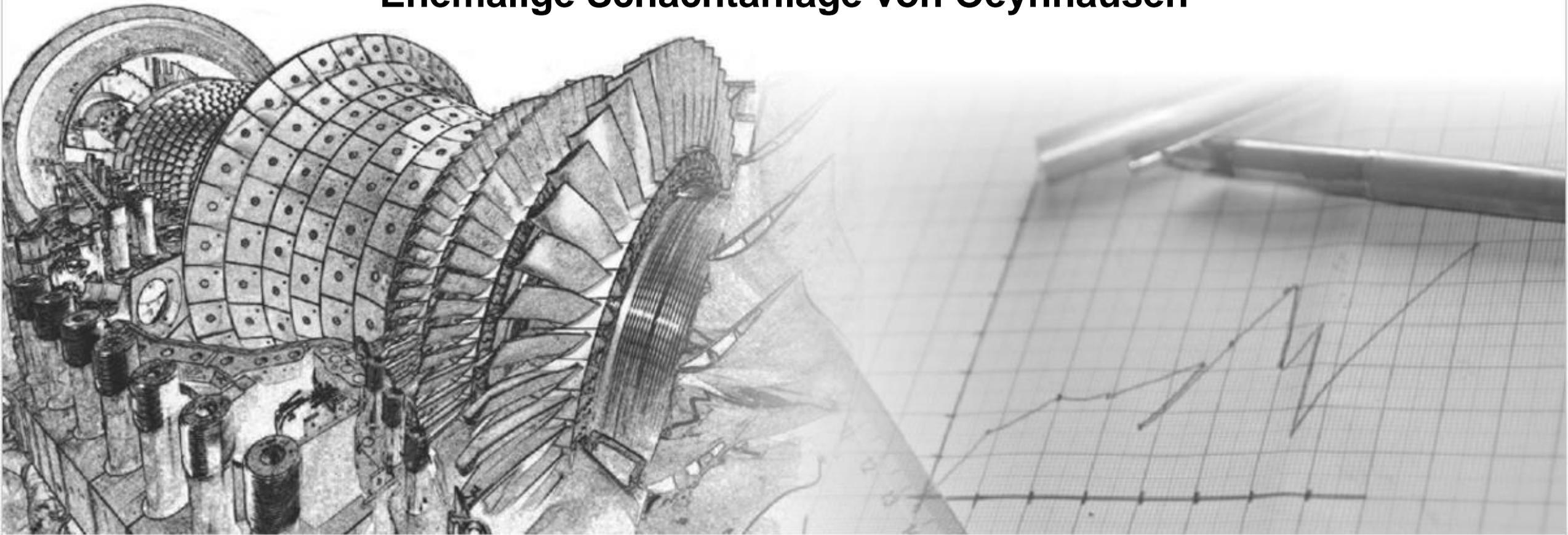


Neue Energieversorgung

Ehemalige Schachtanlage von Oeynhausen



Inhaltsübersicht

1. Aufgabenstellung
2. Energiebedarfsprognose
3. Zukünftige Energieversorgung - Überblick
4. Konzept 1: „Solarthermie“
5. Konzept 2: „Grubenwasser“
6. Investitionskostenschätzung
7. Energiebilanzierung
8. Zusammenfassung

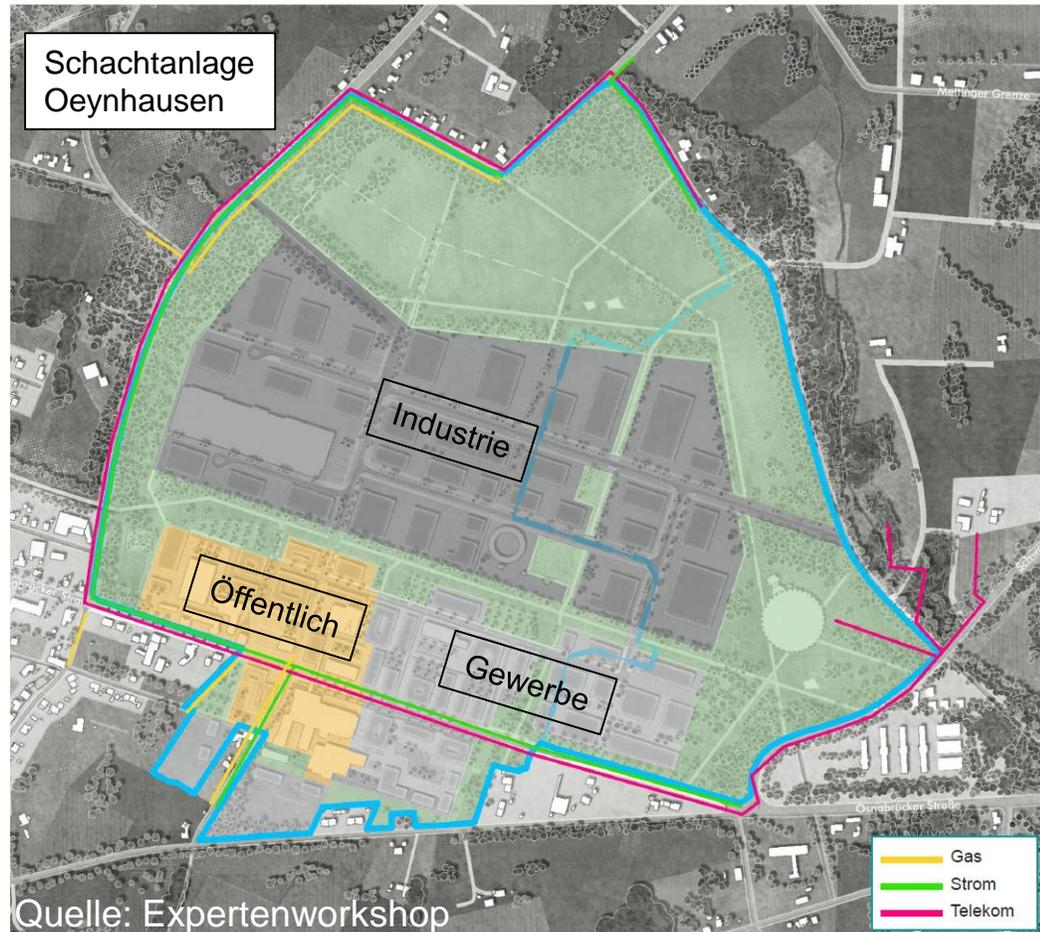
1. AUFGABENSTELLUNG

Aufgabenstellung

- Energieversorgungslösungen für die ehemalige Schachtanlage in Oeynhausen
 - Innovation und Nachhaltigkeit
 - (Wasserstofflösungen)
 - Wärmespeicherung, z. B. Großwärmespeicher und/oder Power-to-Heat-Lösungen
 - Sektorenkopplung (Strom – Wärme)
 - Solare Wärme (großflächig)
 - Teilnahme am Regelenergiemarkt
 - Grubenwasser als Wärmequelle
- Energiebedarfsprognose
 - Bestimmen der Nutzflächen (Gewerbe und Industrie)
 - Bestimmen des Energiebedarfs (Strom und Wärme)

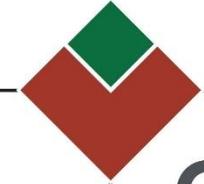
2. ENERGIEBEDARFSPROGNOSE

Aufteilung der Nutzflächen am Standort Oeynhausen



- Die im Expertenworkshop angegebenen Nutzflächen werden gleich der energetisch zu versorgenden Fläche gesetzt
- Es erfolgt eine Unterteilung in 3 Arten
 - Industrie (G3)
 - Gewerbe (G0)
 - Öffentlich (G1)

	Fläche	
Industrie	315.000 m ²	60 %
Gewerbe	128.000 m ²	24,4 %
Öffentlich	82.000 m ²	15,6 %



Energiebedarf am Standort Oeynhausen (1)

	Fläche		Spez. Strombedarf	Spez. Wärmebedarf	Strombedarf	Wärmebedarf	Wärmebedarf inkl. Netzverluste
Industrie	315.000 m ²	60 %	100 kWh/m ² /a	35 kWh/m ² /a	31,5 GWh/a	-	-
Gewerbe	128.000 m ²	24,4 %			12,8 GWh/a	-	-
Öffentlich	82.000 m ²	15,6 %			8,2 GWh/a	-	-
Gesamt	525.000 m²	100 %			52,5 GWh/a	18,4 GWh/a	20,3 GWh/a

Hinweis: Der betrachtete Wärmebedarf beinhaltet ausschließlich Heizwärme. Der Bedarf an Prozesswärme variiert je nach Gewerbe/Industrie und kann im Rahmen dieses Konzeptes nicht abgebildet werden

Energiebedarf am Standort Oeynhausen (2)

- Standardlastprofil Strom
 - Jahreslastgang: siehe [hier](#)
 - Wochenlastgang: siehe [hier](#)
- Lastprofil Wärme
 - Jahreslastgang: siehe [hier](#)
 - Jahresganglinie: siehe [hier](#)

3. ZUKÜNFTIGE ENERGIEVERSORGUNG

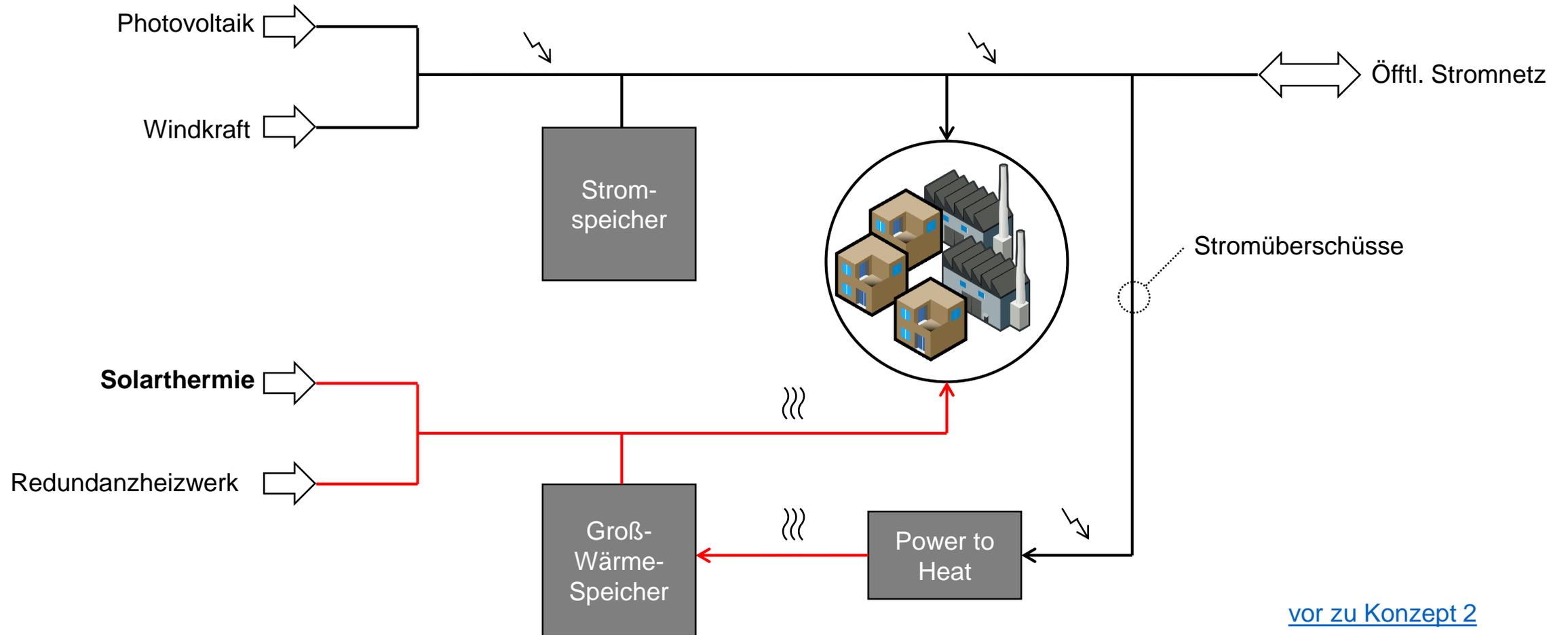
Überblick möglicher Energiekonzepte

- **Konzept 1: „Solarthermie“**
 - Photovoltaik und Windenergie
 - Solarthermie und Großwärmespeicher
 - Warmes Nahwärmenetz
- **Konzept 2: „Grubenwasser“**
 - Photovoltaik und Windenergie
 - Grubenwasser und Wärmepumpen
 - Kaltes Nahwärmenetz

In der Vergangenheit wurden bereits weitere Konzepte vorgestellt und diskutiert (siehe dazu übersendete Präsentationen)

4. KONZEPT 1: SOLARTHERMIE

Konzept 1: Solarthermie - Übersicht



[vor zu Konzept 2](#)

Konzept 1: Solarthermie - Beschreibung

- **Stromerzeugung** über Photovoltaik und Windenergie
 - Möglichkeit der Stromspeicherung in Batteriespeicher und Entladung in den Nachtstunden
 - Verwerten von Stromüberschüssen mit „Power to Heat“
- **Wärmeerzeugung** mit Solarthermie
 - Großwärmespeicher zur versetzten Abgabe der Wärme in Heizperiode
 - Verteilung der Wärme über warmes Nahwärmenetz



Solarstrahlung - Standortbetrachtung

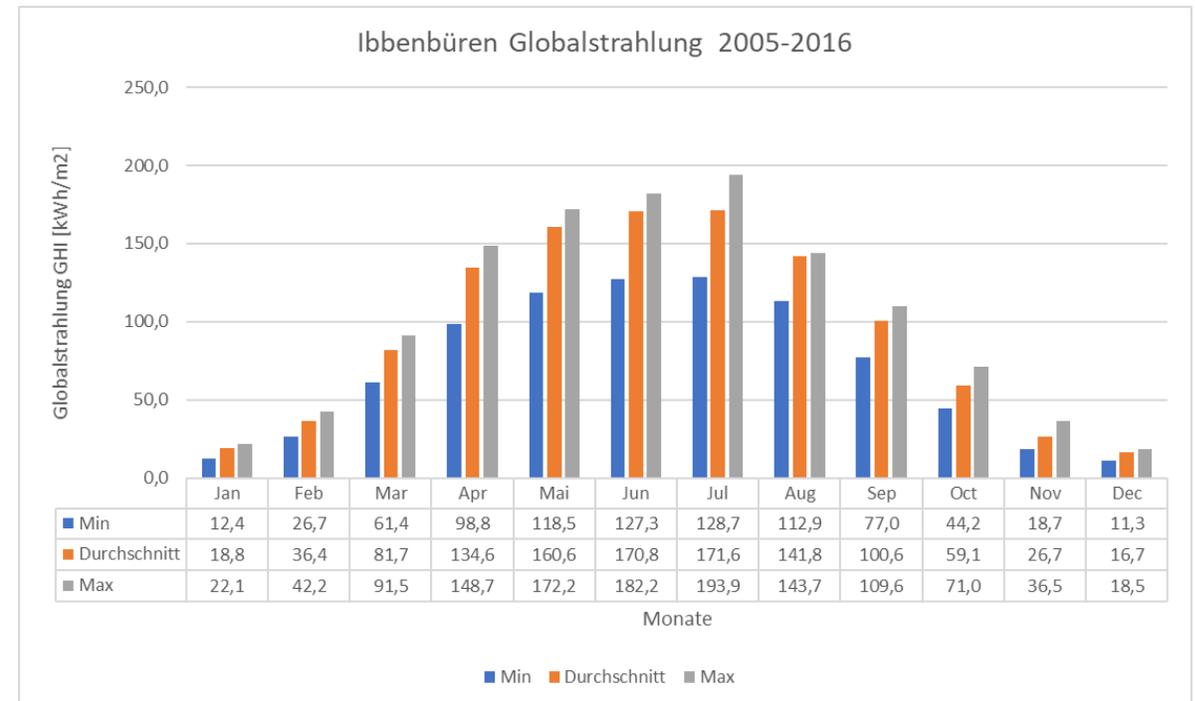
- **Ibbenbüren:**

- Geographische Lage: 52,3° Nord, 7,7° Ost
- Solarstrahlung am Standort in „*Deutschland Mitte*“ ca. 1.000 kWh/(m²*a)
- Durchschnittliche Jahressumme der Globalen Horizontalstrahlung aus Wetterdaten (2005-2016) : GHI= 1.119 kWh/(m²*a)

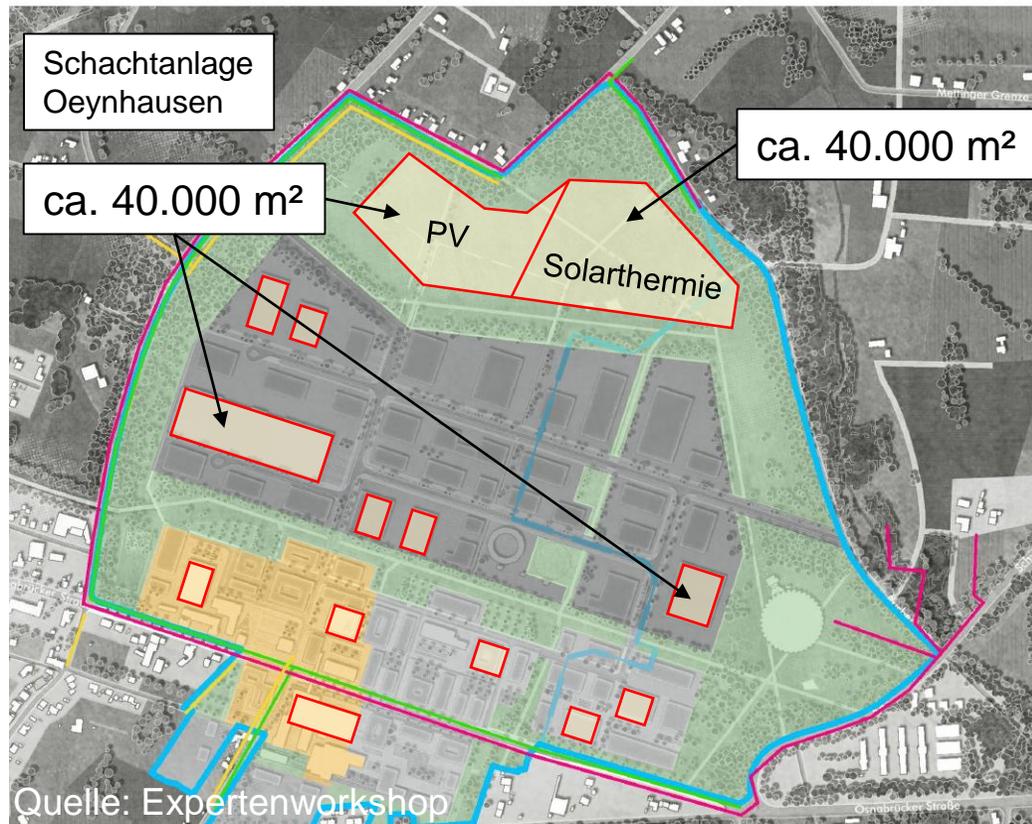
- Jährliche Verteilung der Solarstrahlung

- niedrige Werte von November bis Februar
- Moderate bis hohe Strahlungswerte von März bis Oktober → Im Schnitt 90% des Jahresertrags: ca. 1.020 kWh/m²

Fazit: Am Standort sind mindestens durchschnittliche Solarerträge zu erwarten; Die Nutzung von PV und Solarthermie ist sinnvoll



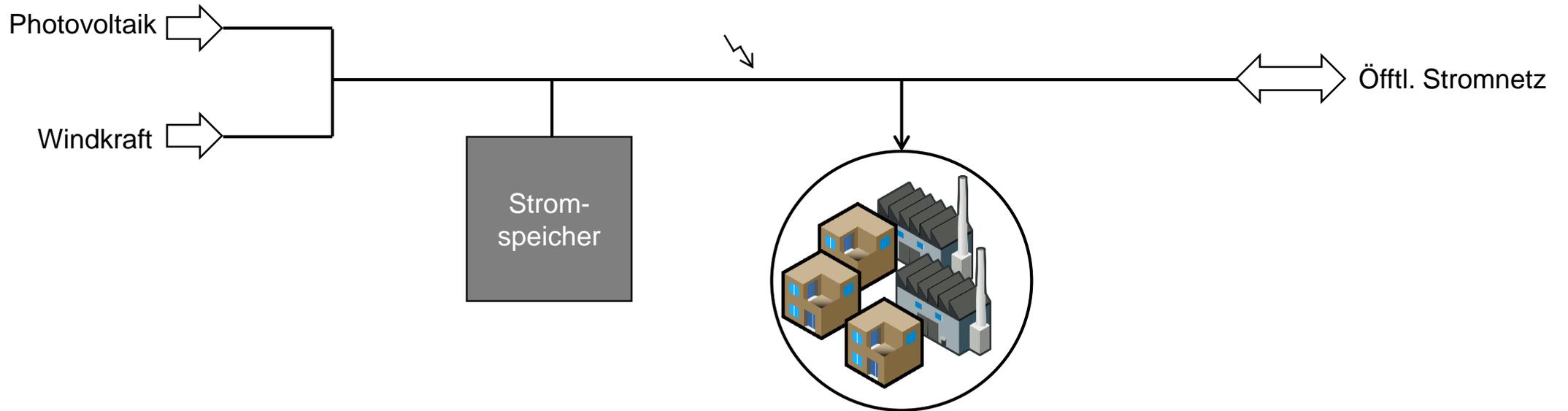
Photovoltaik und Solarthermie Anlagen – Ein Vergleich



- Solarthermische Anlagen stehen in Konkurrenz zu PV-Anlagen (vergleiche gelbe Fläche)
- Auch bei nicht konzentrierenden solarthermischen Anlagen sind je nach Wärmeträger und Anlagenkonstellation Temperaturen über 100 °C möglich
- Bei gleicher Sonneneinstrahlung hat eine solarthermische Anlage einen höheren Wirkungsgrad als eine PV-Anlage: 0,5 vs. 0,15 → siehe [hier](#)
- Allerdings gilt, Strom ist universell einsetzbar: PV-Strom kann sowohl elektrisch genutzt als auch thermisch verwertet werden

Konzept 1:

Stromerzeugung:



Photovoltaik- und Windkraftanlagen

Es werden folgende Annahmen getroffen:

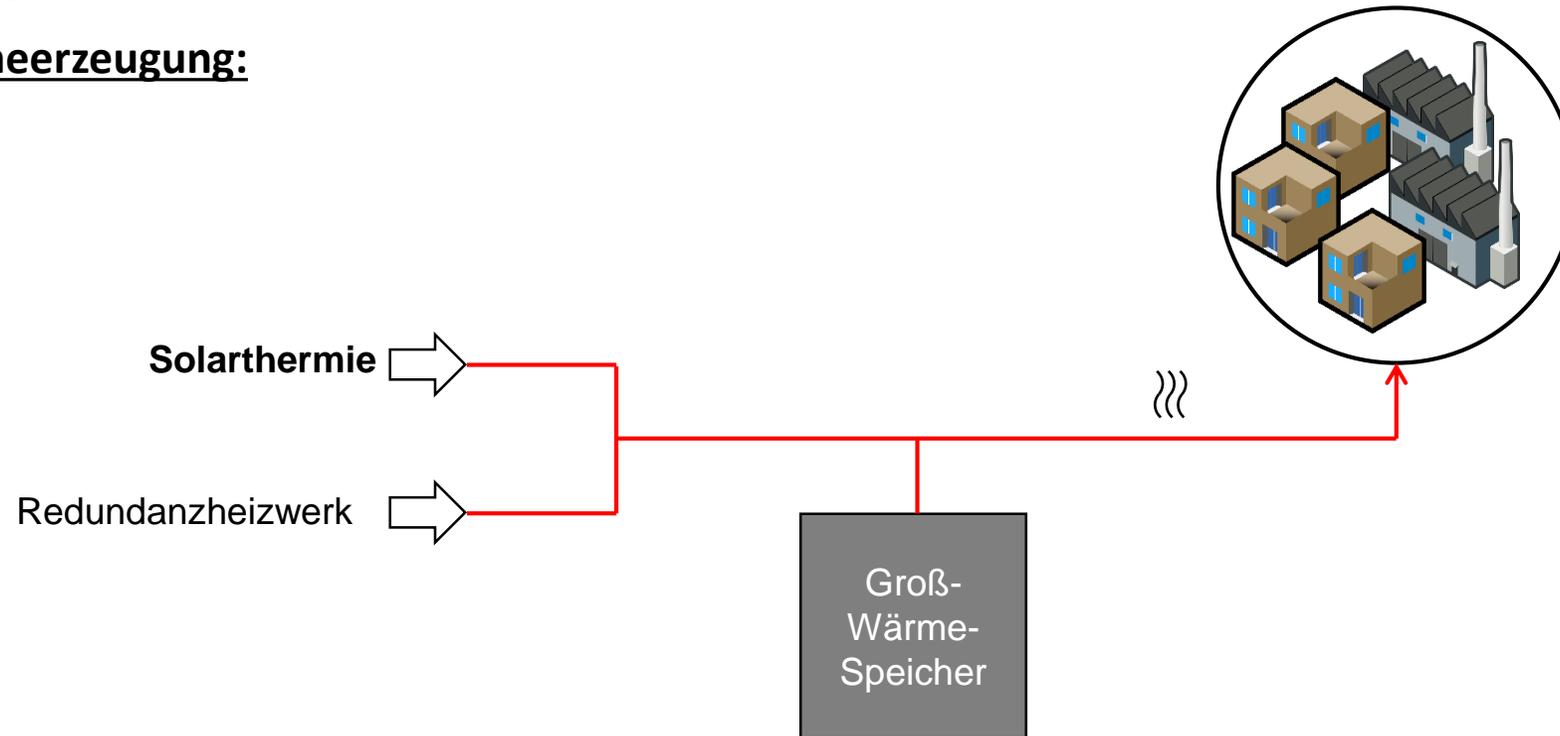
- PV-Anlage am Standort
 - 40.000 m² auf Freifläche und Dächern
 - 6,7 MW_p installierte Leistung
 - Ost|West-Ausrichtung
- PV-Anlage in der Nähe des Vorhabens
 - 20 MW_p installierter Leistung
 - Südausrichtung
- Windkraftanlagen in der Nähe des Vorhabens
 - 5 x Enercon E-53 (für Binnenland geeignet)
 - 5 x 800 kW_{el}
- *Für Details siehe vergangene Präsentationen*

Stromüberschüsse und Stromspeicher

- Durch die zusätzliche PV-Anlage mit 20 MW_p steigen die Stromüberschüsse in den Wintermonaten, sodass ab März regelmäßig Überschüsse auftreten, die tagsüber gespeichert werden können → Strombereitstellung über Nacht
- Es werden folgende Annahmen getroffen:
 - 10-MWh-Batteriespeicher zur Tag-Nacht-Speicherung
 - Blei-Säure-Technologie
- Die Kapazität des Batteriespeichers ist aus wirtschaftlichen Gründen begrenzt, sodass in den Sommermonaten vermehrt Stromüberschüsse auftreten
- Stromüberschüsse: siehe [hier](#).
- Neben der Einspeisung ins öffentliche Netz können Überschüsse über „Power-To-Heat“ thermisch verwertet werden

Konzept 1:

Wärmeerzeugung:



Solarthermie – Wärmeerzeugung

- Wärmeerzeugung in Solarkollektoren
 - Wärmeträger durchströmt Kollektor und wird von Solarstrahlung erwärmt
 - Verschiedene Typen z.B. Flachkollektor oder Röhrenkollektor
- Reihenschaltung einzelner Kollektoren zu einer (Groß-)Kollektoreinheit
- Parallelisierung von (Groß-)Kollektoren und Führung des Fluides im zentralen Vor- und Rücklauf
- Neigung „Richtung Sonne“ zur Ertragsoptimierung
 - Anstellwinkel entsprechend Wärmekonzept
 - möglichst Südausrichtung



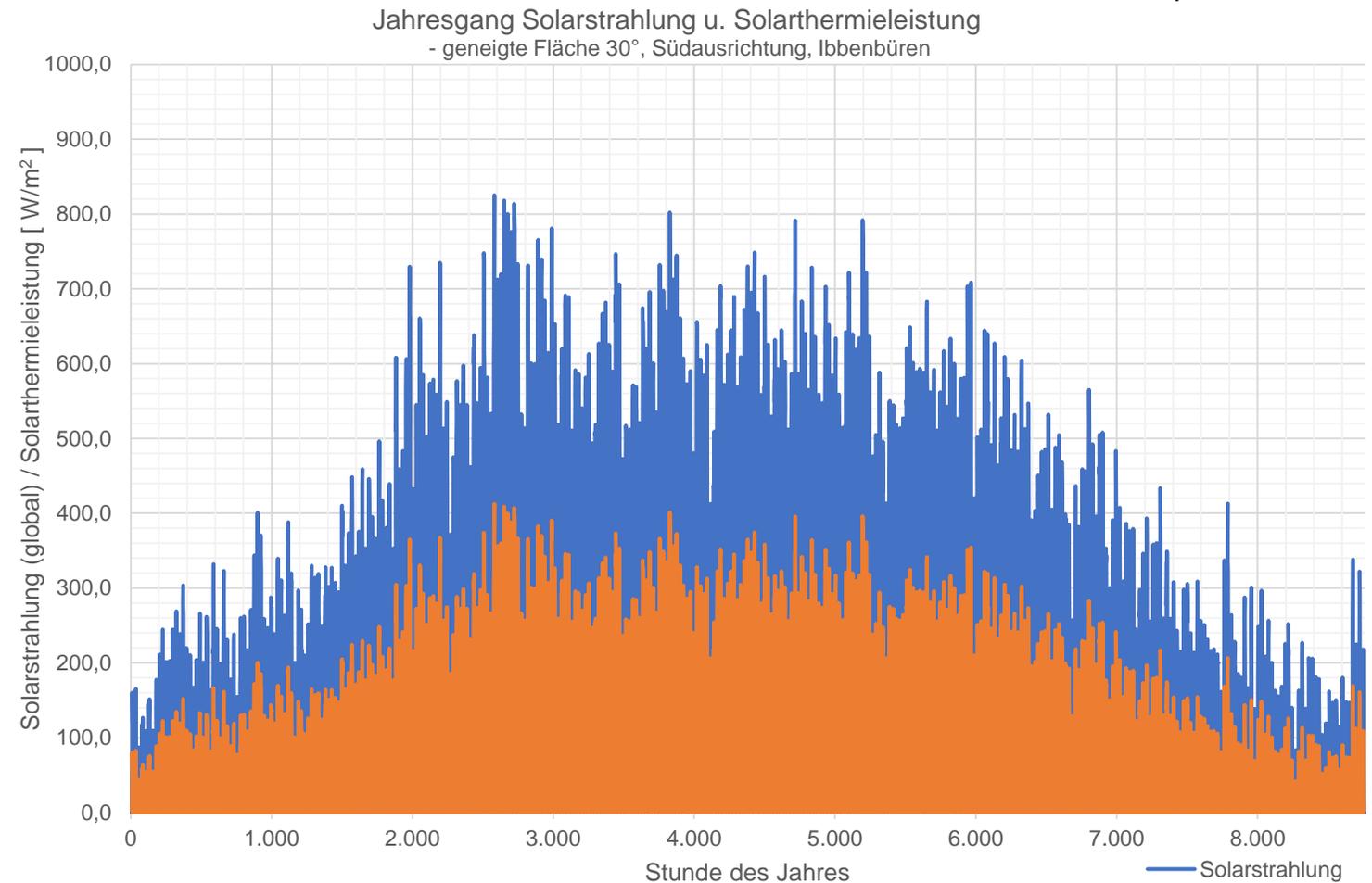
Flachkollektoren aufgeständert – enbausea.de

Solarstrahlung – Gewinn durch Neigung

Annahme:

- 30° geneigte Kollektorebene
- Süd-Ausrichtung

→ Durchschnittliche Jahressumme
Globalstrahlung: 1.186 kWh/(m²*a)
nach Wetterdaten (2005-2016)



Solarthermie – Solarheizwerk

- Verschattung auf nachfolgende Kollektorreihe zu bestimmten Zeiten nahezu unvermeidbar
 - Teilverschattung einzelner Kollektoren „unproblematisch“
 - Nur der beschattete Teil ist betroffen
 - Keine größeren Auswirkungen wie bei PV
- Reihenabstände und Wegeflächen reduzieren den Ertrag je m² Kollektorfeld
Kompromiss zwischen...
 - a) viel Flächenbedarf und max. Erträgen
 - b) geringem Flächenbedarf und Ertragsminderung bei zu naher Aufstellung (vgl. Teilverschattung)

Annahme: → Flächennutzungsgrade $f = 30\%$



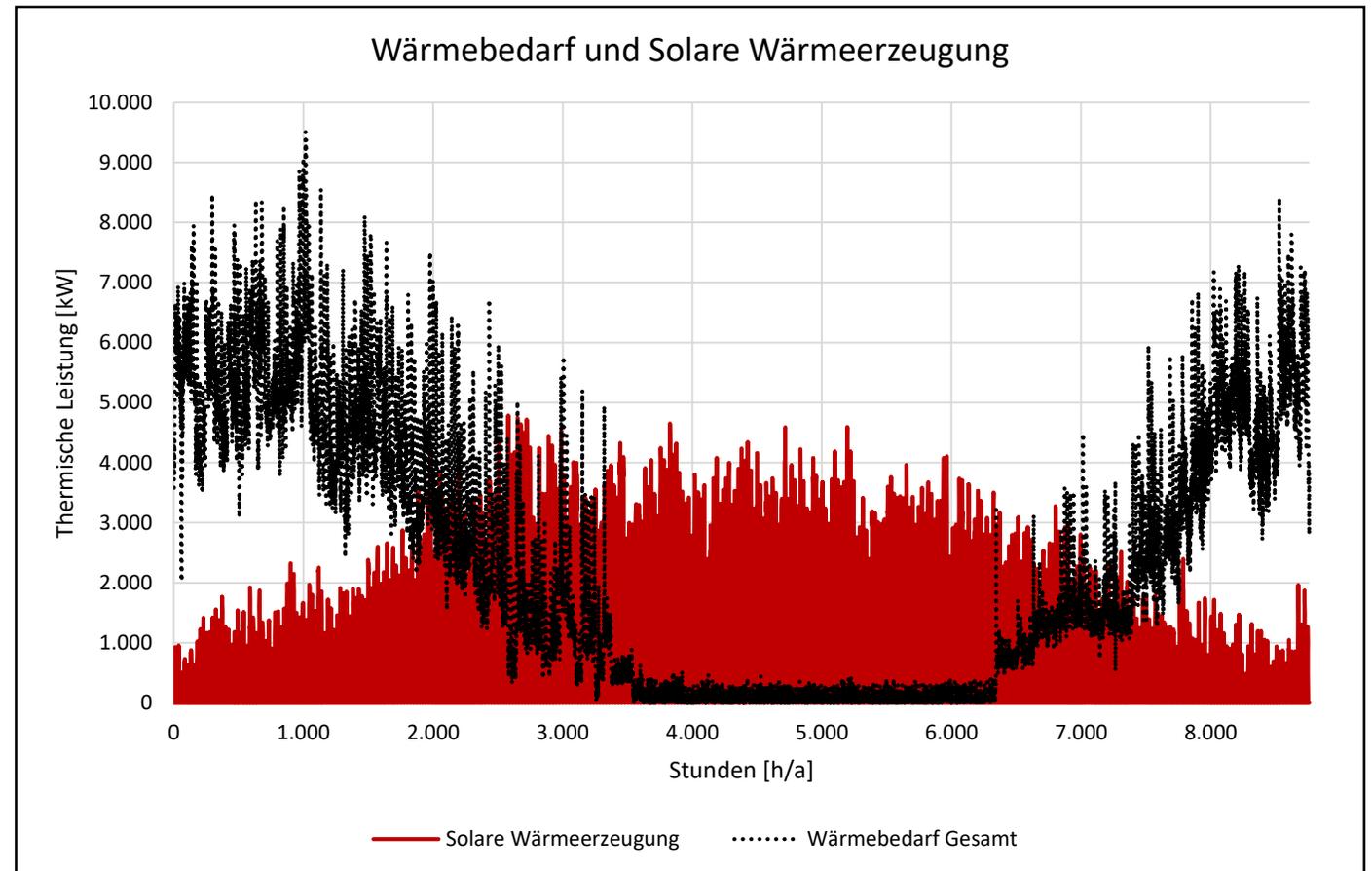
Kollektorfeld – energie-und-management.de

Heizwärmebedarf und Solarerträge

- Heizbedarf zw. Herbst und Frühjahr
- Solarerträge vorwiegend von Frühjahr bis Herbst

→ Wenige Monate, in denen Solarerträge direkt zum Heizen genutzt werden können.

→ Speicherung der Wärme im saisonalen Großwärmespeicher



Großwärmespeicher - Erdbeckenspeicher

Versetzte Abgabe der eingespeicherten Wärme

- Speichermedium Wasser
 - Speicherkapazität: ca. 11,6 kWh/(m³*10K)
- Speichertyp: **Erdbeckenwärmespeicher**
 - Aushub eines Beckens mit Böschung
 - Auslegen mit PE-HD Folie
 - Isolierung der Oberfläche mit schwimmender Schicht aus Isolierplatten
 - Max. Temperatur <100°C



Oben: Erdwärmespeicher Baumaßnahmen beispielhaft – AG Erneuerbare Energie - aee.at

Unten: Solarheizwerk Marstal (DK) - sonnewindwaerme.de

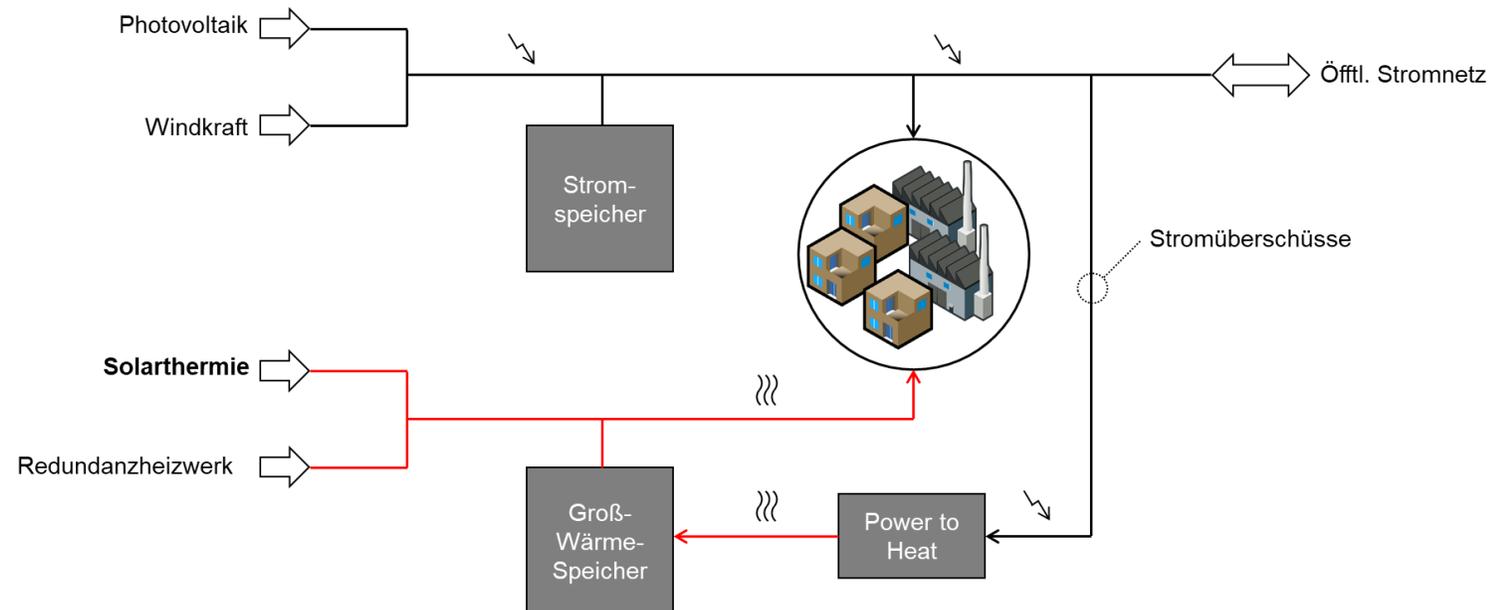
Solarthermie Ibbenbüren

- Kollektorfeld: 40.000 m²
- Absorberfläche: 12.000 m²
- Wärmeertrag: ca. 7.000 MWh/a
- Erdbeckenwärmespeicher:

Kenndaten Speicher	
Max. Temperatur	90 °C
Min. Temperatur	35 °C
Medium	Wasser
Speichergröße	175.000 m ³
Kapazität	ca. 11.000 MWh
Flächenbedarf*	ca. 14.000 m ²
Investitionskosten**	ca. 5,3 Mio. €

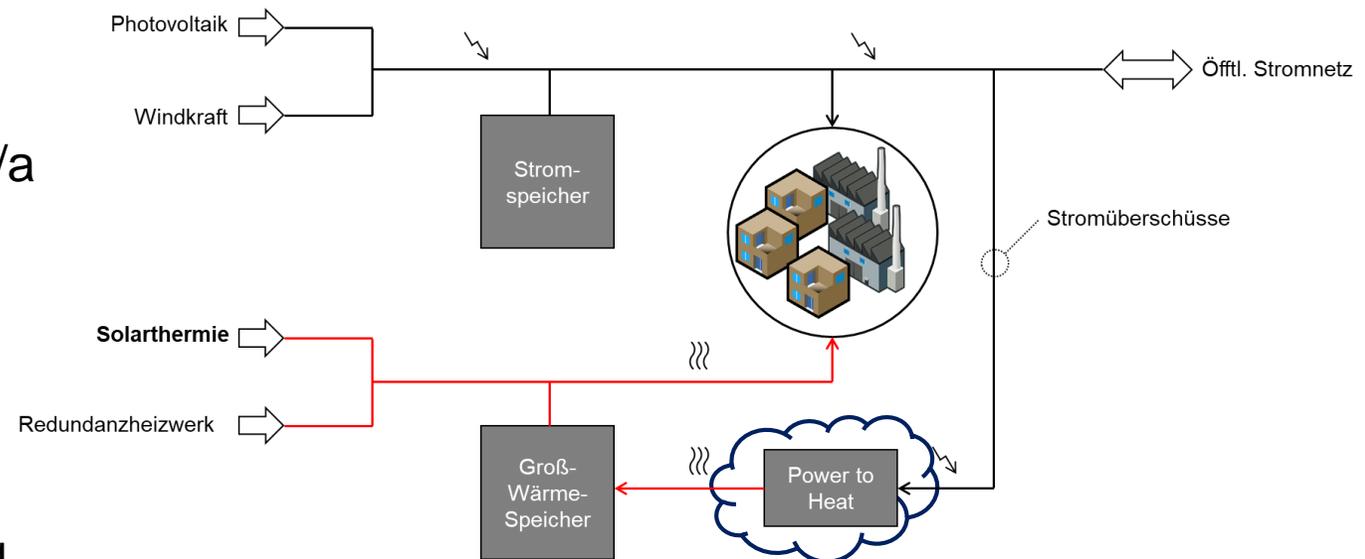
*Annahme: quadratische Oberfläche: Seitenlänge ca. 118 m, Tiefe 20 m

** Schätzung anhand Literaturrecherche; u.a. ee-news.ch
Fachmagazin für Erneuerbare Energien

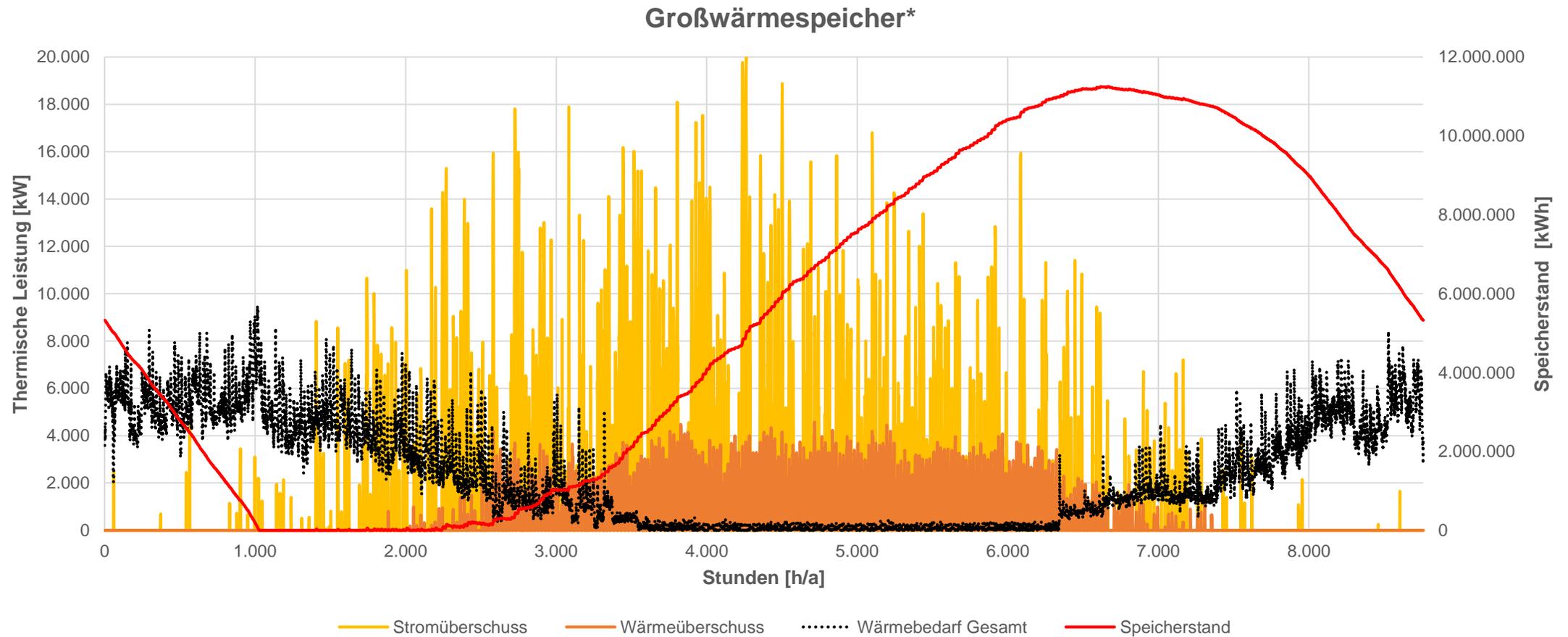


Solarthermie Ibbenbüren

- Power to Heat (P2H) - Stromüberschüsse in Wärme wandeln
 - Überschüsse technisch einfach u. kostengünstig verwerten.
- Wärmeertrag gesamt: ca. 16.500 MWh/a
- Heizwärme ca. bis Anfang Februar
- Deckung:
 - durch Solarthermie 34 %
 - durch Solarthermie und Strom-Überschüsse insges. 81%
- Heizwerk z.B. mit NawaRos für Übergangszeit nach Speicherentladung
- Optional: Zentrale Wärmepumpe statt Heizwerk für Übergangszeit
 - noch niedrigere Speichertemperatur und somit bessere Ausnutzung d. Solarenergie möglich



Speicherbeladung



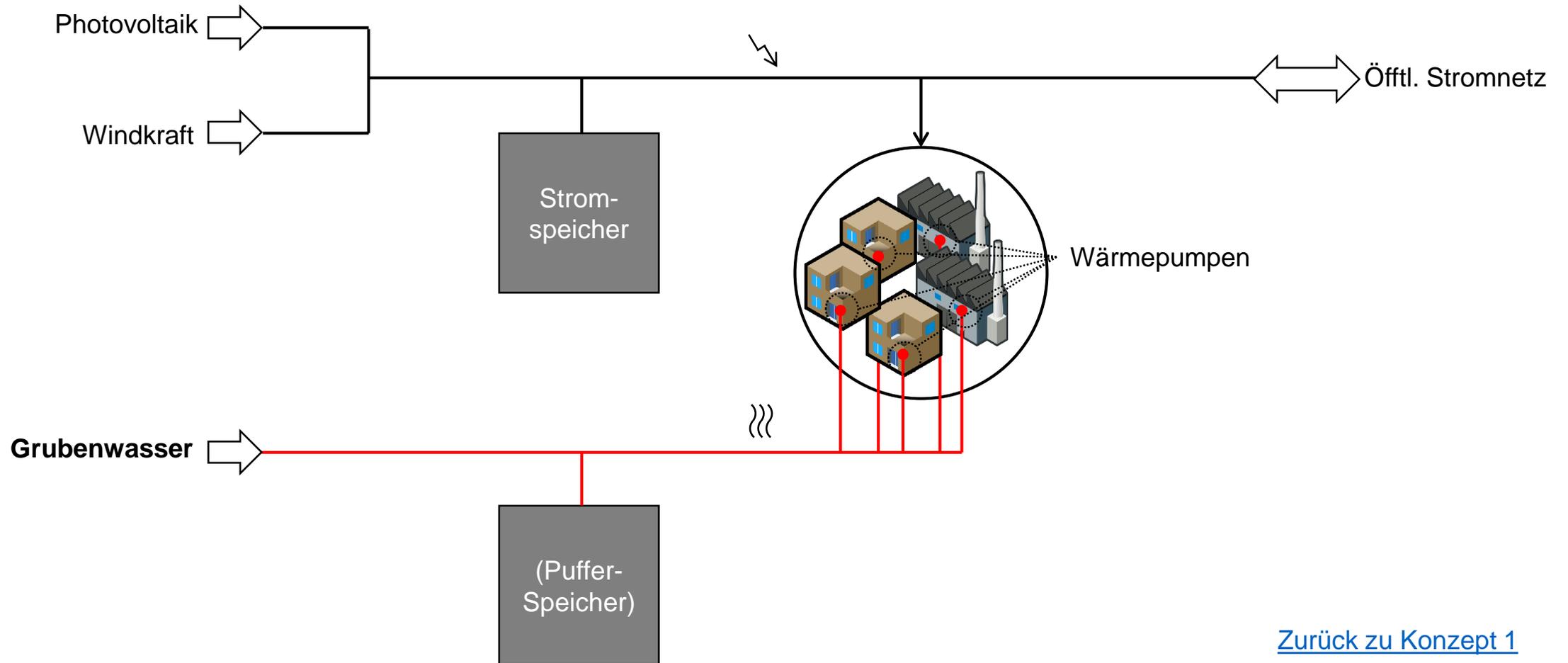
*Idealer Speicher, ohne Wärmeverluste

Solarthermie – Ausblick

- Teilnahme am Regelenergiemarkt möglich: Stromüberschüsse im Netz können zur Beladung des Batterie- und/oder des Wärmespeichers genutzt werden
- Es können weitere Wärmequellen in das System integriert werden (z. B. BHKW-Anlagen oder industrielle Abwärme)

5. KONZEPT 2: GRUBENWASSER

Konzept 2: Grubenwasser – Übersicht



[Zurück zu Konzept 1](#)

Konzept 2: Grubenwasser – Beschreibung

Stromerzeugung über Photovoltaik und Windenergie

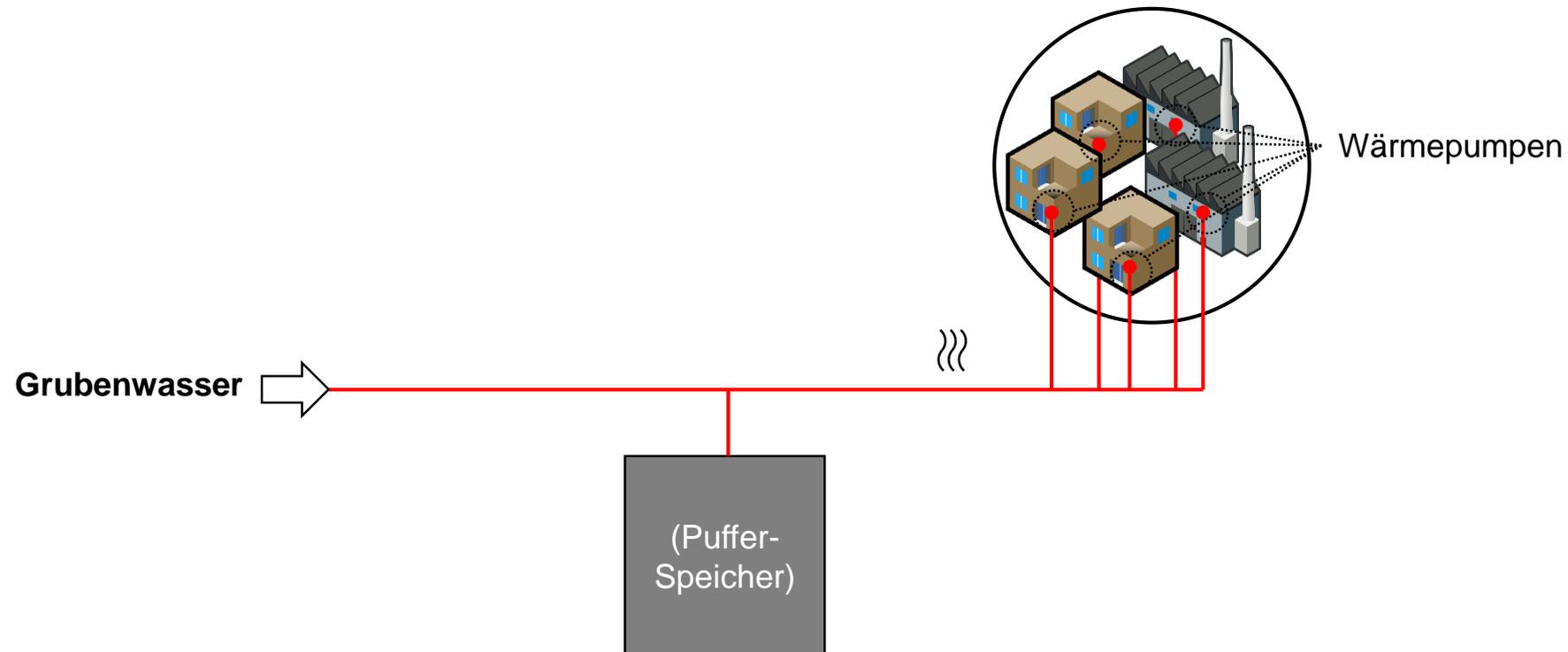
- Möglichkeit der Stromspeicherung in Batteriespeicher und Entladung in den Nachtstunden (analog zu Konzept 1)
- Unterschied zu Konzept 1:
 - 80.000 m² Fläche für PV-Anlage anstatt 40.000 m²

Wärmeerzeugung mit Grubenwasser

- Verteilung der Wärme über kaltes Nahwärmenetz
- Nutzen der Wärme in dezentralen Wärmepumpen für Heizung
- Das Konzept könnte um eine Pufferspeicherung erweitert werden, um Temperatur- und Mengenschwankungen des Grubenwassers sowie Lastspitzen im Wärmelastgang auszugleichen
 - Zentral, z. B. in einem großen Pufferspeicher innerhalb des Nahwärmenetzes
 - Dezentral, z. B. in kleinen Pufferspeichern in den einzelnen Gebäuden

Konzept 2: Grubenwasser

Wärmeerzeugung:

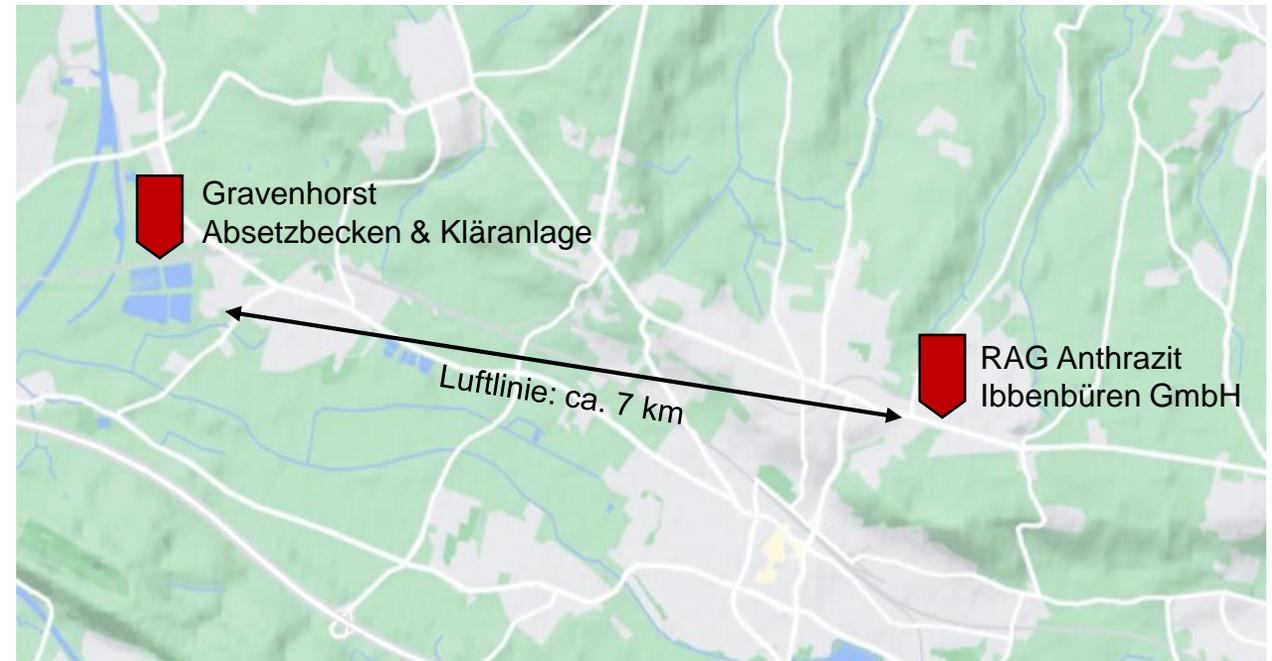


Langfristige Grubenwasserhaltung des Bergwerks Ibbenbüren

- Gesteinsschichten im Tecklenburger Land bilden durch Auffaltung einen nach oben gedrückten Karbonhorst (siehe [hier](#)). Der natürliche Grundwasserspiegel verläuft parallel zur Erdoberfläche.
- Zum Abbau der Kohle wurden Schächte und Stollen angelegt, um Grubenwasser abzupumpen und den Grundwasserspiegel zu senken (siehe [hier](#)).
- Das Bergbaugesamt teilt sich in das Ost- und das Westfeld (siehe [hier](#)). Mit der Stilllegung des Bergwerks im Westfeld folgte die Ableitung des ansteigenden Grubenwassers aus dem Westfeld über den Dickenberger Stollen. Ziel ist es, ein unkontrolliertes Austreten des Grubenwassers an der Erdoberfläche zu verhindern.
- 2018 wurde das Bergwerk im Ostfeld stillgelegt. Hier soll das Grubenwasser zukünftig bis auf 63 m üNN ansteigen und durch einen neu zu errichtenden Grubenwasserkanal bis in die Kläranlage Gravenhorst abgeleitet werden (siehe nächste Folie).

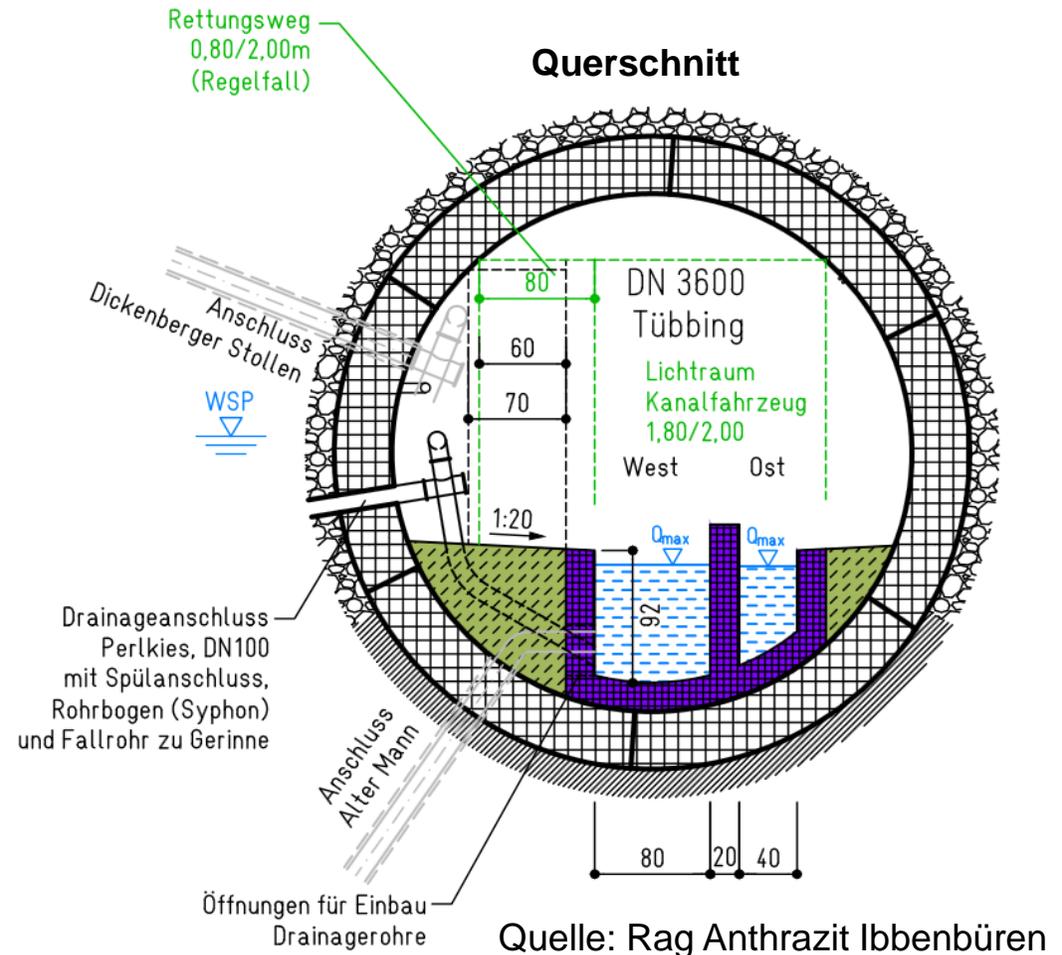
Geplanter Grubenwasserkanal (1)

- Der geplante Grubenwasserkanal wird parallel zum Dickenberger Stollen verlaufen und soll zukünftig Ost- und Westfeld gemeinsam entwässern (siehe [hier](#)). Über den Kanal wird das Grubenwasser drucklos der Aufbereitungsanlage in Gravenhorst zugeführt und in die Ibbenbürener Aa geleitet (siehe [hier](#)).
- Die Entfernung zwischen Bergwerk und Aufbereitungsanlage beträgt ca. 7 km
- Verlauf des Kanals: siehe [hier](#)
- Der Grubenwasserkanal beginnt an der Schachtanlage 1 von Oeynhausens bei 63 m üNN (siehe [hier](#))
- Längsschnitt des Kanals: siehe [hier](#)



Geplanter Grubenwasserkanal (2)

- Der Grubenwasserkanal mit einer Nennweite von DN 3600 wird fast vollständig unterirdisch geführt.
- Das erste Abschnitt des Kanals wird für die Entwässerung des Ostfeldes verwendet.
- Ab einer bestimmten Länge kommt die Entwässerung des Westfeldes hinzu (Anschluss Dickenberger Stollen). Von dort an werden die Grubenwässer Ost und West (laut der Darstellung rechts) separat bis zur Aufbereitungsanlage in Gravenhorst geführt.



Nutzen des Grubenwassers mittels Wärmepumpen

Zugang zum Grundwasser

Das Grubenwasser kann voraussichtlich an 2 Stellen genutzt werden:

1. Am **Schacht 1** am Standort der RAG Anthrazit (unterirdisch)
→ Das Ziel ist die Wärmeversorgung des zukünftigen Quartiers am Standort der RAG Anthrazit, sodass sich die Grubenwassernutzung vor Ort anbietet.
2. Am Auslaufbecken an der **Aufbereitungsanlage Gravenhorst** (oberirdisch)
→ Eine Nutzung des Grubenwassers an dieser Stelle setzt voraus, dass die Wärme vor Ort genutzt wird. Alternativ kann die aus dem Grubenwasser gewonnene Wärme über eine Trasse zurück zum Quartier der RAG Anthrazit geführt werden.
→ möglicher Vorteil: je nach Temperaturniveau und Wassermenge könnte auch das Grubenwasser des Westfeldes zur Wärmebereitstellung genutzt werden.

Im weiteren Verlauf der Konzeptvorstellung wird von einer Nutzung in der Nähe von Schacht 1 ausgegangen!

Konzept-Varianten für die Nutzung des Grubenwassers

- Variante 2a: offenes System mit Grubenwasserpumpen
- Variante 2b: geschlossenes System mit langem Rohr als Wärmeübertrager

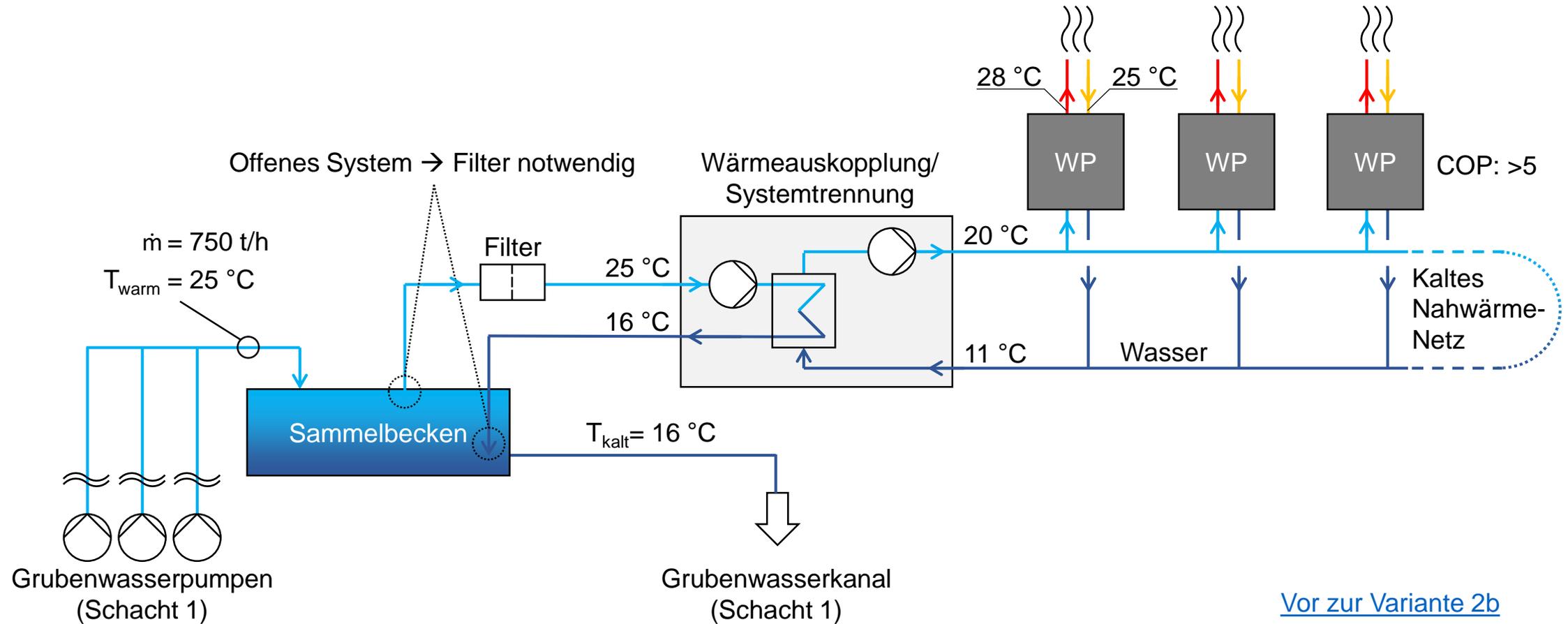
Variante 2a: offenes System mit Grubenwasserpumpen (1)

- Das Grubenwasser wird am Schacht 1 mittels **Tauchpumpen** an die Oberfläche gefördert und in einem Becken gesammelt. Es wird eine Grubenwassertemperatur von **25 °C** angenommen (Abschlussbetriebsplan, Anlage 17, S. 95). Die mögliche Fördermenge wird auf **12,5 m³/min** geschätzt (SWTE Netz). Nach der Wärmeauskopplung wird das Grubenwasser zurück in den Schacht 1 bzw. in den Grubenwasserkanal geleitet.
- Es wird eine Systemtrennung durch einen Wärmeübertrager vorgeschlagen, um das Grubenwasser im Falle einer Betriebsstörung der Wärmepumpe vor einer Kontamination mit austretendem Kältemittel zu schützen.
- Die Förderung des Grubenwassers erfolgt in einem offenen System. Dabei kann es aufgrund der Grubenwasserzusammensetzung zur Bildung von Ablagerungen und Verunreinigungen auf den Anlagenteilen kommen. Besonders um den Wärmeübertrager vor Ablagerungen und einem Leistungsabfall zu schützen, wird ein **Filtersystem** nötig sein. Da in dem Grubenwasser korrosive Salze gelöst sein können, ist dies bei der Wahl der Materialien zu berücksichtigen (z. B. Wärmeübertrager aus Titan).

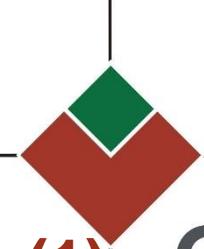
Variante 2a: offenes System mit Grubenwasserpumpen (2)

- Um das Quartier der RAG Anthrazit mit Wärme zu versorgen, ist die Anbindung aller Gebäude an ein **kaltes Nahwärmenetz** vorgesehen (Vorlauftemperatur: 20 °C). Vorteilhaft gegenüber einem warmen Nahwärmenetz sind die geringeren Investitionskosten und geringeren Wärmeverluste im Netz.
- Wärmeverluste im Nahwärmenetz: siehe [hier](#).
- Mittels **dezentraler** strombetriebener **Wärmepumpen** werden die einzelnen Gebäude über Flächenheizungen mit niedrigen Vorlauftemperaturen von bis zu 35 °C mit Wärme versorgt. Die verhältnismäßig hohen Vorlauftemperaturen von 20 °C im Nahwärmenetz ermöglichen hohe Leistungszahlen der Wärmepumpen (**COP > 5**).
- Optional ist neben der Bereitstellung von Raumwärme auch die Erwärmung von Brauchwasser mittels Wärmepumpen denkbar. Ebenso kann auch ein Speicher in das System integriert werden. Ein erweitertes Konzept ließe es zu, die Gebäude im Quartier in den Sommermonaten mittels der Wärmepumpen zu klimatisieren.

Variante 2a: offenes System mit Grubenwasserpumpen (4)

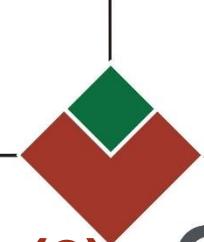


[Vor zur Variante 2b](#)

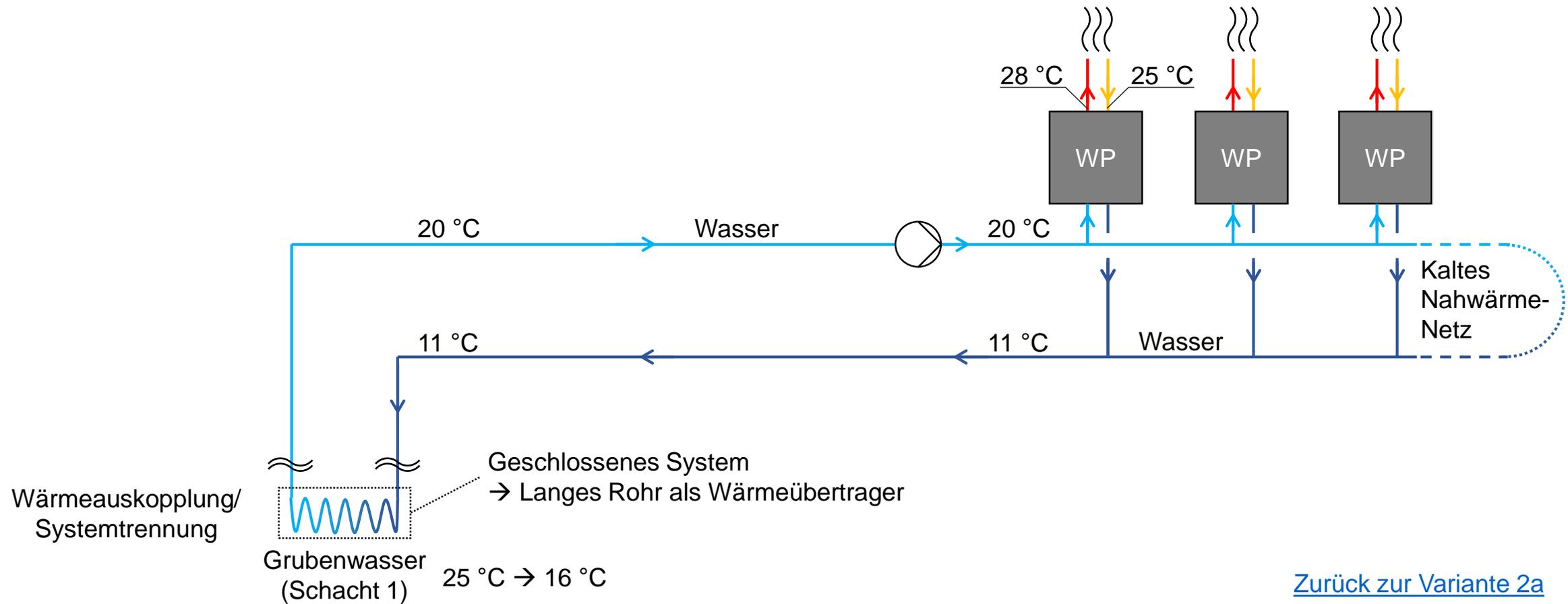


Variante 2b: geschlossenes System mit Rohrwärmetauscher (1)

- In dieser Variante wird auf die Grubenwasserpumpen verzichtet. Dazu wird ein langes Rohr zur Wärmeübertragung in den Schacht 1 eingelassen, welches die Systemtrennung darstellt. Da das System geschlossen ist, kann auf einen zusätzlichen Wärmeübertrager verzichtet werden.
- Über die Fläche der Rohrleitung überträgt das Grubenwasser die Wärme an das Wärmeträgermedium im Nahwärmenetz (in diesem Fall Wasser). Um die Zieltemperatur von 20 °C im Nahwärmenetz zu erreichen, ist auf eine ausreichende Rohrleitungsfläche bzw. Rohrleitungslänge im Schacht 1 zu achten.
- Das Grubenwasser strömt mit 25 °C aus dem Schacht 1 entlang der eingelassenen Rohrleitung und kühlt sich dabei auf eine Temperatur von ca. 16 °C ab bevor es in den Grubenwasserkanal fließt.



Variante 2b: geschlossenes System mit Rohrwärmetauscher (2)

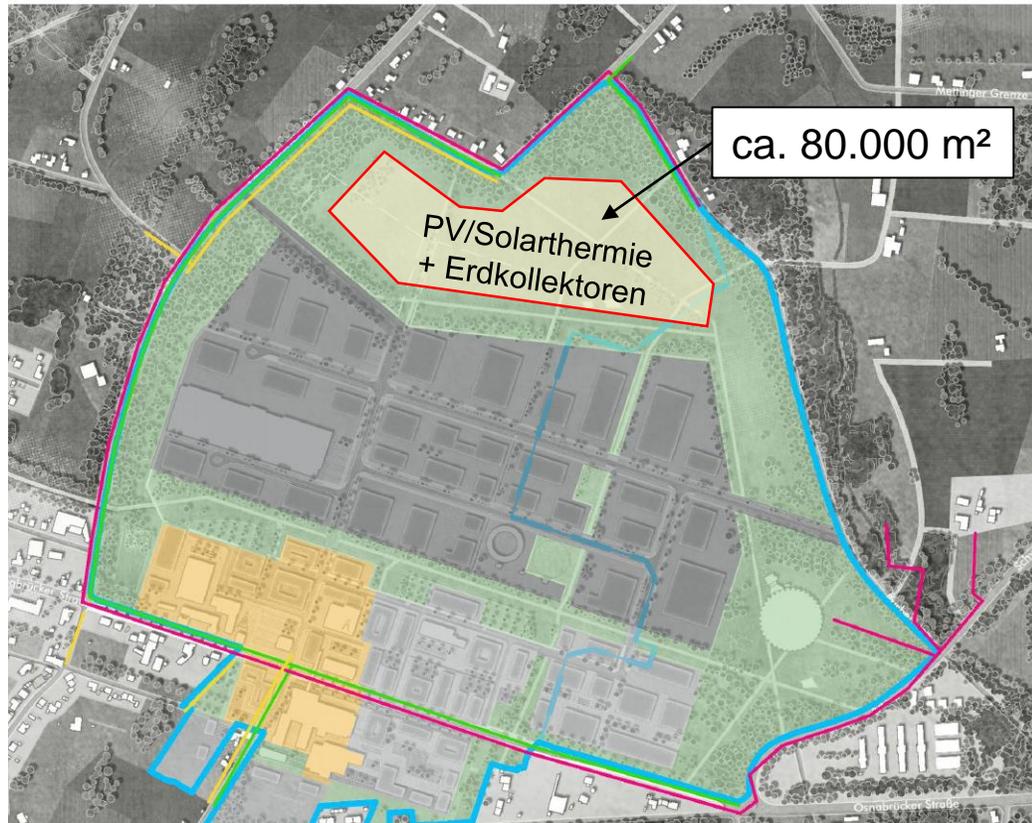


[Zurück zur Variante 2a](#)

Nutzbare Wärmeleistung (in Variante 2a und 2b)

- Die aus dem Grubenwasser auszukoppelnde Wärme hängt von folgenden Werten ab:
 - Volumenstrom (12,5 m³/h)
 - Grubenwasser-Vorlauftemperatur (25 °C)
 - Grubenwasser-Rücklauftemperatur (16 °C)
 - Spezifische Wärmekapazität des Grubenwassers (4,18 kJ/(Kg*K))
- Es ergibt sich eine nutzbare Wärmeleistung von ca. **7,8 MW_{th}** (→ 68.657 MWh/a)
- Die Wärmeleistung kann erhöht werden, indem die Rücklauftemperatur des Grubenwassers weiter gesenkt wird. Dies ist z. B. durch eine kleinere Grädigkeit des Wärmeübertragers möglich, was mit einer Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche einhergeht. Zurzeit wird eine Grädigkeit des Wärmeübertragers von 5 K angenommen.
- Zudem kann das Grubenwasser auch am 2. Standort in Gravenhorst für eine Wärmebereitstellung vor Ort weitergenutzt werden, indem es z. B. um weitere 5 K heruntergekühlt wird, was eine zusätzliche Wärmeleistung von **4 MW_{th}** bedeutet.

Grubenwasser vs. Geothermie – Ein Vergleich



Oberflächennahe Geothermie:

- Erdverlegung von Flächenkollektoren unterhalb der Solaranlagen (80.000 m²)
- Bei einer spez. Leistung von 35 W/m² kann eine Wärmeleistung von **2,8 MW_{th}** bereitgestellt werden. Im Vergleich: mit 7,8 MW_{th} kann mit dem Grubenwasser die 3-fache Wärmemenge gewonnen werden
- Die Nutzung oberflächennaher Geothermie würde dann interessant werden, wenn das Grubenwasser ausschließlich am Standort in Gravenhorst verwendet wird

Grubenwasser – Ausblick

- Neben dem Standort der RAG Anthrazit kann das Grubenwasser auch am Standort in Gravenhorst genutzt werden, abgängig von den Wärmeverlusten über die Länge des Grubenwasserkanals. Zu beachten ist, dass dem Grubenwasserkanal auch Drainagewasser zugeführt wird, welches das Temperaturniveau über die Länge der Leitung beeinflussen könnte.
- Das Konzept kann um die Nutzung von Abwärme oder warmen Abwässern der Gewerbe- und Industriegebäude ergänzt werden.
- Es kann geprüft werden, ob sich das stillgelegte Bergwerk stellenweise als Langzeitspeicher für Wärme oder Kälte eignet.

6. INVESTITIONSKOSTENSCHÄTZUNG

Investitionskostenschätzung

Konzept	Kosten* [Mio. €]	
	1	2
PV-Anlage 1	7	14
PV-Anlage 2 (20 MW _p)	20	20
WKA	4	4
Batteriespeicher	1,5	1,5
Solarthermieanlage	3,5	---
Großwärmespeicher	5,3	---
Wärmepumpen	---	4
Gesamt	41,3	43,5

*Unverbindliche Angaben; Werte schwanken stark, je nach Projektausgestaltung

- Hinzu kommen Kosten für:
 - Nahwärmenetz
 - Wärmeauskopplung Grubenwasser
 - Redundanzheizkraftwerk
 - Instandhaltung, Wartung
- Das Vorhaben ist teilweise förderfähig:
 - Gebäudehülle (bis 20%)
 - Anlagentechnik (bis 20%)
 - Wärmeerzeuger (bis 45%)
 - Fachplanung + Baubegleitung (bis 50%)

7. ENERGIEBILANZIERUNG

Energetische Bilanz (Strom)

Konzept	Menge [MWh/a]		
	Base	1	2
Strombedarf*	52.500	52.500	56.556
durch PV-Anlagen gedeckt	---	15.617 (30%)	17.379 (31%)
durch WKA gedeckt	---	6.051 (12%)	5.863 (10%)
Öffentlicher Strombezug	52.500	30.833 (58%)	33.315 (59%)
Einspeisung ins öfftl. Netz	---	---	12.128

*ohne Berücksichtigung von Anlagentechnik, (z. B. Pumpen); Hinweis: Bei Konzept 2 ist der Strom für Wärmepumpen enthalten

Energetische Bilanz (Wärme)

Konzept	Menge [MWh/a]		
	Base	1	2
Wärmebedarf	20.304	20.304	20.304
durch PV-Anlagen gedeckt (P2H)	---	9.627	---
durch WKA gedeckt (P2H)	---	(47%)	---
durch Solarthermie gedeckt	---	6.881	---
		(34%)	
durch Grubenwasser gedeckt	---	---	20.282
			(99,9%)
durch Redundanzheizwerk gedeckt	20.304	3.796	22
		(19%)	(0,1%)

CO₂-Bilanz

Konzept	Menge [MWh/a]			CO ₂ -Emissionen [t/a]		
	Base	1	2	Base	1	2
Öffentlicher Strombezug	52.500	30.833	33.315	19.215	11.285	12.193
Einspeisung ins öfftl. Netz	---	---	12.128	---	---	- 4.439
Erdgasbezug	25.039	4.681	27	5.058	946	5
Gesamt nach Umstellung				24.273	12.231	7.754
absolute Veränderung zur Baseline				---	- 12.042	- 16.519
prozentuale Veränderung zur Baseline				---	- 49,6%	- 68,1%

Angesetzte CO₂-Emissionswerte:

- Kennwerte UBA Strom-Mix 2020 (vorläufig): 366 g/kWh
- Kennwerte UBA Gas: 202 g/kWh

8. ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassung

- Die Energieversorgung des geplanten Quartiers der RAG Anthrazit (Gewerbe und Industrie) kann zum Großen Teil mit der Nutzung von lokalen Ressourcen umgesetzt werden, z. B. über
 - Konzept 1: Solarthermieanlagen in Kombination mit einem Großwärmespeicher
 - Konzept 2: Nutzung des Grubenwassers mittels Wärmepumpen
 - Grundsätzlich: PV-Anlagen und Windkraftanlagen
- Die vorgestellten Konzepte weisen einen hohen Deckungsanteil im Bereich der Wärmeversorgung auf. Im Bereich der elektrischen Energieversorgung ist weiterhin auf einen externen Strombezug zu setzen.
- Insgesamt kann das geplante Quartier mit einem großen Anteil an Erneuerbaren Energien versorgt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Hauptsitz:

Am Anger 35
33332 Gütersloh

Geschäftsführung:

Jan Groneberg
Florian Nunold

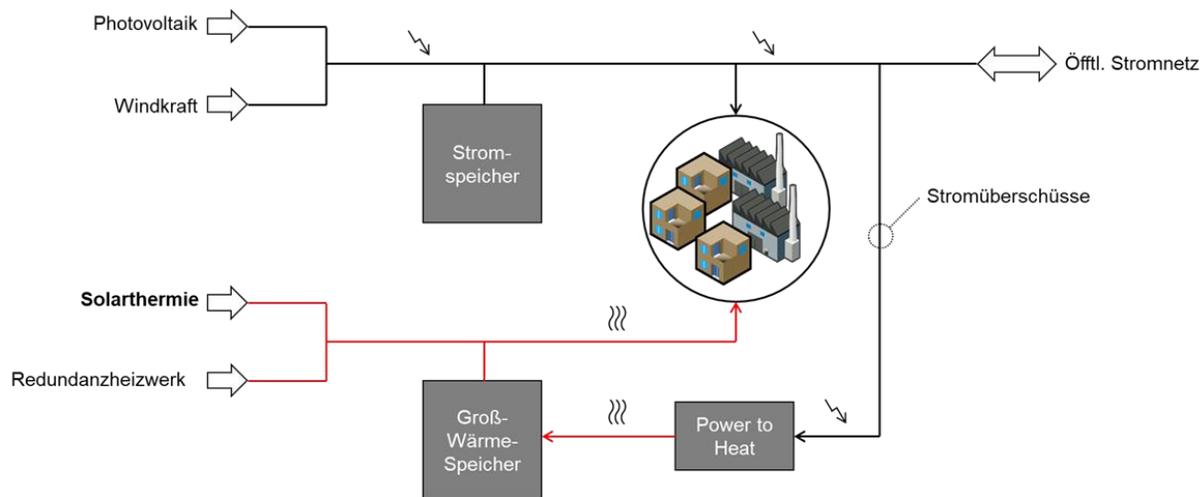
Büro Osterode:

Am Südbahnhof 10
37520 Osterode am Harz

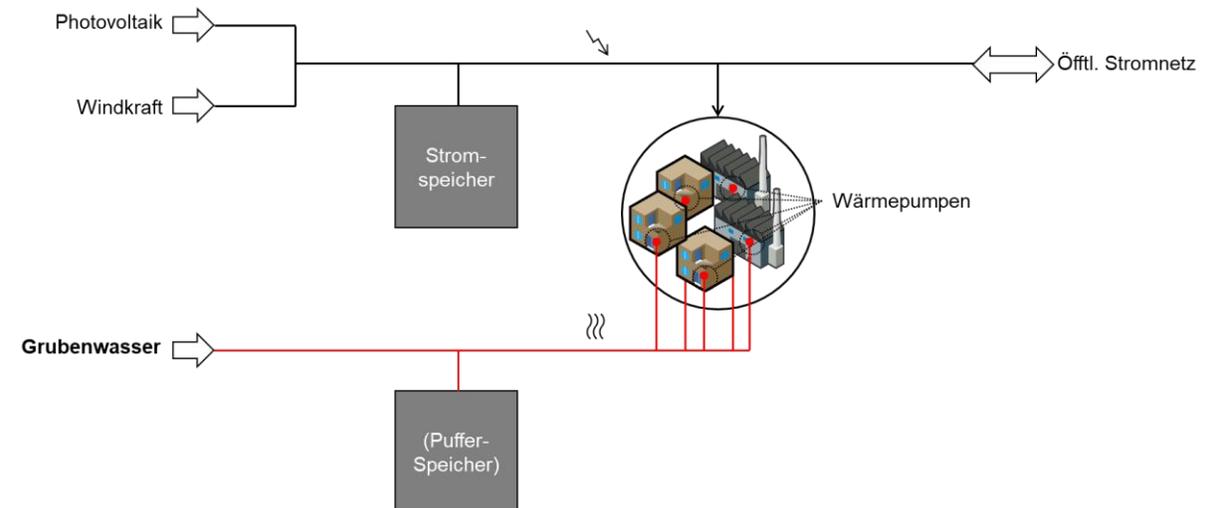
Fon: +49 5522 90 35-0
Fax: +49 5522 90 35-20
Mail: info@gwe-energie.de
Web: www.gwe-energie.de

Überblick möglicher Energiekonzepte

Konzept 1: „Solarthermie“



Konzept 2: „Grubenwasser“



Quellen:

Abbildungen:

- https://www.enbausa.de/fileadmin/_processed_/3/9/csm_solarthermie_rhienickendorf_BSW_solar_1edad39450.jpg
- https://www.energie-und-management.de/filestore/newsimgorg/Kraftwerke_aller_Art/solarthermische_Kraftwerke/Kollektorfeld-Braedstrup-Solarthermie_Bild-Solites_HI_760.jpg
- https://www.aee.at/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2019-04/05_01.jpg
- https://www.sonnewindwaerme.de/sites/default/files/field/image/solarthermie_marstal_fernwaerme.jpg

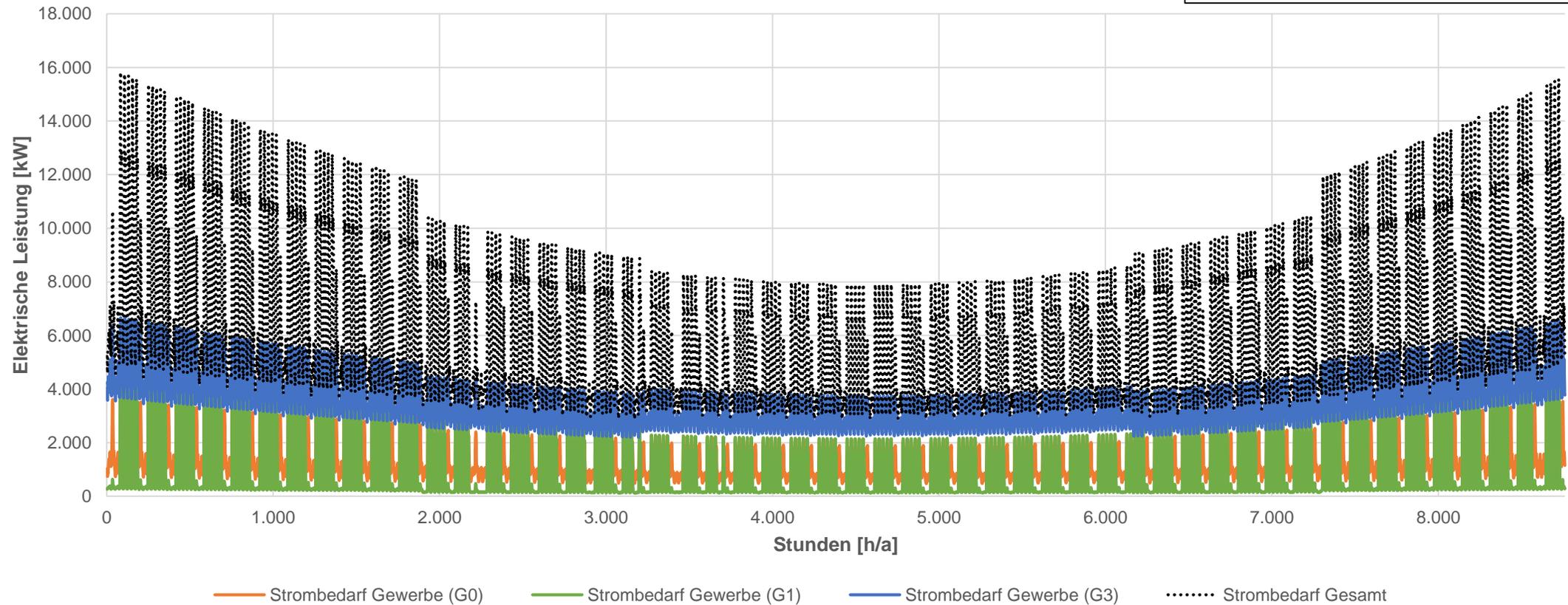
Literatur:

- Wärmespeicher: Hauer, A. - Fraunhofer IRB Verlag – 5. Auflage
- <https://www.ee-news.ch/de/article/37187/saisonale-warmespeicherung-ueberblick-uber-verfugbare-techniken>

ANHANG

Verbrauchskurven Strom (Jahreslastgang)

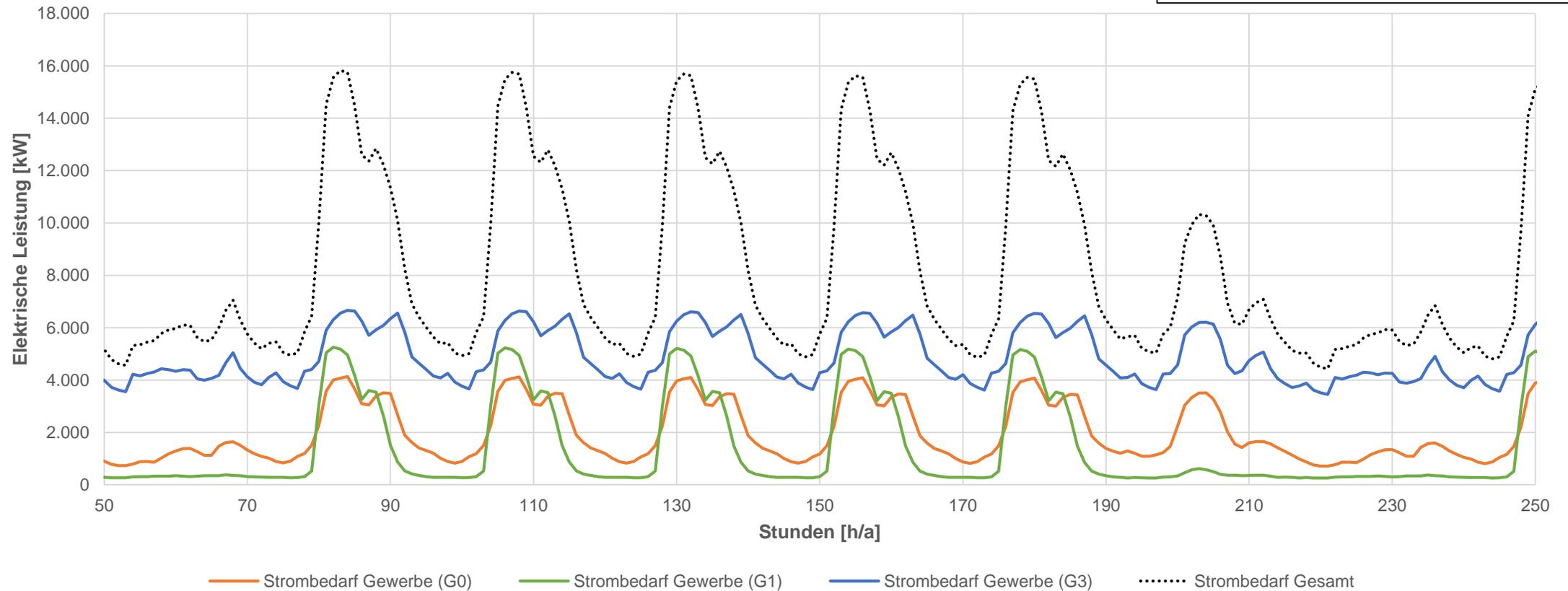
Zzgl. Wärmepumpen in Konzept 2



[Zurück zum Hauptteil](#)

Verbrauchskurven Strom (Wochenlastgang)

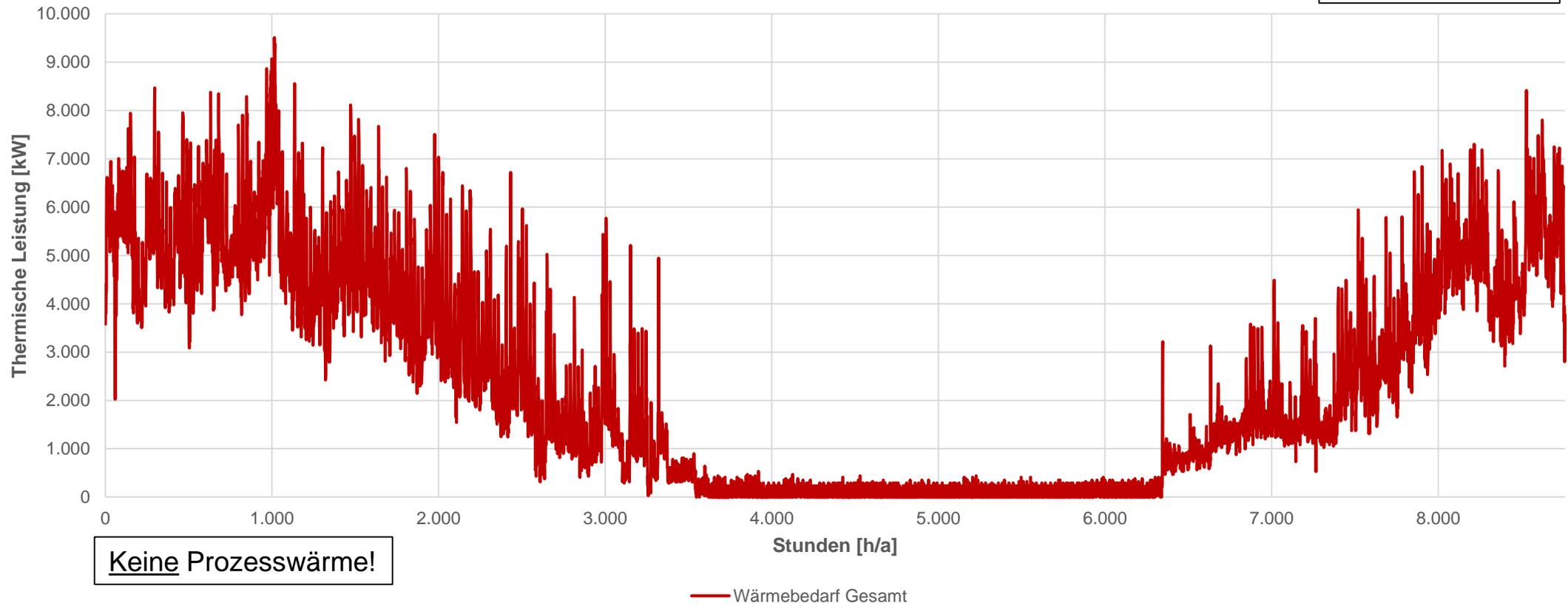
Zzgl. Wärmepumpen in Konzept 2



[Zurück zum Hauptteil](#)

Verbrauchskurve Wärme (Jahreslastgang)

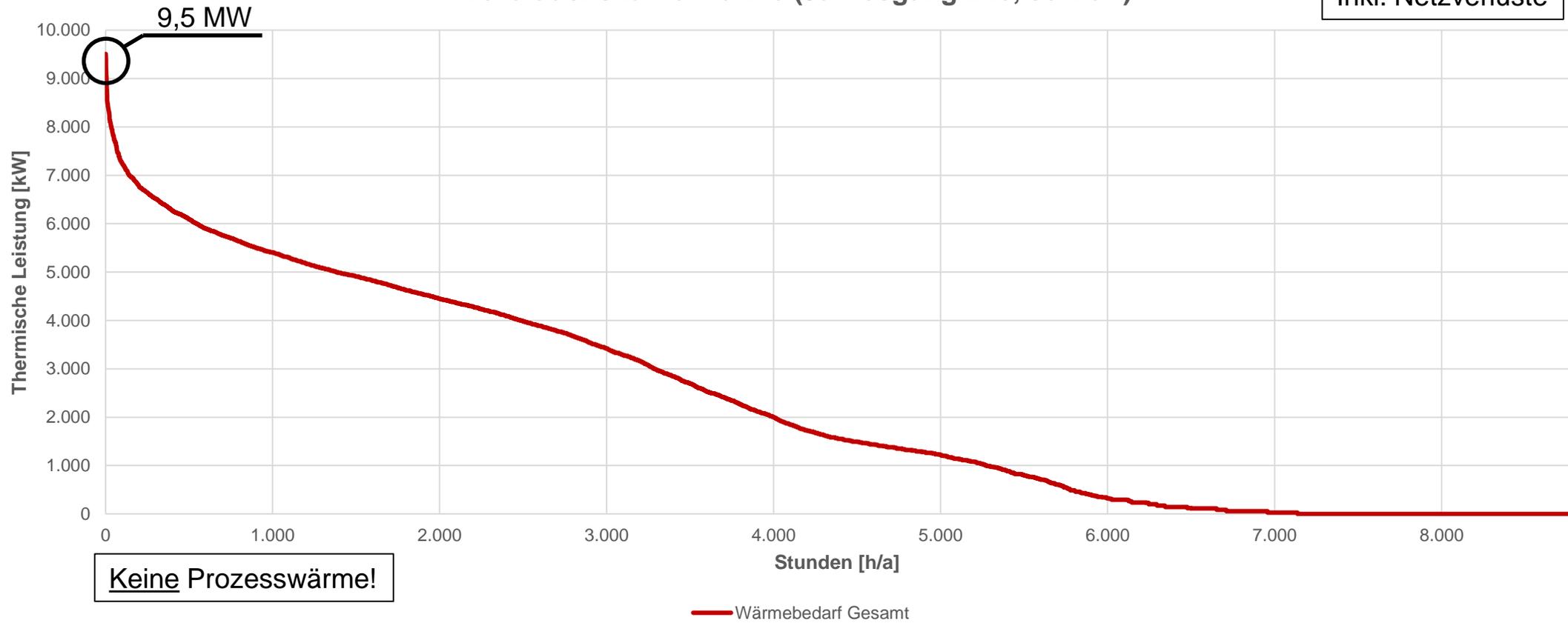
Inkl. Netzverluste



[Zurück zum Hauptteil](#)

Verbrauchskurve Wärme (Jahresganglinie, sortiert)

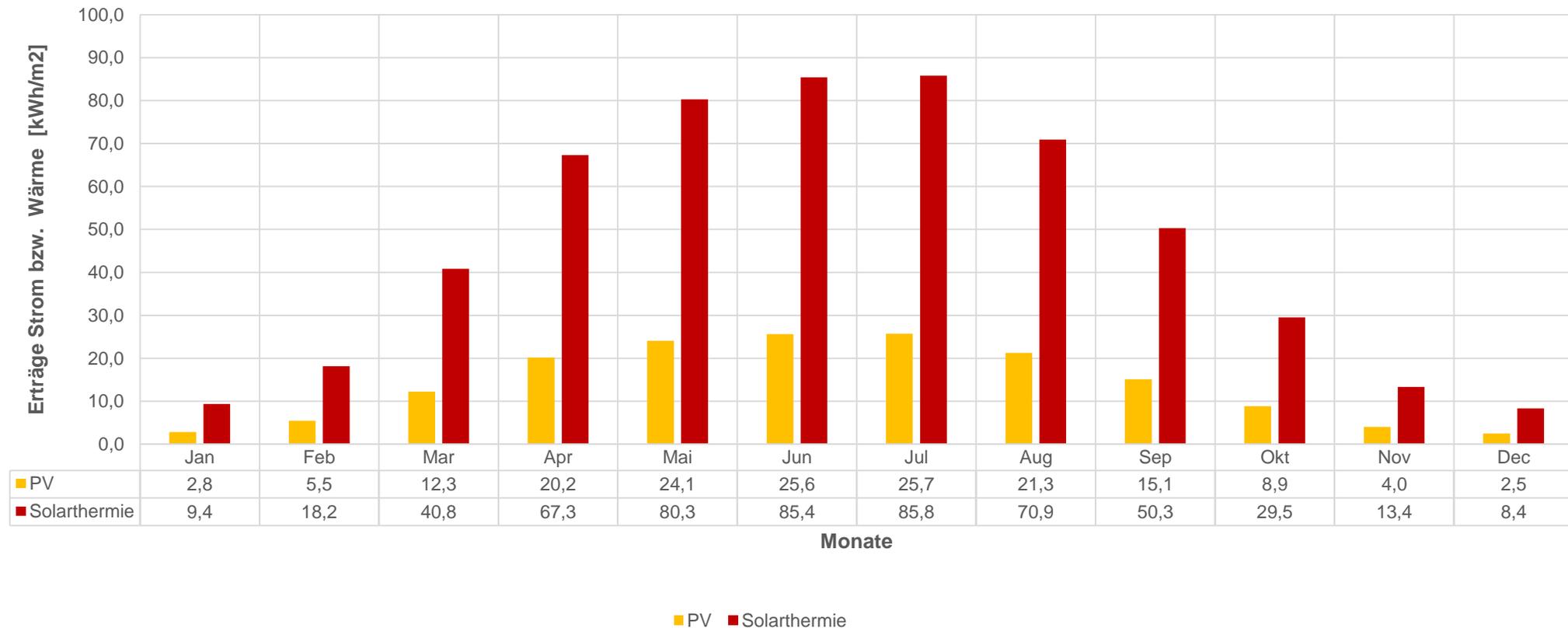
Inkl. Netzverluste



[Zurück zum Hauptteil](#)

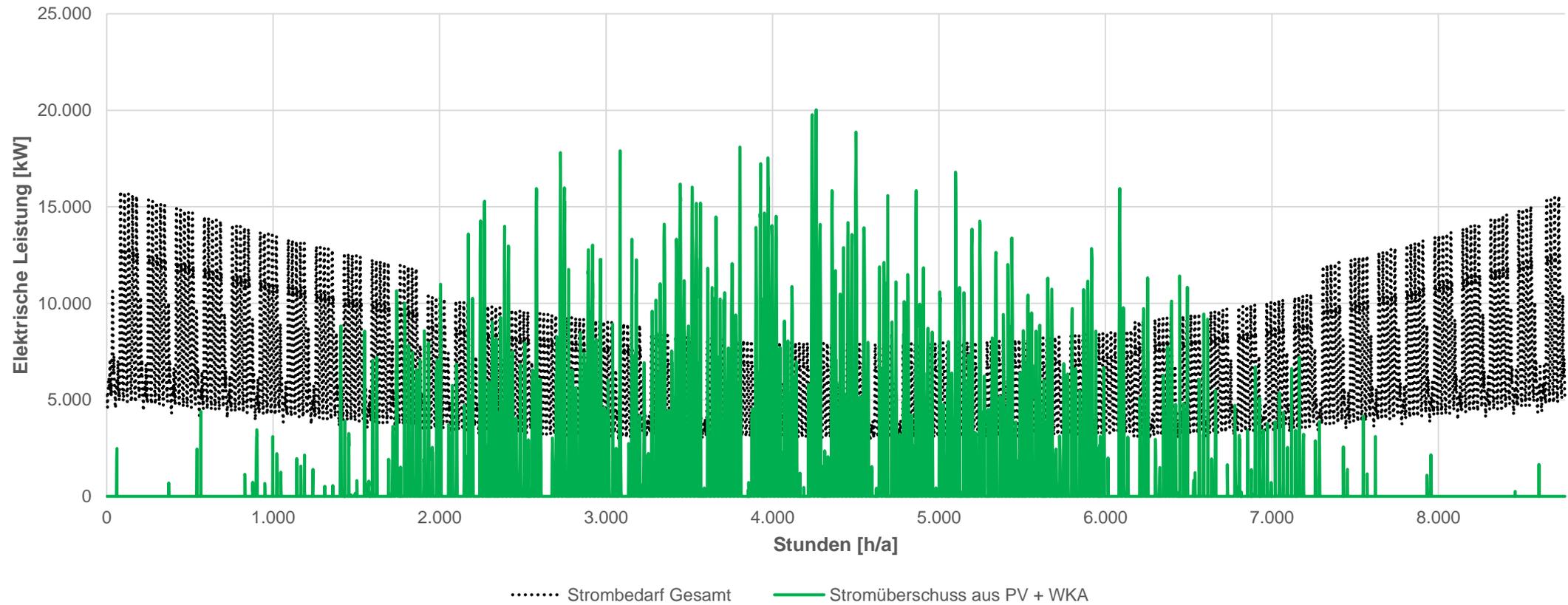
Solarthermische Anlagen vs. PV-Anlagen

Spezifische Erträge: PV vs. Solarthermie

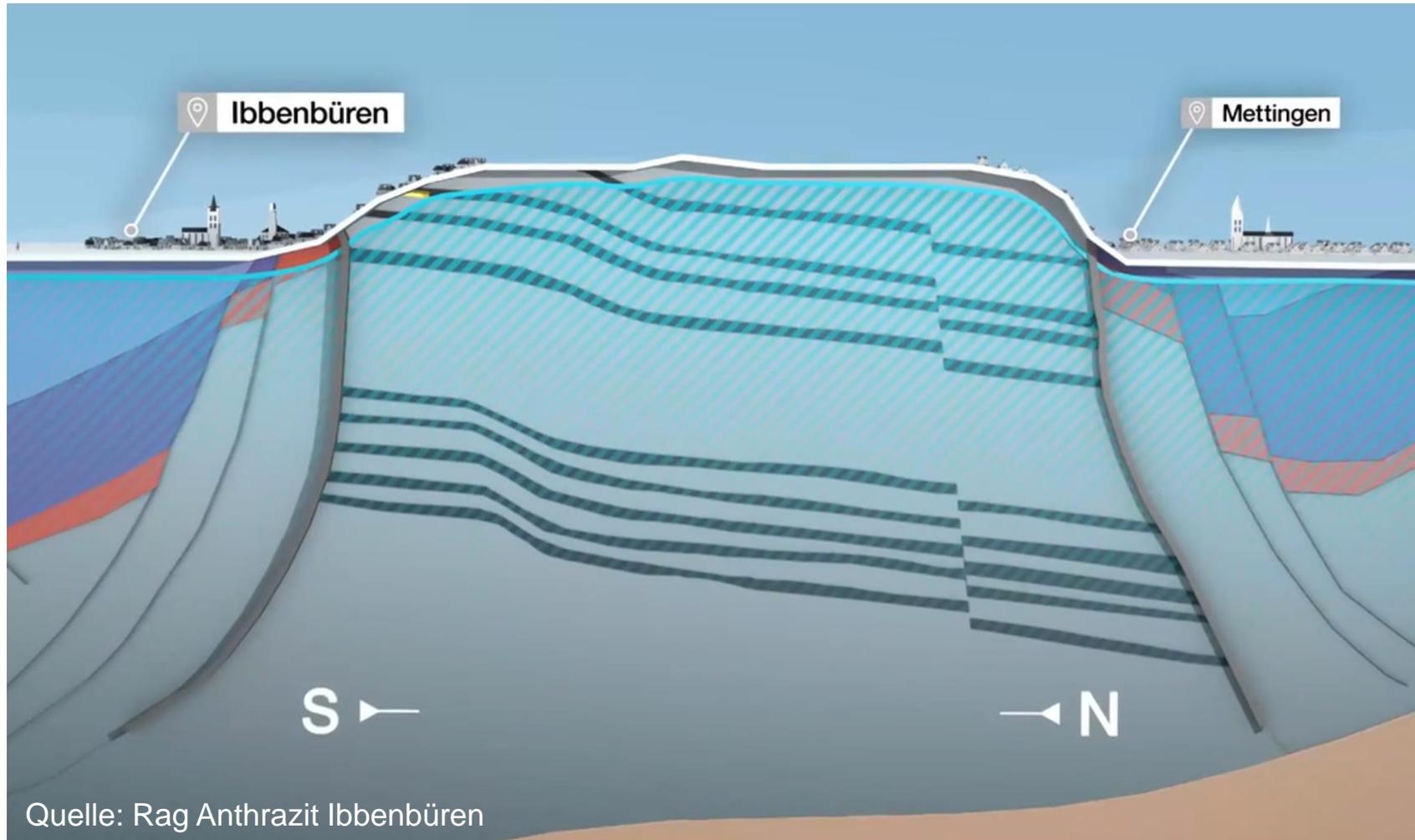


[Zurück zum Hauptteil](#)

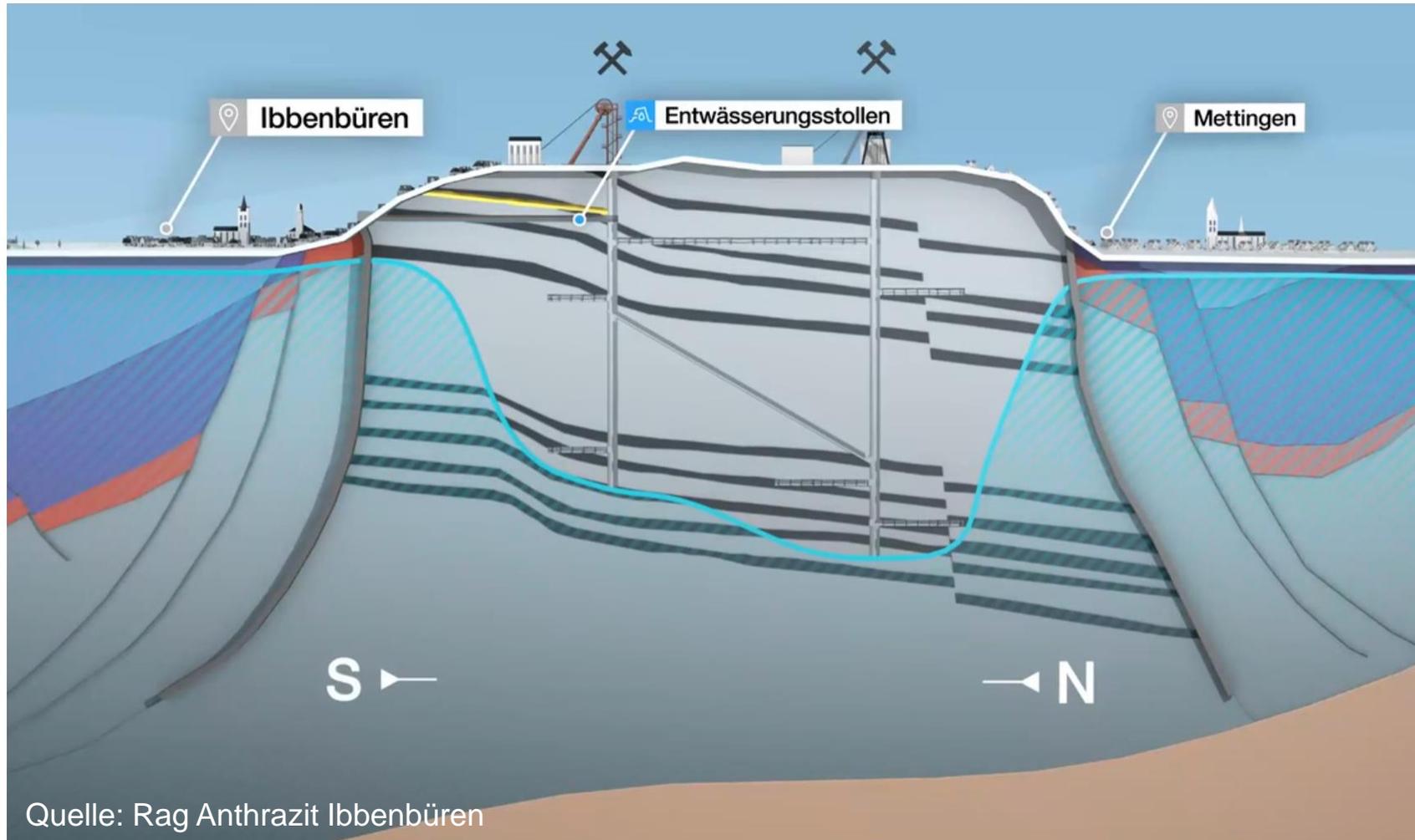
Stromüberschüsse



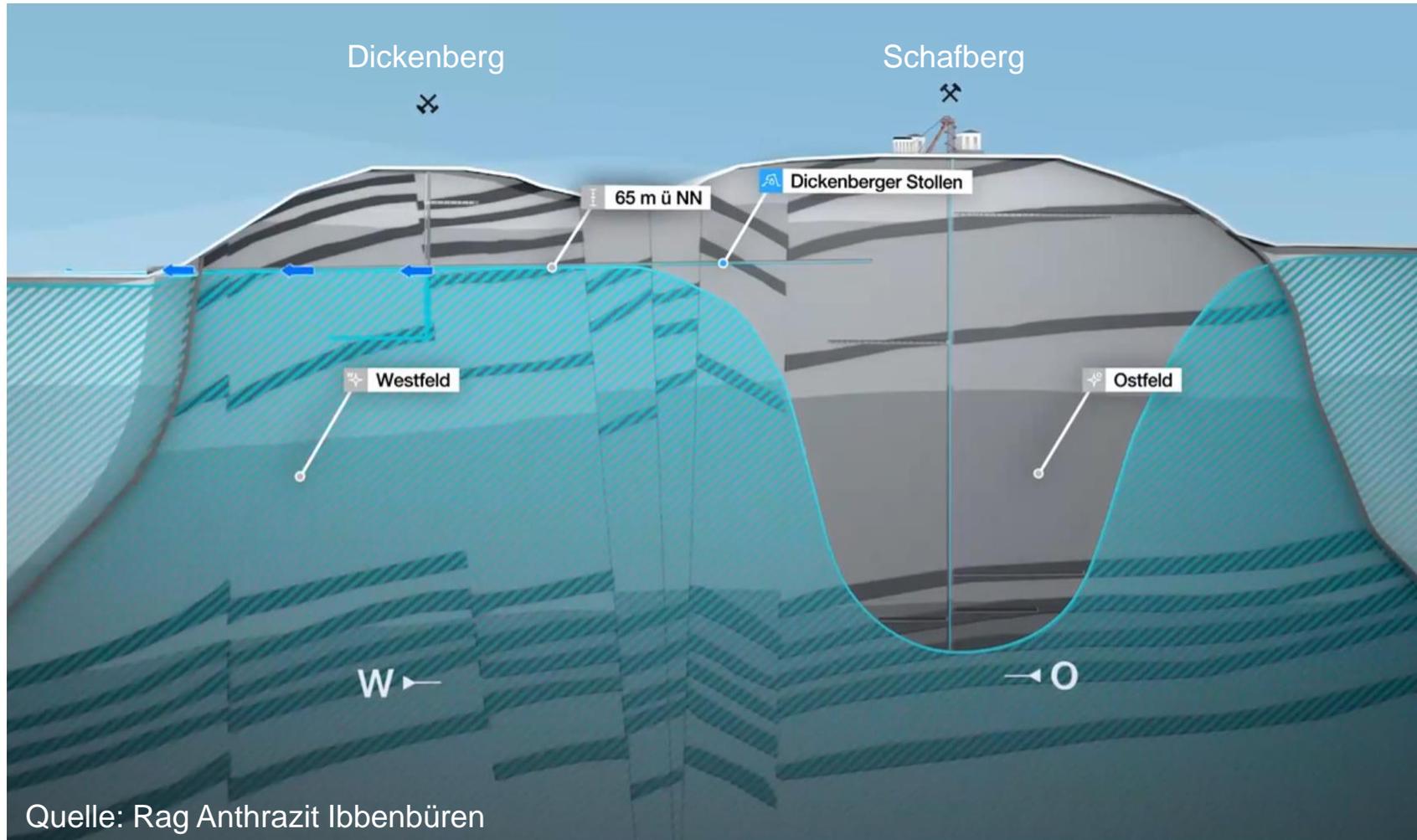
[Zurück zum Hauptteil](#)



[Zurück zum Hauptteil](#)

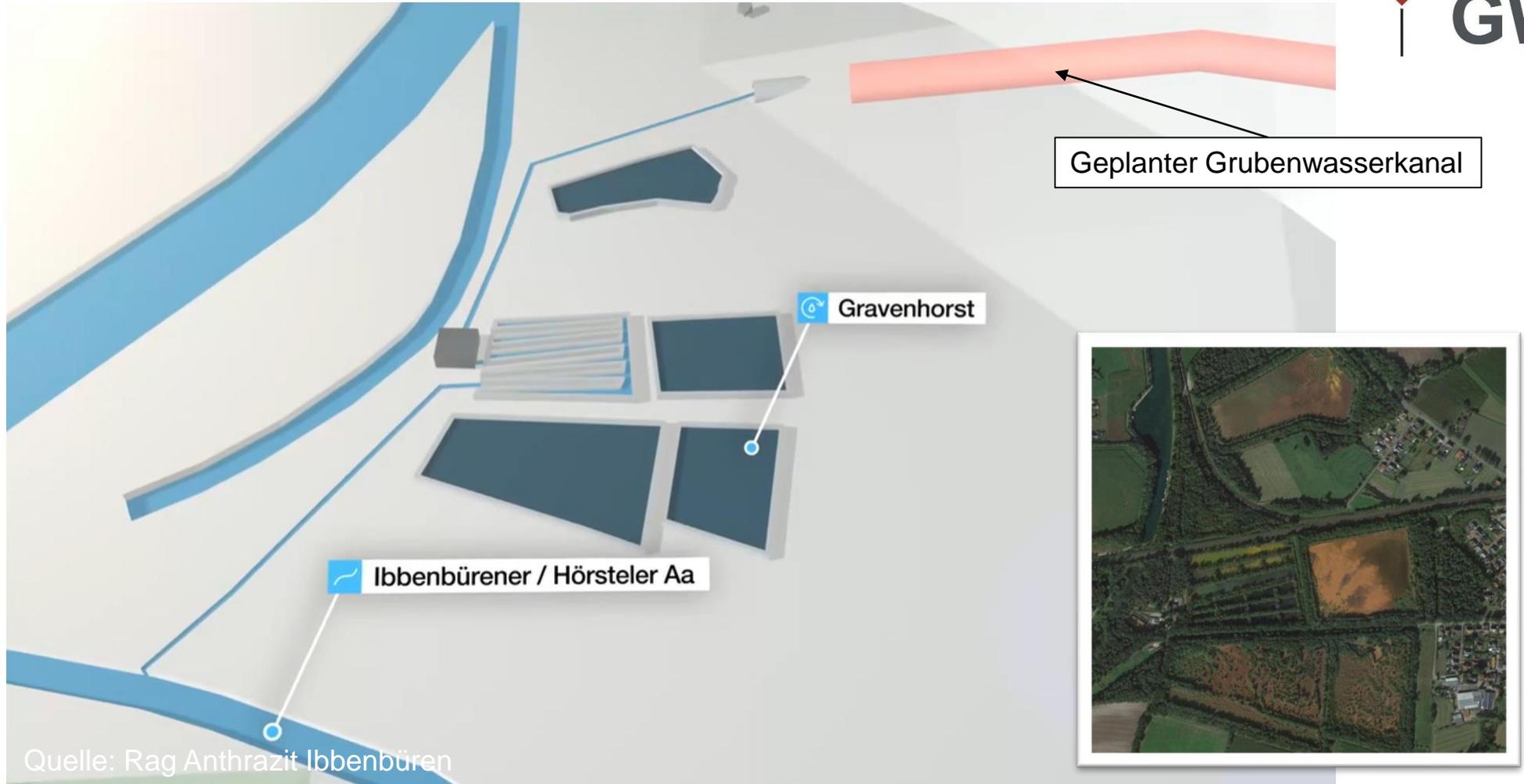


[Zurück zum Hauptteil](#)

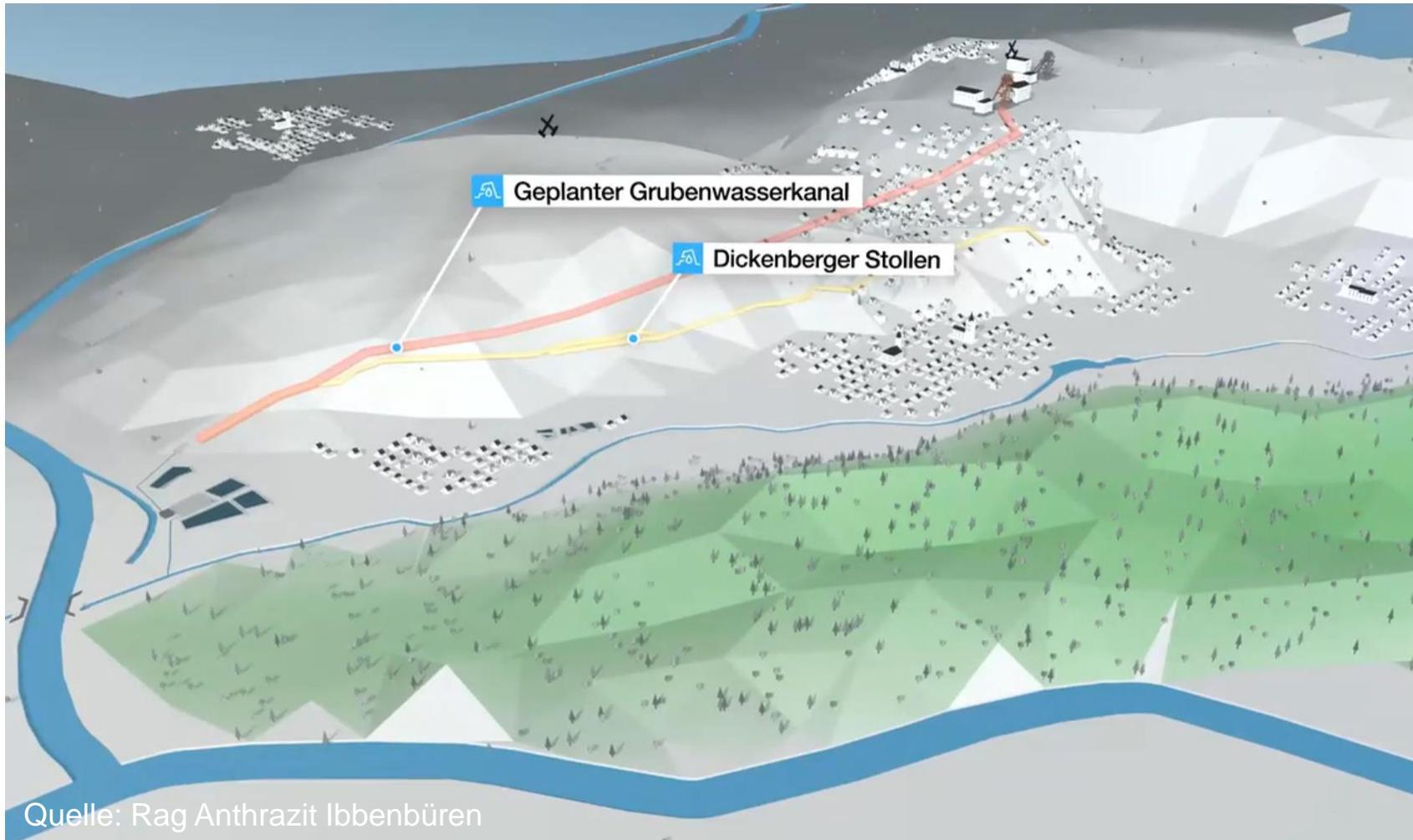


Quelle: Rag Anthrazit Ibbenbüren

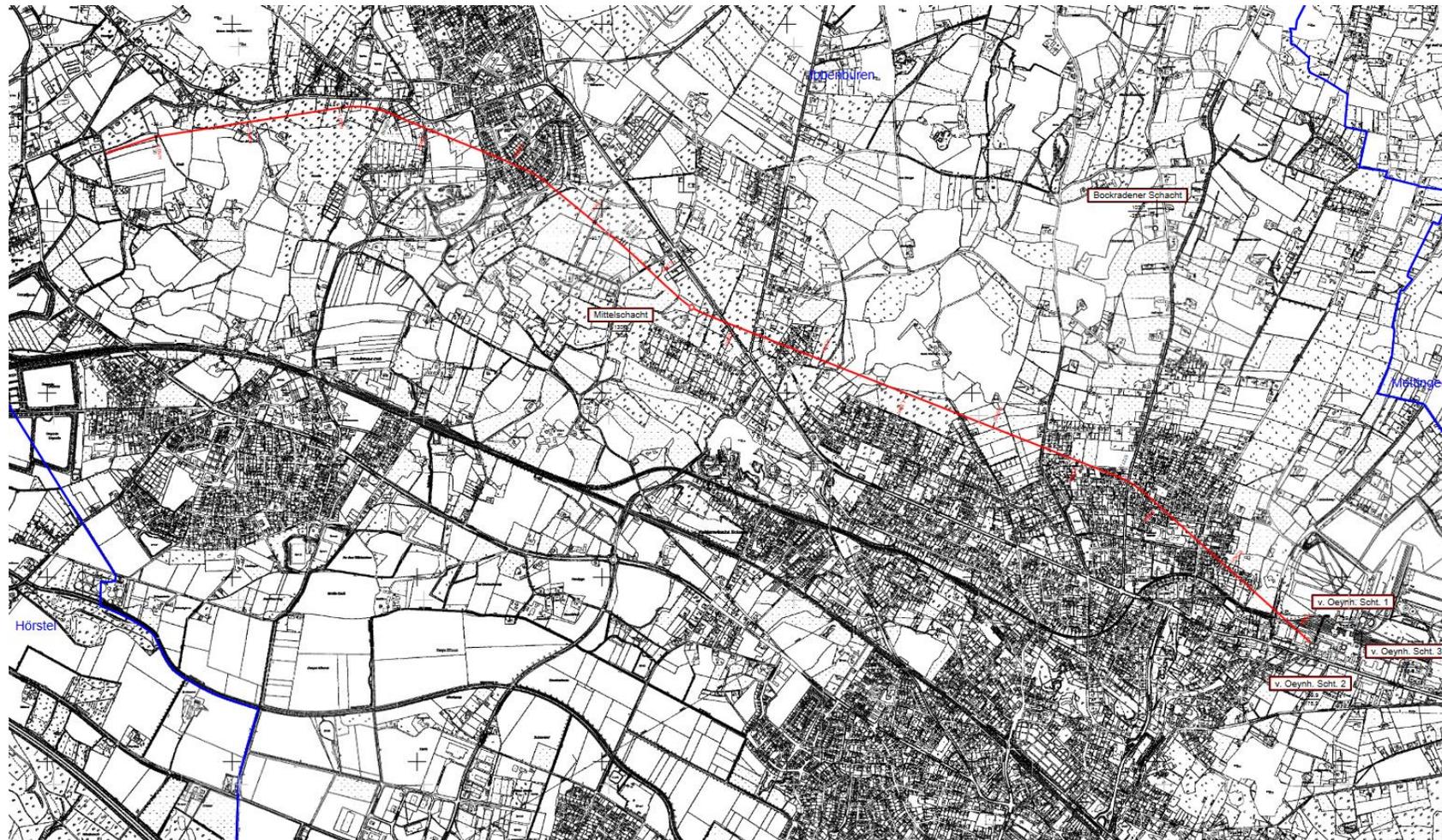
[Zurück zum Hauptteil](#)



[Zurück zum Hauptteil](#)

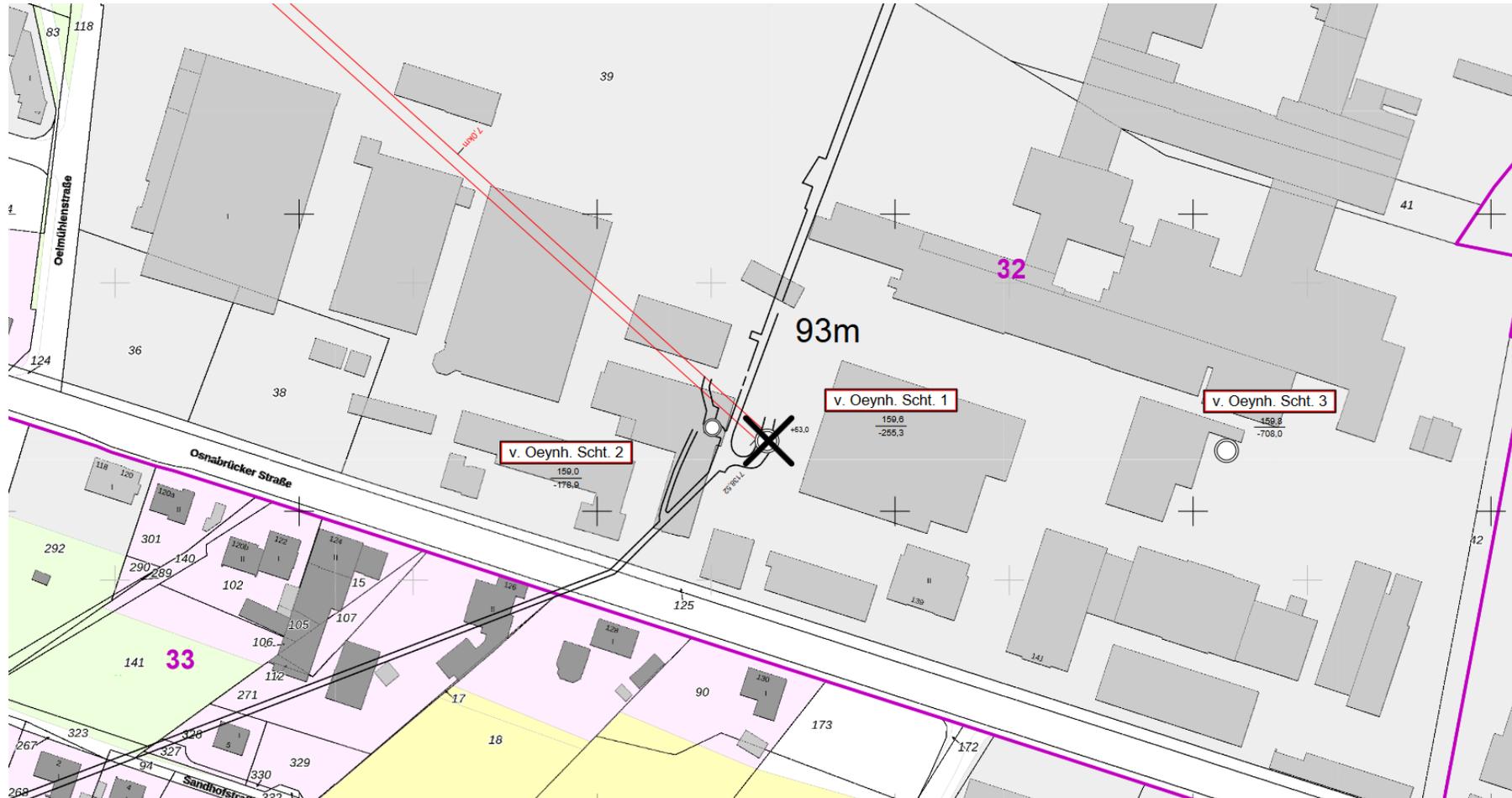


[Zurück zum Hauptteil](#)



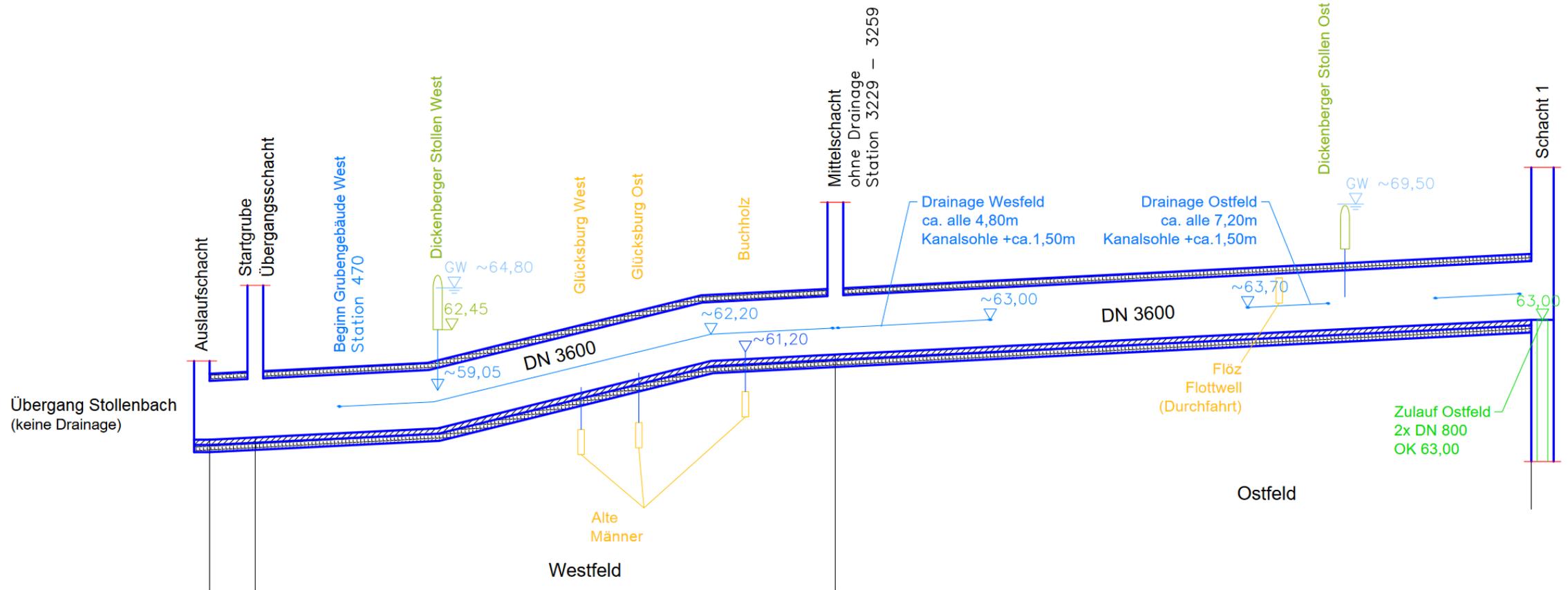
Quelle: Rag Anthrazit Ibbenbüren

[Zurück zum Hauptteil](#)



Quelle: Rag Anthrazit Ibbenbüren

[Zurück zum Hauptteil](#)



Quelle: Rag Anthrazit Ibbenbüren

[Zurück zum Hauptteil](#)

Netzverluste Nahwärme

- Die spezifischen Verlustleistungen in Nahwärmenetzen liegen bei 20...35 W/m.
- Für das Quartier der RAG Anthrazit wird eine Netzleitungslänge von insgesamt 10 km angenommen. Bei einer mittleren Verlustleistung von 27,5 W/m stellen sich damit **Netzverluste von 10,5 %** ein. Aus wirtschaftlicher Sicht ist ein Netzverlust-Wert von unter 10 % anzustreben.
- Um den Wärmebedarf der Gebäude von insgesamt 22.855 MWh/a zu decken, ist bedingt durch die Netzverluste eine Wärmemenge von insgesamt **25.255 MWh/a** aufzubringen.