

Begleitfach Gebäudetechnik

Diplom Thema C

CIBA Areal Klybeck Basel

Lukas Brusch

Professur Mosayebi



dual-use

Das Grundwasser im Erdreich unter der Stadt Basel weist über das ganze Jahr hinweg stark erhöhte Temperaturen auf, dies ist in erster Linie auf die unterirdische Gebäudemasse zurückzuführen, welche ihre Abwärme direkt ins Erdreich abgibt. Erhöhte Grundwassertemperaturen führen nebst Störungen des chemisch-physikalischen Gleichgewichts auch zu einem vermehrten Auftreten von Mikroorganismen. Das Schienennetz des Grossraum Basel wird im Ausbauschnitt 2035 um eine zentrale S-Bahn Linie ergänzt, das sogenannte Herzstück. Durch die geplante Tunnelinfrastruktur wird die Problematik des zu warmen Grundwassers zum Potenzial, die Wände der Tunnel werden mittels Wärmetauschern thermisch aktiviert, das Herzstück wird zur geothermischen Infrastruktur. Das ehemalige Lagergebäude K-26 auf dem CIBA Areal wird zum Bahnhof Klybeck und dient als Entnahmestelle der gewonnenen Tunnelthermie. Der Bahnhof schafft einen neuen Ankerpunkt im Quartier, was durch einen abfallenden Platz zur Rheinseite hin weiter unterstützt wird. Die Stockwerke oberhalb der Bahnhofsebene bleiben bis auf den Einbau einer Heizung weitestgehend unberührt, so können sie als günstiger Raum beibehalten werden und bieten Platz für temporäre Nutzungen. Durch diese minimale Intervention kann somit der ganzjährige Betrieb des Gebäudes gewährleistet werden. Der bestehende offene Grundriss bleibt erhalten und die Räume erscheinen als von Pilzstützen durchzogene Hallen. Das äussere Erscheinungsbild wird geprägt durch zwei Wärmespeicher, welche als Krone auf dem Gebäude sitzen.

Analyse

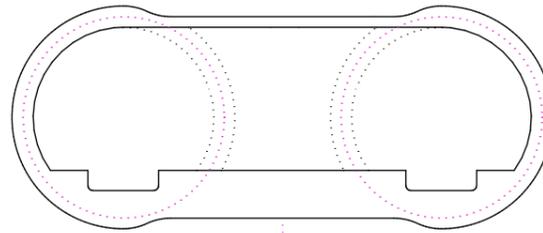
Das Grundwasser im Erdreich unter der Stadt Basel weist über das ganze Jahr hinweg stark erhöhte Temperaturen auf, dies ist in erster Linie auf die unterirdische Gebäudemasse zurückzuführen, welche ihre Abwärme direkt ins Erdreich abgibt. Erhöhte Grundwassertemperaturen führen nebst Störungen des chemisch-physikalischen Gleichgewichts auch zu einem vermehrten Auftreten von Mikroorganismen. Das Schienennetz des Grossraum Basel wird im Ausbauschnitt 2035 um eine zentrale S-Bahn Linie ergänzt, das sogenannte Herzstück. Dieses verbindet die drei Bahnhöfe Basels und somit alle Zulaufstrecken aus Deutschland, Frankreich und der Schweiz. Die Linie besteht aus zwei parallel laufenden Tunnelröhren in rund 30 Meter Tiefe, die jeweils an den drei bestehenden Bahnhöfen an die Oberfläche gelangen.

Zusätzlich werden zwei Tiefbahnhöfe geplant, auf der Grossbasler Seite „Basel Mitte“ und auf der Kleinbasler Seite „Klybeck“. Durch die geplante Tunnelinfrastruktur wird die Problematik des zu warmen Grundwassers zum Potenzial, die Wände der Tunnel werden mittels Wärmetauschern thermisch aktiviert, das Herzstück wird zum geothermischen Projekt. Die Stadt Basel kann das geplante Projekt somit doppelt nutzen und eine Vielzahl an Gebäuden mit nachhaltiger Wärmeenergie versorgen.

Analyse

Eine maximale Effizienz der Wärmetauschersegmente ist gebunden an eine Abschnittslänge von 600 Meter mit einer mittig angeordneten Entnahmestelle. Diese Abhängigkeit führt zu einer Vielzahl solcher Entnahmestellen entlang der neuen S-Bahn Linie. Im und anliegend an das Klybeckquartier werden drei Abnahmestellen geplant. Von der neu gewonnenen Wärme können Nachbarschaften, grössere öffentliche Gebäude oder auch Industriebetriebe profitieren. Der im Projekt geplante Tiefbahnhof „Klybeck“ verläuft mit seiner Länge von rund 300 Meter von der Höhe der Dreirosenbrücke gegen Norden in das CIBA-Areal hinein. Das ehemalige Lagergebäude K-26 auf dem CIBA-Areal wird an den geplanten Tiefbahnhof angebunden und dient zudem als Entnahmestelle der Tunnelthermie. Nebst dem Gebäude selbst wird die gewonnene Wärme auch zur Heizung der umliegenden Gebäude weitergegeben.

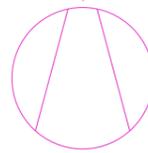




Geothermisches Potenzial Ep

Energiegewinn pro Quadratmeter Absorberfläche $E_n = 10.9 \text{ W/m}^2$
Absorberfläche für 1 Meter Tunnellänge $A = 3.142 \text{ m}^2$
Absorberfläche für 600 Meter Tunnellänge $A = 18'850 \text{ m}^2$
Energiegewinn für 600 Meter Tunnellänge $E_n = 205'459 \text{ W} = 205.459 \text{ kW}$

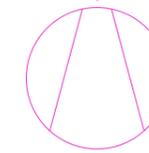
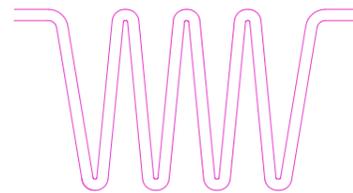
Energiepotenzial (365 Tage) $E_p = 1'799'820 \text{ kWh} = 1.8 \text{ GWh}$



Leistungsziffer Wärmepumpe Strahlungsheizkörper COP W

Effizienz der Wärmepumpe $n_W = 0.6$
Temperatur des warmen Reservoirs $T_1 = 333 \text{ K} (60^\circ\text{C})$
Temperatur des kalten Reservoirs $T_2 = 289 \text{ K} (16^\circ\text{C})$

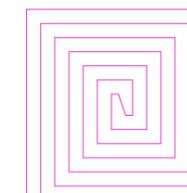
$$\text{COP W} = n_W \times (T_1 / (T_1 - T_2))$$
$$0.6 \cdot (333\text{K} / (333 \text{ K} - 289 \text{ K})) = 4.54$$



Leistungsziffer Wärmepumpe Boden- & Flächenheizung COP W

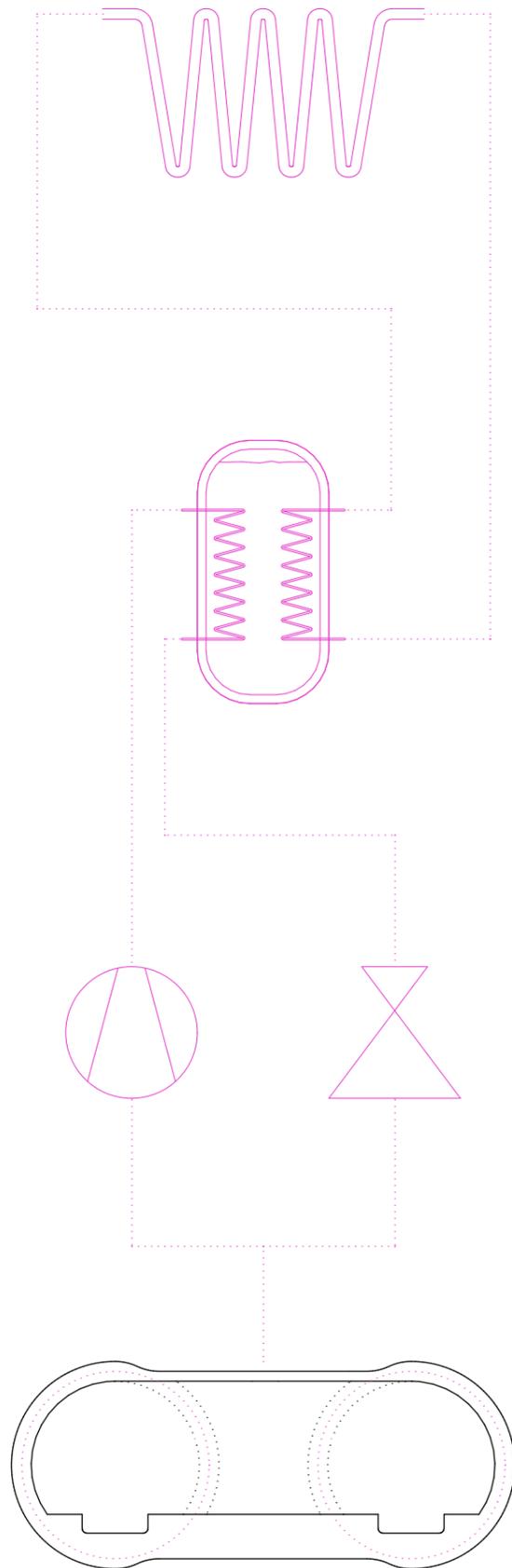
Effizienz der Wärmepumpe $n_W = 0.6$
Temperatur des warmen Reservoirs $T_1 = 313 \text{ K} (40^\circ\text{C})$
Temperatur des kalten Reservoirs $T_2 = 289 \text{ K} (16^\circ\text{C})$

$$\text{COP W} = n_W \times (T_1 / (T_1 - T_2))$$
$$0.6 \cdot (313\text{K} / (313 \text{ K} - 289 \text{ K})) = 7.83$$



Projekt

Das Gebäude benötigt aufgrund seiner sehr roh ausgestalteten Bauweise, der Einfachverglasung sowie der Betonfassade, bei einer ganzjährigen Auslastung einen maximalen Wärmebedarf von 850'000 kWh. Da das Programm der temporären Nutzungen aber voraussichtlich nicht zu einer solchen Auslastung führt und es zudem einen Zeitsprung zwischen zur Verfügung stehender Wärme und deren Nutzung, die nur schwer abschätzbar ist, gibt, werden auf dem Dach zwei Behälterwärmespeicher als Pufferspeicher platziert. Diese können beliebig oft wieder aufgeladen werden, in einer Ladung speichern sie bis zu 16'500 kWh. Um eine effiziente Gewährleistung der für die Radiatoren nötigen hohen Vorlauftemperaturen zu bieten, werden diese zusätzlich über solarthermische Anlagen aufgeheizt.



Wärmespeicherkapazität Pufferspeicher Qts

Dichte Wasser $\rho = 997 \text{ kg/m}^3$

Spezifische Wärmekapazität Wasser $c_p = 4190 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$

Speichervolumen $V = 350 \text{ m}^3$

Temperatur nach dem Erwärmen $T_1 = 60^\circ\text{C}$

Temperatur vor dem Erwärmen $T_2 = 25^\circ\text{C}$

$$Q_{ts} = V \times \rho \times c_p \times (T_1 - T_2)$$

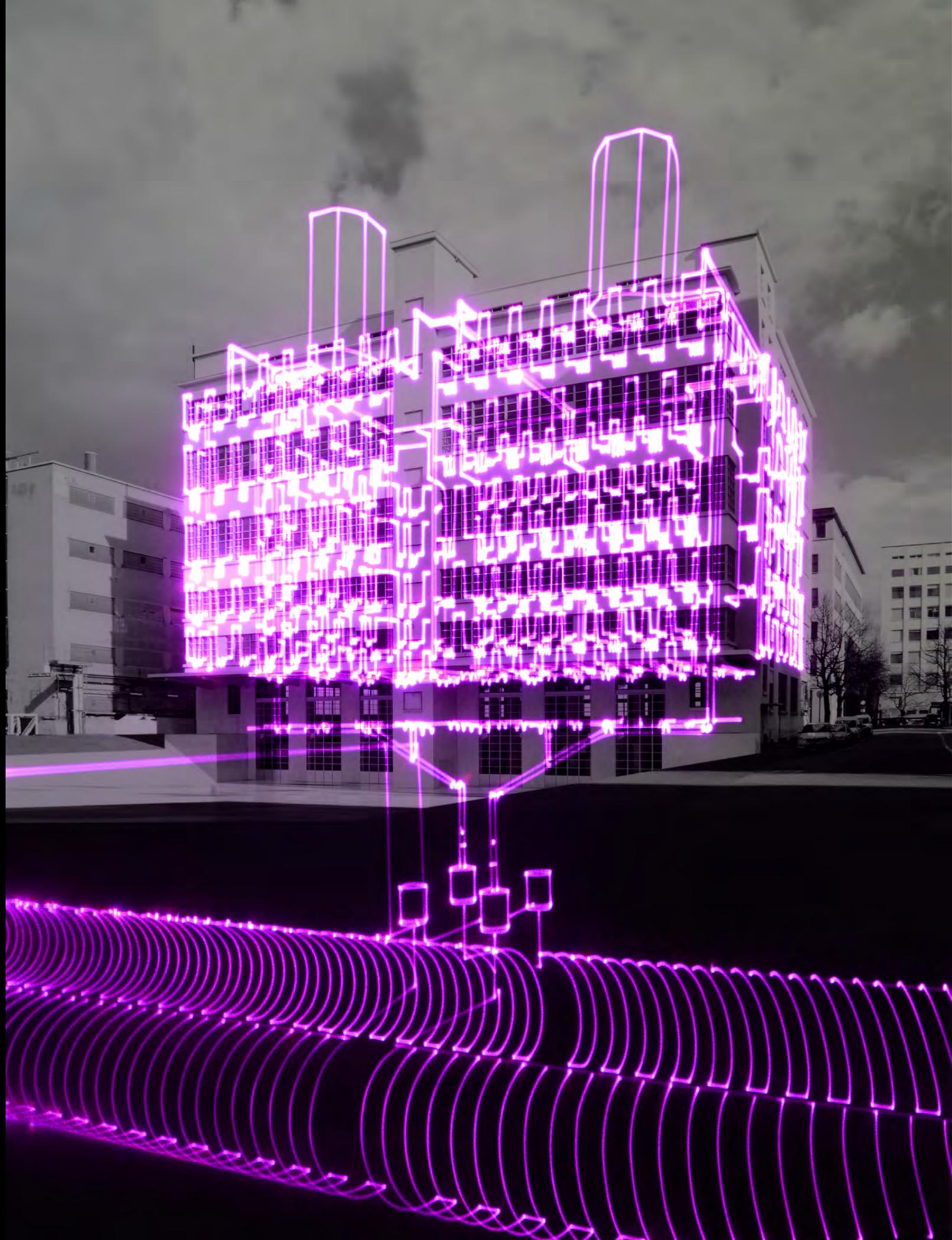
$$Q_{ts} = 350 \text{ m}^3 \cdot 997 \text{ kg/m}^3 \cdot 4190 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)} \cdot (60^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 51'173'517'500 \text{ J} = \mathbf{14'250 \text{ kWh}}$$

Jährlicher Energiebedarf von Standardnutzungen nach SIA 2024

Annahme Instandsetzung des Gebäudes, folglich Referenzwerte aus Kategorie „Bestand“

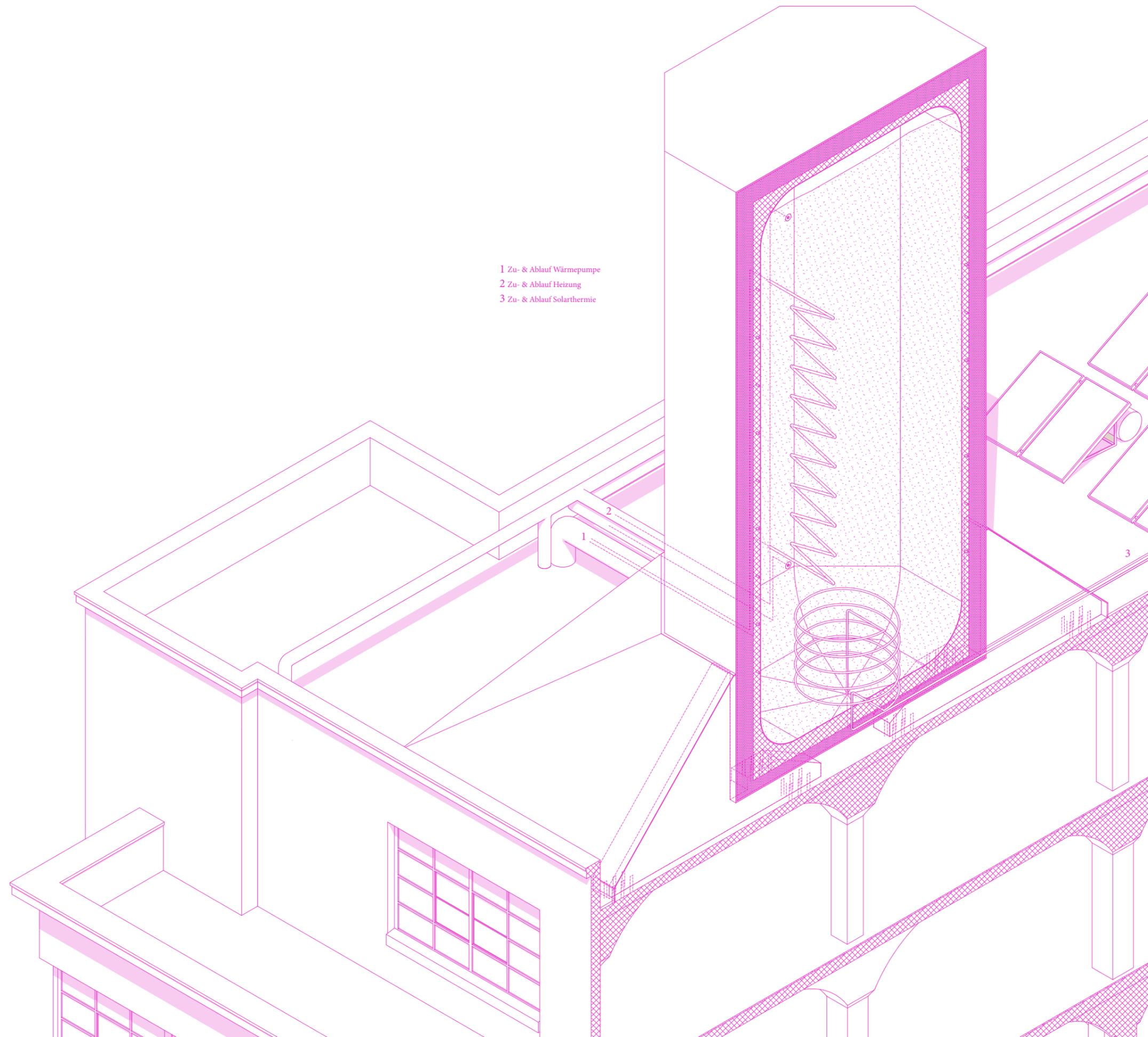
Betrachtung ohne Bedarf Geräte, Raumkühlung & Lüftung (Deckung durch reguläres Netz)

Nettogebäudefläche	7630.5	m ²
Verkehrsfläche (Annahme 15%)	1'144.5	m ²
Energieverbrauch	37.9	kWh/m ² jährlich
Nutzfläche	6'486.0	m ²
Grossraumbüro	82.1	kWh/m ² jährlich
Schalterhalle	63.1	kWh/m ² jährlich
Bibliothek	101.0	kWh/m ² jährlich
Hörsaal	111.2	kWh/m ² jährlich
Fachgeschäft	145.5	kWh/m ² jährlich
Verkauf Möbel/Garten	109.8	kWh/m ² jährlich
Restaurant	286.0	kWh/m ² jährlich
Mehrzweckhalle	177.0	kWh/m ² jährlich
Ausstellungshalle	163.3	kWh/m ² jährlich
Produktion	141.2	kWh/m ² jährlich
Lagerhalle	104.9	kWh/m ² jährlich
Fitnessraum	186.2	kWh/m ² jährlich
Mittelwert	139.3	kWh/m ² jährlich
Resultierender Energiebedarf total	950'000	kWh
Potenzial Tunnelthermie total	1'800'000	kWh
Differenz	850'000	kWh



Projekt

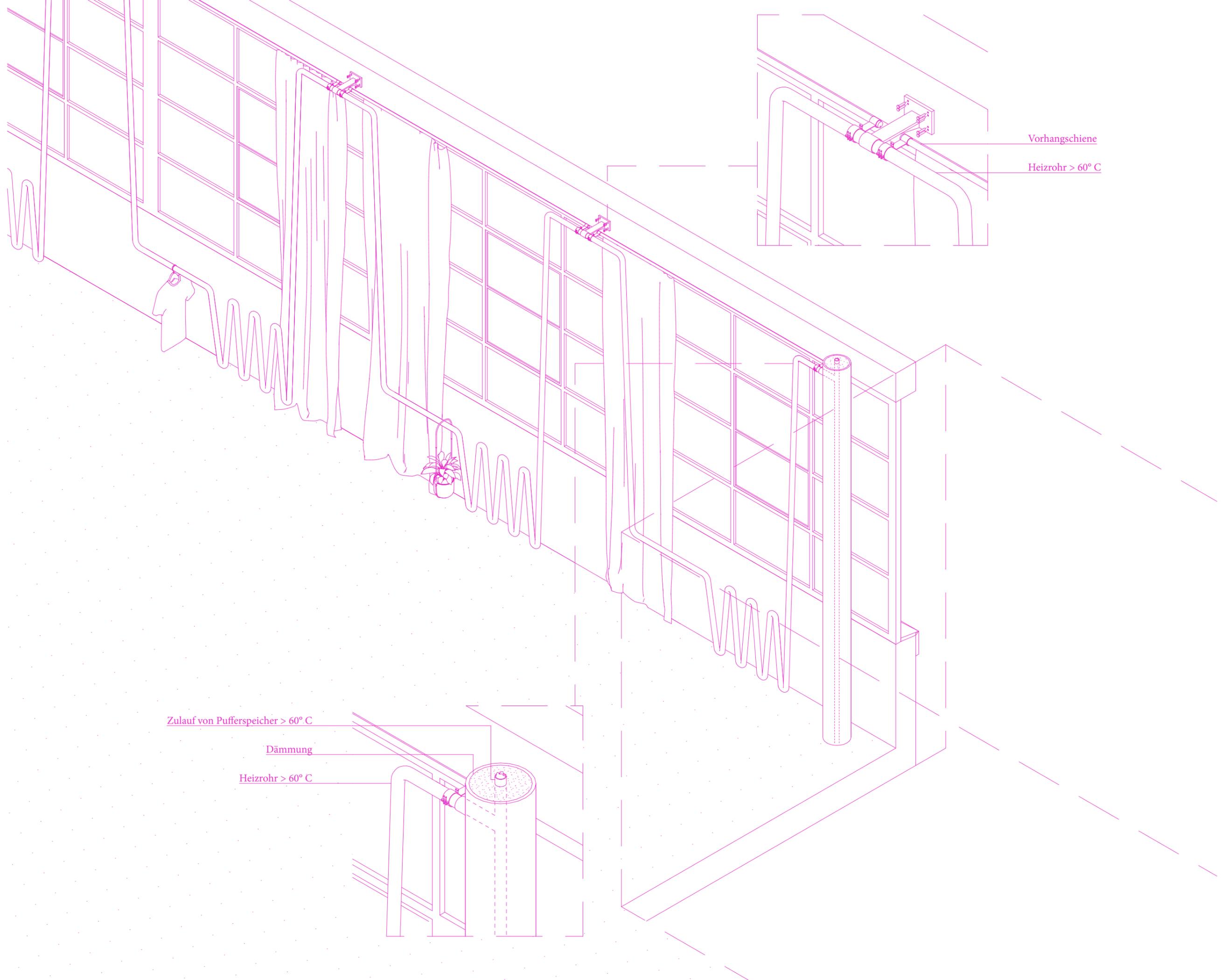
Die zwei Speicher sind auf dem Dach so platziert, dass sie zum einen vom Platz aus klar als eine Erweiterung des Gebäudes gelesen werden, zum anderen möglichst nahe an den Treppenkernen liegen, von welchen aus sie mit der aufgewärmten Flüssigkeit der Wärmepumpen versorgt werden



- 1 Zu- & Ablauf Wärmepumpe
- 2 Zu- & Ablauf Heizung
- 3 Zu- & Ablauf Solarthermie

Projekt

Die Radiatoren als einzige räumliche Intervention schaffen eine zusätzliche Ebene zwischen Fassade und Innenraum, nebst ihrer primären Nutzung können sie als Möbel verwendet werden und sich unterschiedlichen Nutzungen anpassen.



Vorhangschiene

Heizrohr > 60° C

Zulauf von Pufferspeicher > 60° C

Dämmung

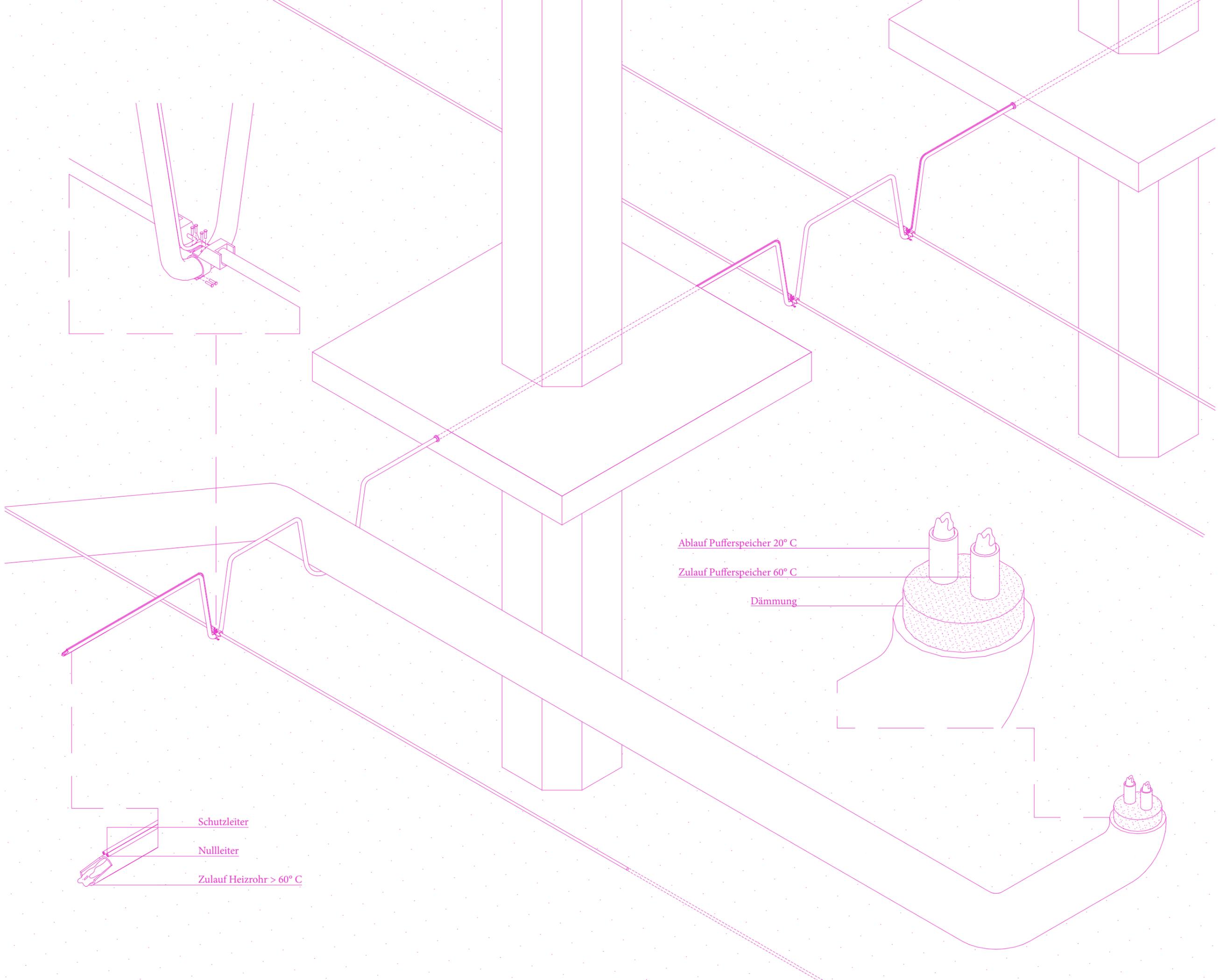
Heizrohr > 60° C





Projekt

In der neu geschaffenen Bahnhofshalle verbinden offengelegte Radiatoren die Zwischenräume der Pilzstützen und geben Wärme an die Halle ab. Mit ihrer geschwungenen Form werden sie weiter zu einem raumprägenden Element und bilden ein schwebendes Raster über der Halle. Die Rohre fangen zudem einerseits die grösseren Rohre zwischen Wärmepumpe und Speicher ab und führen diese der Halle entlang, andererseits wird an ihnen die Beleuchtung für die Halle montiert, die von Rohr zu Rohr spannt.



Ablauf Pufferspeicher 20° C

Zulauf Pufferspeicher 60° C

Dämmung

Schutzleiter

Nullleiter

Zulauf Heizrohr > 60° C

