

Erdwärmennutzung mittels Grubenwasser

Ökologisch-Ökonomisches Wärmeversorgungskonzept
für ein Gewerbegebiet

Reden, den 04.03.2009

Gliederung

- 1.** Kurvorbereitung WPW / IZES
- 2.** Machbarkeitsstudie/Variantenuntersuchung
- 3.** Realisierung und Umsetzung der Studie

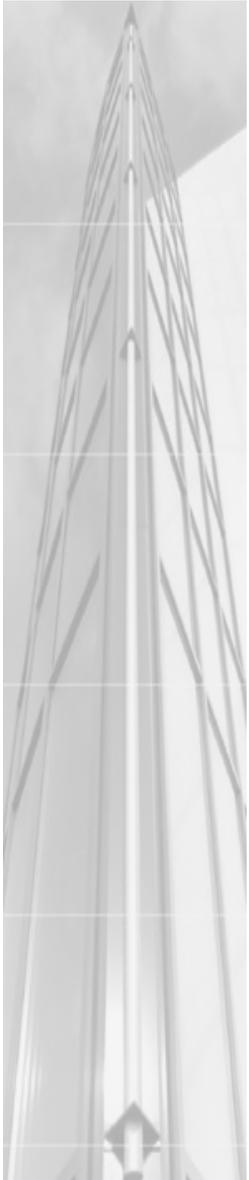
1.

Kurzvorstellung WPW / IZES

Standorte WPW Gruppe



Unternehmensentwicklung

- 
- 1947** Gründung als Ingenieurbüro für Baustatik durch Dipl.-Ing. **Paul Pabst**, später Paul Pabst & Partner
 - 1977** Ausscheiden von Herrn Pabst und Weiterführung des Unternehmens durch Frithjof **Wundrack**, Guido **Peter** und Ingo **Wunderlich** unter dem Namen **WPW Beratende Ingenieure**
 - 1981** Gründung des Tochterunternehmens WPW IFEG Institut für Erd- und Grundbau GmbH, seit 1994 geführt als **WPW GEOCONSULT GmbH**
 - 1989** Gründung des Tochterunternehmens **WPW GETÜ** Gesellschaft für Energieberatung und Technische Überwachung
 - 1993** Gründung des Tochterunternehmens WPW INGENIEURE LEIPZIG GmbH
 - 1999** Ausscheiden von Guido Peter und Ingo Wunderlich, Weiterführung des Unternehmens durch die Gesellschafter Dipl.-Ing. Rolf Petzold und Dr.-Ing. Werner Backes unter dem Namen **WPW INGENIEURE – Planen und Beraten im Bauwesen**
 - 2000** Umwandlung der Rechtsform in eine GmbH
 - 2003** Ernennung von Dr.-Ing. Gernot Heit und Dipl.-Ing. Architekt Volker Eisenbeis zu weiteren Gesellschaftern bei WPW INGENIEURE GmbH
 - 2005** Gründung WPW NET CONSULT GmbH

Organigramm

UNTERNEHMEN DER WPW-GRUPPE

<p>WPW INGENIEURE PLANEN UND BERATEN IM BAUWESEN</p> <p>Geschäftsführung:</p> <p>WPW INGENIEURE GmbH Hochstraße 61 D-66115 Saarbrücken</p> <p>Dr.-Ing. Werner Backes Dipl.-Ing. Architekt Volker Eisenbeis</p> <p>Dr.-Ing. Gernot Heit Betriebswirt Christian Lehfeld</p>	<p>WPW GEOCONSULT WPW BAUGRUND HYDROGEOLOGIE UMWELT</p> <p>Geschäftsführung:</p> <p>WPW GEOCONSULT GmbH Hochstraße 61 D-66115 Saarbrücken</p> <p>Dipl.-Ing. Thomas Becker Dipl.-Ing. Peter Hack Martin Hollinger Dr. rer. nat. Peter Jenal Dr.-Ing. Mathias Lüber</p>
---	---

FACH- UND TÄTIGKEITSBEREICHE

Architektur, Hoch- und Industriebau	Tragwerksplanung, Prüfeningenieurwesen	Technische Ausrüstung Mechanik	Technische Ausrüstung Elektrotechnik
Infrastruktur, Wasserwesen, Umwelttechnik, Straßen- und Deponieplanung	Bauüberwachung, SiGe-Koordination	Projektentwicklung, Projektsteuerung, Facility Management	Planung von Rechenzentren und Netzwerkzentralen

TÄTIGKEITSBEREICHE

Baugrund	Hydrogeologie	Umwelt
Baugrund-erkundung, Gründungsberatung, Erdstatik, Material- und Qualitätsprüfung	Grundwasser-erkundung, Grundwasserschutz, Grundwasser-sanierung	Umwelttechnische Untersuchungen und Beratung, Altlastensanierung, Selektiver Rückbau, Abfallmanagement

BÜROS UND BETEILIGUNGSGESELLSCHAFTEN

<p>WPW INGENIEURE PLANEN UND BERATEN IM BAUWESEN</p> <p>LEIPZIG GmbH</p> <p>Dipl.-Ing. Bernd K. Paulus Ludwig-Erhard-Straße 51 D-04103 Leipzig</p>	<p>WPW INGENIEURE PLANEN UND BERATEN IM BAUWESEN</p> <p>Büro Köln</p> <p>Dipl.-Ing. Architekt Albert Lill Neusser Straße 384 D-50733 Köln</p>	<p>WPW Algérie S.A.R.L.</p> <p>Dipl.-Ing. Architekt Volker Eisenbeis 16000 Bab Ezzouar DZ-Alger</p>	<p>WPW Eastern Europe ENGINEERING AND CONSULTING SRL</p> <p>Dipl.-Ing. Architekt Albert Lill 1A Bucuresti-Ploiesti RO-Bucharest</p>
<p>WPW NET CONSULT IT-LÖSUNGEN FÜR GEBÄUDE UND PROZESSE</p> <p>Dr.-Ing. Werner Backes Dr.-Ing. Gernot Heit Hochstraße 61 D-66115 Saarbrücken</p>	<p>WPW & MASCIONI</p> <p>Dipl.-Ing. Hans Werner Mascioni Prüfingenieur für Baustatik Hochstraße 61 D-66115 Saarbrücken</p>	<p>WPW GETÜ GESELLSCHAFT FÜR ENERGIEBERATUNG UND TECHNISCHE ÜBERWACHUNG</p> <p>Dr.-Ing. Gernot Heit Hochstraße 61 D-66115 Saarbrücken</p>	<p>LOGFORM GRUPPE logisch basierte raumlösungen</p> <p>Dipl.-Ing. Architekt Volker Eisenbeis Dr.-Ing. Gernot Heit Hochstraße 61 D-66115 Saarbrücken</p>

BÜROS UND TOCHTERGESELLSCHAFT

<p>Büro LANDSTUHL</p> <p>Bruchwiesenstraße 37 D-66849 Landstuhl</p>	<p>Büro MANNHEIM</p> <p>Erzbergerstraße 19 D-68165 Mannheim</p>	<p>Büro TRIER</p> <p>Herzogenbuscher Straße 54 D-54292 Trier</p>
<p>Büro WIESBADEN</p> <p>Bahnstraße 8 D-65205 Wiesbaden</p>	<p>Büro LUDWIGSHAFEN</p> <p>Giulinistraße 2 D-67065 Ludwigshafen</p>	<p>WPW GEOCONSULT Luxembourg S.à r.l.</p> <p>Dr. rer. nat. Klaus Stass Dipl.-Ing. Peter Hack 33, rue Hiehl L-6131 Junglinster</p>

Aufgabenspektrum WPW GETÜ

- Betriebskosten- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Energiestudien, Optimierung von Energielieferverträgen, Contracting-Beratung
- Instandhaltungsplanung, Erstellung und Koordinierung von Wartungs- und Serviceplänen, FM-Dienstleistungen
- Anlagen- und Bausubstanzuntersuchungen, betriebliche und thermische Gebäudeanalysen,
- Bauanträge nach BImSchG
- Technischer Service und Beratung bei Anlagen der TGA, Überwachungsleistungen durch Sachverständige
- Thermische Gebäudesimulationen und Strömungssimulationen
- Energieberatung Niedrigenergiehaus, Passivhaus, Ausstellung von Energiepässen (Bedarfs- und Verbrauchsausweise)

Institut für **ZukunftsEnergieSysteme**



3 Standorte,

Wissenschaftliches Personal > 25

Arbeitsfelder des IZES

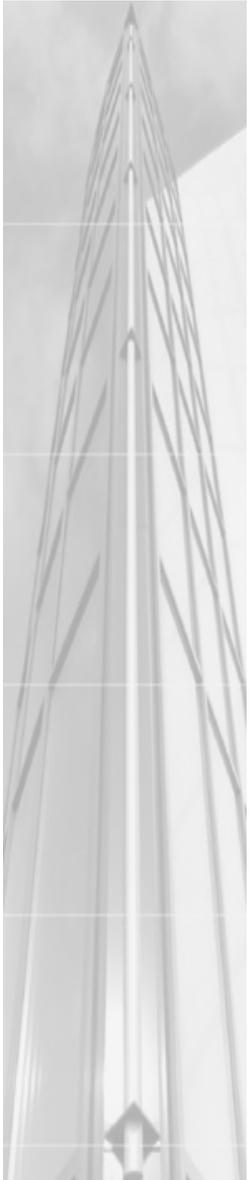
- Energiesystemtechnik
- Energiewirtschaft / Zukunftsmärkte
- Stoffstrommanagement/ Biomasse
- Solarforschung und Testzentrum

2.

Machbarkeitsstudie / Variantenuntersuchung

Einleitung

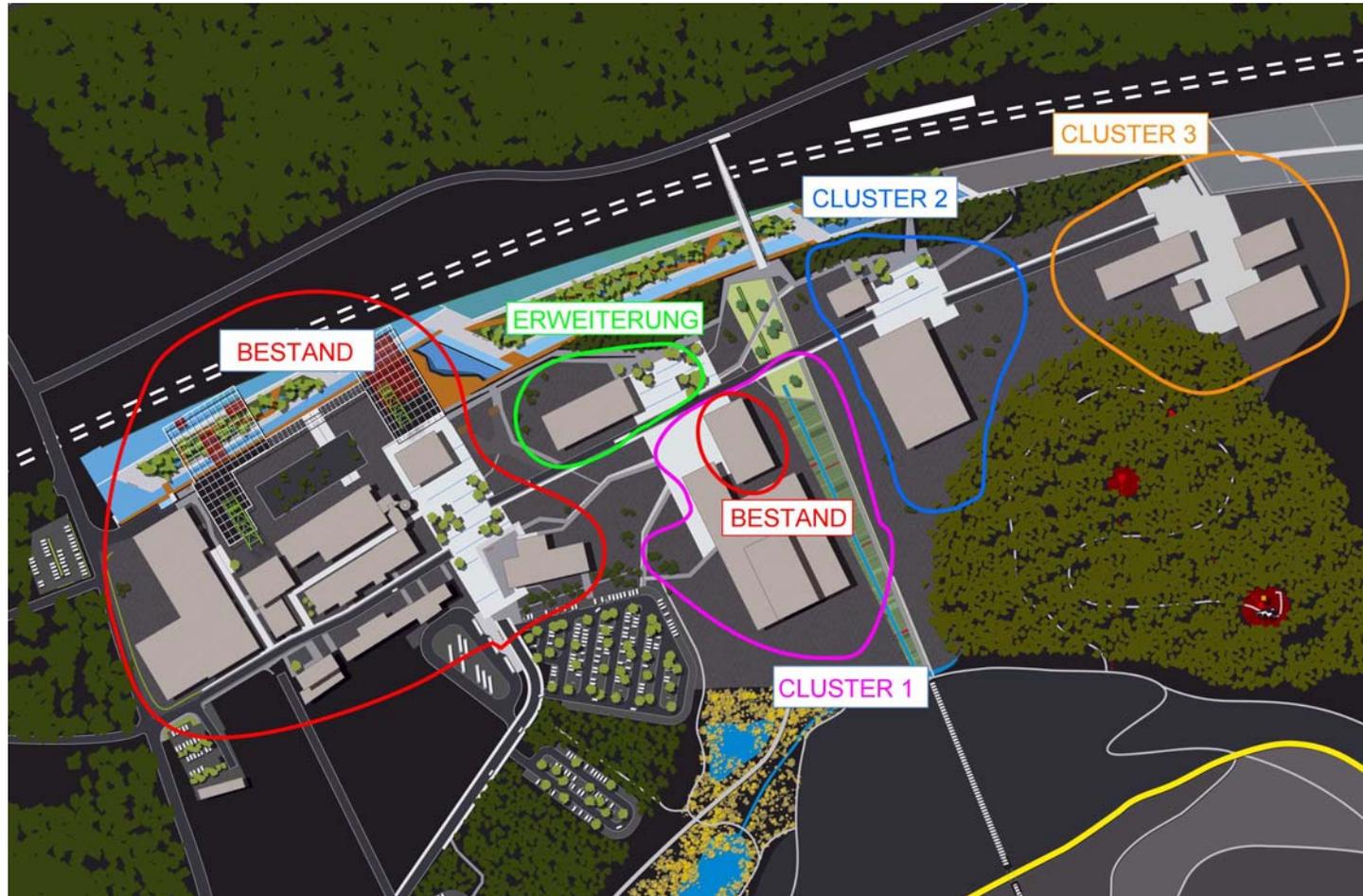
- Im Rahmen der Revitalisierung des ehemaligen Grubenstandortes in Reden war ein Wärmeversorgungskonzept zu entwickeln.
- Der ehemalige Grubenstandort ist seit 1995 stillgelegt.
- Weitere Nutzung durch die bergbautreibende Firma (DSK) besteht nur in der Grubenwasserhaltung. Zu diesem Zwecke wird die Förderschichtanlage weiterhin aufrecht erhalten
- Außer den durch die DSK weiterhin genutzten Gebäuden werden sowohl in den bestehenden teilweise unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden als auch in neuen Gebäuden auf dem Grubengelände sukzessive neue Ansiedlungen und Nutzungsmöglichkeiten geschaffen.



Aufgabenstellung an die Wärmerversorgungsstudie:

- Festlegung der zukünftigen Versorgungskonzeptes unter Berücksichtigung eines sukzessiven allmählichen Ausbaus
- Wirtschaftliche Betrachtung der unterschiedlichen Varianten unter Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten
- Festlegen der energetischen Rahmenbedingungen für Investoren (Anschlussbedingungen)
Die Machbarkeitsstudie dient als Grundlage zur Entscheidungsfindung der späteren Realisierung.
- Entwicklung eines zukunftsweisenden Konzeptes mit hohen Ansprüchen an Gebäude, Technik und Infrastruktur unter spezieller Berücksichtigung alternativer und regenerativer Energien
- Zur Bündelung der Fachkompetenzen und Erfahrungen wurde die Studie durch die ARGE WPW GETÜ / IZES durchgeführt.

Rahmenbedingungen



Lageplan „Zukunftsstandort Reden“

Rahmenbedingungen

- 1. Ausbaustufe: ehemaliges Zechengebäude/Bürogebäude
Zentrum für Biodokumentation
ca. 5.400 m², Wärmebedarf ca. 1.000 kW

ehemalige Bohrhalle / Besprechungsräume
derzeit genutzt ca. 50 kW

- 2. Ausbaustufe: Cluster 1 („Gondwana-Prähistorium“)
ca. 7.000 m², Wärmebedarf ca. 600 kW

-
- 3. Ausbaustufe: Cluster 2 und 3,
Fläche ca. 18.000 m²,
Wärmebedarf ca. 1.600 kW

Realisierung 2006-2008

Realisierungszeit
noch ungewiss

Grubenwasser

Eigenschaften:

- Temperatur: ca. 30 °C im Durchschnitt
- Menge: ca. 1000 m³/h schwankend bis zu 3.000 m³/h
- Ausfallzeiten: maximal 8 Stunden
- Konsistenz: zeigt keine Korrosionserscheinungen, neigt jedoch zu Ablagerungen
- Verfügbarkeit: Solange Bergwerk Ensdorf in Betrieb ist, jedoch keine Garantie von Seiten DSK, evtl. noch länger, um Schäden durch Grubensenkungen zu vermeiden.

Zukünftige Wärmeversorgungskonzepte

Grundsätzlich mögliche Wärmeträgermedien:

- Grubenwasser
- Erdgas
- Nahwärmenetz mit Heizwasser

Grundsätzlich mögliche Wärmeerzeuger:

- Konventionelle Gaskesselanlagen (Brennwertkessel)
- Holzsnitzel- und/oder Pelletkessel
- Kompressionswärmepumpen
- Absorptionswärmepumpen
- Gaswärmepumpen

In der Kombination aus möglichen Wärmeträgermedien und Wärmeerzeugern ergeben sich folgende 7 Varianten:

Zusammenfassung der Varianten

Variante	1	2	3	4	5	6	7
Beschreibung	Dezentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Gaskessel	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Gaskessel	Dezentrale Wärmeerzeugung Kompressionswärmepumpen	Zentrale Wärmeerzeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 134a mit NT-Gaskessel	Zentrale Wärmeerzeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 717 (Ammoniak) mit NT-Gaskessel	Zentrale Wärmeerzeugung Absorptions-Wärmepumpe Kältemittel Lithium-Bromid	Zentrale Wärmeerzeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 134a (gasmotor- betrieben) mit NT-Gaskessel
Grubenwassernutzung	ohne	ohne	mit	mit	mit	mit	mit
Komponenten (1.BA)	je Gebäude 1-2 Brennwertkessel entsprechender Leistung	2 Brennwertkessel à 800 kW	je Gebäude 1-2 Kompressions- Wärmepumpen mit entsprechender Leistung	2 Kompr.-Wärmepumpen à 450 kW 1 NT-Gaskessel 700 kW	2 Kompr.-Wärmepumpen à 450 kW 1 NT-Gaskessel 700 kW	2 Absorptions-Wärmepumpen à 800 kW	1 Kompr.-Wärmepumpen 450 kW 1 Kompr.-Wärmepumpen 450 kW (gasmotorbetr.) 1 NT-Gaskessel 700 kW
zusätzliche Komponenten (Endausbau)	je zusätzlichem Gebäude 1-2 Brennwertkessel entsprechender Leistung	1 Brennwertkessel à 1.500 kW	je zusätzlichem Gebäude 1-2 Kompressions- Wärmepumpen mit entsprechender Leistung	1 Brennwertkessel à 1.500 kW	1 Brennwertkessel à 1.500 kW	1 Absorptions-Wärmepumpen à 1.500 kW	1 Brennwertkessel à 1.500 kW
Kesselhaus/ Heizraum	Heizraum je Gebäude Größe ca. 30 m²	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	Aufstellungsraum je Gebäude Größe ca. 30 m²	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich
Energieverteilnetz	Gas-Mitteldrucknetz, Anschluß an jedes Gebäude	Gasanschluß Kesselhaus Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen	Grubenwassermetz (offen), Leitungslänge ca. 800 m Einführung in jedes Gebäude mit Absperr- und Zähl- einrichtung Gebäudeeintrittstemperatur ca. 25°C	Gasanschluß Kesselhaus Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen	Gasanschluß Kesselhaus Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen	Gasanschluß Kesselhaus Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen	Gasanschluß Kesselhaus Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen
Energiespeicher	nicht erforderlich	nicht erforderlich	ca. 1.000 m³ Grubenwasser- speicher, dezentrale Pufferspeicher je Gebäude, Größe nach erford. Wärmepumpenleistung	ca. 600 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 10 m³ Inhalt	ca. 600 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 10 m³ Inhalt	ca. 1.000 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 10 m³ Inhalt	ca. 600 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 10 m³ Inhalt

Variante 1

Dezentrale Wärmeerzeugung mittels Gas-Brennwertkesseln

Die Beheizung erfolgt dezentral in den einzelnen Gebäuden. Die Versorgung erfolgt über ein neu zu verlegendes Gasnetz.

Vorteile:

- Beheizung wird erst mit dem Bau erforderlich und muss nicht schon zentral eingeplant und vorgehalten werden.
- kein Nahwärme- oder Grubenwassernetz erforderlich.
- kein zentraler Betreiber erforderlich

Nachteile:

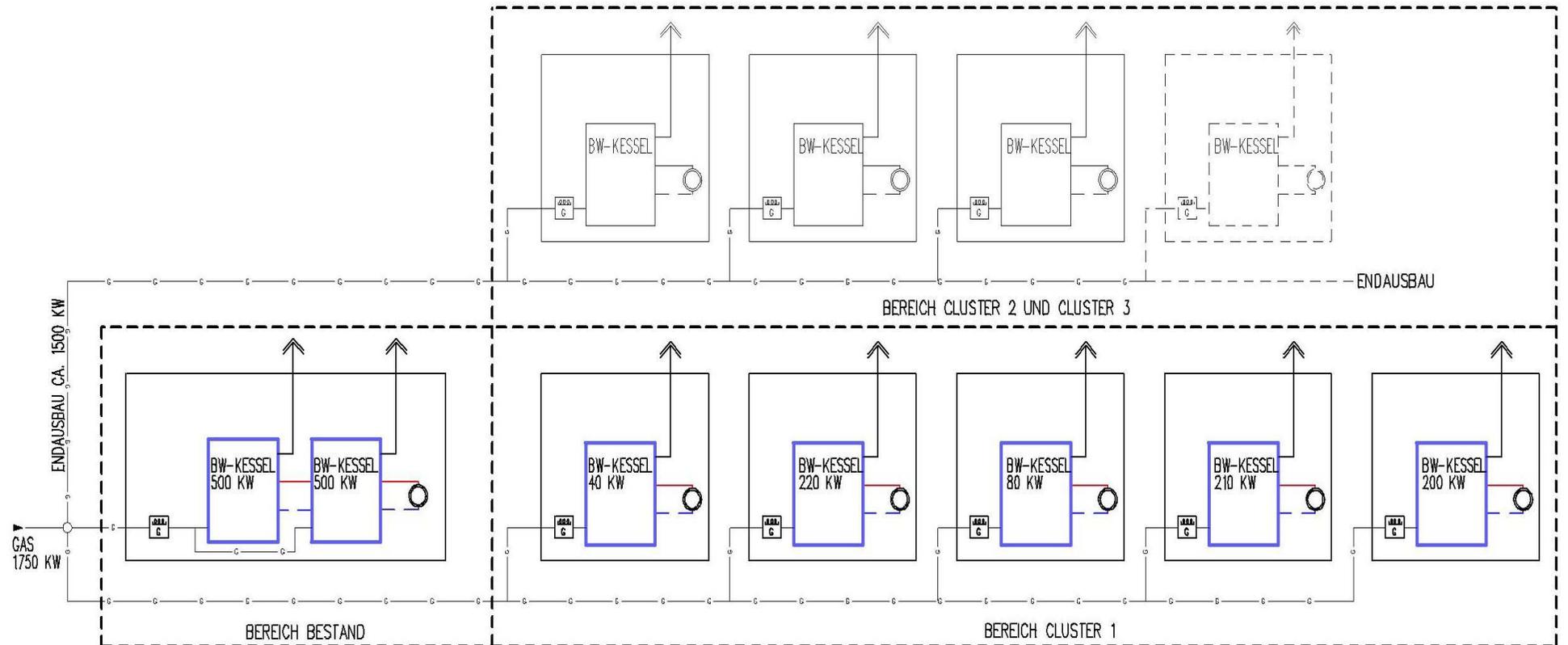
- Technikzentralen in jedem Gebäude (hohe Wartungs- und Instandhaltungskosten) mit jeweiliger Kaminanlage
- kein Einsatz regenerativer Energien, keine Geothermie
- keine Fördermöglichkeiten der Investkosten gegeben
- Mitteldruckgasnetz erforderlich

Schema Variante 1

VARIANTE 1

LEGENDE

- HEIZUNGSVORLAUF
- - - HEIZUNGSRUECKLAUF
- |— GASLEITUNG
- ENDAUSBAU
- G GASZAEHLER



Variante 2:

Zentrale Wärmeerzeugung mittels Gas-Brennwertkesseln

Die Beheizung erfolgt zentral in einer Heizzentrale.

Vorgesehen sind für den 1. BA zwei Kessel mit jeweils ca. 800 kW Wärmeleistung. Im Endausbau kann noch ein weiterer Heizkessel mit ca. 1.500 kW Leistung hinzu gestellt werden.

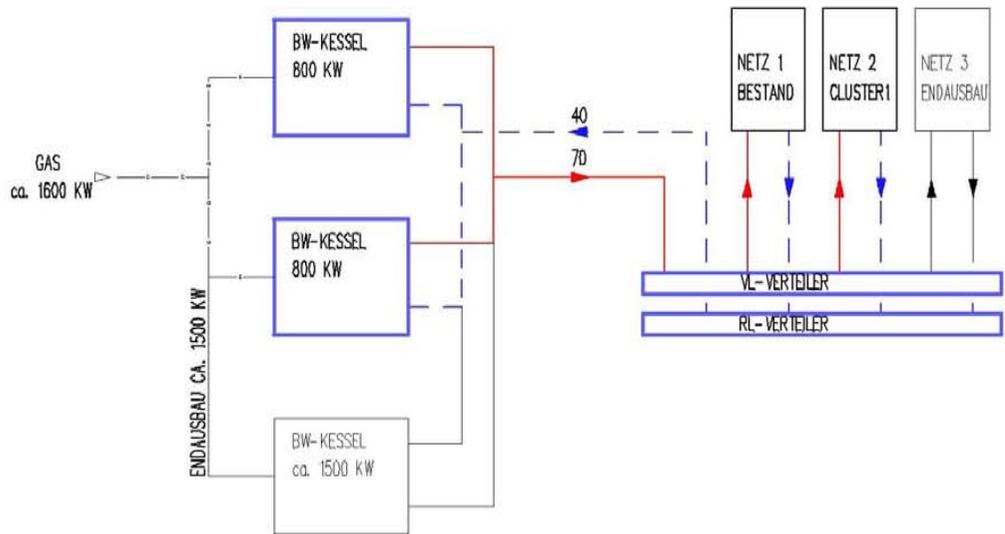
Die Wärmeverteilung erfolgt über ein Nahwärmenetz mit einer gleitend außentemperaturvorgeregelten Vorlauftemperatur von 55°C bis 70°C und einer Rücklauftemperatur von 40°C.

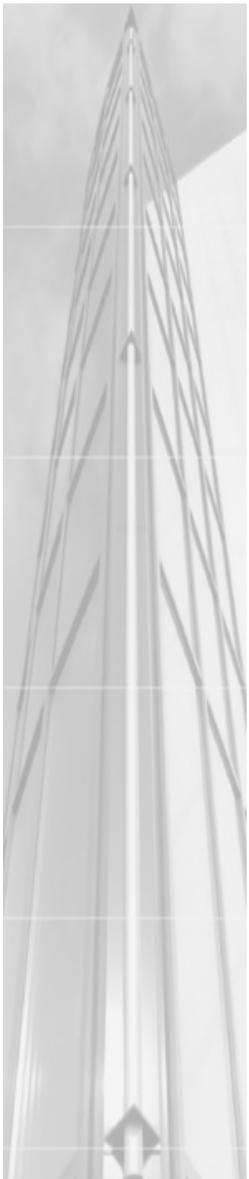
Schema Variante 2

VARIANTE 2

LEGENDE

-  HEIZUNGSVORLAUF
-  HEIZUNGSRUECKLAUF
-  GRUBENWASSERVORLAUF
-  GRUBENWASSERVORLAUF
-  GASLEITUNG
-  ENDAUSBAU



- 
- Vorteile:
- geringerer Raumbedarf an Technikflächen
 - benötigt nur wenig Platz in den anzuschließenden Gebäuden, nur wenige Armaturen und Wärmemengenzähler erforderlich.
 - geringerer Wartungsaufwand
 - höhere Versorgungssicherheit
 - Gasversorgung nur für die Zentrale erforderlich

- Nachteile:
- Wärmeverluste im Nahwärmenetz
 - eigenständiges Gebäude erforderlich
 - Gas-Mitteldrucknetz erforderlich
 - Nahwärmenetz erforderlich
 - kein Einsatz regenerativer Energien, keine Geothermie
 - keine Fördermöglichkeiten der Investkosten gegeben
 - Betreiber für die Zentrale und das Nahwärmenetz erforderlich

Variante 3:

Dezentrale Wärmeerzeugung mittels elektrisch betriebener Kompressions-Wärmepumpen

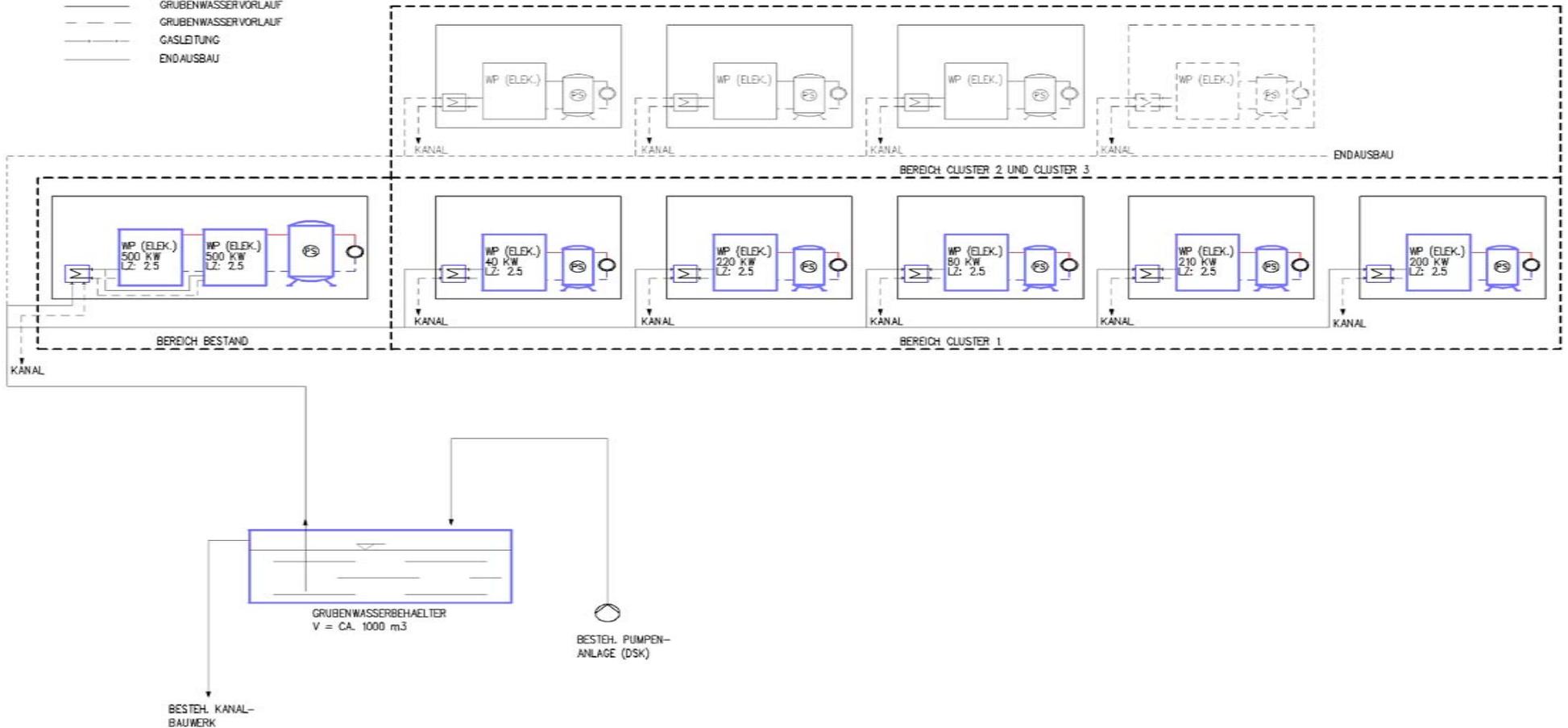
Die Beheizung erfolgt dezentral in jedem Gebäude über elektrische Wasser/Wasser-Wärmepumpen. Das Grubenwasser wird über ein neues Leitungsnetz zu den einzelnen Gebäuden geführt. In den Gebäuden wird das Grubenwasser dem Abwassernetz zugeführt.

Schema Variante 3

LEGENDE

- HEIZUNGSVORLAUF
- HEIZUNGSRUECKLAUF
- GRUBENWASSERVORLAUF
- GRUBENWASSERVORLAUF
- GASLEITUNG
- ENDAUSBAU

VARIANTE 3



**Vorteile:**

- Beheizung wird erst mit dem Bau erforderlich und muss nicht schon zentral eingeplant und vorgehalten werden
- kein Nahwärmenetz erforderlich
- kein Mitteldruck-Gasnetz erforderlich
- Einsatz regenerativer Energien Geothermie
- Fördermöglichkeiten der Investkosten gegeben

Nachteile:

- in jedem Gebäude ist ein Aufstellungsraum erforderlich
- Investitionskosten im Endausbau sehr hoch
- Es können vorerst nur die im 1. BA erstellten Gebäude subventioniert werden oder es muss ein entsprechender Vorinvest mit dem 1. BA getätigt werden.
- Bei Wegfall des Grubenwassers ist die komplette Investition nicht mehr zu verwenden.
- Pufferbehälter für Grubenwasser ist erforderlich
- Zusätzliche Investkosten durch Vergrößerung des Abwassernetzes

Varianten 4, 5 und 7:

Zentrale Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen und NT-Kessel

Die Beheizung erfolgt zentral in einer Heizzentrale.

Vorgesehen sind für den 1. BA zwei elektrische Kompressions-Wärmepumpen mit jeweils ca. 450 kW zur Grundlastdeckung. Zur Abdeckung des Spitzenbedarfs wird ein Niedertemperatur-Gasheizkessel mit einer Wärmeleistung von ca. 700 kW installiert.

Im Endausbau kann ein weiterer Brennwert-Heizkessel mit ca. 1.500 kW Leistung oder eine weitere Kombination Wärmepumpe/ Niedertemperaturkessel hinzu gestellt werden.

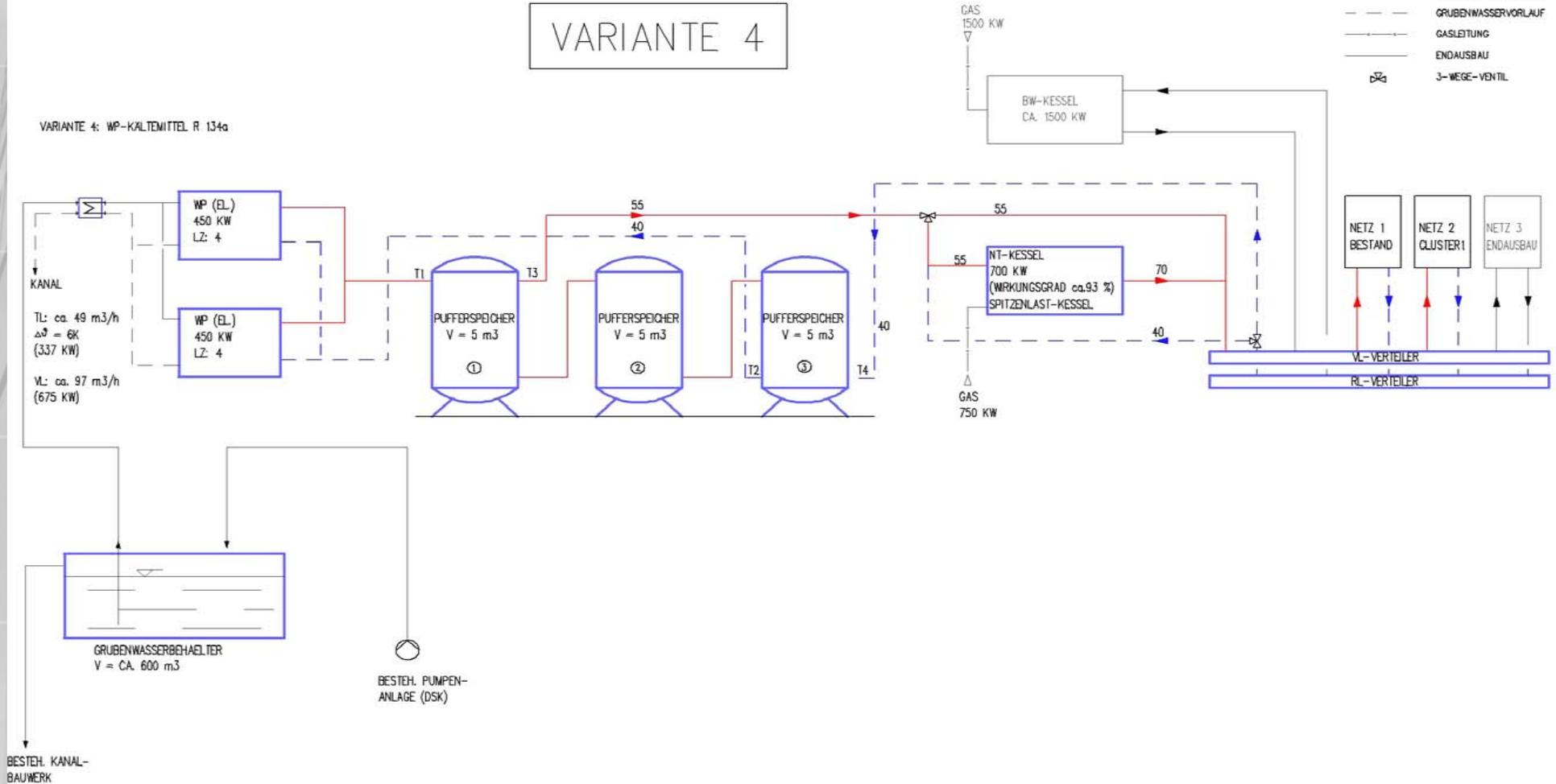
Die Wärmeverteilung erfolgt über ein Nahwärmenetz mit einer einer gleitend außentemperaturvorgeregelten Vorlauftemperatur von 55°C bis 70°C und einer Rücklauftemperatur von 40°C.

Unterschiede in den Varianten: Art des Antriebs, versch. Kältemittel

Schema Varianten 4, 5 und 7

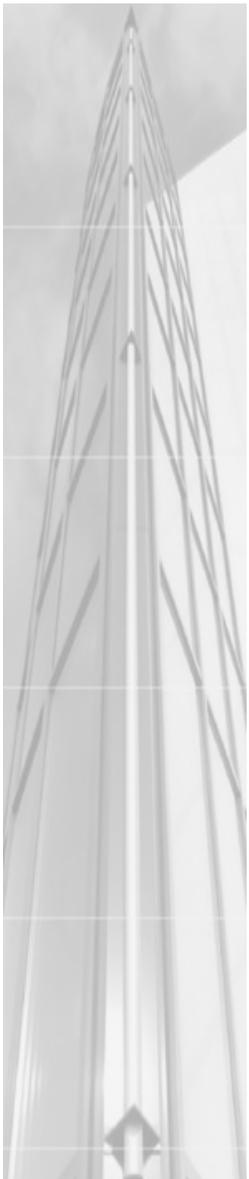
VARIANTE 4

VARIANTE 4: WP-KALTEMITTEL R 134a



LEGENDE

- HEIZUNGSVORLAUF
- - - HEIZUNGSRUECKLAUF
- GRUBENWASSERVORLAUF
- - - GRUBENWASSERRUECKLAUF
- GASLEITUNG
- ENDAUSBAU
- 3-WEGE-VENTIL

- 
- Vorteile:
- benötigt nur wenig Platz in den anzuschließenden Gebäuden, nur wenige Armaturen und Wärmemengenzähler erforderlich.
 - geringerer Wartungsaufwand
 - höhere Versorgungssicherheit
 - Gasversorgung nur für die Zentrale erforderlich
 - Durch Grubenwassernutzung geringerer Primärnergieeinsatz notwendig.
 - Einsatz regenerativer Energien Geothermie
 - Fördermöglichkeiten der Investkosten gegeben
- Nachteile:
- Wärmeverluste im Nahwärmenetz
 - eigenständiges Gebäude erforderlich
 - Gas-Mitteldrucknetz erforderlich
 - Nahwärmenetz erforderlich
 - Pufferbehälter für Grubenwasser erforderlich
 - Betreiber für die Zentrale und das Nahwärmenetz erforderlich

Notwendiges Grubenwasser-Pufferbecken



Variante 6:

Zentrale Wärmeerzeugung mittels gasbefeuertem Absorptionswärmepumpen

Die Beheizung erfolgt zentral in einer Heizzentrale.

Vorgesehen sind für den 1. BA zwei direktbefeuerte Absorptions-Wärmepumpen mit jeweils ca. 800 kW. Durch nachgeschaltete Abgaswärmtauscher kann die Vorlauftemperatur auf die erforderlichen 70 °C erwärmt werden, ohne dass ein NT-Kessel nachgeschaltet werden muss.

Im Endausbau kann noch eine weitere Absorptionswärmepumpe mit ca. 1.600 kW Leistung hinzu gestellt werden.

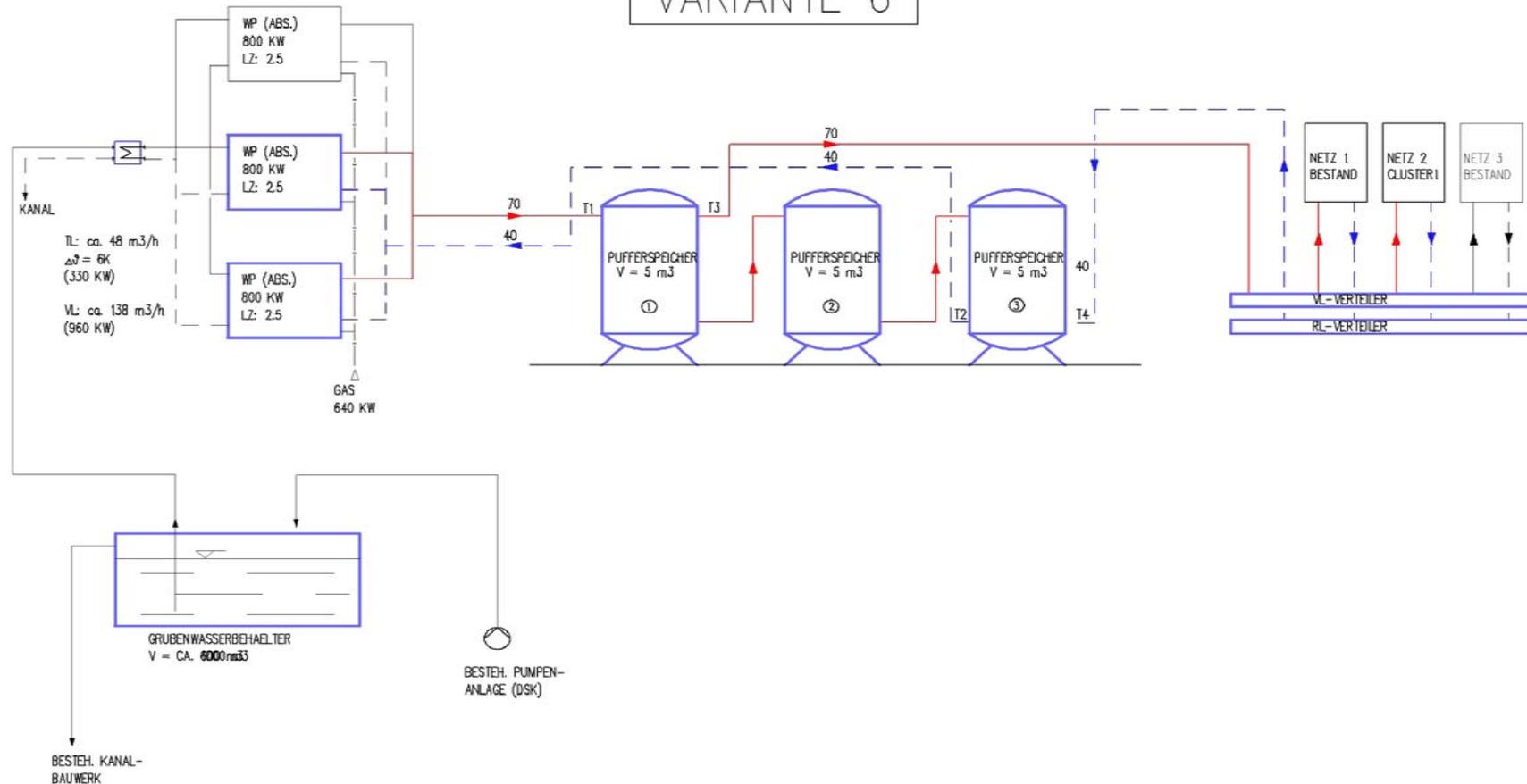
Die Wärmeverteilung erfolgt über ein Nahwärmenetz mit einer gleitend außentemperaturvorgeregelten Vorlauftemperatur von 55°C bis 70°C und einer Rücklauftemperatur von 40°C.

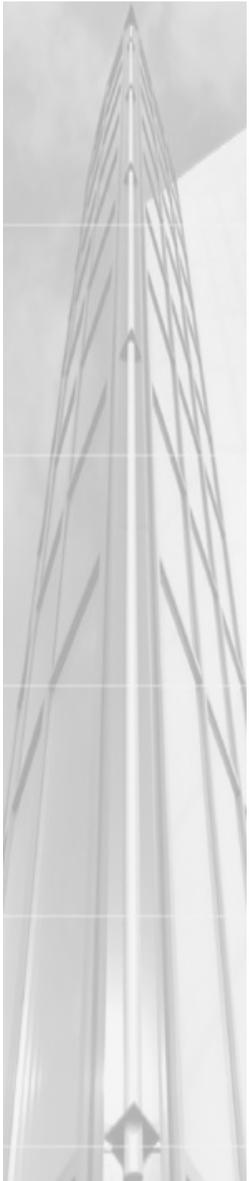
Schema Variante 6

LEGENDE

- HEIZUNGSVORLAUF
- - - HEIZUNGSRUECKLAUF
- GRUBENWASSERVORLAUF
- - - GRUBENWASSERVORLAUF
- ENDAUSBAU
- - - GASLEITUNG

VARIANTE 6



- 
- Vorteile:
- benötigt nur wenig Platz in den anzuschließenden Gebäuden, nur wenige Armaturen und Wärmemengenzähler erforderlich.
 - geringerer Wartungsaufwand
 - Gasversorgung nur für die Zentrale erforderlich
 - Durch Grubenwassernutzung geringerer Energieeinsatz notwendig.
 - Durch Direkteinsatz von Primärenergie keine Umwandlungsverluste zwischen Kraftwerk und Wärmepumpe
 - Einsatz regenerativer Energien Geothermie
 - Fördermöglichkeiten der Investkosten gegeben

- Nachteile:
- Wärmeverluste im Nahwärmenetz
 - eigenständiges Gebäude erforderlich (Größe und Gewicht der WP)
 - Gas-Mitteldrucknetz erforderlich
 - Nahwärmenetz erforderlich
 - Technik weniger verbreitet, nicht so ausgereift wie bei Kompr. KM
 - Ausschließliche Abhängigkeit von der „Primärenergie“ Grubenwasser
 - Pufferbehälter für Grubenwasser erforderlich
 - Betreiber für die Zentrale und das Nahwärmenetz erforderlich

Kostenvergleich der unterschiedlichen Varianten

Randbedingungen:

- Abschreibungszeiträume in Anlehnung an VDI 2067:
 - Kessel und Elektrowärmepumpe: 20 Jahre
 - Gebäude: 50 Jahre
 - Leitungsnetz und Vorratsbehälter: 40 Jahre
 - Gasmotor- und Absorptionswärmepumpe: 15 Jahre
- Zinssatz: 4 %
- Gaspreis: 4 ct/KWh
- Strompreis: 12 ct/KWh
- Brunnenwasser: 0 ct/KWh
- Leistungsziffer Kompressionswärmepumpe: 4
- Leistungsziffer Absorptionswärmepumpe: 1,5

Varianten-Vorauswahl

Variantenbewertung:

- Variante 3 (Grubenwasserverteilung) wird nicht weiterverfolgt
- Variante 1 und 2 keine Subventionen, werden als Basisvarianten weiterhin mit berücksichtigt, kommen aber nicht zur Ausführung
- Variante 5 WP mit R717, Ammoniak, wird nicht weiterverfolgt (bessere Leistungsziffer, aber wesentlich höhere Investitionen)

Weitere Untersuchungen:

- Einbindung regenerativer Wärmeerzeugungsanlagen
- Interpolation auf den Endausbau
- Abkühlung des Grubenwassers gemäß LUA-Forderung

weiterverfolgte Varianten

Variantenübersicht nach Vorauswahl

Variante	4a	4b	4c	6	7a	7b	8
Beschreibung	Zentrale Wärmezeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 134a mit NT-Ölkessel	Zentrale Wärmezeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 134a mit Holzhackschnitzelkessel	Zentrale Wärmezeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 134a mit NT-Ölkessel	Zentrale Wärmezeugung Absorptions-Wärmepumpe Wasser/Lithium-Bromid	Zentrale Wärmezeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 134a (gasmotor- betrieben) mit NT-Gaskessel	Zentrale Wärmezeugung Kompressions-Wärmepumpe Kältemittel R 134a (gasmotor- betrieben) mit NT-Gaskessel	Zentrale Wärmezeugung Kompressions-WP (R134a) mit Holzhackschnitzelkessel, mit NT-Ölkessel
Grubenwassernutzung	mit	mit	mit	mit	mit	mit	mit
Komponenten (1 BA)	2 Kompr.-Wärmepumpen à 450 kW 1 NT-Ölkessel 700 kW	2 Kompr.-Wärmepumpen à 450 kW 1 Holzhackschnitzelkessel 700 kW	2 Kompr.-Wärmepumpen à 450 kW 1 NT-Ölkessel 700 kW	2 Absorptions-Wärmepumpen à 800 kW	2 Kompr.-Wärmepumpen 450 kW (gasmotorbetr.) 1 NT-Gaskessel 700 kW	2 Kompr.-Wärmepumpen 450 kW (gasmotorbetr.) 1 NT-Gaskessel 700 kW	1 Kompr.-WP 450 kW 1 Holzhackschnitzelkessel 800 kW 1 NT-Ölkessel 800 kW
zusätzliche Komponenten (Endausbau)	1 NT-Ölkessel à 1.600 kW mit Abgaswärmetauscher	1 Holzhackschnitzelkessel à 1.600 kW mit Abgaswärmetauscher	1 zus. Kompr.-Wärmepumpe mit 900 kW und 1 NT-Ölkessel mit 700 kW	1 Absorptions-Wärmepumpen à 1.700 kW	1 Brennwärtekessel à 1.700 kW	1 zus. Kompr.-Wärmepumpe 900 kW (gasmotorbetr.) und 1 zus. NT-Gaskessel 700 kW	1 zus. Kompr.-Wärmepumpe mit 900 kW und 1 NT-Ölkessel mit 700 kW
Kesselhaus/ Heizraum	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (100 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (80 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich	zentrales Kesselhaus (100 m²) Fernwärmeübergabestation je Gebäude erforderlich
Energieverteilnetz	Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen (1. BA) ca. 3.000 m Leitungen (EA)	Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen (1. BA) ca. 3.000 m Leitungen (EA)	Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen (1. BA) ca. 3.000 m Leitungen (EA)	Gas-Mitteldrucknetz Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen (1. BA) ca. 3.000 m Leitungen (EA)	Gas-Mitteldrucknetz Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen (1. BA) ca. 3.000 m Leitungen (EA)	Gas-Mitteldrucknetz Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen (1. BA) ca. 3.000 m Leitungen (EA)	Nahwärmenetz mit 70/40 °C ca. 1.600 m Leitungen (1. BA) ca. 3.000 m Leitungen (EA)
Energiespeicher	ca. 800 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 15 m³ Inhalt	ca. 800 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 15 m³ Inhalt	ca. 1.600 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 15 m³ Inhalt	ca. 2000 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 15 m³ Inhalt	ca. 800 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 15 m³ Inhalt	ca. 800 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 15 m³ Inhalt	ca. 1.200 m³ Grubenwasser- speicher, zentraler Heizungspuffer mit ca. 15 m³ Inhalt
Stromanschluss (1 BA)	390 kW	390 kW	390 kW	100 kW	180 kW	180 kW	390 kW
Gasanschluss (1. BA)				640 kW	840 kW	840 kW	

aufgestellt:

Saarbrücken, im Januar 2006

 WPW-Ingenieure GmbH
D. Wendel

Zusammenfassung

Unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten betrachtet, zeigt sich, dass die beste Alternative die Variante 8 der vorausgegangenen Studie ist.

Diese beinhaltet :

- Die Nutzung des vorhandenen Grubenwassers von ca. 30°C über eine elektrisch betriebene Kompressionswärmepumpe
- Die Nutzung von regenerativer Energien durch Einbinden eines Holzhackschnitzelkessels
- Da beide vorstehenden Wärmeerzeuger nur sinnvoll zur Grundlastabdeckung einsetzbar sind wird zur Abdeckung der Spitzenlast ein Niedertemperatur-Ölkessel eingesetzt. Dieser erfüllt auch Redundanz-Funktion bei Ausfall der Wärmepumpe oder des Holzkessels.



Erläuterung der Variante 8

➤ Grundlast-Wärmeerzeuger:

- Kompressions-Wärmepumpe

Leistung: ca. 450 kW

Leistungsziffer: ca. 4

- Heizkesselanlage zur Verfeuerung von Holzhackschnitzeln

Leistung: ca. 800 kW

➤ Spitzenlast-Wärmeerzeuger:

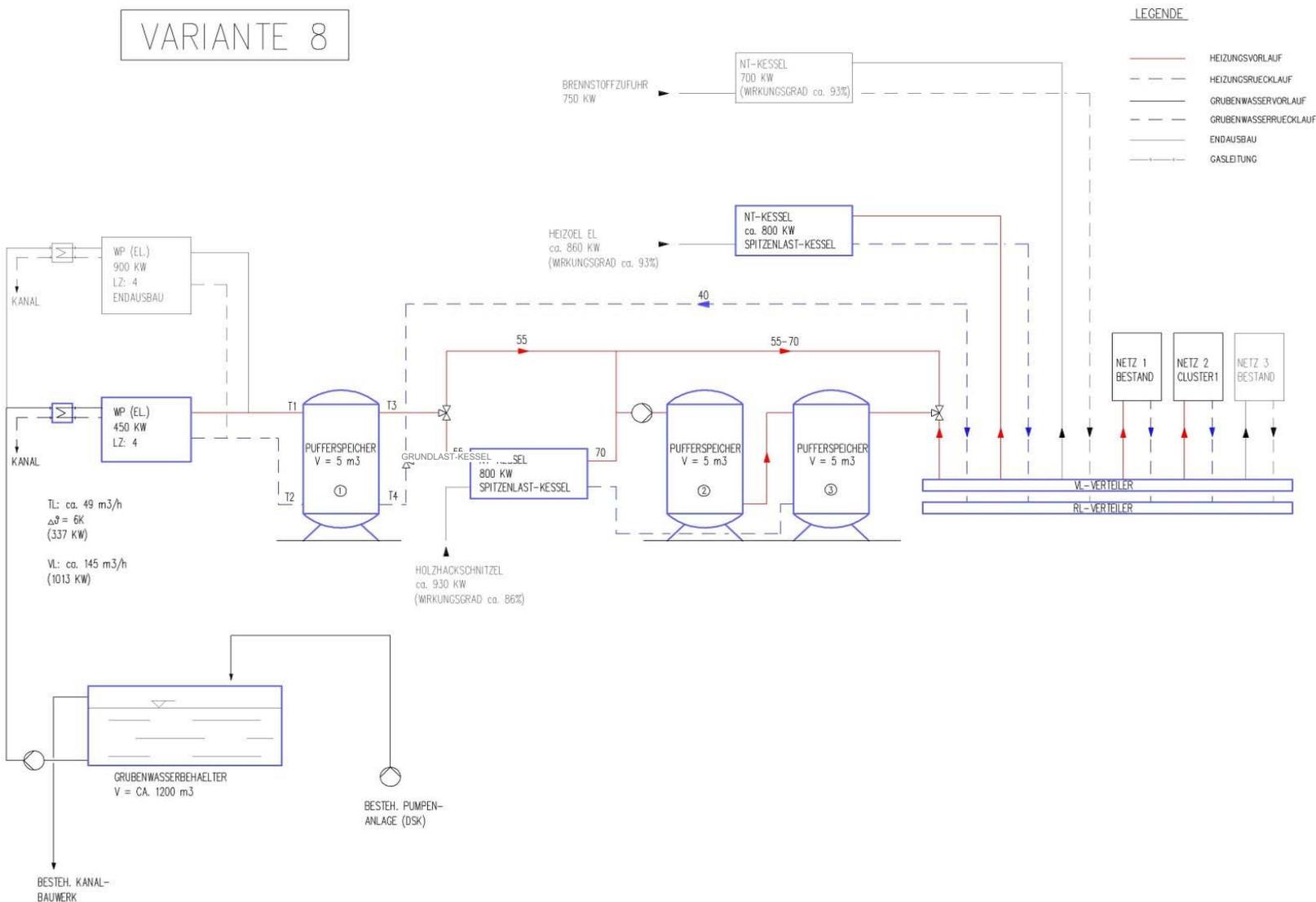
- Niedertemperatur-Heizkessel zur Verfeuerung von Heizöl oder Biodiesel

Leistung: ca. 800 kW

(dient auch als Redundanz der Wärmeerzeuger)

Anlagenschema Variante 8

VARIANTE 8



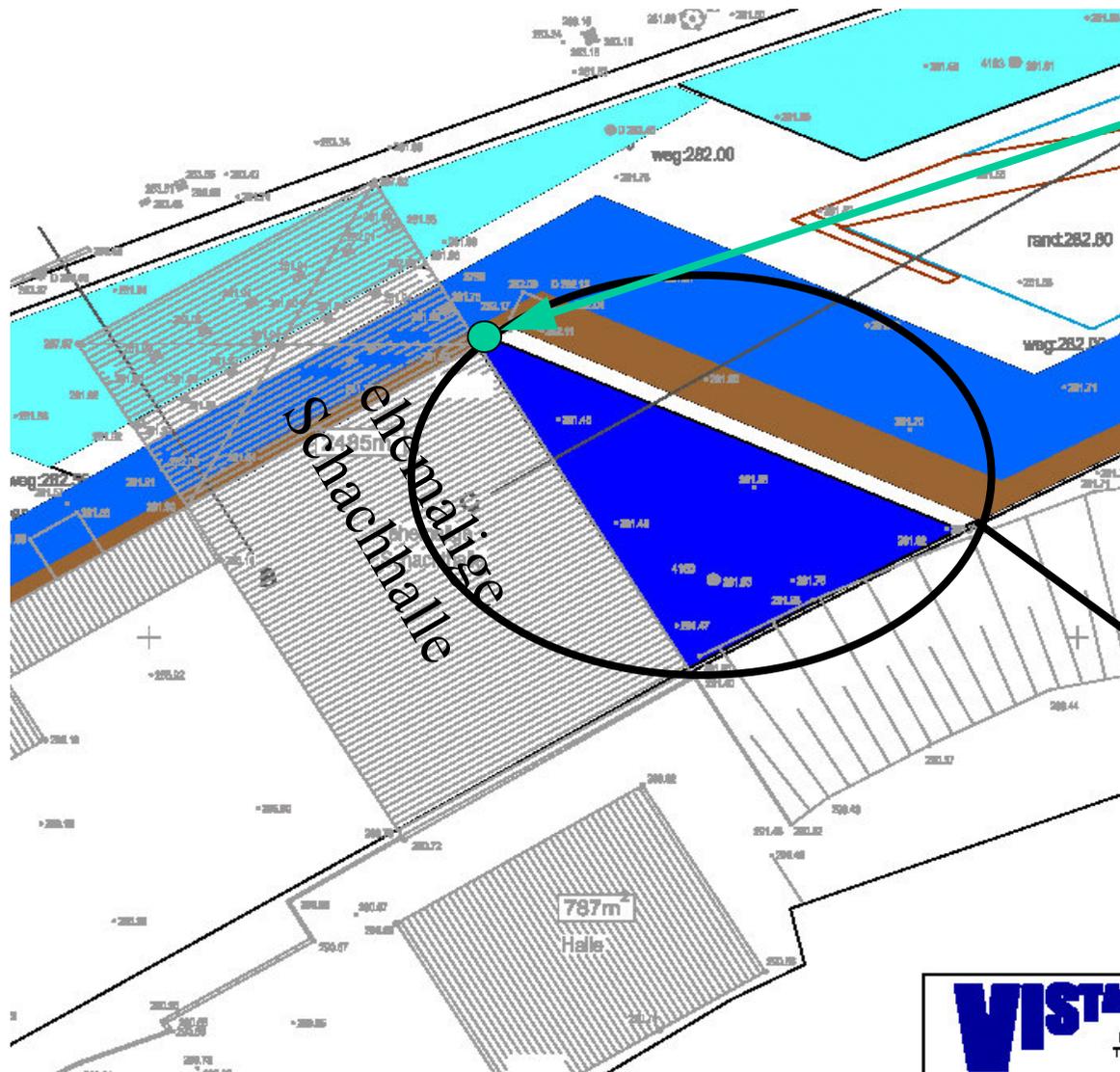
3.

Realisierung und Umsetzung der Studie

Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Studie

- Wassergärten sind ein zentrales Element des neuen Gewerbeparks. Der notwendige Pufferbehälter für das Grubenwasser wird nahtlos in diese Wassergärten integriert.
- Einsatz alternativer und regenerativer Energien (Geothermie und nachwachsender Brennstoff Holz)
- Wasserhaltung der DSK verbleibt an dem Standort
- Späterer stufenweiser Ausbau muss gewährleistet sein ohne Störung der Wärmeversorgung für die bis dahin fertiggestellten Bereiche.
- 1. Ausbaustufe: ehemaliges Zechengebäude
(Wärmebedarf ca. 1.000 kW)
- 2. Ausbaustufe: „Gondwana-Prähistorium“
(Wärmebedarf ca. 600 kW)
- Weitere Ausbaustufen:
Cluster 2 und 3, Fläche ca. 18.000 m²,
(Wärmebedarf ca. 1.600 kW)

Grubenwasser-Pufferspeicher



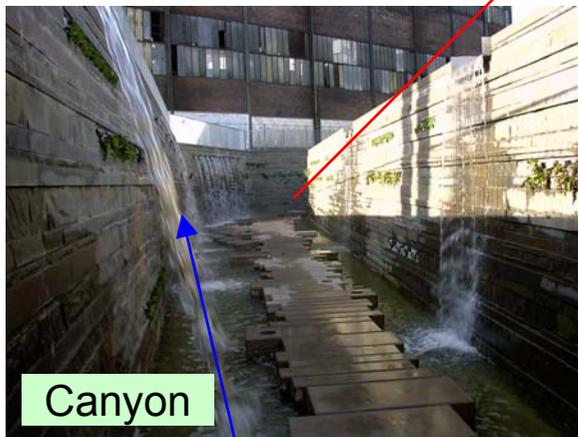
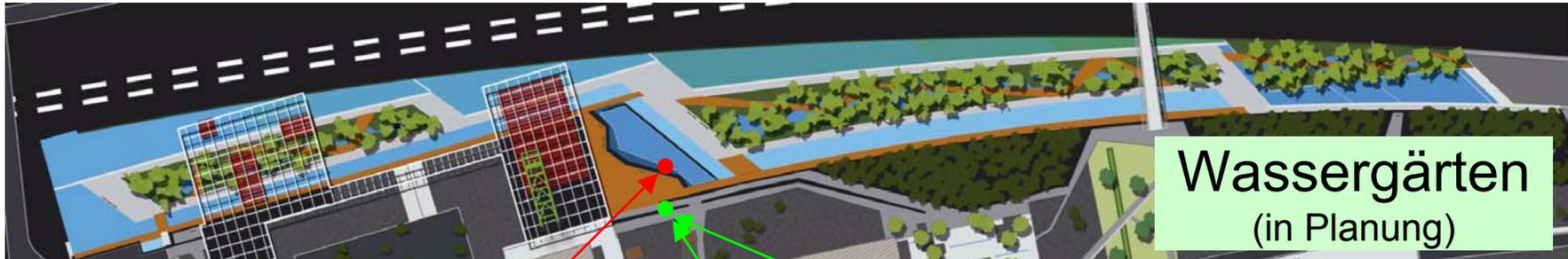
Grubenwasser-
Austritt



Grubenwasser-
Pufferspeicher



Einbindung in die Landschaftsarchitektur

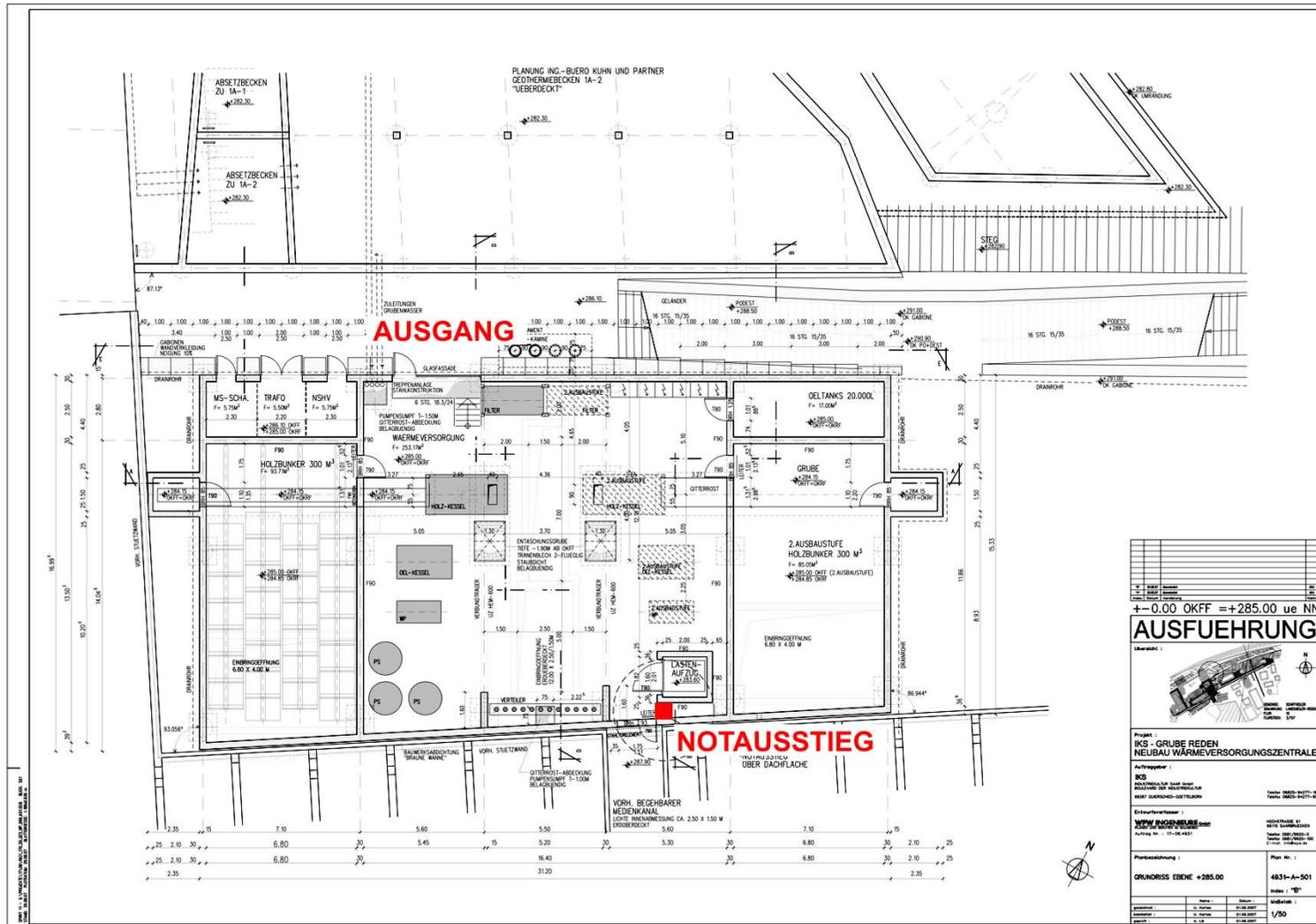


In Gabionenwand integrierte
unterirdische Heizzentrale



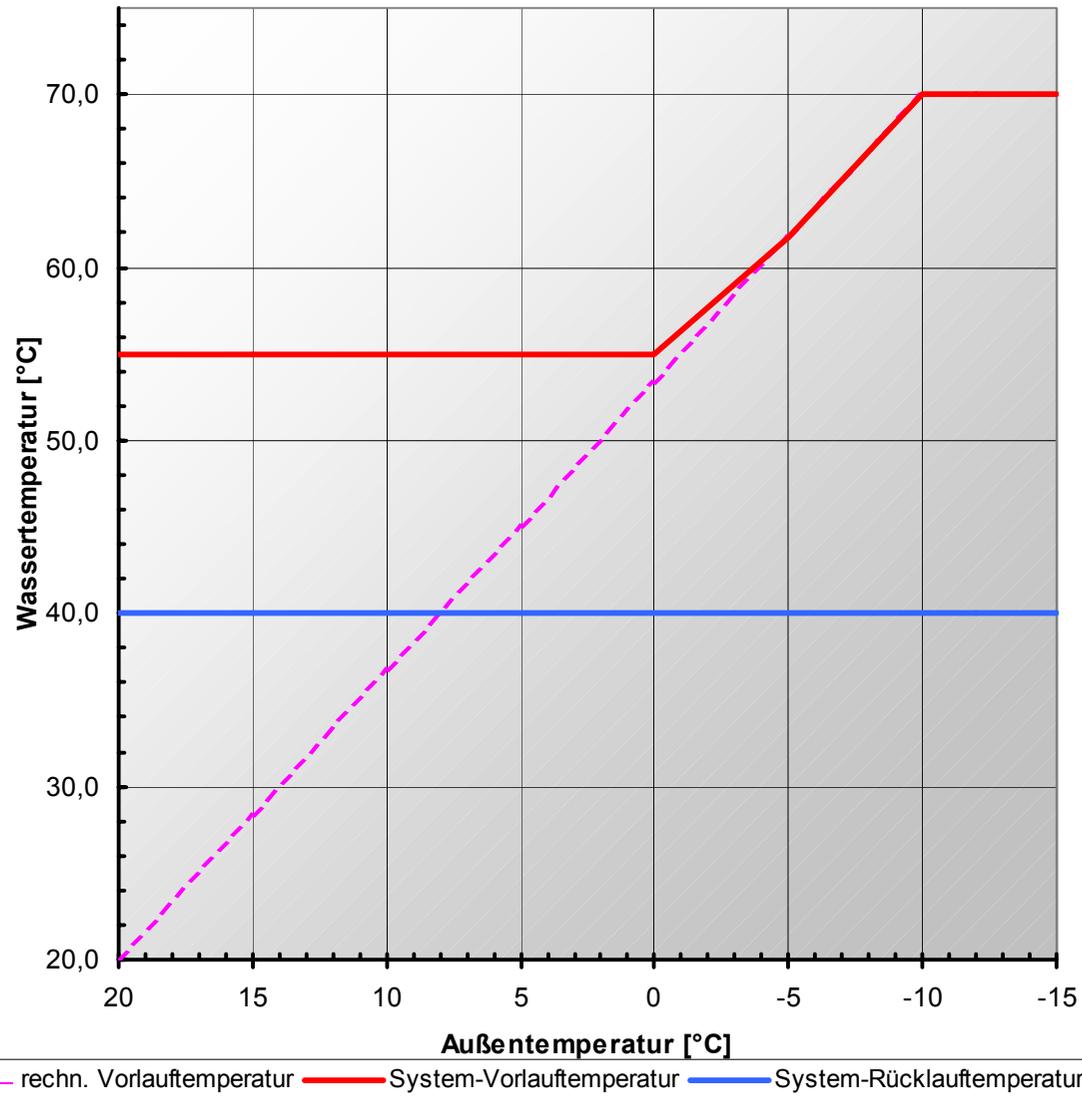
Wasserfälle im „Canyon“ dienen zur Abkühlung des Grubenwassers gemäß Einleitgenehmigung

Grundriss Geothermiezentrale



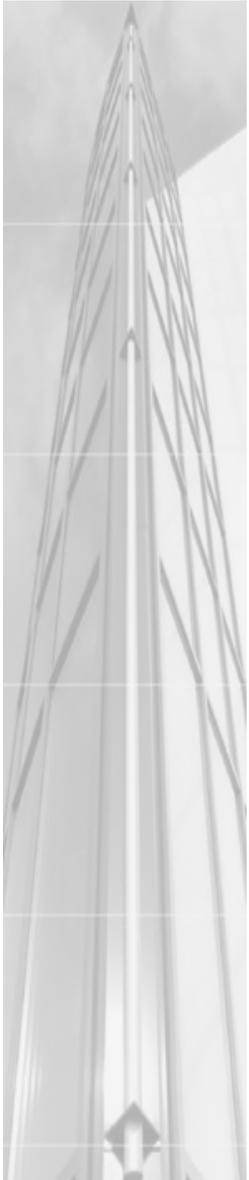
<p>+0,00 OKFF = +285.00 ue NN</p> <p>AUSFÜHRUNG</p> <p>Ursprung:</p>	
<p>Projekt: IKS - GRUBE REDEN NEUBAU WÄRMEVERSORGUNGSZENTRALE</p>	
<p>Auftraggeber: IKS BÜRO FÜR INGENIEURWESEN 60481 ELBERGHEID-GETELSDORF</p>	
<p>Entwurfter/Inhaber: WPW INGENIEURE GmbH Auftrag Nr.: 13-06-4831</p>	
<p>Projektbestellung: GRUNDRISS EBENE +285.00</p>	
<p>Plan Nr.: 4831-A-501</p>	<p>Index: "B"</p>
<p>gezeichnet: U. Hübner geprüft: U. Hübner gezeichnet: G. Loh</p>	<p>Skala: 1:100 Datum: 03.08.2010 Blattgröße: 1/50</p>

Heizkurve des Versorgungsnetzes



1. BA

- Bis zu einer rechnerischen Außentemperatur von ca. + 10°C übernimmt die Kompressions-Wärmepumpe die komplette Wärmeherzeugung. Aufgrund der geplanten Heizkennlinie ist eine Nacherwärmung der Vorlauftemperatur nicht erforderlich. Um ein Takten der Wärmepumpe (oftmaliges Ein-Ausschalten) zu vermeiden, wird die Wärmepumpe über einen Pufferspeicher ans Netz angeschlossen. Damit wird erreicht, dass die Wärmepumpe eine Mindestlaufzeit von ca. einer halben Stunde hat.
- Unterhalb von +10°C schaltet sich über die Steuerungstechnik der Holzhackschnitzelkessel hinzu. Damit der Holzkessel sinnvoll zu betreiben ist, muss er eine gewisse Mindestwärmelast erzeugen. Um dies zu gewährleisten, wird der Holzkessel ebenfalls über Pufferspeicher ans Netz angeschlossen.
- Die Pufferspeicher werden nicht ständig auf Temperatur gehalten, sondern dienen lediglich zur Aufnahme von Rest-Energien der Grundlast-Wärmeerzeuger.

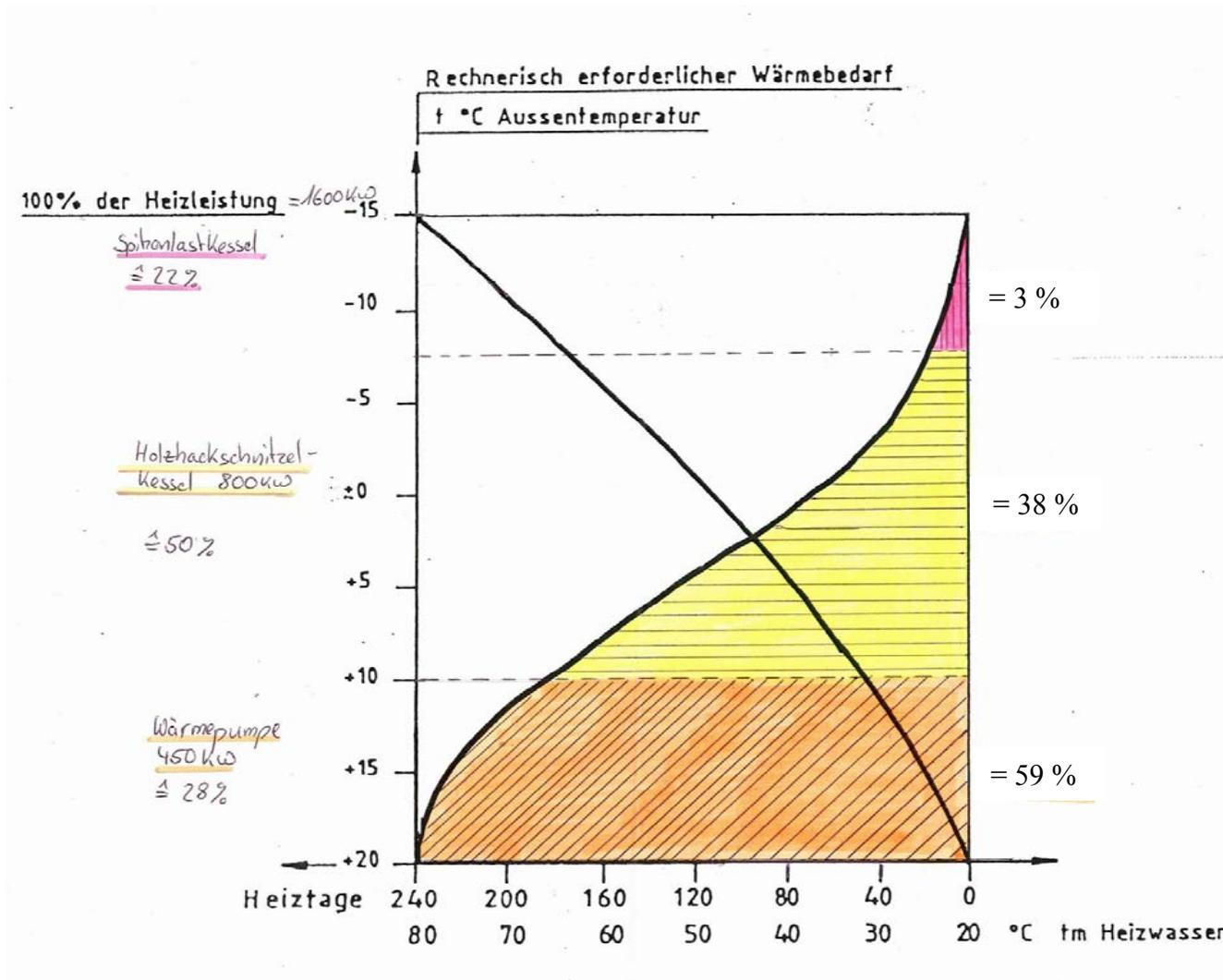
- 
- Reicht die Leistung der Grundlast-Wärmeerzeuger nicht mehr aus, um das Netz zu betreiben, wird ein Niedertemperatur-Heizkessel parallel zur Grundlast-Wärmeerzeugung hinzu geschaltet.
 - Der Spitzenlastkessel wird größer ausgelegt, als die Restleistung es erfordern würde. Damit ergibt sich auch eine gewisse Versorgungssicherheit bei Ausfall einer der beiden Grundlast-Komponenten

Versorgungssicherheit

Wärme- pumpe	Holz- kessel	Ölkessel	abgedeckte Leistung (bei 100% Leistungsbedarf)	abgedeckte Jahresheizarbeit
in Betrieb	in Betrieb	Ausfall	78 %	97 %
in Betrieb	Ausfall	in Betrieb	78 %	97 %
Ausfall	in Betrieb	in Betrieb	100 %	100 %

Diese Übersicht verdeutlicht die bessere Versorgungssicherheit der zur Ausführung kommenden Variante. Es ist erkennbar, dass in den ersten beiden Fällen in 97% der Heizzeit die Wärmeversorgung über die beiden in Betrieb befindlichen Anlagenkomponenten zu 100% abgedeckt wird, lediglich bei den restlichen 3% der Heizzeit wird die dann erforderliche Maximalleistung nur zu den 78% erbracht.

Anteile an der Heizarbeit (1.BA)



Endausbau

- Für den Endausbau ist es geplant, eine zusätzliche Kompressionswärmepumpe mit einer Leistung von ca. 900 kW, sowie einen weiteren Spitzenlastkessel (NT-Öl-Kessel) zu installieren.
- Sollte im Planungsstadium des Endausbaus absehbar sein, dass das Grubenwasser nicht mehr lange zur Verfügung stehen wird, kann auch ein weiterer Holzkessel anstatt der Wärmepumpe ergänzt werden.

Anteile an der Heizarbeit (Endausbau)

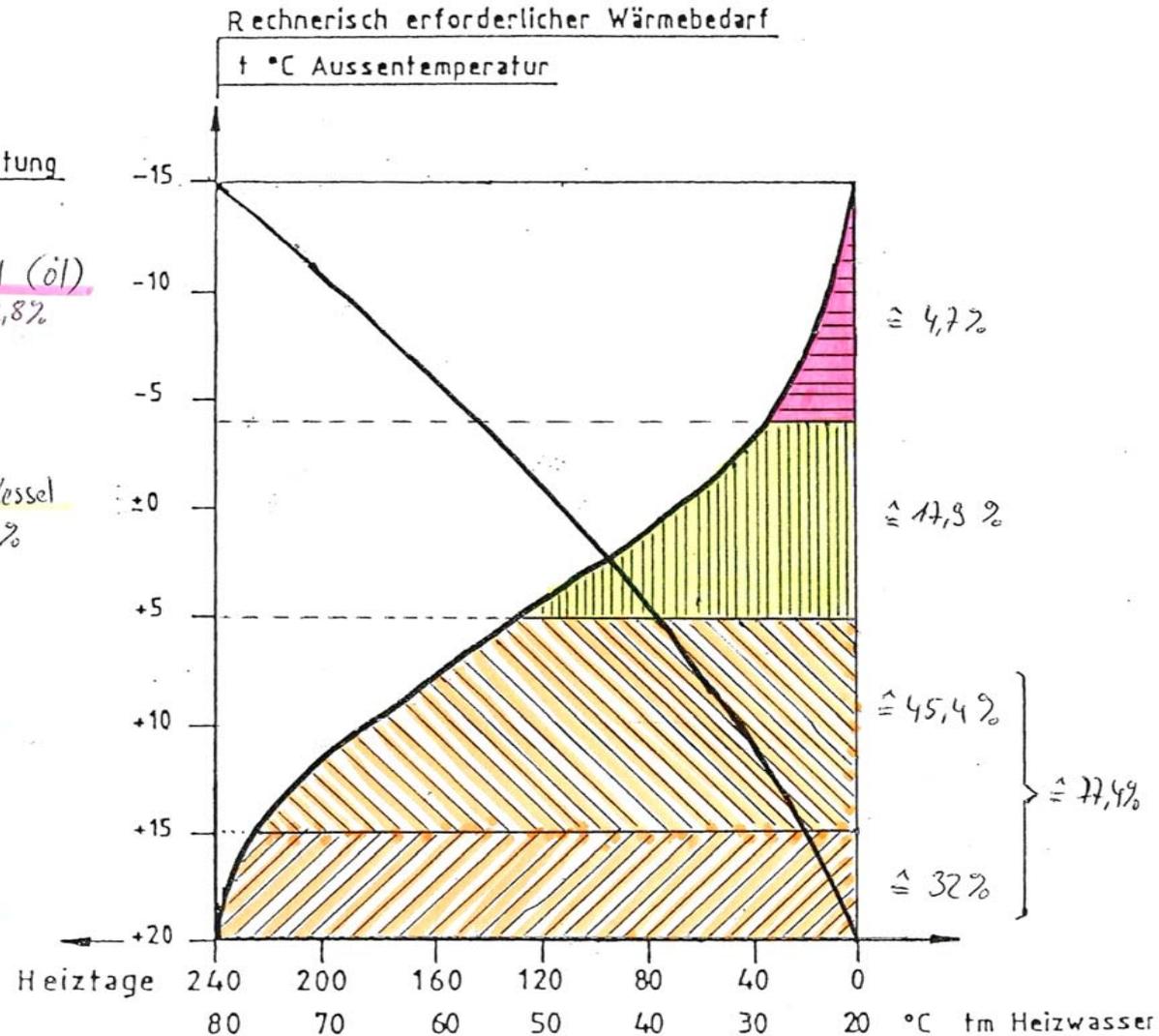
100% der Heizleistung
 = 3.200 kW

Spitzenlastkessel (öl)
 1050 kW $\hat{=}$ 32,8%

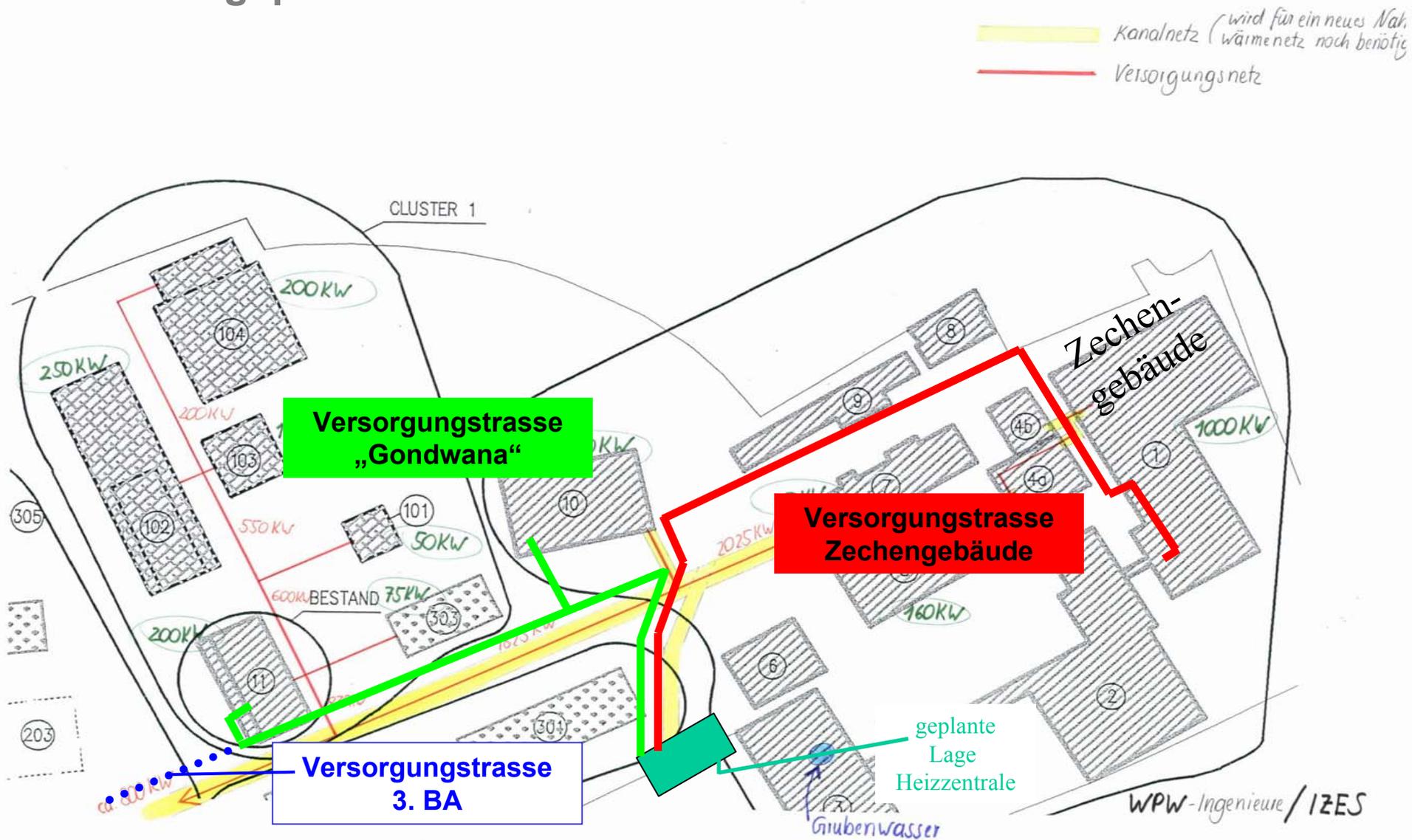
Holzhackschmitzelkessel
 800 kW $\hat{=}$ 25%

WP2: 900 kW
 $\hat{=}$ 28%

WP1: 450 kW
 $\hat{=}$ 14%



Lageplan Fernwärmetrassen



Derzeitiger Projektstand

- Derzeit findet die Inbetriebnahme sowie der Probebetrieb der für den 1. BA installierten Komponenten statt.
- Die MSR-Technik ist in Betrieb und wird während des Probebetriebes noch optimiert.
- Derzeitige Versorgung von
 - ❖ Verwaltungsgebäude
 - ❖ Besprechungsräume Bohrhalle
 - ❖ Halle (ehem. ZfB)