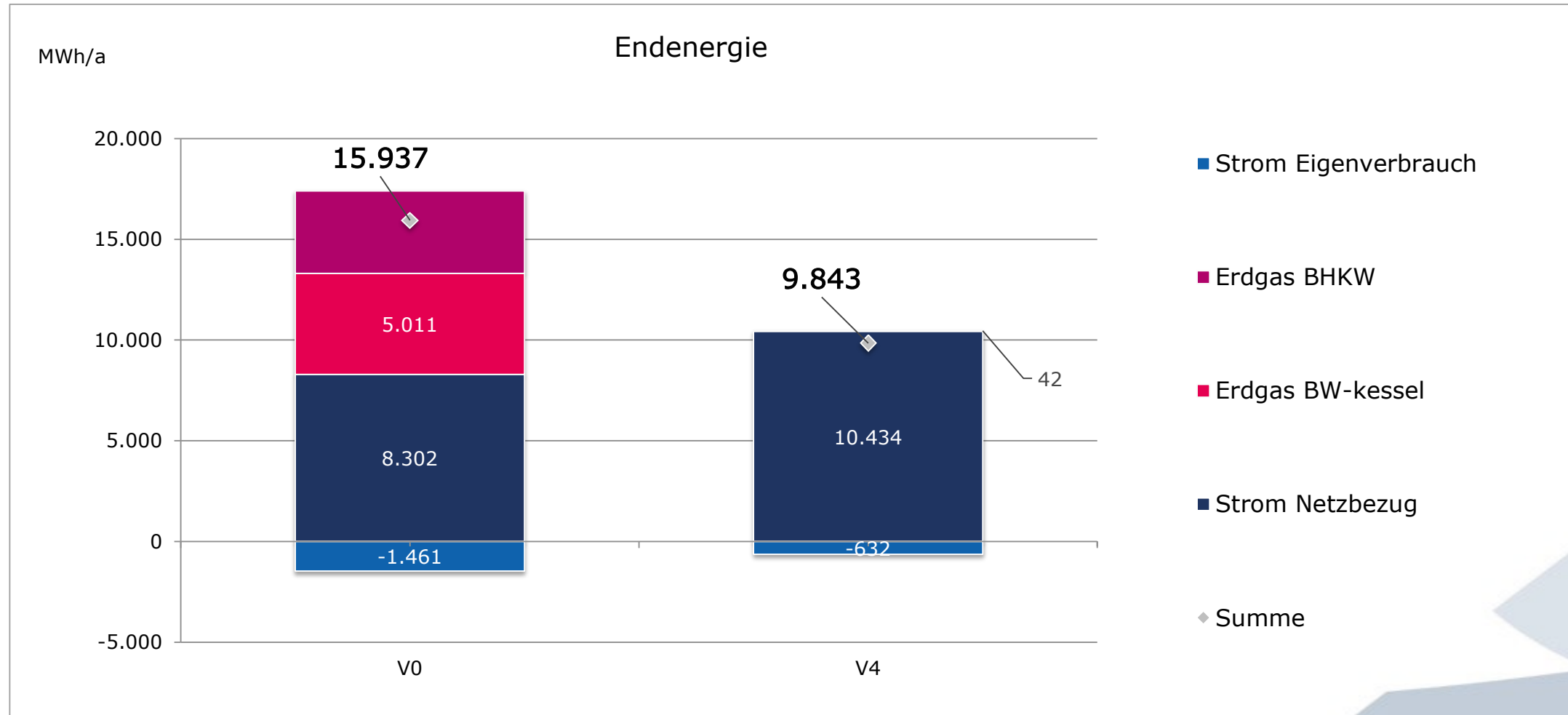
- Kosten / Kostenvergleich
- Fazit
- Beschluss

■ Fragen

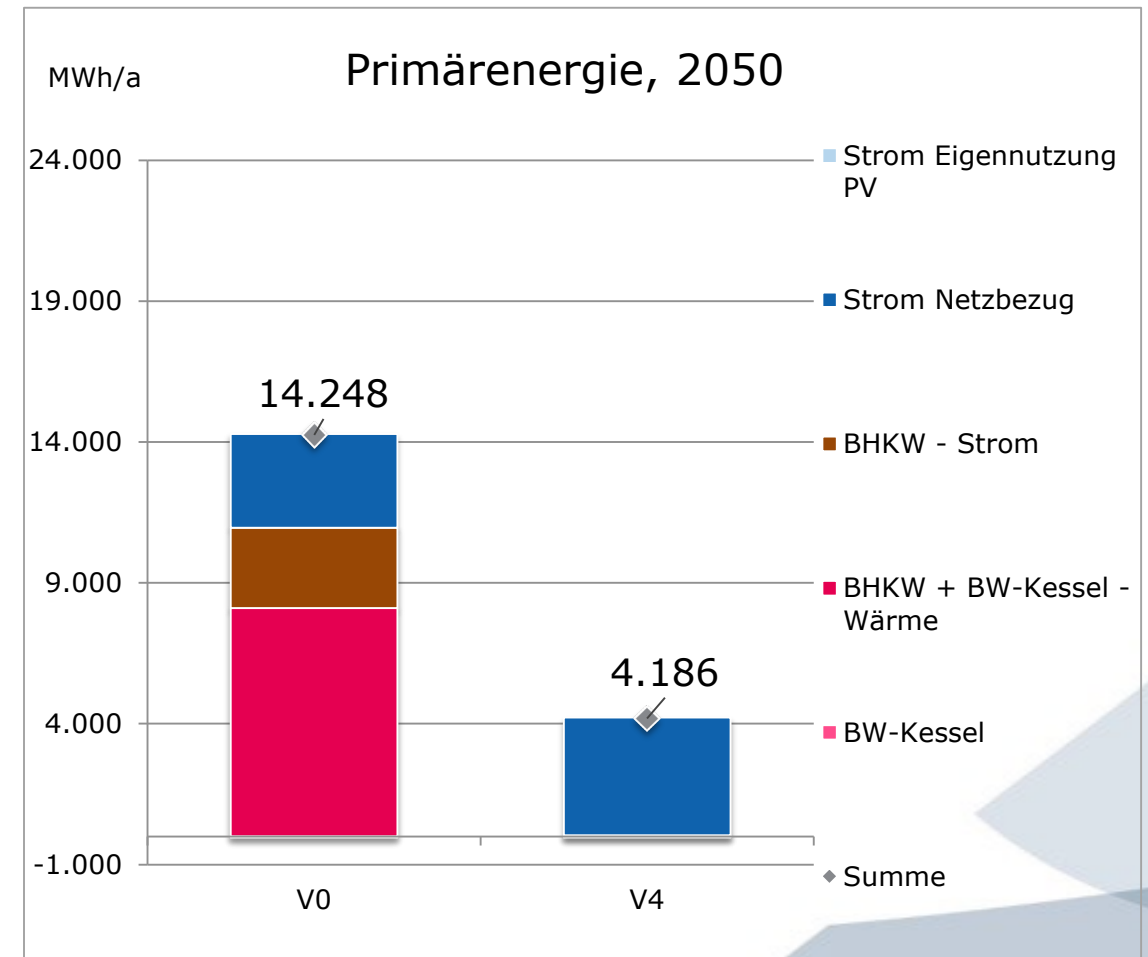
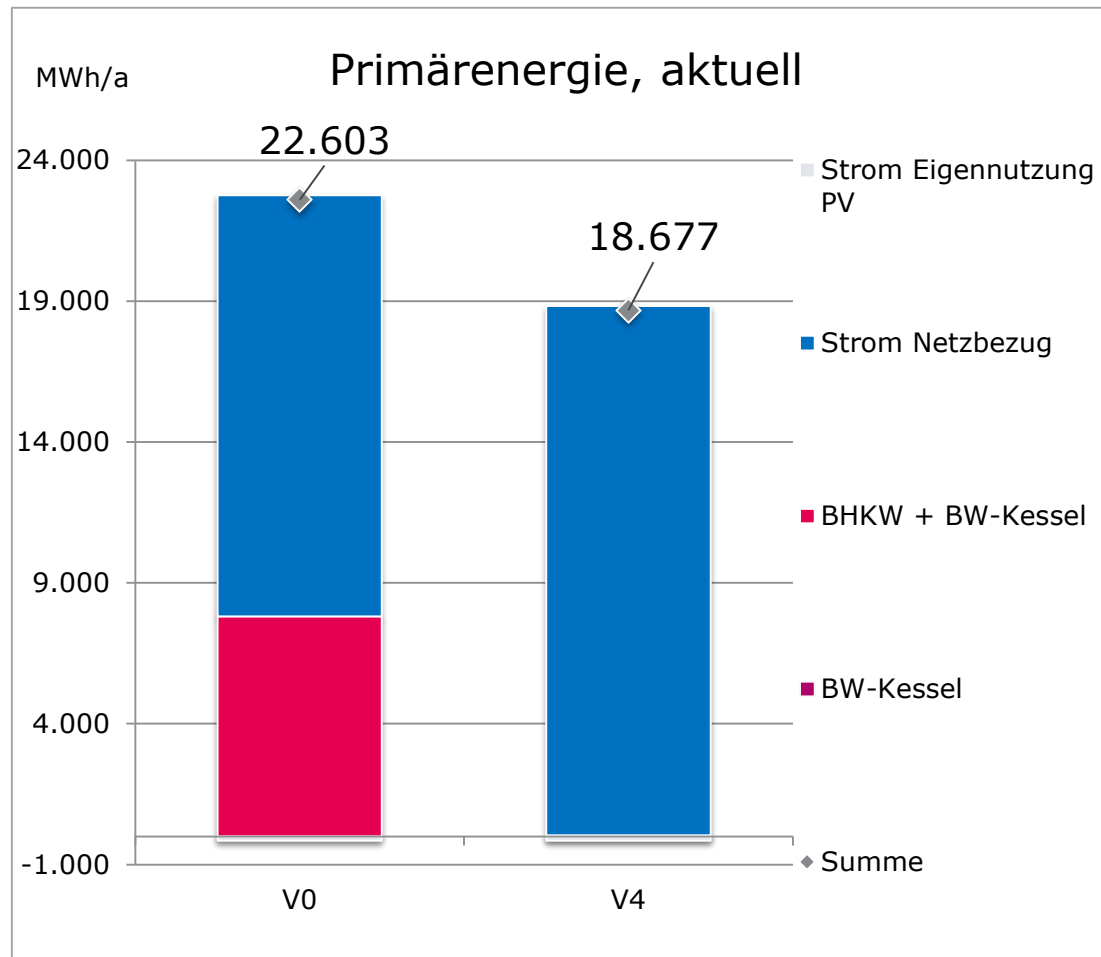
13. September 2022



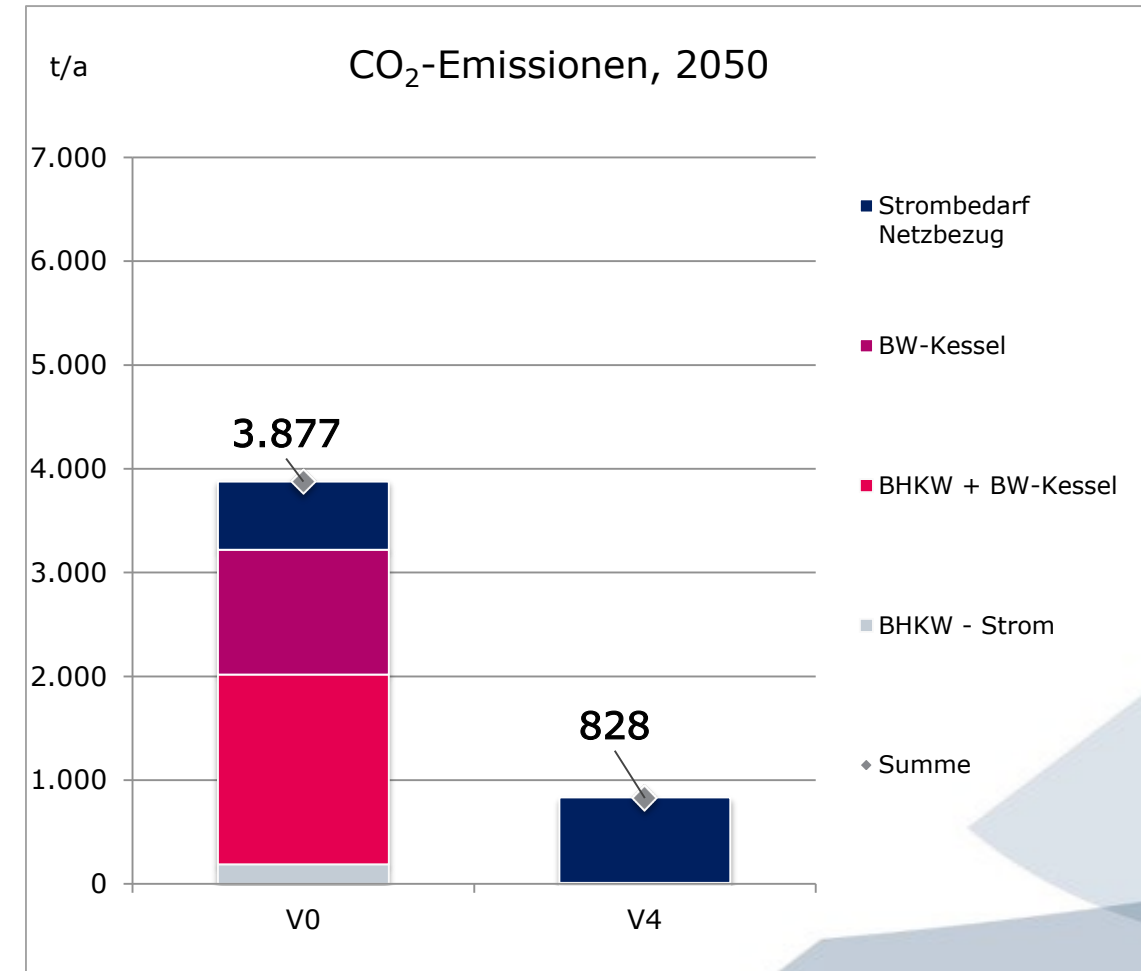
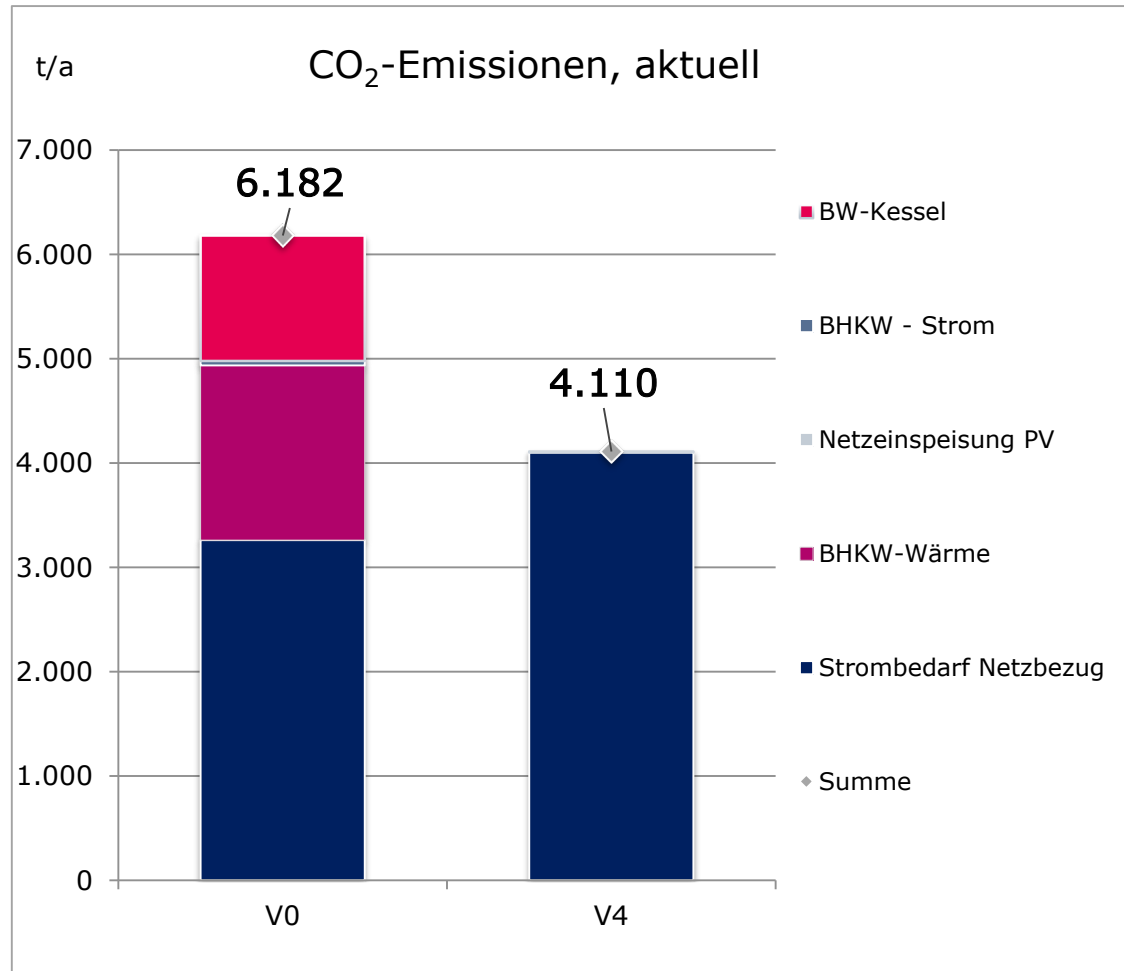
■ Energievergleich Endenergie (Strom und Gas)



Vergleich Primärenergiefaktoren (Strom und Gas)



■ Vergleich CO₂-Emissionen (Strom und Gas)



TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

- Energiekonzept
- Variante 0
- Variante 4
- Energievergleich

■ Kosten / Kostenvergleich

- Fazit
- Beschluss

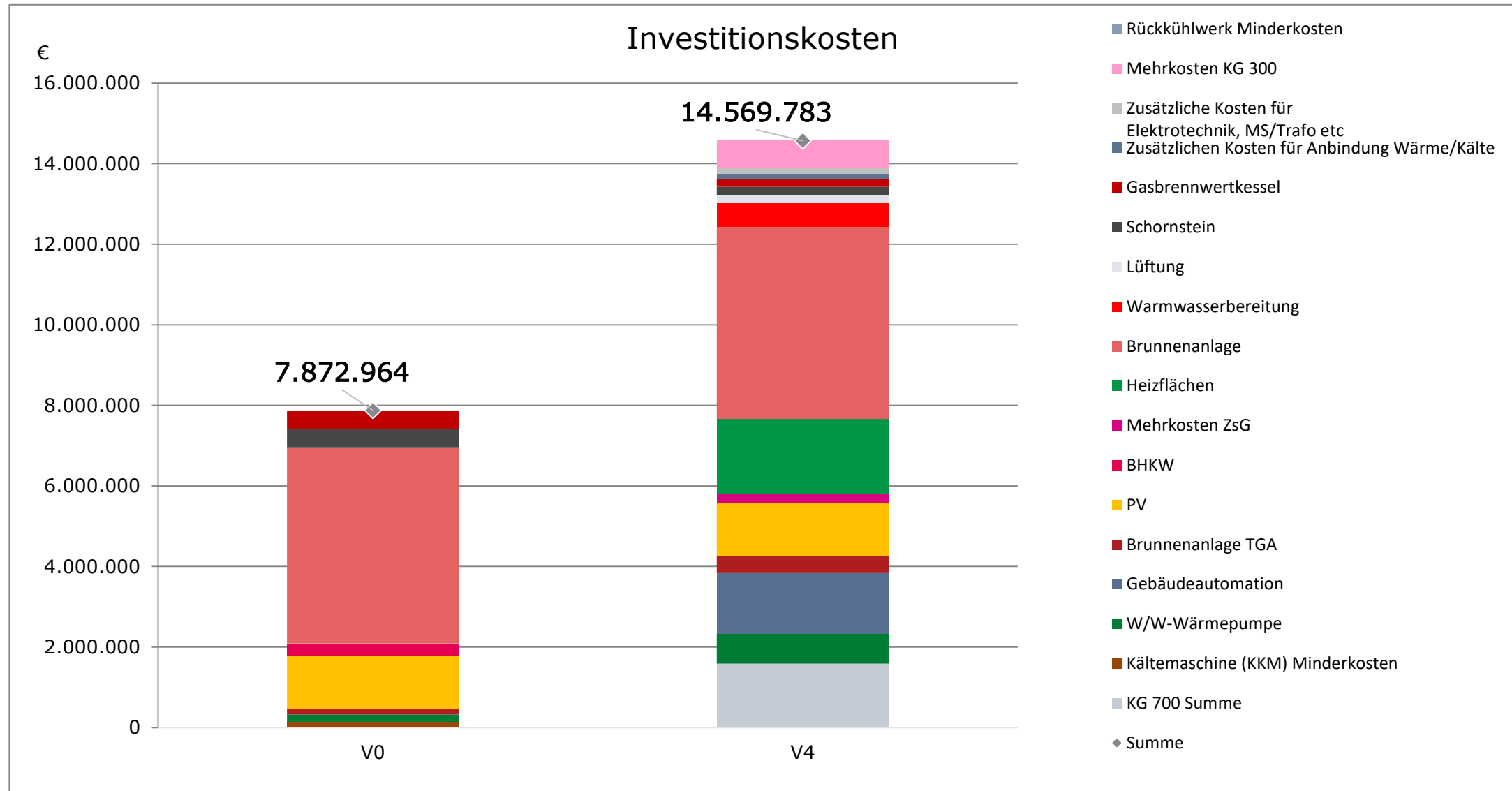
■ Fragen

13. September 2022



- **Entscheidung 1: Umstellung der Wärmeverteilung (ist getroffen)**
 - ◆ 43.000m² zusätzliche Fußbodenheizung.
 - ◆ Änderung des Fußbodenaufbaus (Estrich, Dämmung, Rohbautoleranzen, ...).
 - ◆ Zusätzliche Datenpunkte Gebäudeautomation FBHZ.
 - ◆ Vergrößerung der Heizflächen und der zugehörigen Verrohrung.
 - ◆ Änderung der Warmwasserbereitung auf ein 2-stufiges System. Erste Stufe bis $t = 45^{\circ}\text{C}$ mit W/W-WP, zweite Stufe $t = 65^{\circ}\text{C}$ mit Exergiemaschine.
 - ◆ Zusätzliche Wärmerückgewinnung.
- **ca. 5,8 Mio. EUR** (KG 300 – 700, Index I/2019)

- **Entscheidung 2: Umstellung der Wärmeerzeugung**
 - ◆ Zusätzlicher Förderbrunnen (+).
 - ◆ Anpassung Förderpumpen und Wärmepumpen (+).
 - ◆ Entfall BHKW (-).
 - ◆ Teilweise Entfall bivalente Brennwertkessel (Redundanz, Havarie) (-).
- **ca. 1,1 Mio. EUR** (KG 300 – 700, Index I/2019)



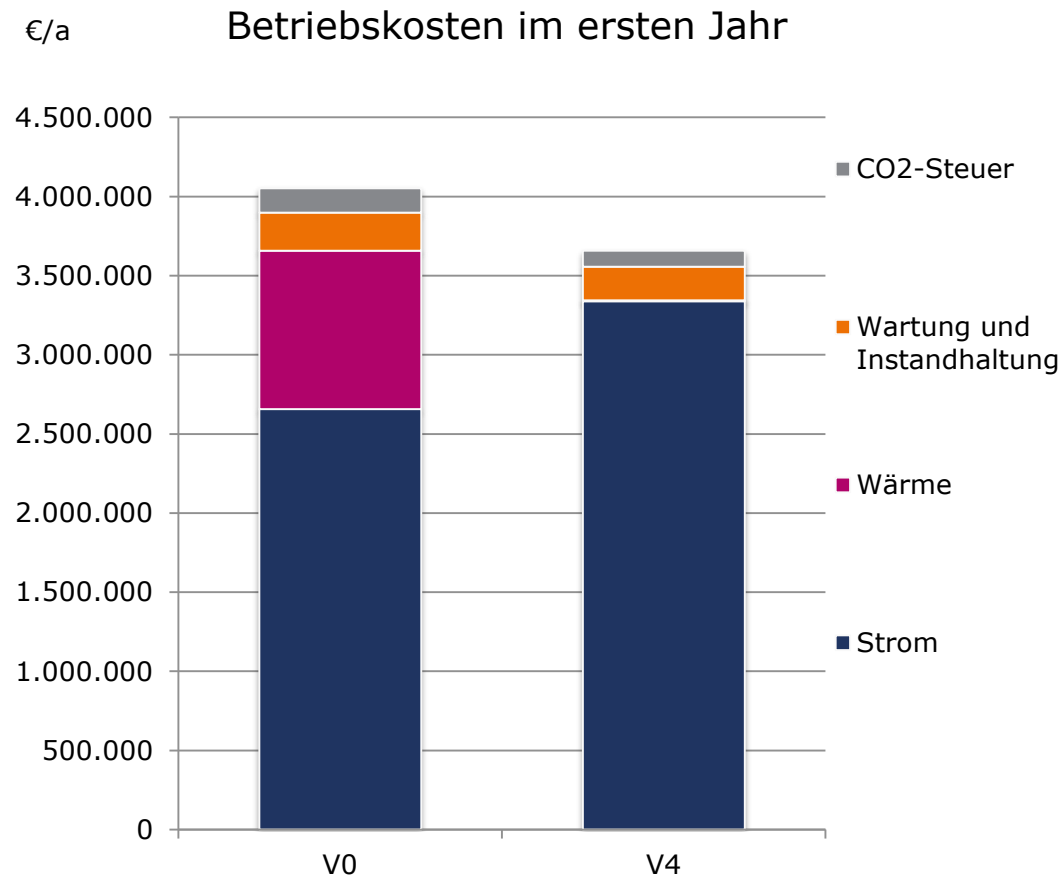
- Konsequenzen
 - ◆ **6,9 Mio. EUR Mehrkosten** (Investitionen)
 - ◆ Deutlich reduzierter Energieverbrauch = **deutlich geringere Verbrauchskosten**
- Alle Berechnungen inkludieren die Kostengruppen 300 - 700 und beziehen sich auf den Index Stand Kostenberechnung QI / 2019.

- Kostenvergleich unter Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten
 - ◆ Verschiedene Szenarien für Preissteigerungen Energie Strom/Gas
 - I) 2% / 2%
 - II) 4% / 5%
 - III) 7% / 10%
 - ◆ Darstellung der Betriebs-
 - ◆ und Gesamtjahreskosten (Annuitäten) für o.a. Szenarien.

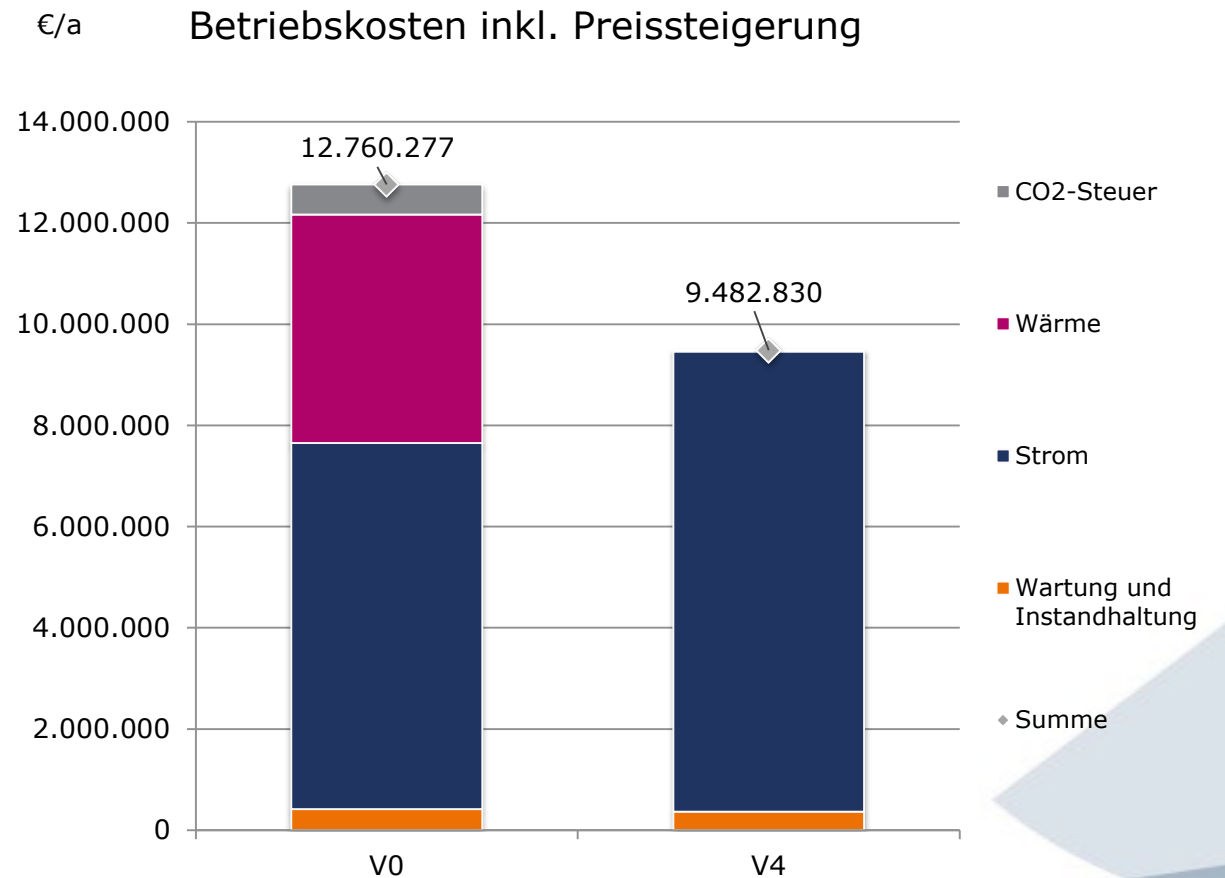
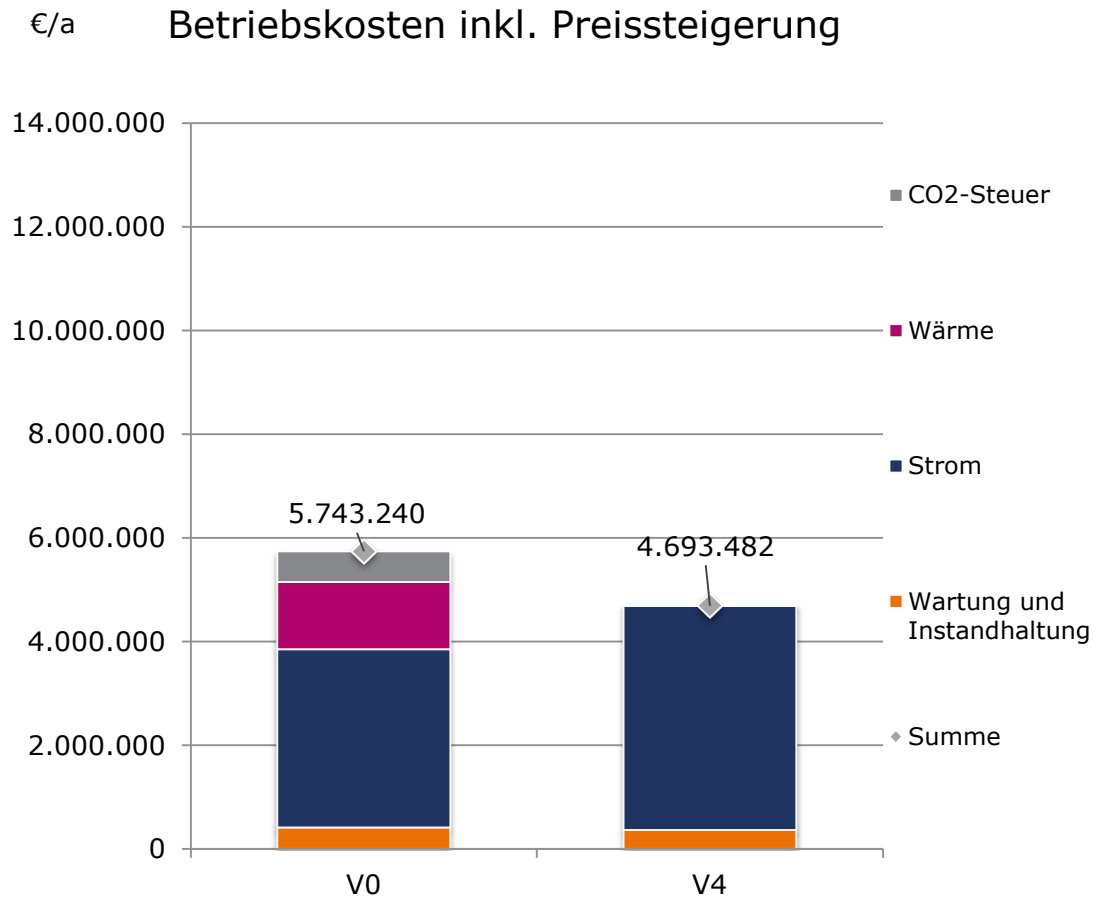
- Weitere Parameter
 - ◆ Bezugspreis Strom (Prognose 2024): 0,32 EUR/kWh
 - ◆ Bezugspreis Erdgas (Prognose 2024) 0,11 EUR/kWh
 - ◆ Betrachtungszeitraum: 30a
 - ◆ Zins: 3%
 - ◆ Inflation: 4%
 - ◆ Wartungskosten und Wiederbeschaffungswerte gemäß VDI2067-1

■ Betriebskostenvergleich

- 0.4 Mio. EUR p.a.



■ Betriebskostenvergleich (2% / 2% versus 7% / 10%)



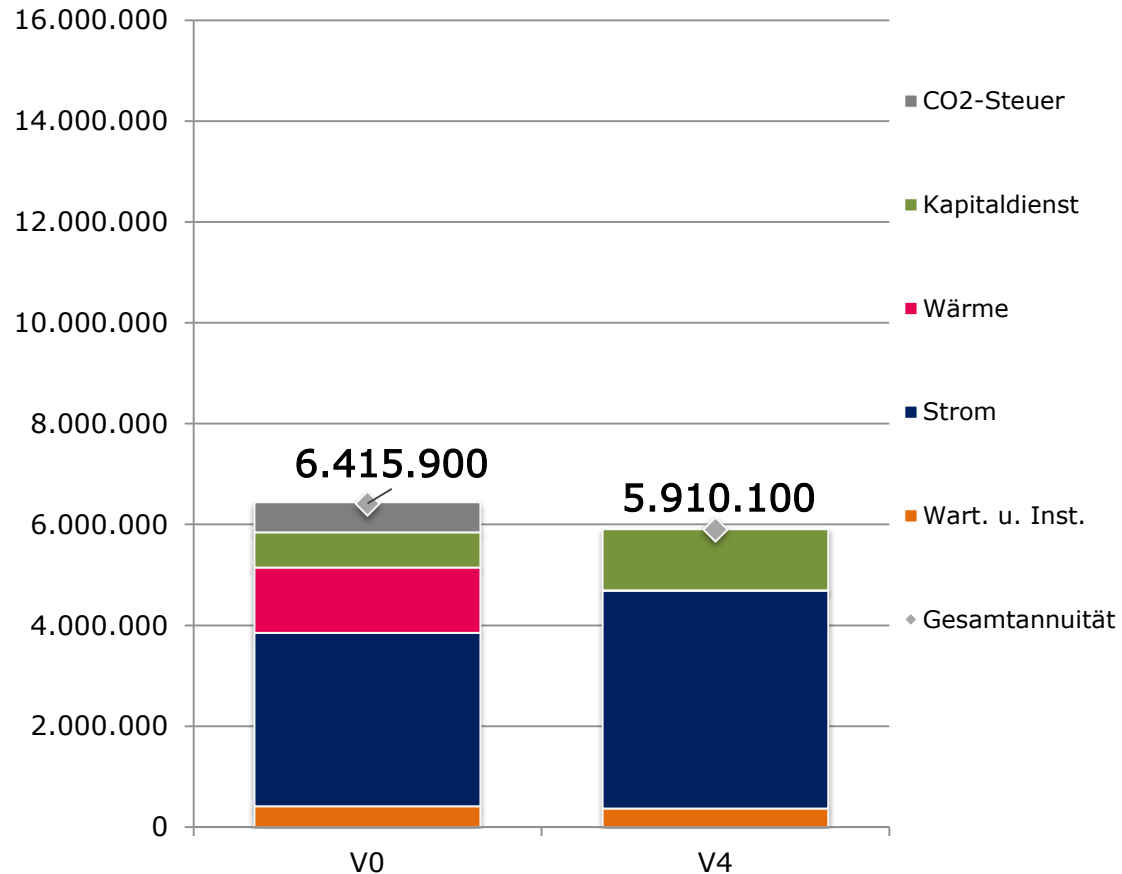
■ Zwischenfazit

- ◆ Selbst bei sehr moderater und damit relativ unwahrscheinlicher Preisentwicklung der Energieträger führt die Umsetzung der Variante 4 zu einer jährlichen **Betriebskosteneinsparung von ca. 1,0 Mio. EUR (ca. 19%)**.
- ◆ Je größer die Preissteigerungsdifferenz zwischen Gas und Strom ausfällt desto höher wird die Einsparung. Im Best Case Fall beträgt die jährliche **Einsparung 3,3 Mio. EUR (26%)**.

Kostenvergleich

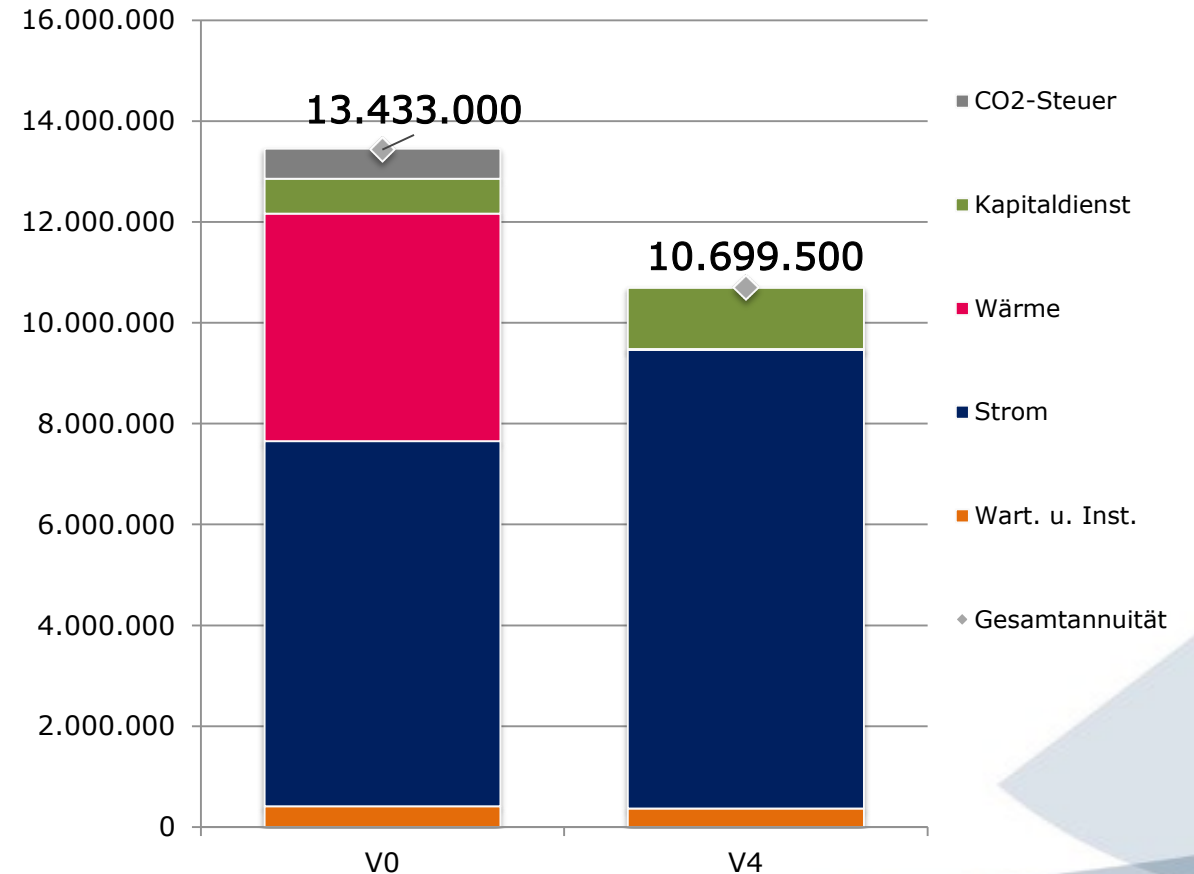
€/a

Gesamtjahreskosten (Annuität)



€/a

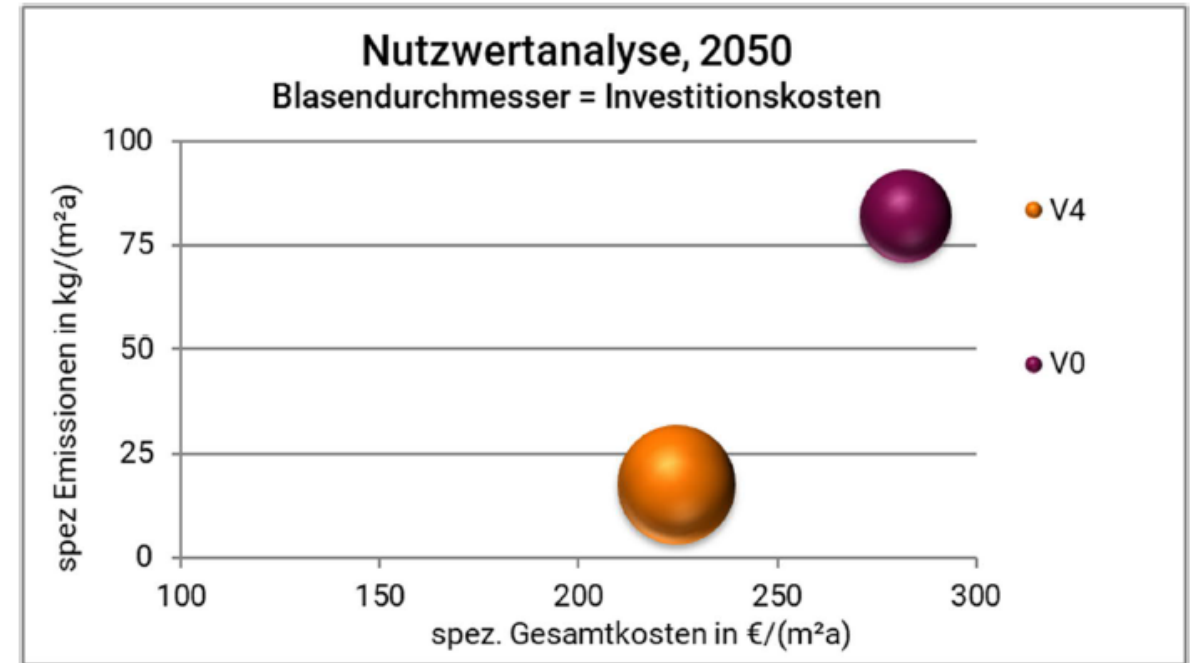
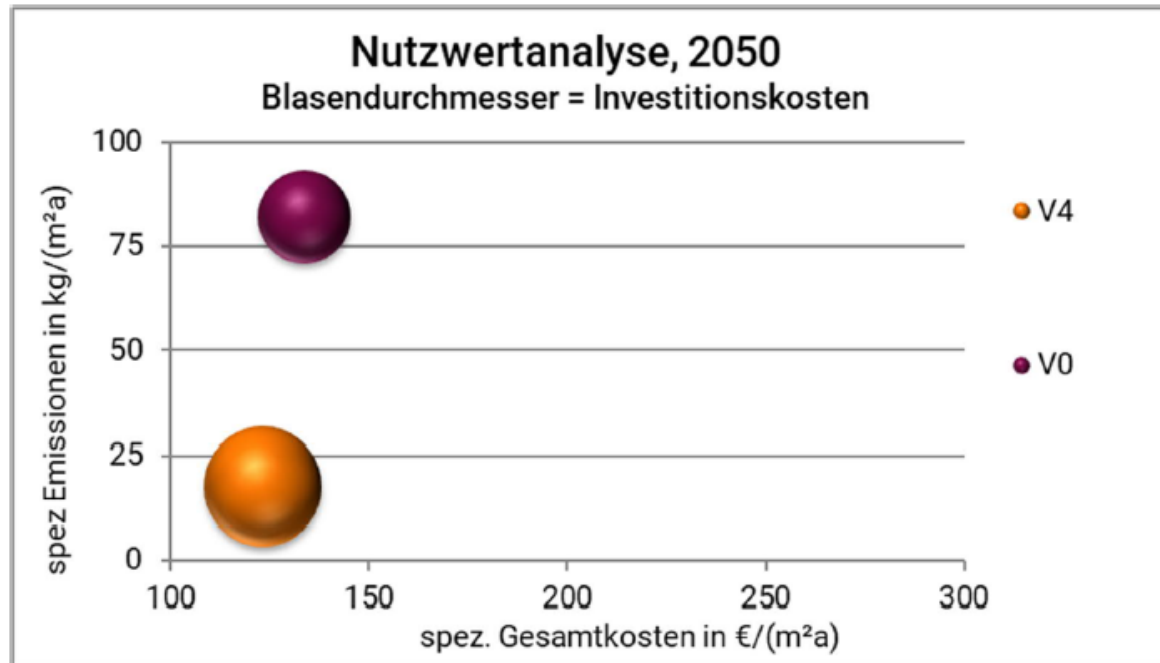
Gesamtjahreskosten (Annuität)



■ Zwischenfazit

- ◆ Bei der Annuitätenbetrachtung ist im Worst Case Fall eine **Gesamteinsparung von ca. 0.5 Mio. EUR p.a.** zu erwarten.
- ◆ Im Best Case Fall steigt der Betrag auf **2.7 Mio. EUR.**

- Bewertung aus umweltschutz- energetischen und gesamtwirtschaftlichen Aspekten



TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

- Energiekonzept
- Variante 0
- Variante 4
- Energievergleich
- Kosten / Kostenvergleich

■ Fazit

- Beschluss

■ Fragen

13. September 2022



■ Fazit

- ◆ Im Bericht zum Energiekonzept Campus Neues Klinikum Lörrach der zwp Ingenieur AG vom 29.08.2022 sind weitere Details nachzulesen. Hier wird das Energiekonzept gesamthaft dargestellt.
- ◆ Bereits jetzt sind durch die marktbedingten zeitlichen Verzögerungen bei den Vergabeverfahren TGA mehrere Wochen Zeitverzug eingetreten. Ein weiterer Zeitverzug von max. 3 Monaten hat deutliche finanzielle Konsequenzen. Ist aber aufgrund der Marktsituation obligat.

- Fazit

- ◆ **Unter Berücksichtigung aller Aspekte ist Variante 4 dringend zu empfehlen.**

■ Weiteres Vorgehen

- ◆ Finalisierung der Kostenberechnung und Indexierung auf den jeweiligen Leistungsschwerpunkt sowie der Planung der Planung.
- ◆ Im jetzigen Planungsprozess ist Entscheidung 1 Wärmeversorgung bereits enthalten. Entscheidung 2 Wärmeerzeugung kann noch in den laufenden TGA Verhandlungsverfahren berücksichtigt werden.
- ◆ Herbeiführen eines Kreistagsbeschlusses für die Umsetzung der Variante 4 und Freigabe der Budgeterhöhung spätestens bis November 2022.
- ◆ Weitere Zeitverzögerungen sind kritisch zu betrachten und unbedingt zu vermeiden.
- ◆ Anpassung des Förderantrages und weitere Gespräche mit dem Sozialministerium.

■ Budget

- It. Kreistagsbeschluss vom 22.07.2029 (Index Q1/2019): 323.493.417 EUR
- zzgl. 6.900.000 EUR Energiekonzept Variante 4: 330.393.417 EUR

TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

- Energiekonzept
- Variante 0
- Variante 4
- Energievergleich
- Kosten / Kostenvergleich
- Fazit

■ Beschluss

■ Fragen

13. September 2022



Für die Umsetzung des neuen Konzeptes müssen 6.9 Mio. EUR (Stand Kostenberechnung Q1 2019) zusätzlich bereitgestellt werden. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung belegt eine Amortisation über reduzierte Betriebskosten. Die zusätzlichen Mittel dienen der Vorfinanzierung und sind aus Eigenmitteln (ggf. Erhöhung der Kreditaufnahme) zuzuführen. Der Fertigstellungs- und Inbetriebnahmetermin wird sich um 6 Monate verschieben. Die Projektleitung wird ermächtigt, den Generalplaner mit der Planung und Umsetzung des neuen Energiekonzeptes mit 6.9 Mio. EUR (Stand Q1 / 2019) zu beauftragen.

TOP 2 Energiekonzept 13. September 2022

■ Stand der Planung

- Energiekonzept
- Variante 0
- Variante 4
- Energievergleich
- Kosten / Kostenvergleich
- Fazit
- Beschluss

■ Fragen



Ihre Fragen ...



Vielen Dank!

