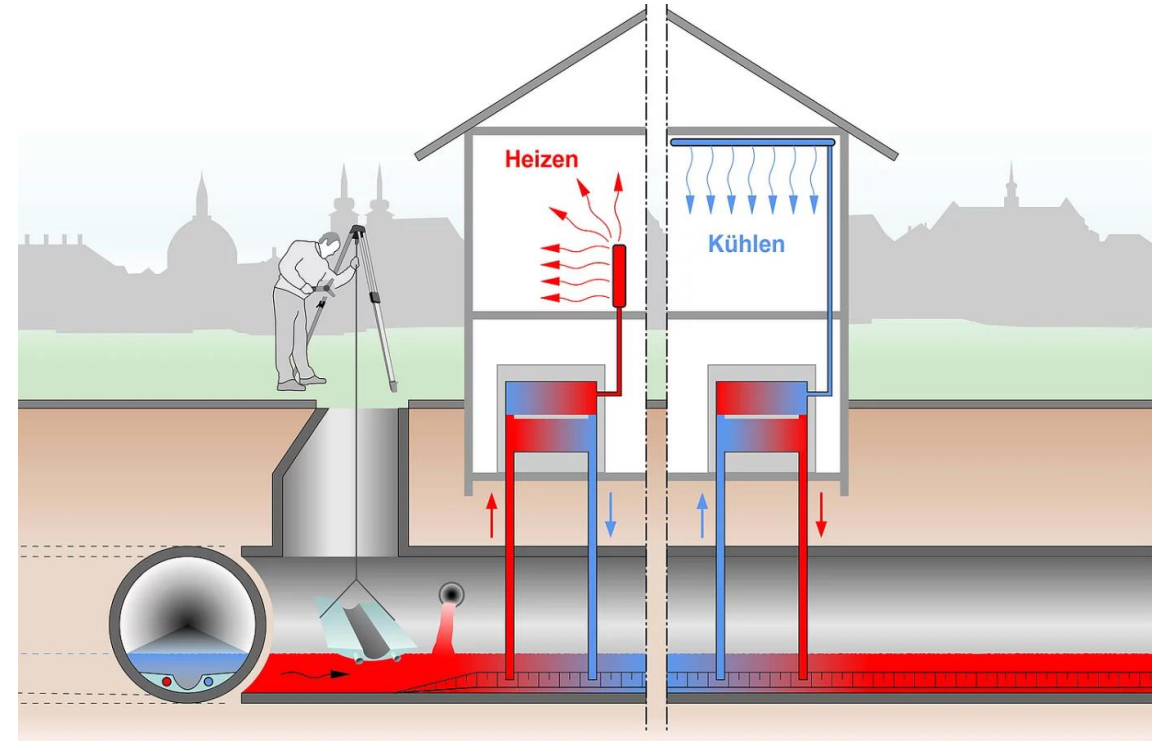
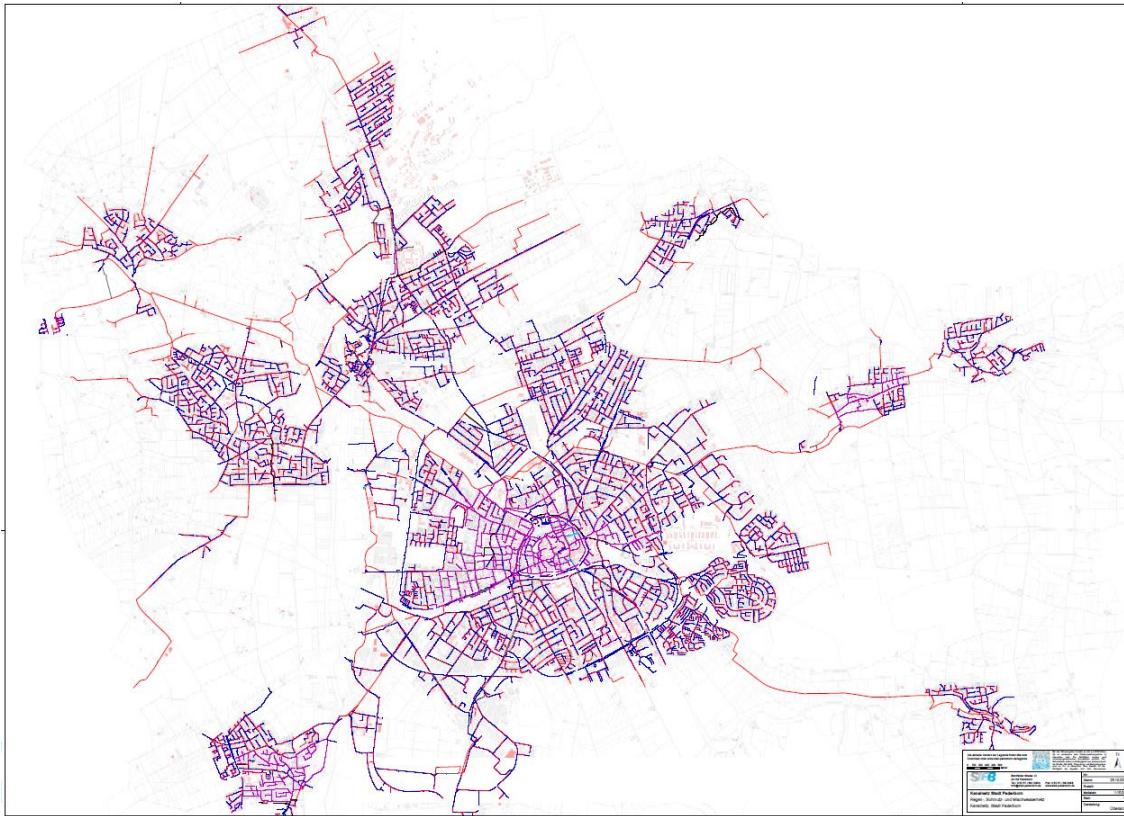


Betriebsausschuss und Ausschuss für Märkte und Feuerwehr Paderborn, den 22.11.2023

Bericht des STEB zur Nutzung von Wärmeenergie aus Abwasser

Welches Wärmepotenzial bietet das Kanalnetz in Paderborn und wie kann es nutzbar gemacht werden?



Technische Hintergründe (DWA-M 114): Orte der Wärmegegewinnung

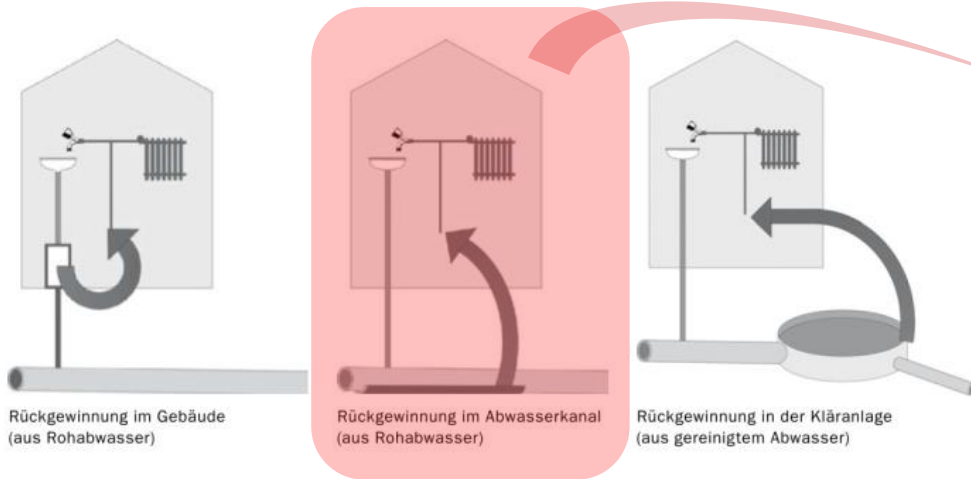


Bild 2: Mögliche Standorte zur Energiegewinnung aus Abwasser (Quelle: MÜLLER & SCHMID 2005)

| Im Entwässerungssystem | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> größere Abwassermengen Abwasserinhaltsstoffe teilweise homogenisiert kurze bis mittlere Wärmetransportwege Erdreich als Zwischenenergiespeicher | <ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit von Netzbetreiber Einbauten bedingen Überwachung Einfluss auf Abwasserreinigung (in Abhängigkeit von der Entzugsmenge) bei Mischsystemen: Einfluss durch Niederschlagswasser |

Tabelle 3: Vor- und Nachteile verschiedener Standorte der Wärmegegewinnung

| Ort der Wärmegegewinnung | Vorteile | Nachteile |
|------------------------------|---|--|
| Im Gebäude | <ul style="list-style-type: none"> relativ hohe Abwassertemperaturen sehr kurzer Wärmetransportweg Betreiber = Wärmeverbraucher netzunabhängiger Betrieb kein Einfluss durch Niederschlagswasser | <ul style="list-style-type: none"> geringer Abfluss mit tageszeitlich großen Schwankungen störende Abwasserinhaltsstoffe dezentrale Anlagen mit hohem Betriebsaufwand |
| Im Entwässerungssystem | <ul style="list-style-type: none"> größere Abwassermengen Abwasserinhaltsstoffe teilweise homogenisiert kurze bis mittlere Wärmetransportwege Erdreich als Zwischenenergiespeicher | <ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit von Netzbetreiber Einbauten bedingen Überwachung Einfluss auf Abwasserreinigung (in Abhängigkeit von der Entzugsmenge) bei Mischsystemen: Einfluss durch Niederschlagswasser |
| Auf bzw. nach der Kläranlage | <ul style="list-style-type: none"> kein Einfluss auf Abwasserreinigung (wenn WGA nach der biologischen Stufe der Kläranlage) größte Abwassermenge und damit größtes Wärmeangebot benutztes Abwasser ist gereinigt | <ul style="list-style-type: none"> oft keine Abnehmenden in der Nähe dadurch oft sehr langer Wärmetransportweg |

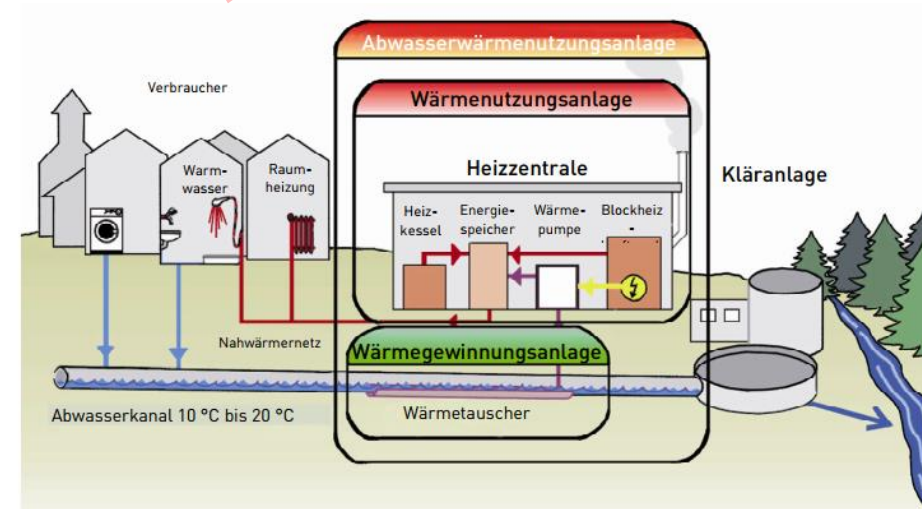


Bild 1: Wärmenutzung (Quelle: abgeleitet aus MÜLLER & SCHMID 2005)

Technische Hintergründe (DWA-M 114): Möglichkeiten der Wärmeübertragung

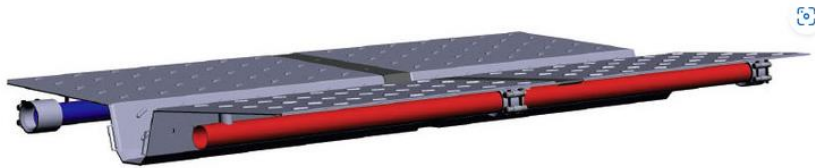
Nachträglich im Kanalprofil

Therm-Liner Form A

▶ Kanalquerschnitte größer DN 800

▶ Kanalquerschnitte größer DN 400 als Einschublösung in Verbindung mit unserem Quick-Lock System

Fa. Uhrig GmbH, Therm-Liner



Doppelrohr-
Wärmetauscher
im Bypass



Außerhalb des
Kanalprofils

Werkseitig integriert
im Kanalprofil



Fa. Frank GmbH, PKS-
Thermpipe



Fa. Huber SE, Abwasserwärmeübertrager

Technische Hintergründe (DWA-M 114): Randbedingungen für geeignete Wärmetauscher-Standorte

- Entwässerungsverfahren: Schmutzwassersystem (Mischwassersystem nur bedingt)
- Nennweite/Dimension (für Einbau): \geq DN 400 mm (DN = Diameter Nominal, Nomineller Rohrdurchmesser)
- Abwasserabfluss/-durchfluss: > 15 l/s
- Abwassertemperatur: i.d.R. ca. 10 – 20 °C, Winter ca. 10 – 12 °C, Sommer 17 – 20 °C
- Mindestgefälle: Vermeidung von Sedimentationen im Kanal durch das „Abflusshindernis Wärmeübertrager“
- Maximalgefälle: mangelnde Wärmeübertragungseffizienz bei zu hohen Fließgeschwindigkeiten
- Entfernung zum Abnehmer: bis zu 150 m (bei sehr großem Wärmepotenzial auch bis 300 m)
- Richtwert zur Leistungsabschätzung: 10 kW Wärmeleistung je 1 l/s Durchfluss bei ca. 10-12 °C

Technische Hintergründe (DWA-M 114): Bedingungen für nachträglichen Einbau von Wärmeübertragern im Kanal

- die erforderliche hydraulische Leistungsfähigkeit des betroffenen Kanalisationsabschnitts muss nach dem Einbau der Wärmeübertrager weiterhin gewährleistet sein,
- der für den Einbau eines Wärmeübertragers vorgesehene Kanalabschnitt sollte sich in einem technisch einwandfreien Zustand befinden,
- ein geeigneter Einbauschacht muss in der Nähe des Wärmetauschers liegen (Einbringung der Elemente, Durchführung der Anbindungsleitungen),
- alle Ein- und Umbauten sind hydraulisch so zu gestalten, dass sich keine Zonen bilden können, in denen sich verstärkt Feststoffe ablagern können,

Technische Hintergründe (DWA-M 114): Bedingungen für nachträglichen Einbau von Wärmeübertragern im Kanal

- alle Einbauten sind konstruktiv so auszuführen, dass sich keine Verzopfungen bilden können,
- der betroffene Kanalisationsabschnitt muss auch nach dem Einbau der Wärmeübertrager unter Einhaltung der geltenden Sicherheitsvorschriften weiterhin zugänglich sein, dies gilt ebenso für Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten (z. B. Vermeiden von Rutschgefahren bei glatten Oberflächen der verbauten Wärmeübertrager),
- bestehende Vorgaben für Spül- und Reinigungsarbeiten im betroffenen Kanalisationsabschnitt dürfen durch die Wärmeübertrager nicht behindert werden, alternativ müssen die vorhandenen Vorgaben neu definiert werden,
- während der Montagezeit der Wärmeübertrager ist das anfallende Abwasser über geeignete Provisorien sicher abzuleiten,
- die Auswirkungen auf Kläranlagen sind zu berücksichtigen.

Technische Hintergründe (DWA-M 114): Bedingungen für außerhalb des Kanals angeordnete Wärmeübertrager

Bei diesem System müssen die Abwasserentnahmestelle sowie die -rücklaufstelle so ausgebildet sein, dass der Kanalisationsbetrieb nicht beeinträchtigt wird. Folgende Punkte sollten beachtet werden:

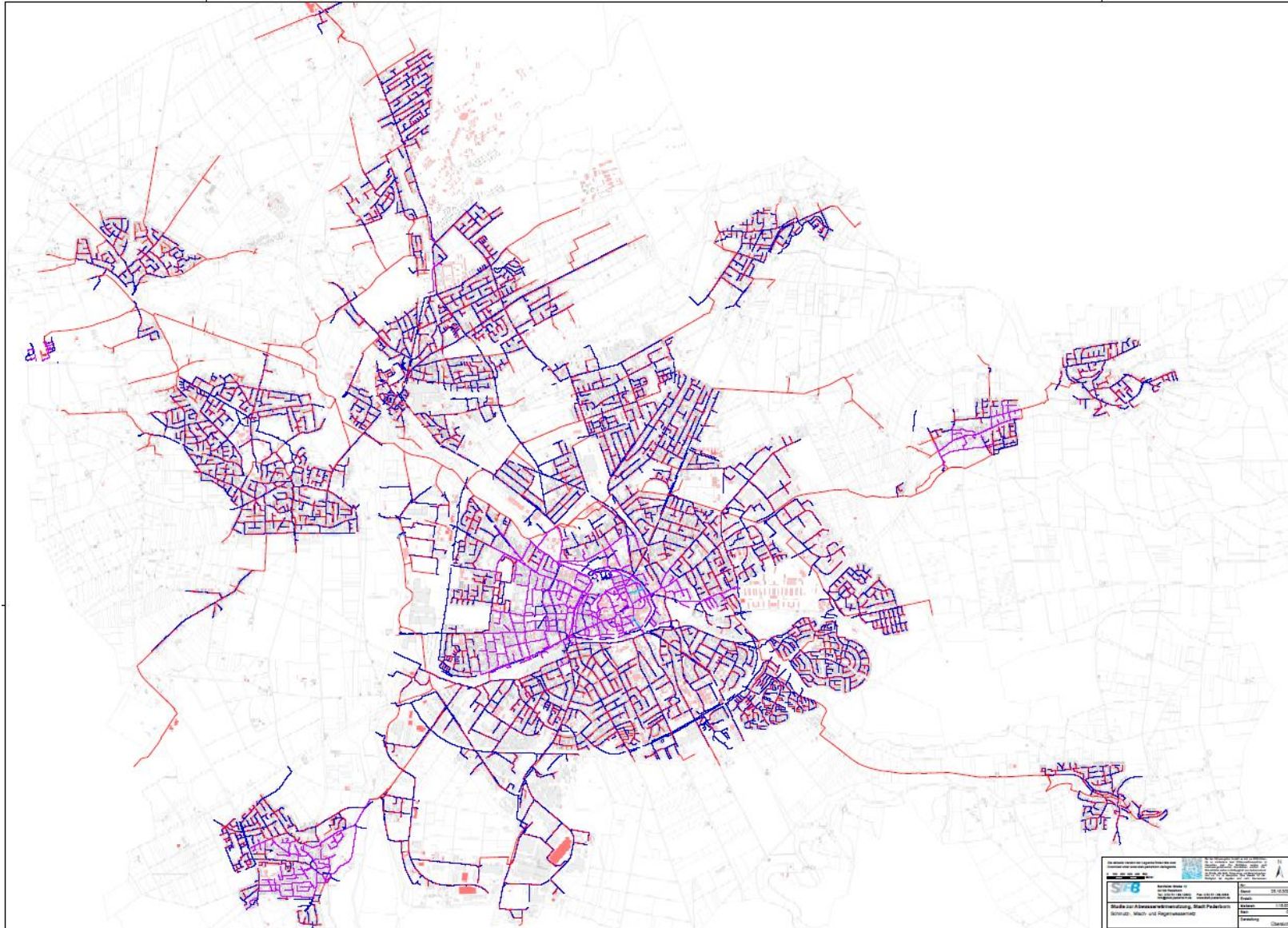
- die Entnahme- sowie die Einlaufstellen sind hydraulisch so zu gestalten, dass sich keine Zonen bilden können, in denen sich verstärkt Feststoffe ablagern können,
- alle Einbauten sind konstruktiv so auszuführen, dass sich keine Verzopfungen bilden können,
- im Bereich der Entnahme- sowie Einlaufstelle sind Hinweise (Schilder etc.) auf die entsprechenden Entnahme- und Rücklaufstelle anzubringen,
- die Entnahme- sowie Einlaufstelle sind für Kontrollarbeiten zugänglich auszuführen,
- nachteilige Beeinflussungen der Abwassereigenschaften (z. B. Anfaulung durch lange Verweilzeiten) sind zu vermeiden.

Erstellung einer „Abwasser-Energiekarte“ für Paderborn Schritt 1 „Netz Kriterien“

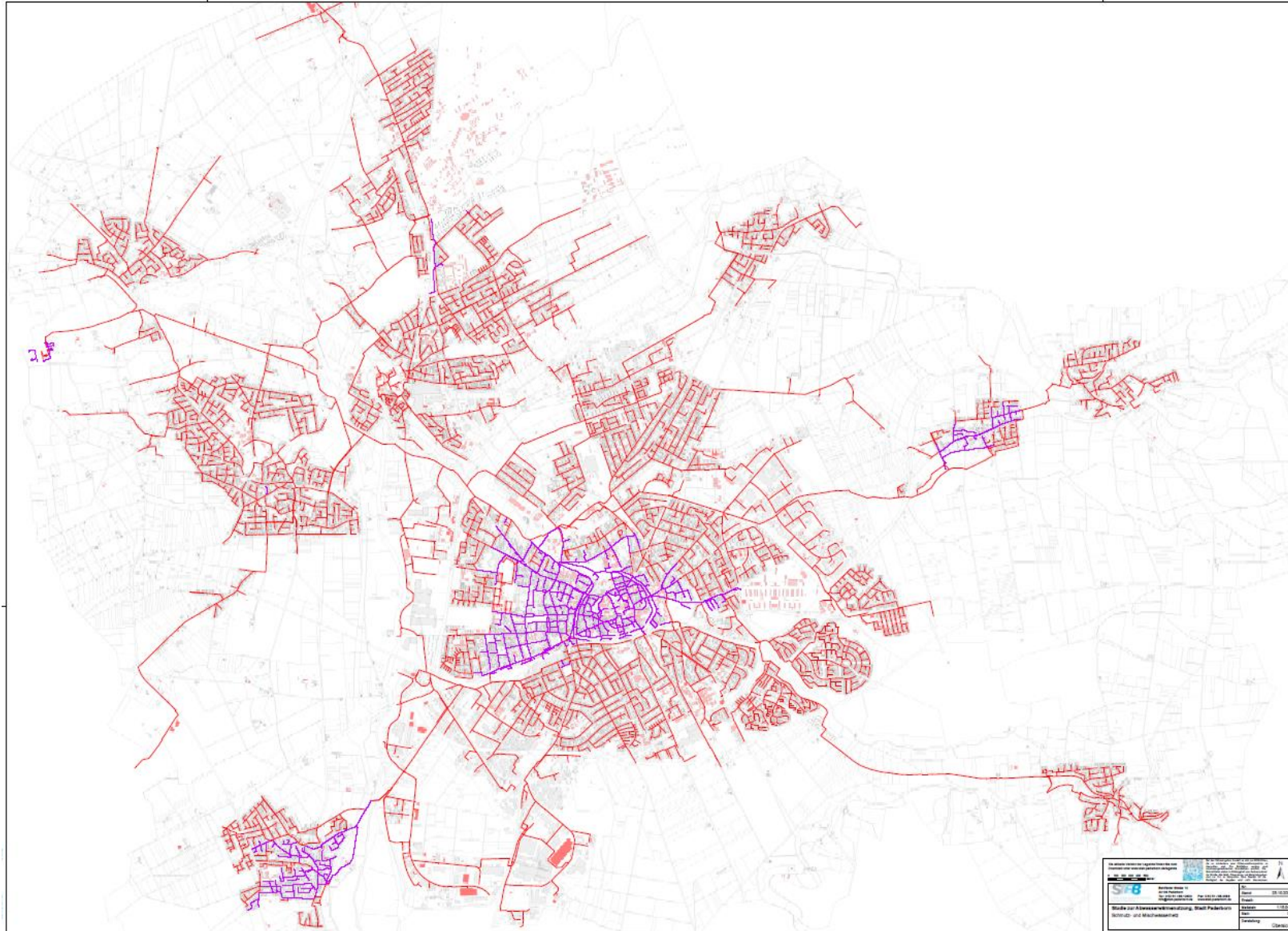
Selektion der potenziell für eine Abwasserwärmenutzung geeigneten Kanäle auf Basis folgender Filterkriterien:

1. Identifizierung aller Kanäle des Entwässerungsverfahrens „Schmutzwasser (SW)“
2. Identifizierung aller Kanäle mit einem Querschnitt von \geq DN 400 mm
3. Identifizierung aller Kanäle mit einem errechneten Basis-Abfluss $Q_{t,24} > 15$ l/s

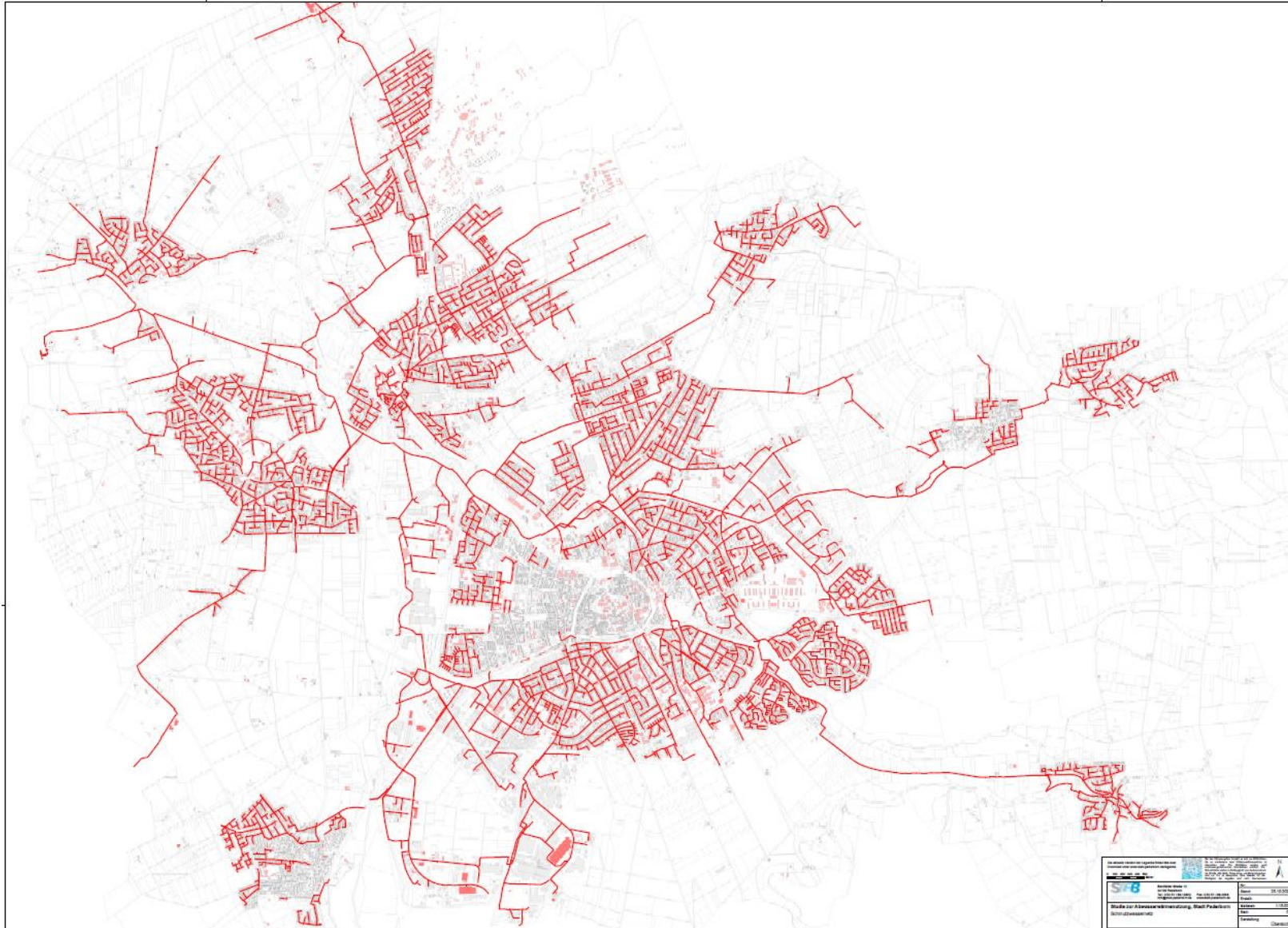
Kanalnetz PB:
SW, MW, RW



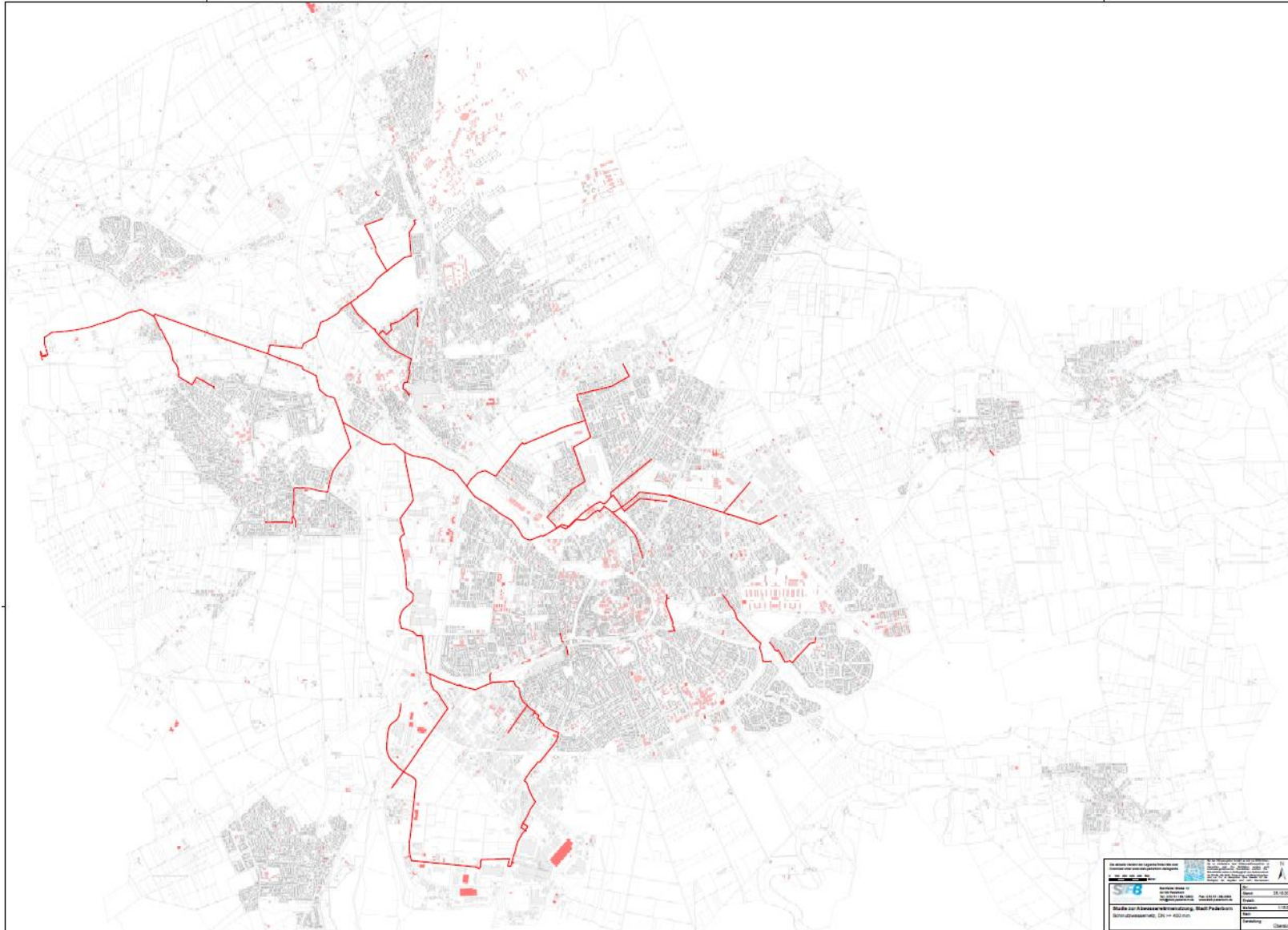
Kanalnetz PB:
SW, MW,
ohne RW!

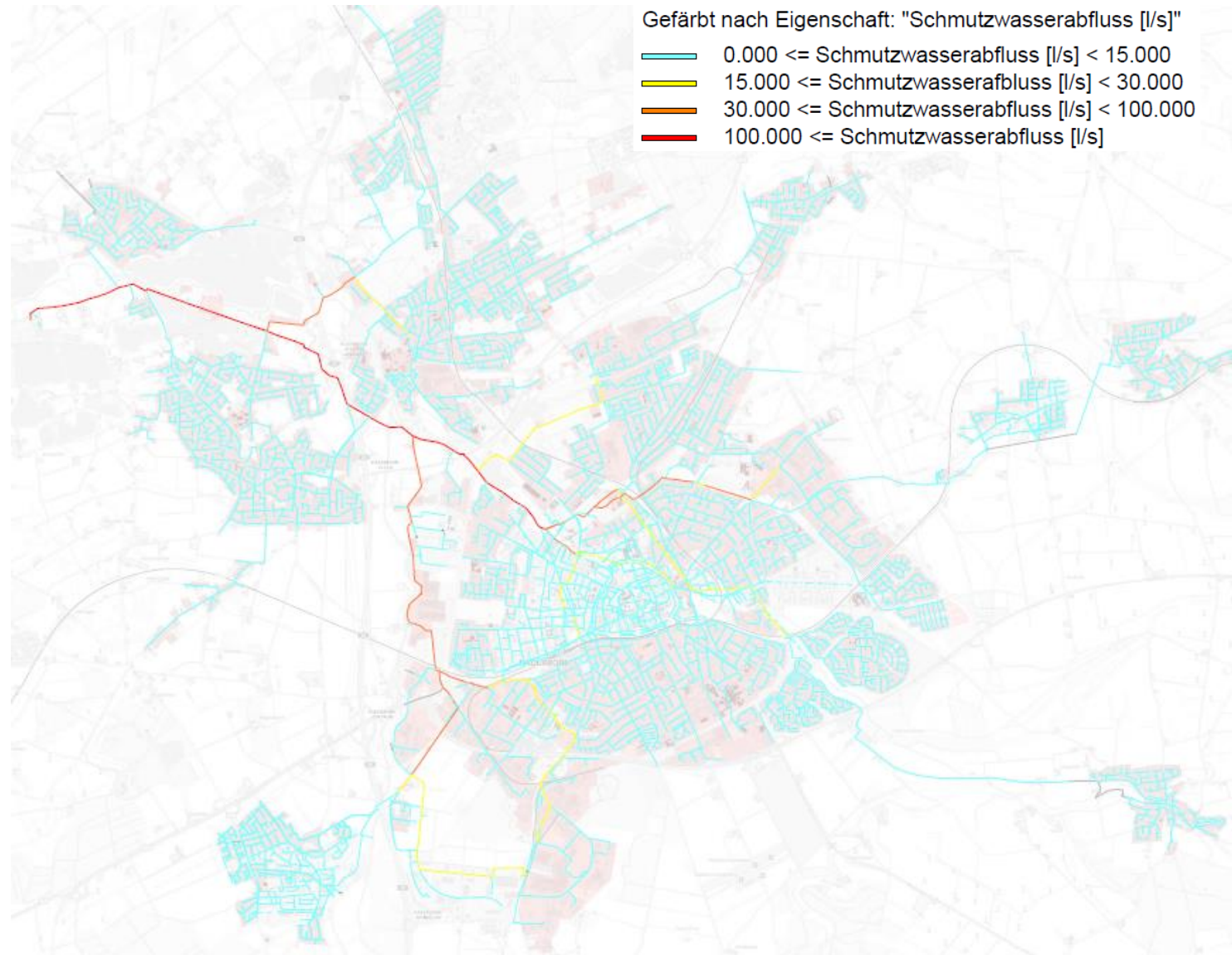


Kanalnetz PB:
SW,
ohne RW + MW!



Kanalnetz PB:
SW,
ohne DN < 400mm!





Kanalnetz PB:
SW-Kanäle,
geclustert nach
Durchfluss $Q_{t,24}$

Erstellung einer „Abwasser-Energiekarte“ für Paderborn Schritt 2 „Definition von Suchbereichen“

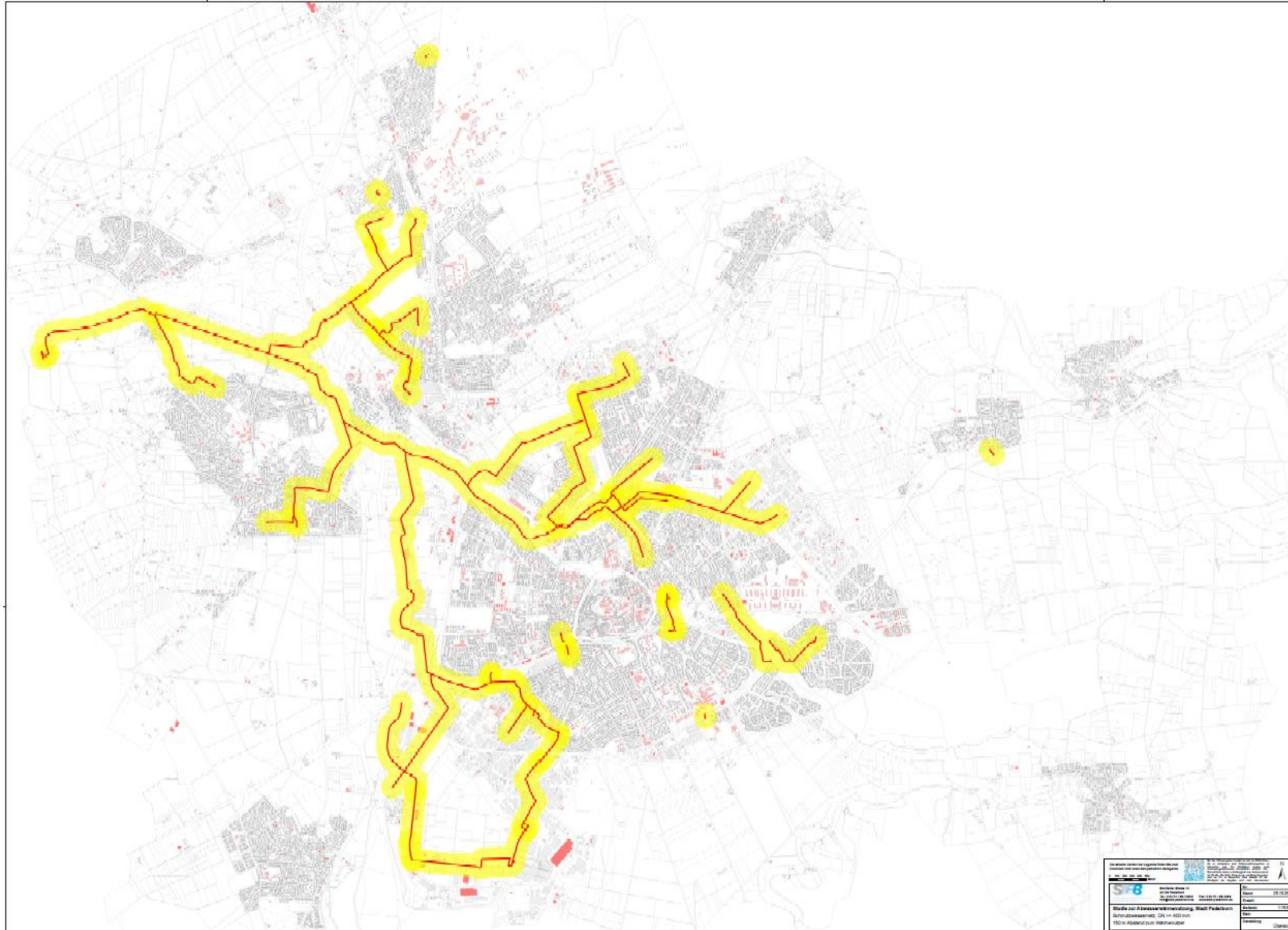
Definition des Suchbereiches zur Identifikation potenziell geeigneter Abnehmer für eine Abwasserwärmenutzung.

Kriterium:

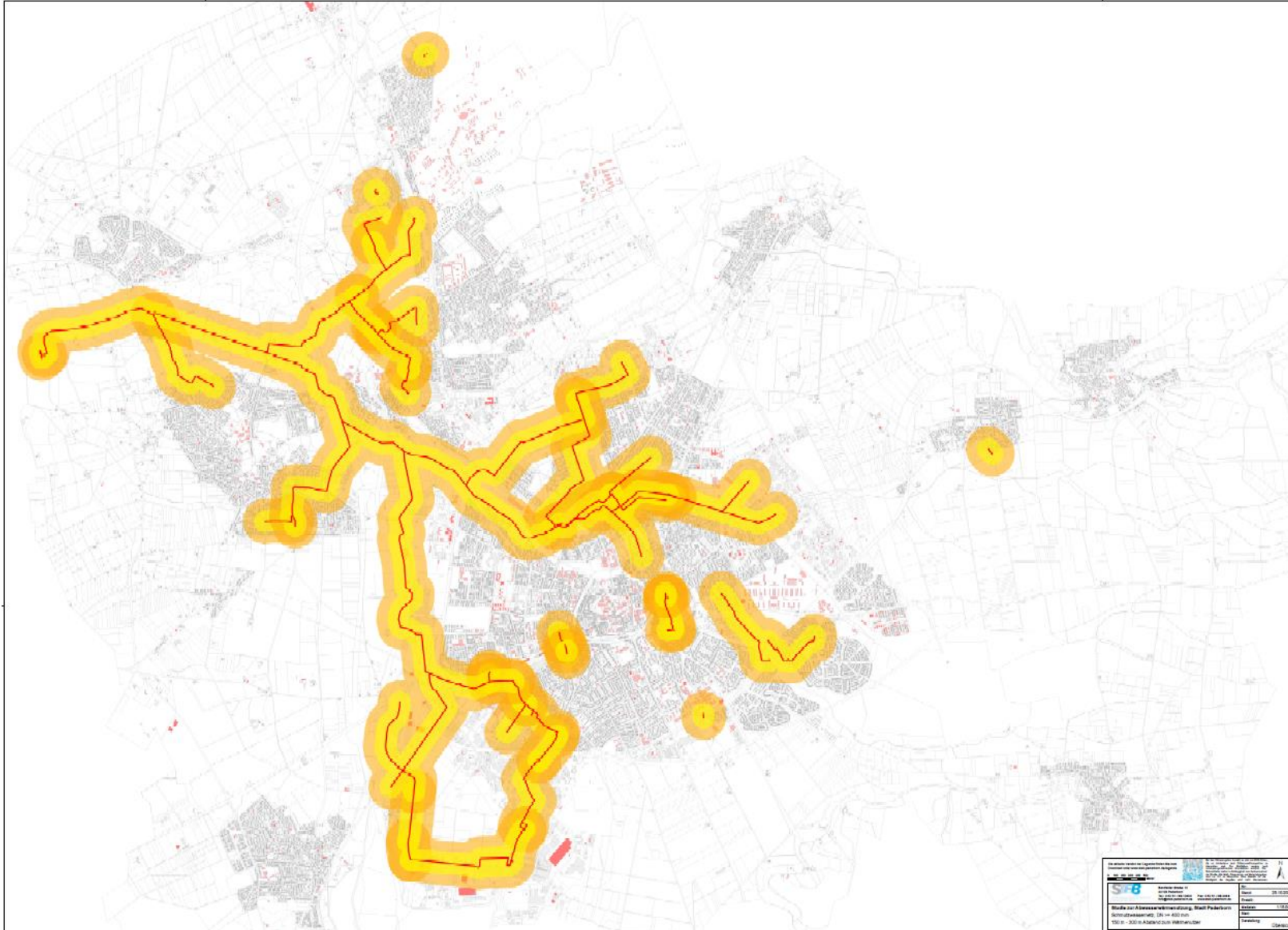
Entfernung von der Entnahmestelle bzw. vom Wärmetauscher bis zum Abnehmer bzw. zur Wärmezentrale

1. gemäß Fachliteratur / DWA-Merkblatt: bis 150 m,
2. bei sehr großem Wärmepotenzial (Durchfluss): bis 300 m

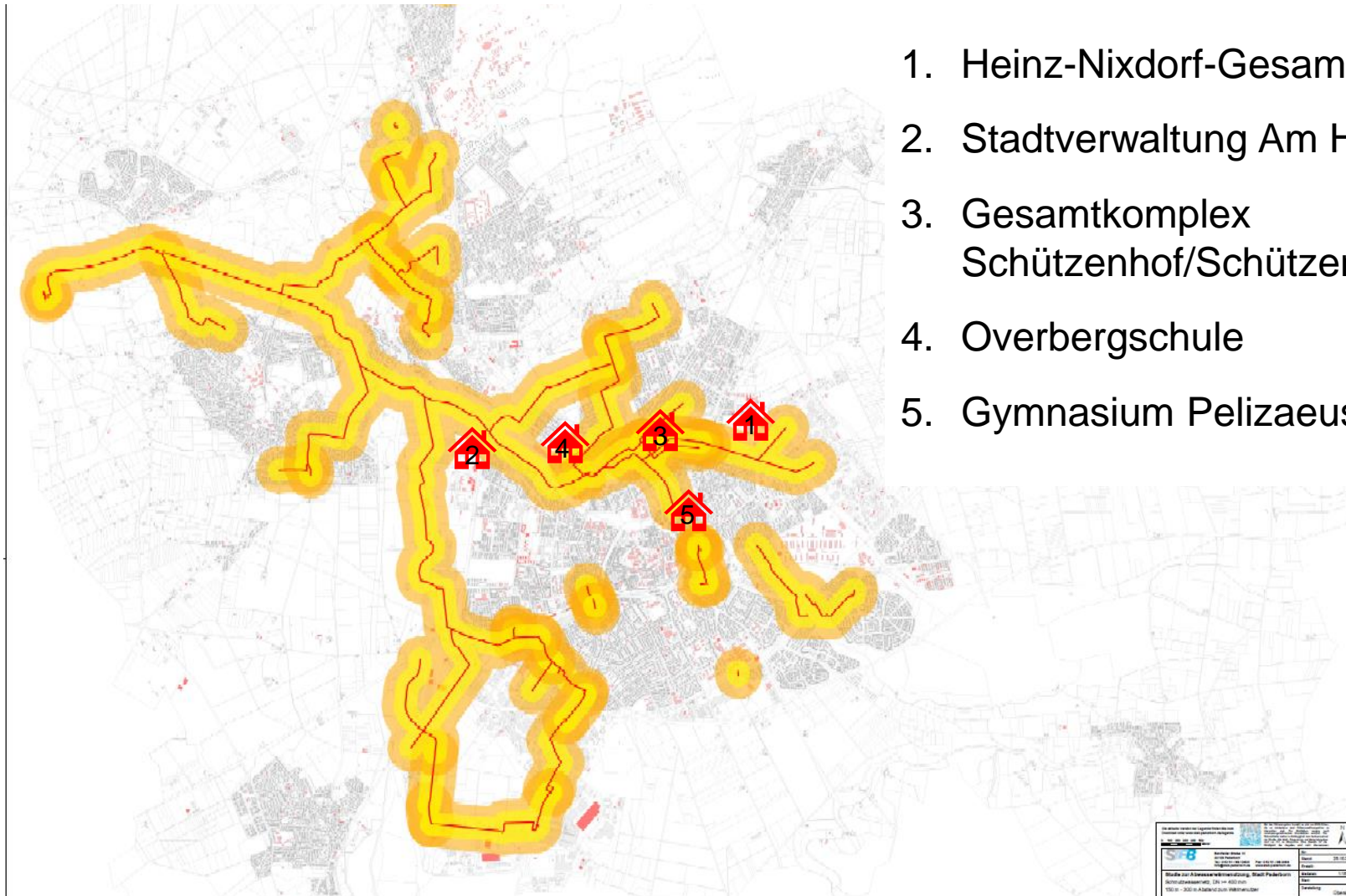
Kanalnetz PB:
SW mit
Nennweite
>= DN 400 mm;
Suchbereich bis
150 m!



Kanalnetz PB:
SW mit
Nennweite
>= DN 400 mm;
Suchbereich bis
300 m!

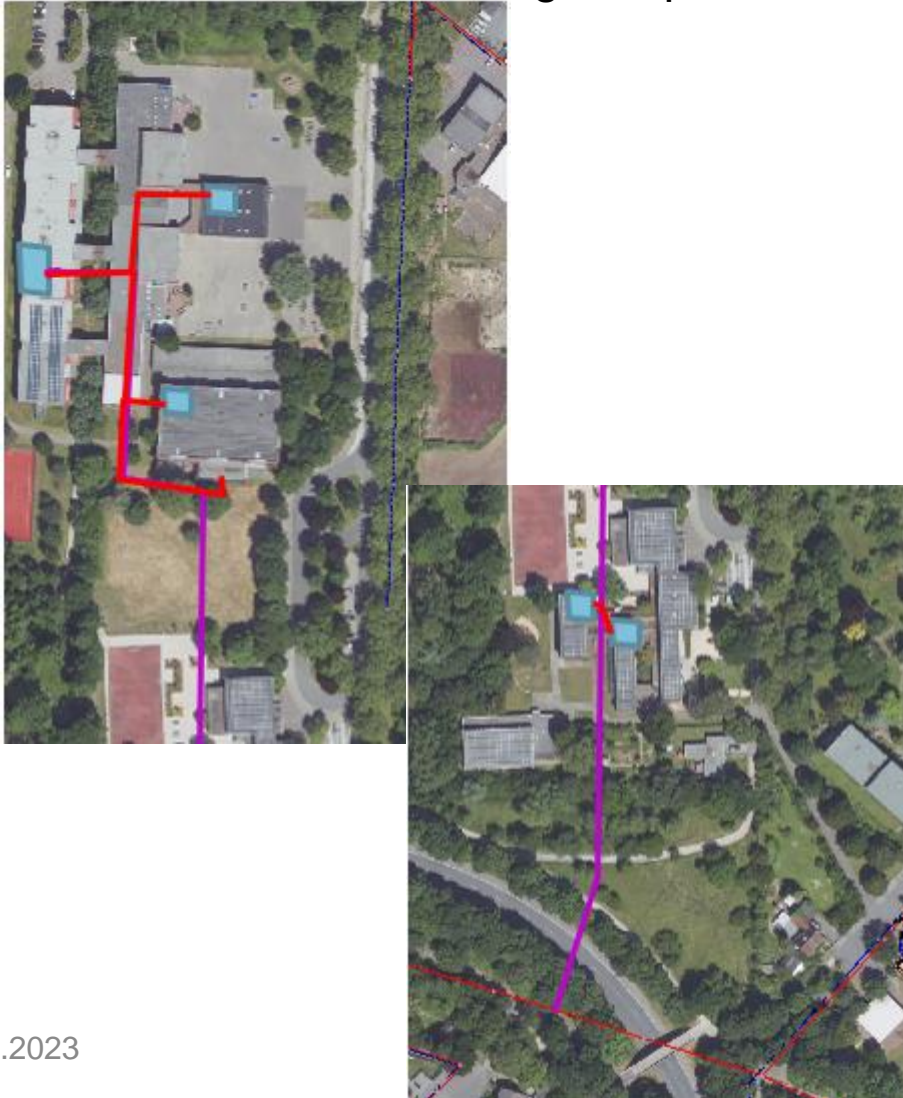


Identifizierung von potenziellen Wärme-Abnehmern aus dem Portfolio des GMP



1. Heinz-Nixdorf-Gesamtschule / Meinwerkschule
2. Stadtverwaltung Am Hoppenhof
3. Gesamtkomplex
Schützenhof/Schützenplatz/Sportzentrum
4. Overbergschule
5. Gymnasium Pelizaeus / Gymnasium Reismann

Identifizierung von potenziellen Wärme-Abnehmern aus dem Portfolio des GMP



Heinz-Nixdorf-Gesamtschule / Meinwerkschule

Wärmeenergiebedarf: ~ 1.000 kW

Jahresverbrauch: ~ 1.800.000 kWh

Distanz zw. Kanal und Abnahme: rd. 150-250 m

Potenziell nutzbarer SW-Kanal:

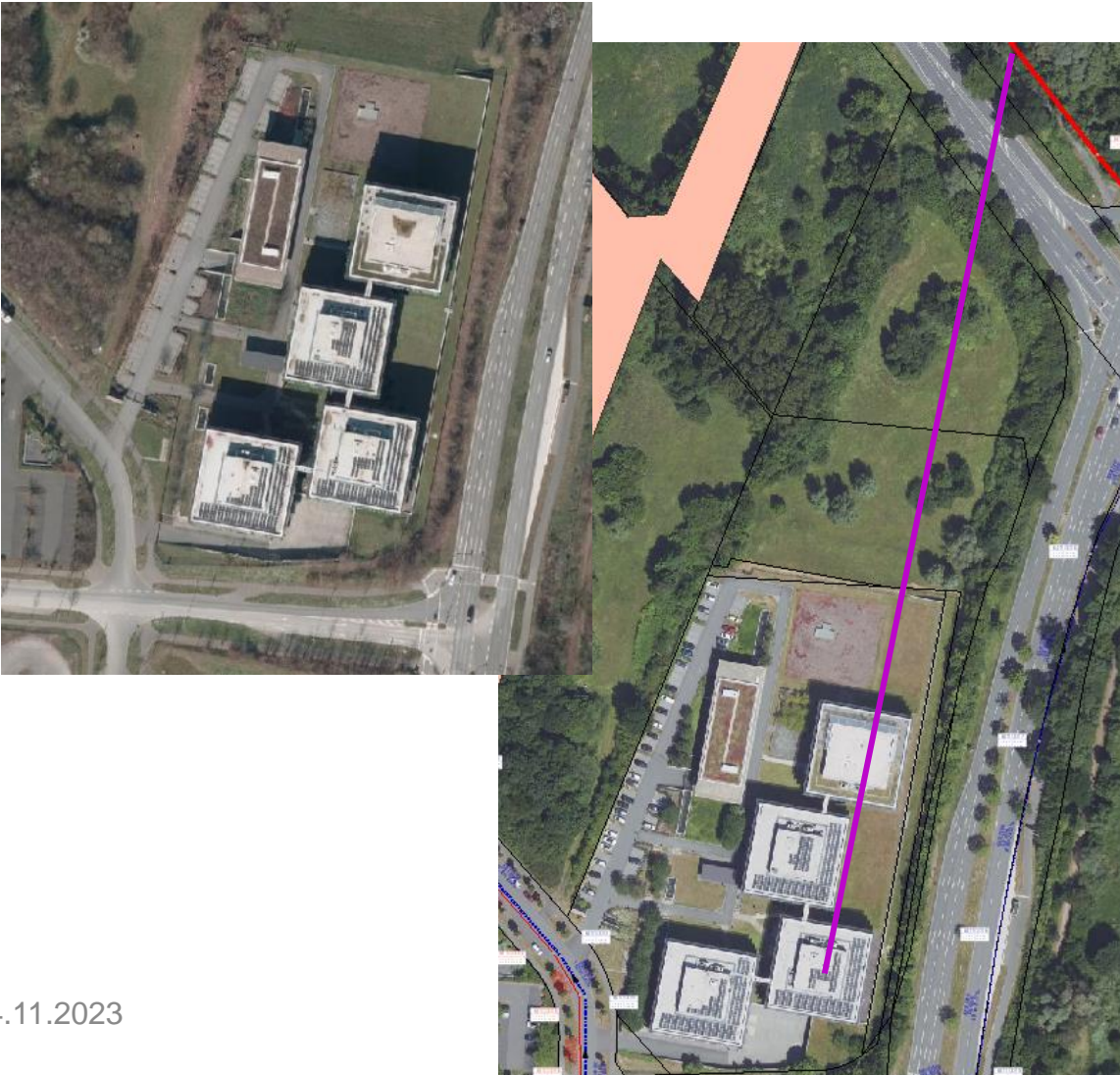
- Wilhelm-Jacobs-Weg / Herbert-Schwiete-Ring
- Profil: DN 400 mm (Stz., Bj. 1969 / 1973)
- Durchfluss: $Q_{t,24} \sim 30$ l/s (KH019953)
 $Q_{t,24} \sim 13$ l/s (KH029978)

Hinweis: Erneuerung des SW-Kanals im W.-J.-Weg ist in Planung, Bau vsstl. 2025

Heinz-Nixdorf-Gesamtschule / Meinwerkschule



Identifizierung von potenziellen Wärme-Abnehmern aus dem Portfolio des GMP



Stadtverwaltung Am Hoppenhof

Wärmeenergiebedarf: ~ 1.000 kW

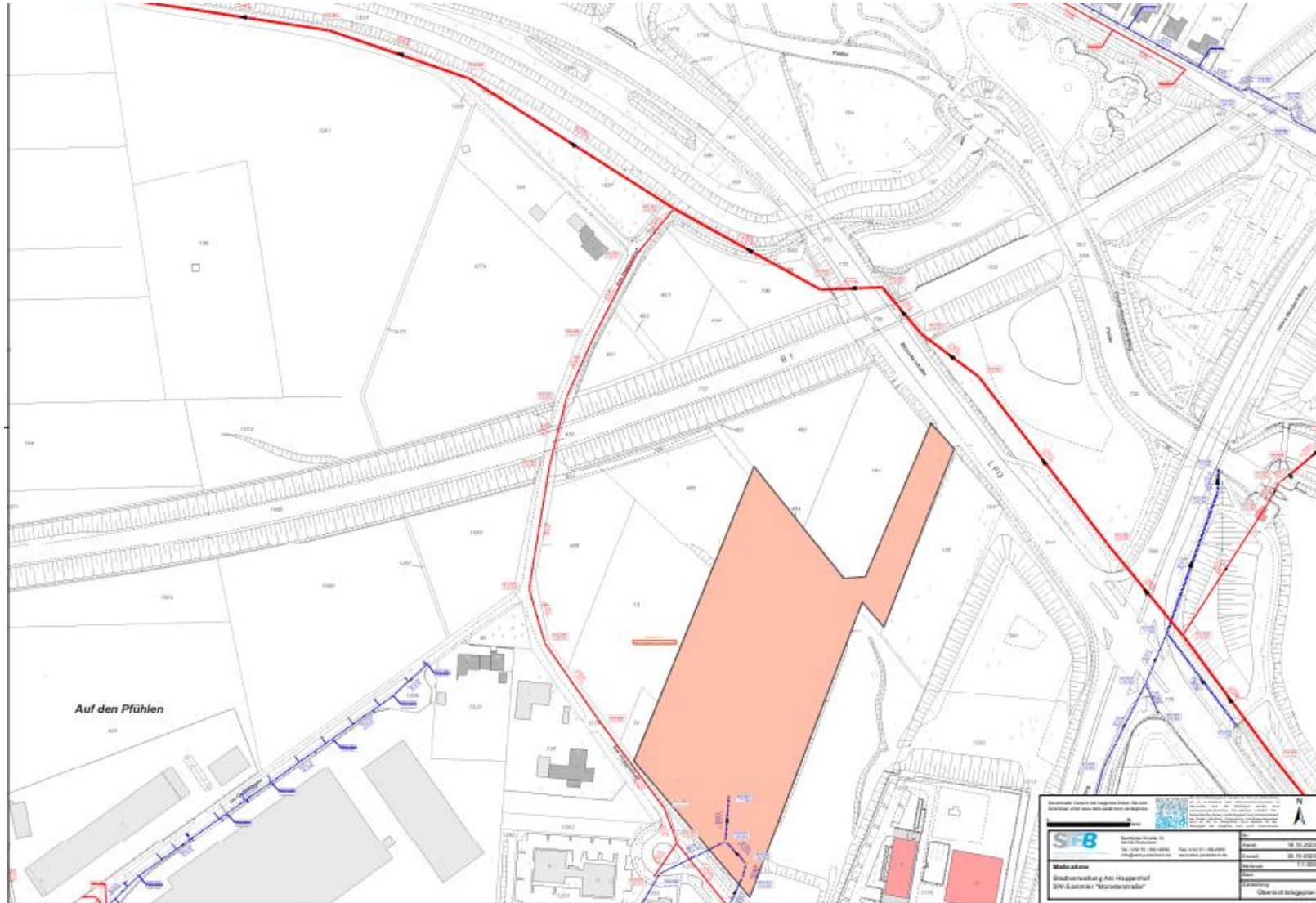
Jahresverbrauch: ~ 1.300.000 kWh

Distanz zw. Kanal und Abnahme: ca. 250 m, davon rd. 100 in der Tiefgarage

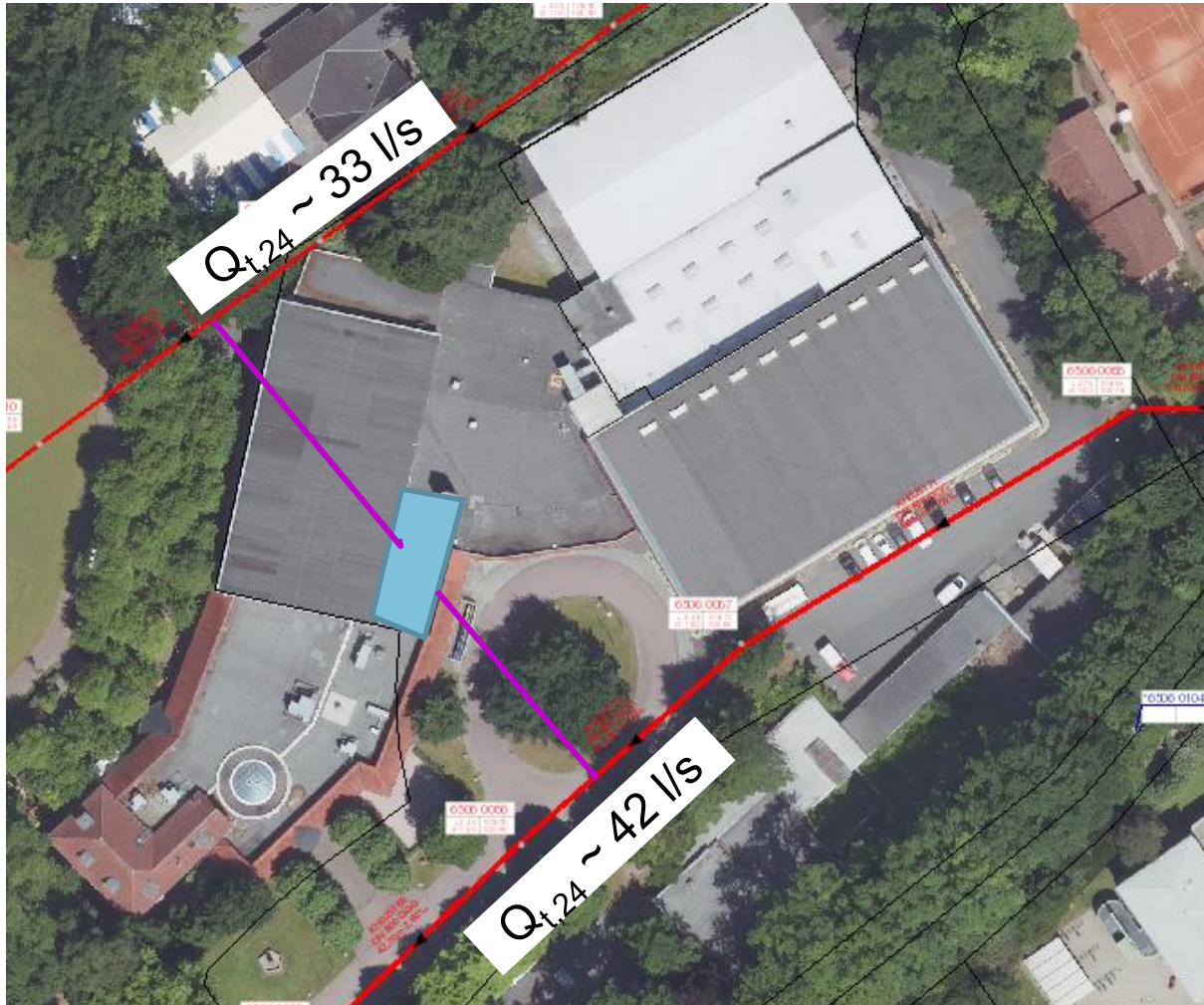
Potenziell nutzbarer SW-Kanal:

- parallel zur Münsterstraße
- Profil: DN 1.600 mm (BKU, Bj. 1981)
- Durchfluss: $Q_{t,24} \sim 178$ l/s (KH020216)

Stadtverwaltung Am Hoppenhof



Identifizierung von potenziellen Wärme-Abnehmern aus dem Portfolio des GMP



Gesamtkomplex Schützenhof/Schützenplatz/Sportzentrum

Wärmeenergiebedarf: ~ 500 kW

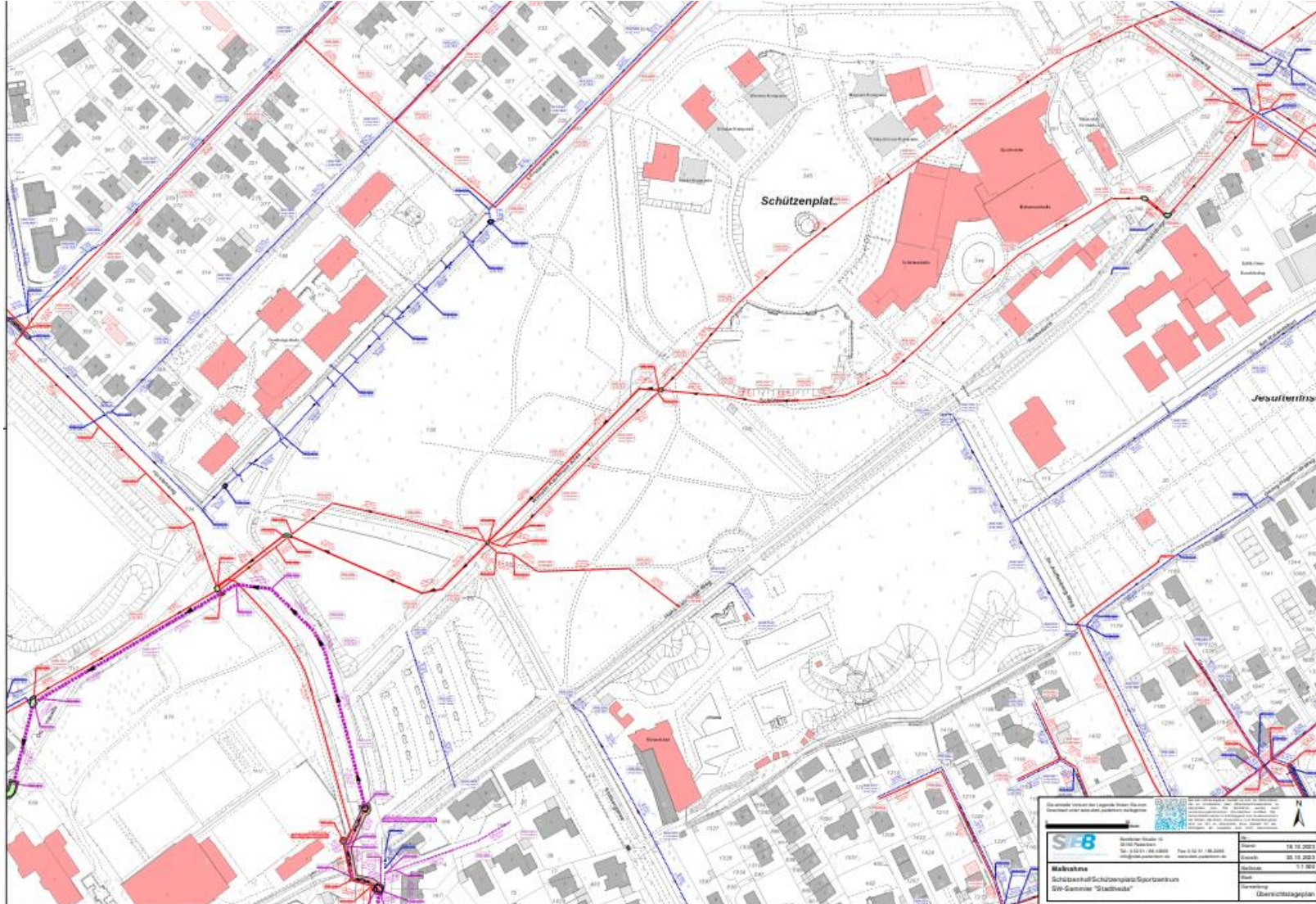
Jahresverbrauch: ~ 650.000 kWh (+ 250.000 kWh SV Grün-Weiß)

Distanz zw. Kanal und Abnahme: < 50 m!

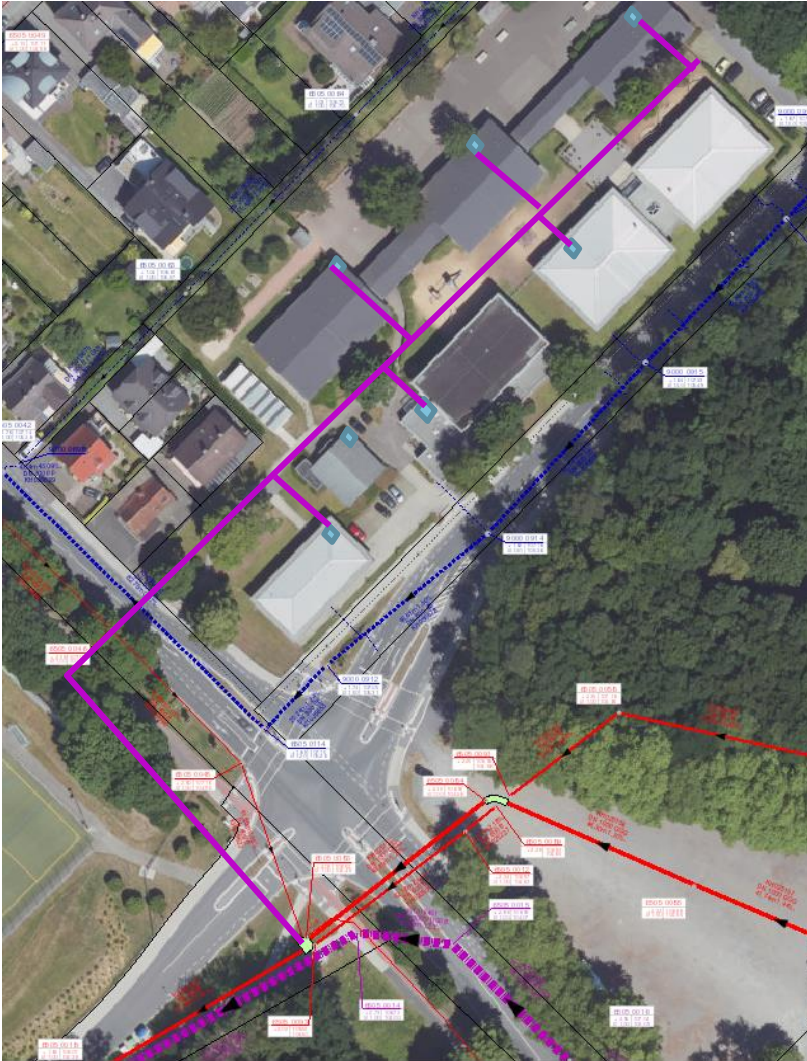
Potenziell nutzbarer SW-Kanal:

- nördl. + südl. Schützenhof
- Profil: DN 600 mm (B, Bj. 1961)
DN 800 mm (Stz. / GGG, Bj. 2003)
- Durchfluss: $Q_{t,24} \sim 33 \text{ l/s}$ (KH020452)
 $Q_{t,24} \sim 42 \text{ l/s}$ (KH025163)
- Hinweis 1: begünstigter Standort wg. besonderer Nähe zu zwei durchflussstarken SW-Profilen nördlich und südlich Schützenhof!
- Hinweis 2: Favorisierung einer Luftwärmepumpen-Lösung seitens GMP für das südl. gelegene Rolandsbad!

Gesamtkomplex Schützenhof/Schützenplatz/Sportzentrum



Identifizierung von potenziellen Wärme-Abnehmern aus dem Portfolio des GMP



Overbergschule

Wärmeenergiebedarf: ~ 300 kW

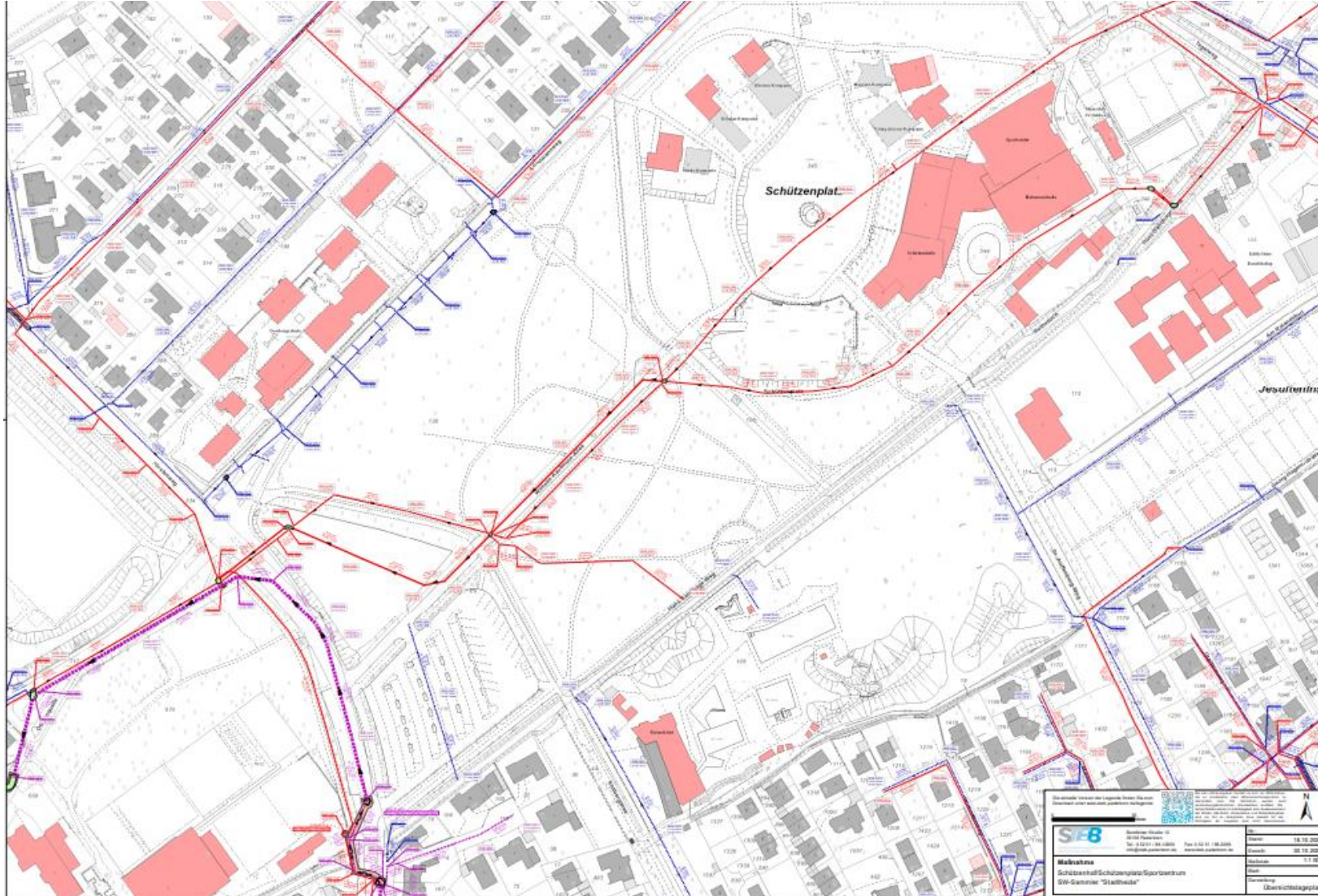
Jahresverbrauch: ~ 350.000 kWh

Distanz zw. Kanal und Abnahme: rd. 200 m

Potenziell nutzbarer SW-Kanal:

- Fürstenweg / Schützenplatz
- Profil: DN 600 mm (B, Bj. 1961)
DN 1.000 mm (GGG, Bj. 2003)
- Durchfluss: $Q_{t,24} \sim 33$ l/s (KH020452)
 $Q_{t,24} \sim 42$ l/s (KH025163)

Overbergschule



Identifizierung von potenziellen Wärme-Abnehmern aus dem Portfolio des GMP



Gymnasium Pelizaeus / Gymnasium Reismann

Wärmeenergiebedarf: ~ 1.400 kW

Jahresverbrauch: ~ 2.000.000 kWh

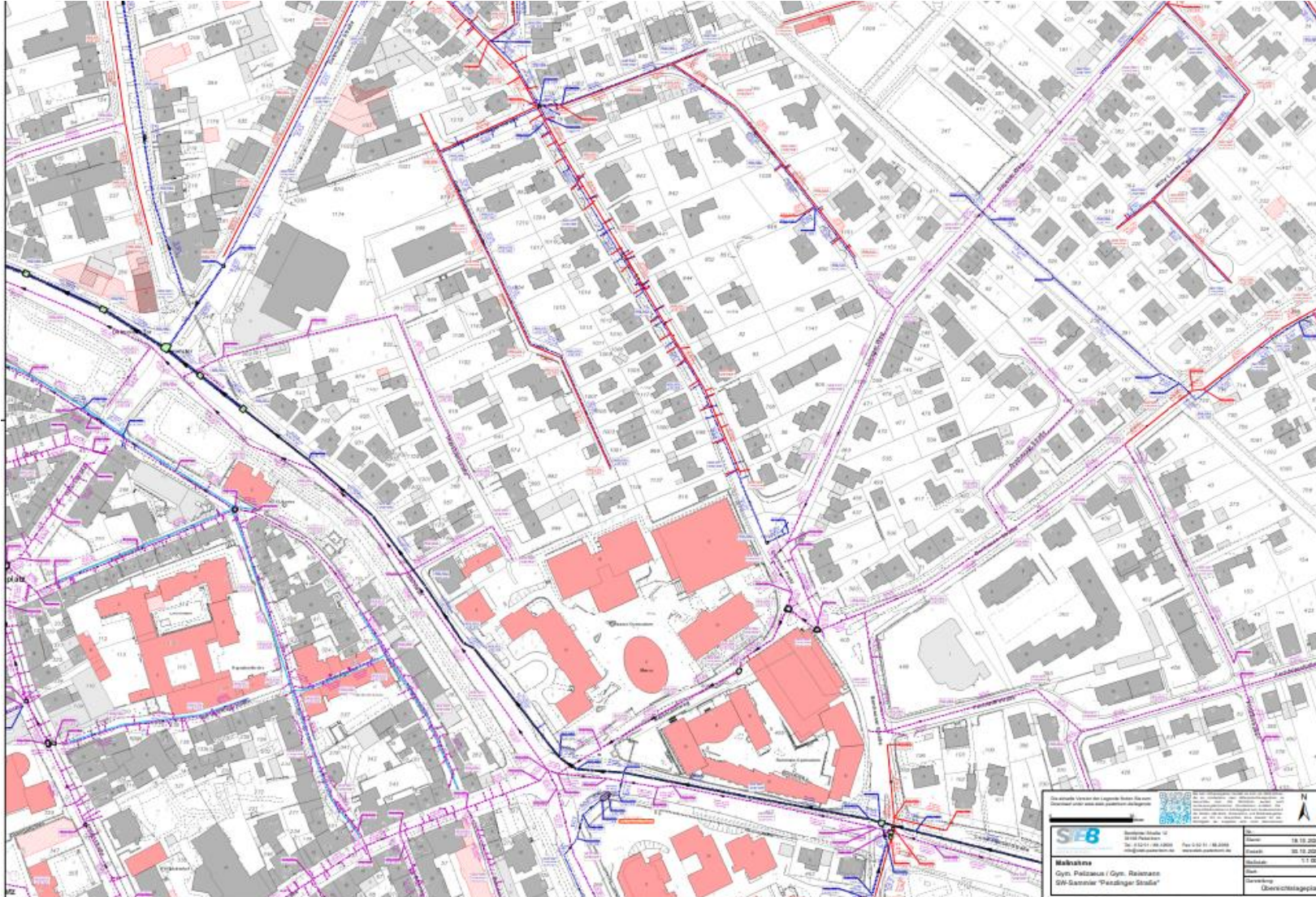
Distanz zw. Kanal und Abnahme: < 150 m

Potenziell nutzbarer SW-Kanal:

- Gepl. SW-Kanal in Penzlinger Straße
- Profil: > DN 600 mm, noch festzulegen
- Durchfluss: $Q_{t,24} \sim 20$ l/s (Planungswert!)

Hinweis: Schmutzwasserkanal in der Penzlinger Straße ist derzeit in (Vor)Planung; gepl. Bau 2024/2025; Bau vsstl. im Vortriebsverfahren!

Gymnasium Pelizaeus / Gymnasium Reismann



Weitere Vorgehensweise

- Erweiterung der mobilen und stationären Infrastruktur zur Durchfluss- und Temperaturmessung im Kanalnetz,
- Ansprache von Anbietern für Wärmetauscher im Kanalrohr: z.B. Fa. Uhrig,
- Ansprache von Anbietern für Wärmetauscher außerhalb von Kanalrohren: z.B. Fa. Huber,
- Weitergehende Grundlagenermittlung und konzeptionelle Planung für die Objekte,
 - Heinz-Nixdorf-Gesamtschule / Meinwerkschule
 - Stadtverwaltung Am Hoppenhof
 - Schützenhof/Schützenplatz
- Identifizierung und Ansprache von (Contracting)Partnern: z.B. ESW, WSP,
- Fortlaufende Berichterstattung im Betriebsausschuss.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!