

TransUrban.NRW

Heizen und Kühlen mit Nahwärmenetzen der 5. Generation

Sprecher: Thomas Schreiber M. Sc.

Das Institut

- Gründung 2007
- Interdisziplinäres Team mit mehr als 100 Mitarbeitenden
- Mehr als 700 m² Versuchsfläche
 - ≡ Laborräume
 - ≡ 2 Versuchshallen
- Forschungsförderung
 - ≡ Nationale öffentliche Förderung: BMWK, BMBF, AiF, ZIM
 - ≡ Internationale öffentliche Förderung: EU
 - ≡ Industrieprojekte

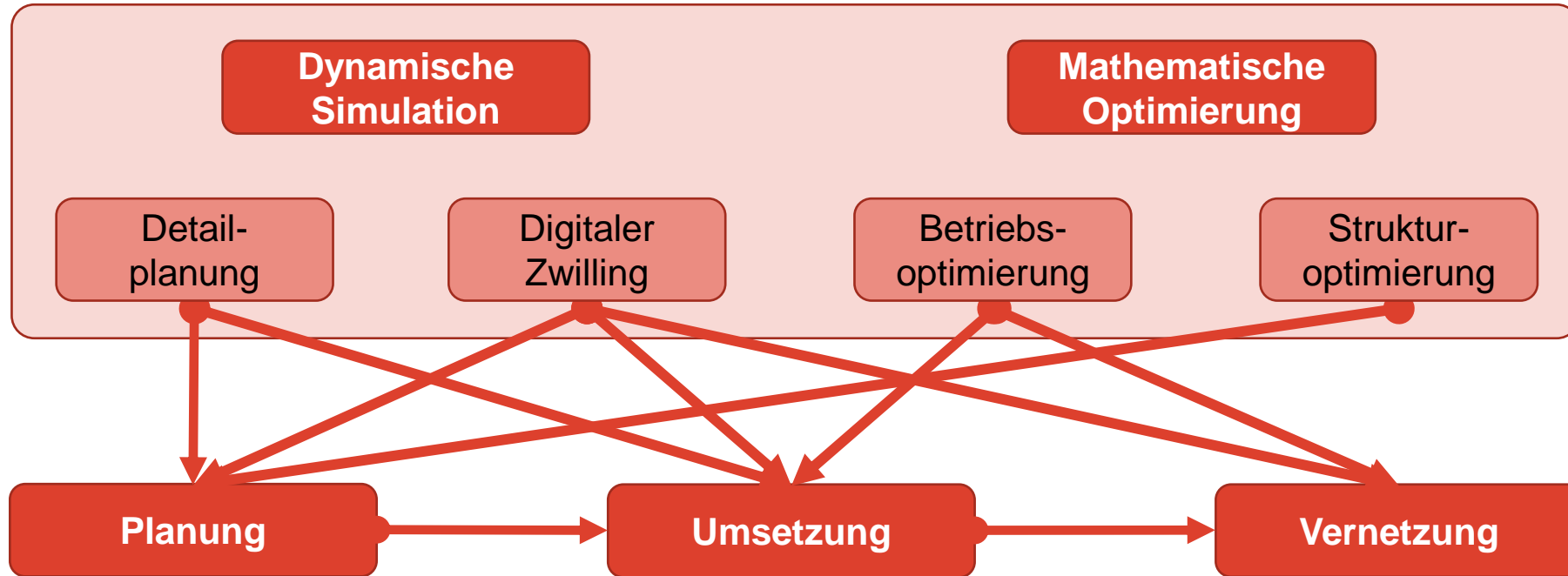


- Institutsleitung
 - ≡ 1 Professor
 - ≡ 2 Oberingenieure
 - ≡ 7 Teamleitende
- Wissenschaftliche Beschäftigte
 - ≡ 45 wissenschaftliche Mitarbeitende
 - ≡ Ca. 50 studentische Hilfskräfte
- Beschäftigte Technik und Verwaltung
 - ≡ Sekretariat, 2 Beschäftigte + 1 Azubi
 - ≡ Controlling, 2,5 Beschäftigte
 - ≡ ICT + Software, 2 Beschäftigte + 1 Azubi
 - ≡ Konstruktion/Versuchsstände, 4 Beschäftigte

Vier urbane Demonstrationsquartiere in Nordrheinwestfalen

Shamrock-Park Herne	Seestadt mg+, Mönchengladbach	Düsselterrassen, Erkrath	Kokerei Hassel, Gelsenkirchen
Gewerbefläche 82.800 m ² , Wohnfläche 20.200 m ²	Wohnfläche 160.000 m ² , Gewerbefläche 35.000 m ² , Handel 25.000 m ² , Pflegeheim 200 m ²	Wohnfläche 75.400 m ² , Pflegeheim 600 m ²	Wohnfläche 20.000 m ²
Wärmebedarf: 8.000 MWh/a	Wärmebedarf: 10.000 MWh/a	Wärmebedarf: 3.840 MWh/a	Wärmebedarf: 1.000 MWh/a
Kältebedarf: 4.000 MWh/a	Kältebedarf: 3.000 MWh/a	Kältebedarf: 1.150 MWh/a	Kältebedarf: 350 MWh/a





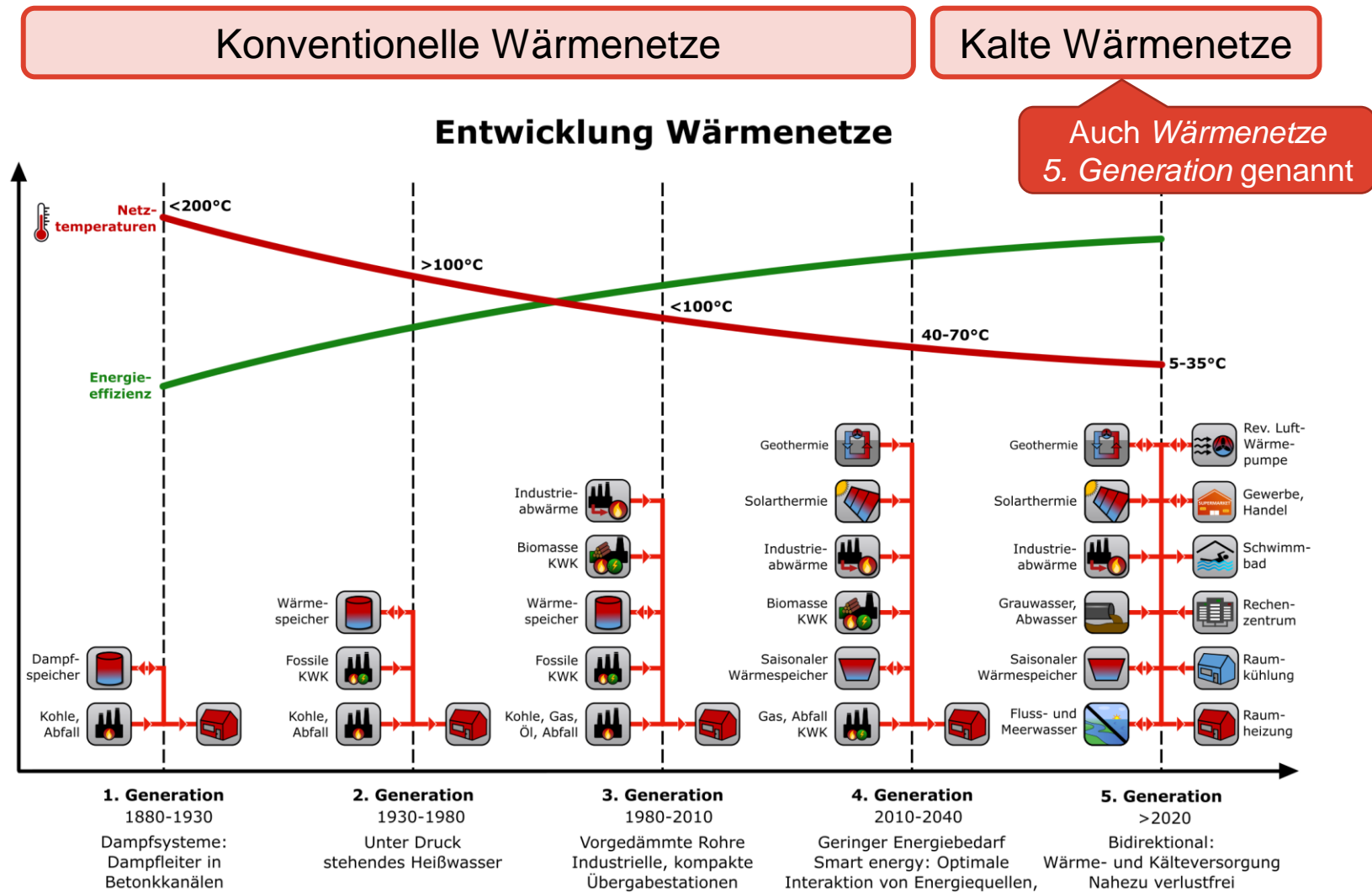
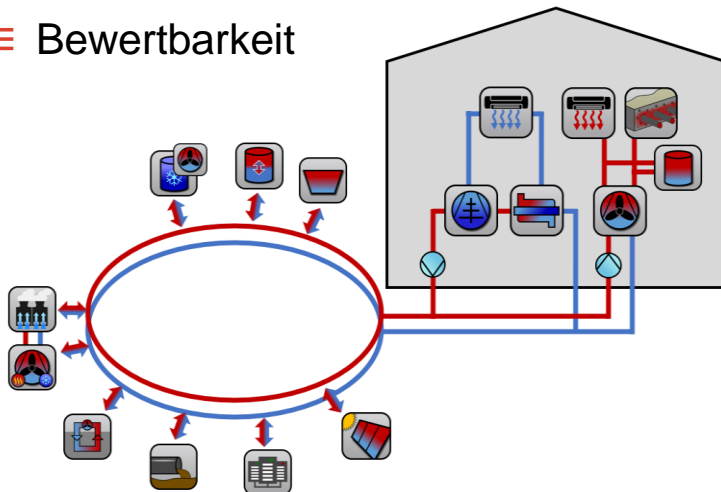
Kalte Wärmenetze (oder Wärmenetze der 5. Generation)



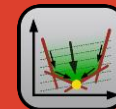





Chancen

- ≡ Effiziente Nutzung aller Wärmequellen unabhängig ihres Temperaturniveaus
- ≡ Energieausgleich zwischen Gebäuden
- ≡ Sektorenkopplung (Elektrifizierung der Wärmeversorgung)
- ≡ Eine Infrastruktur (2-Leiter) für Heizen/Kühlen

Herausforderungen

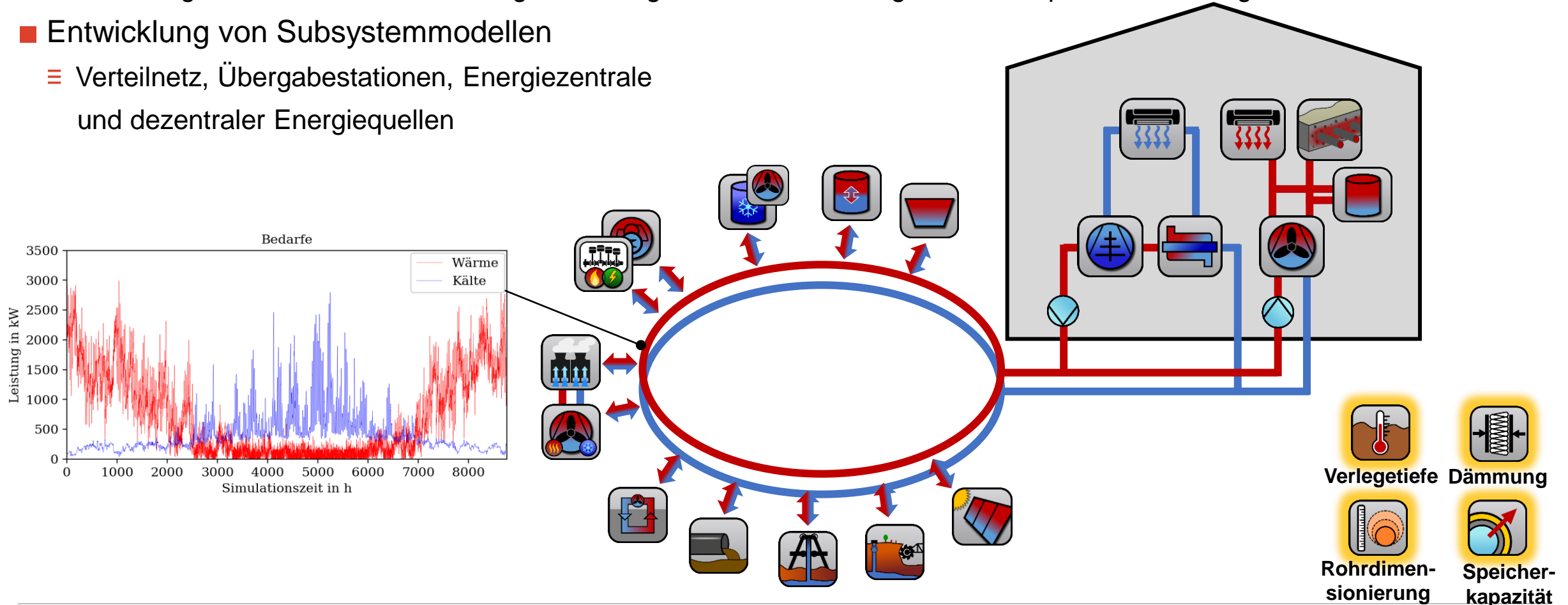
- ≡ Höhere Komplexität
- ≡ Bewertbarkeit



	 Heuristisch	 Simulation	 Optimierung
Ansatz	Annahmen und Erfahrungen	Detaillierte Nachbildung in Gleichungssystem	Mathematisches Modellierung
Einsatz der Methode	Vergleich von Alternativen	Vergleiche und Sensitivitätsanalysen	Robuste Optimierung, Sensitivitätsanalysen
Detailtiefe	niedrig	hoch	mittel
Auslegungsentscheidung	Basierend auf Normen und Annahmen	Entscheidung oder auf Basis von Optimierung	Ergebnis der math. Optimierung
Betrieb	Statisch Betriebsregeln in Form von wenn/dann Beziehungen	Festgelegte Regelungsstrategie	Ergebnis der math. Optimierung mit unsicheren Vorhersage
Einsatz am EBC		  	

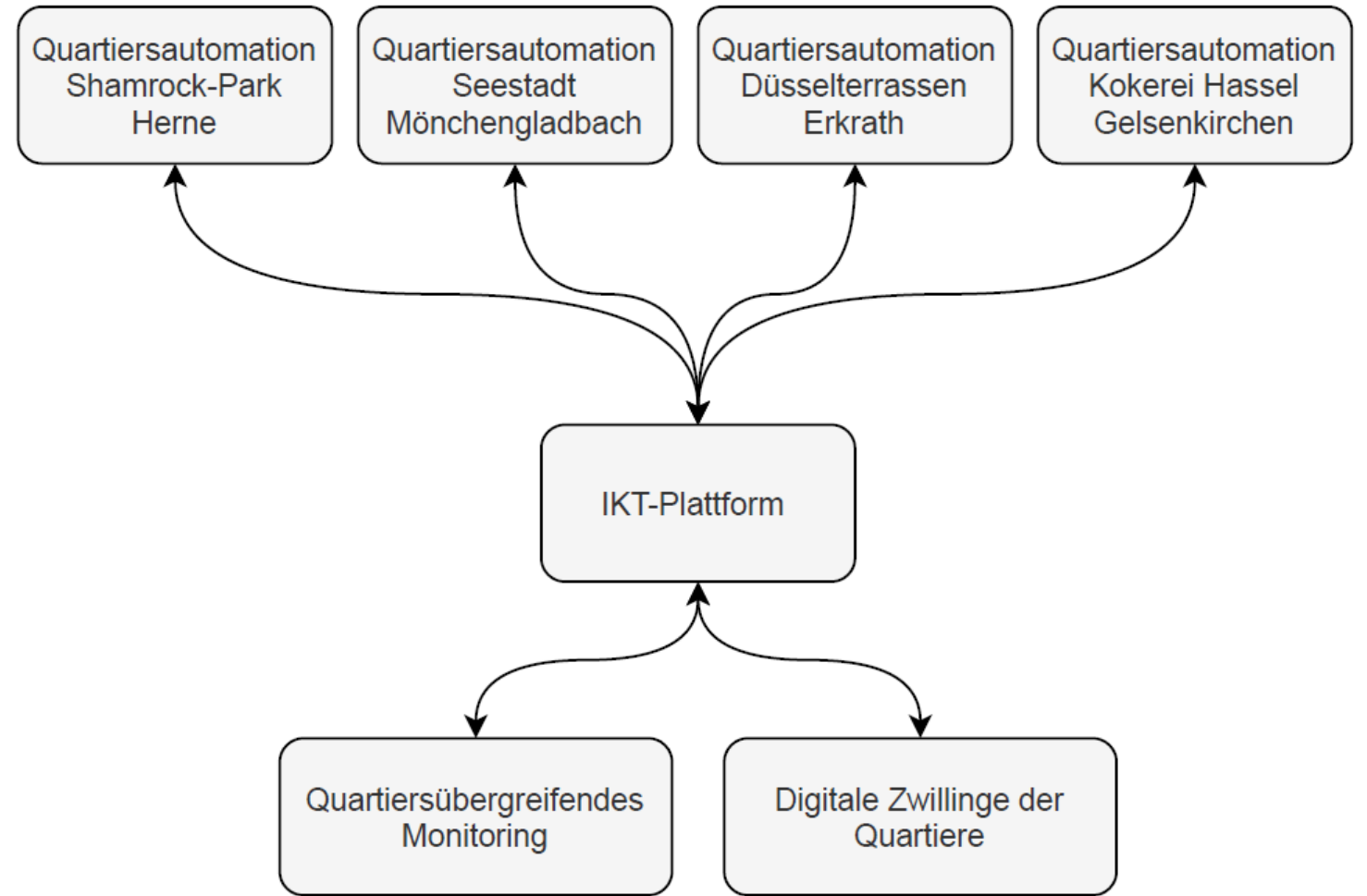
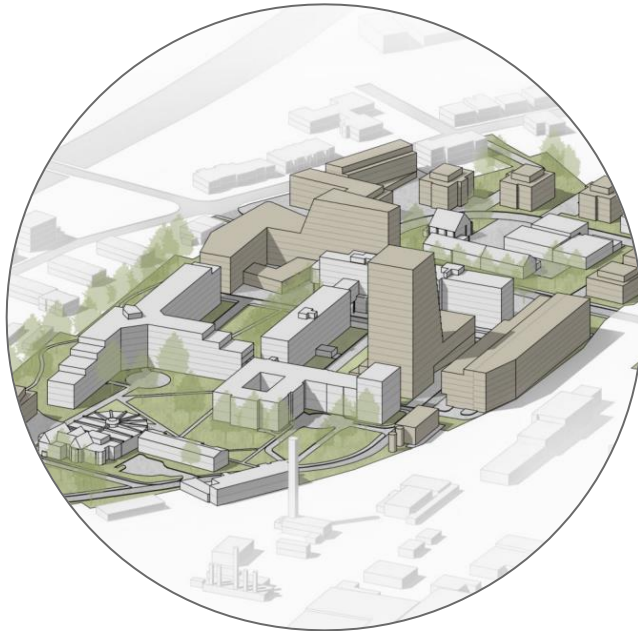
Planungsunterstützung mittels dynamischer Simulation

- Energiebereitstellung und Massenströme können durch statische Ansätze nicht abgebildet werden
- Möglichst genaue Abbildung des gesamten Systemverhaltens
 - ≡ Abbildung von Druckverlusten, Fließgeschwindigkeiten, Fließrichtungen und Temperaturverteilungen
- Entwicklung von Subsystemmodellen
 - ≡ Verteilnetz, Übergabestationen, Energiezentrale und dezentraler Energiequellen



Entwicklung einer übergeordneten IKT-Plattform*

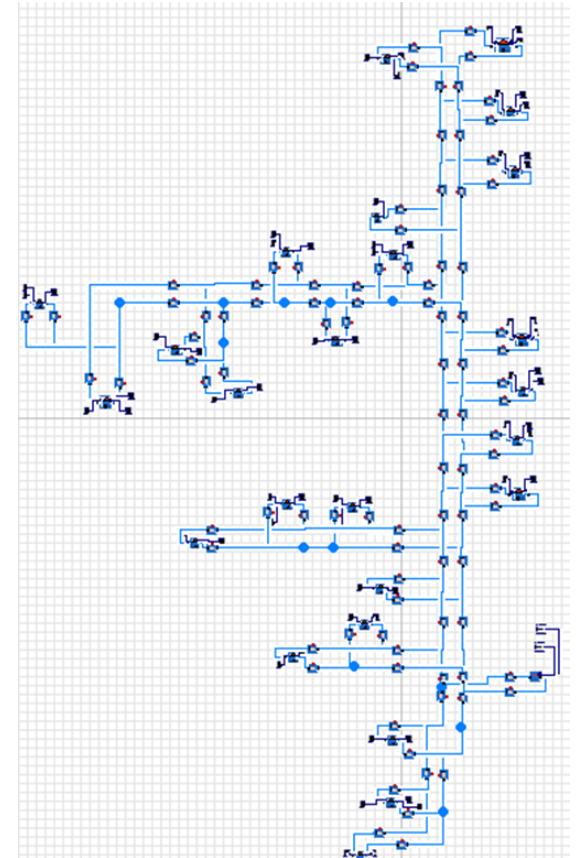
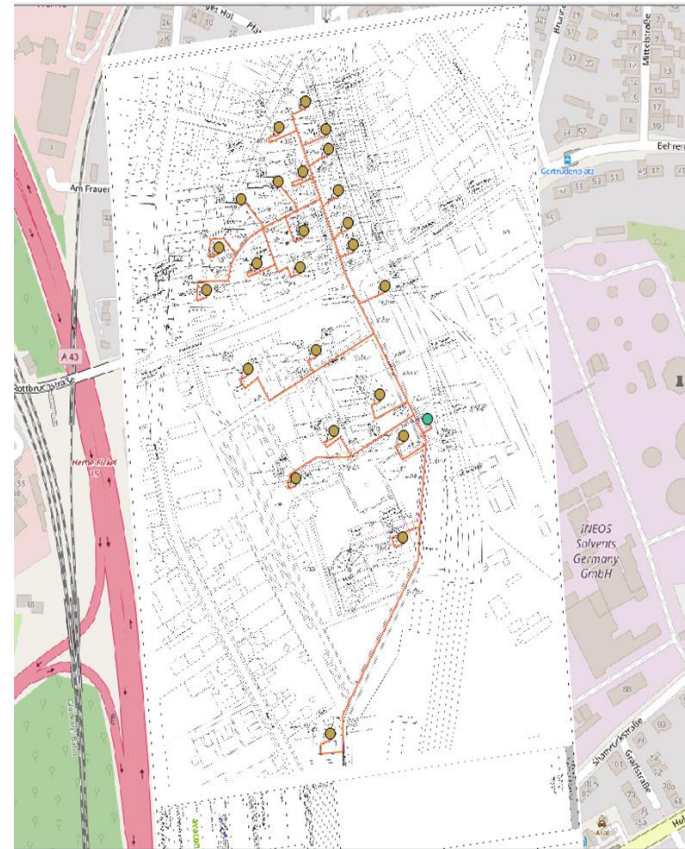
- Zusammenführung sämtlicher Betriebsdaten aus den Demonstrationsquartieren
- Betriebsoptimierung
 - ≡ Optimierung von Betriebsregel und Parametern
 - ≡ Echtzeitoptimierung mittels Vorhersagen
- Monitoring
 - ≡ Fehleridentifikation und –analyse
 - ≡ Kontinuierliche Betriebsbewertung



* <https://n5geh.de>

Shamrock-Park in Herne: Modellbildung

- Modellbildung für den Shamrock-Park: Von Plänen, über Geodaten zum thermo-hydraulischen Netzmodell



Simulation der Wärme- und Kältebedarfe

- Automatisierte Simulation in Modelica mittels Python Skript
 - ≡ Reduced order Modell nach VDI 6007 mit Archetypen Datenbank
 - ≡ Wenige Basisinformationen benötigt: Flächen und Orientierung
 - ≡ Weitere Informationen integrierbar: Dämmstandard, spez. Lasten, Solltemperaturen
- Entwicklung neuer Archetypen in TransUrban.NRW
 - ≡ Rechenzentren, Gesundheitszentrum, Future und World Center

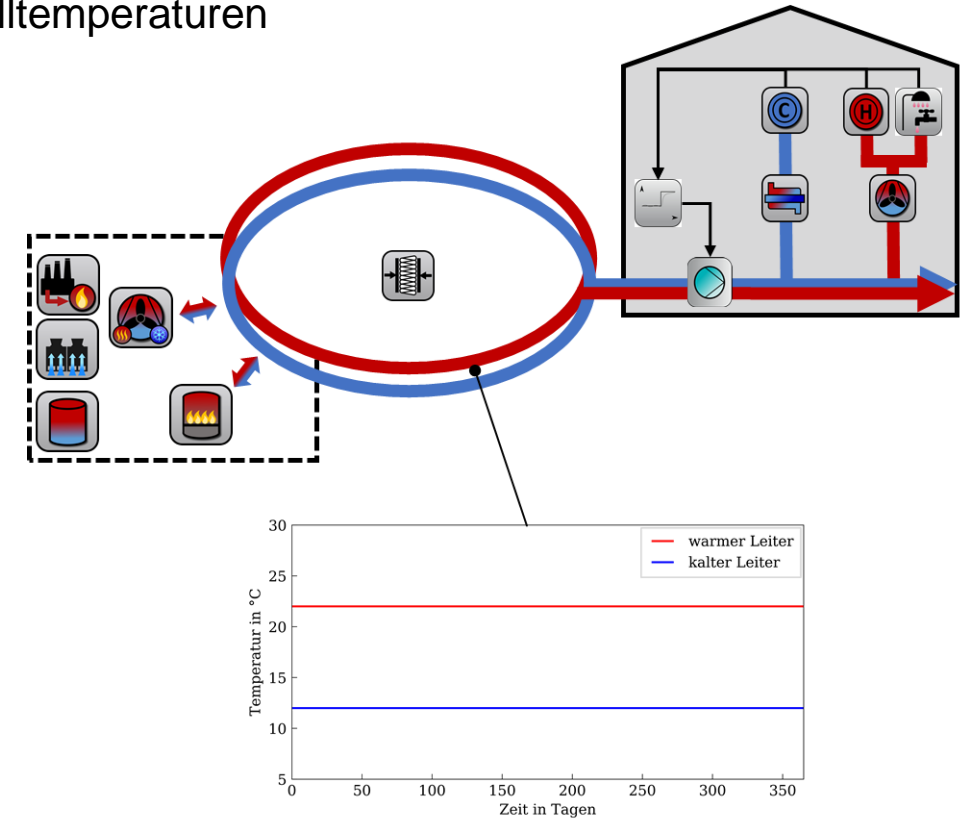
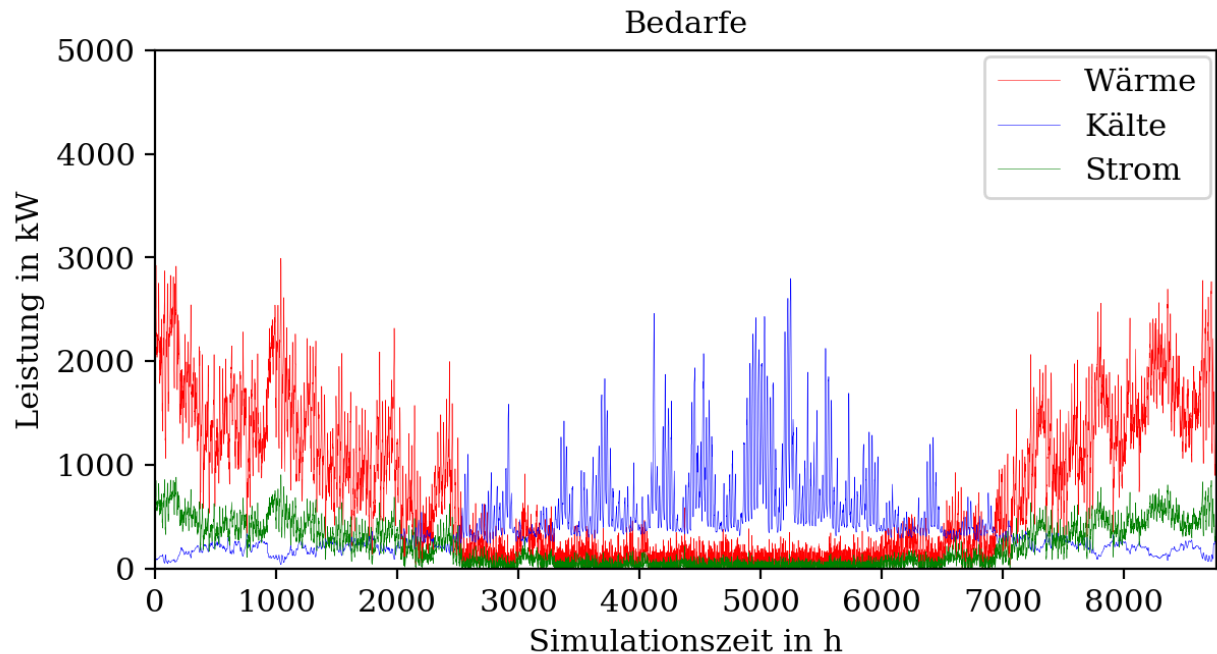


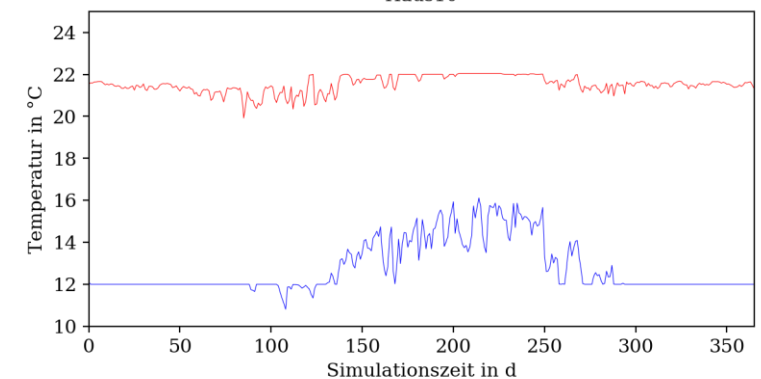
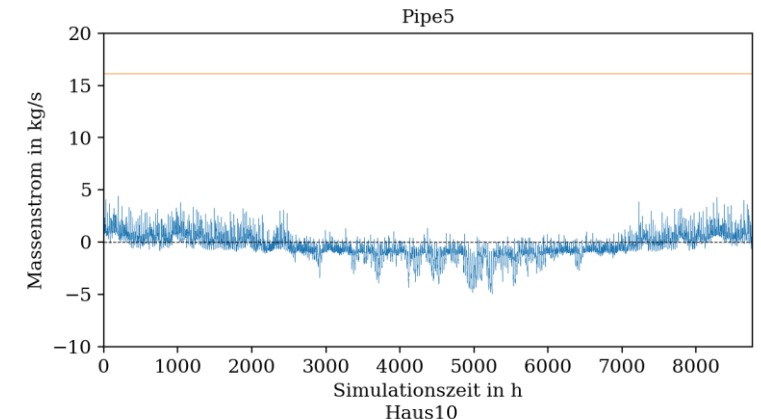
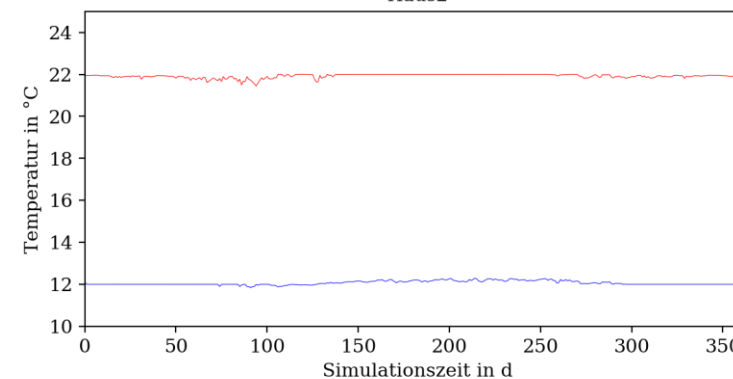
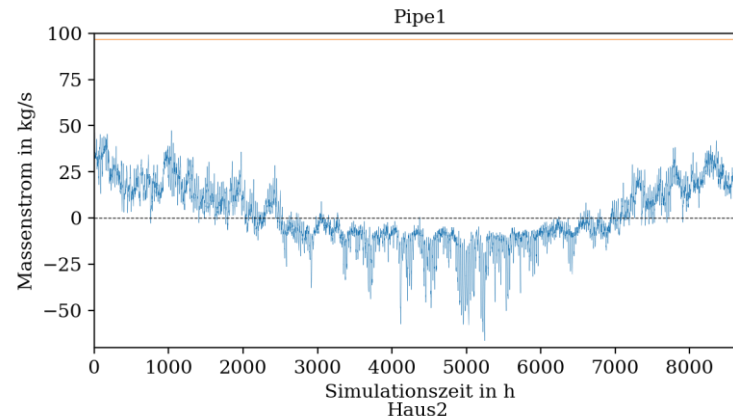
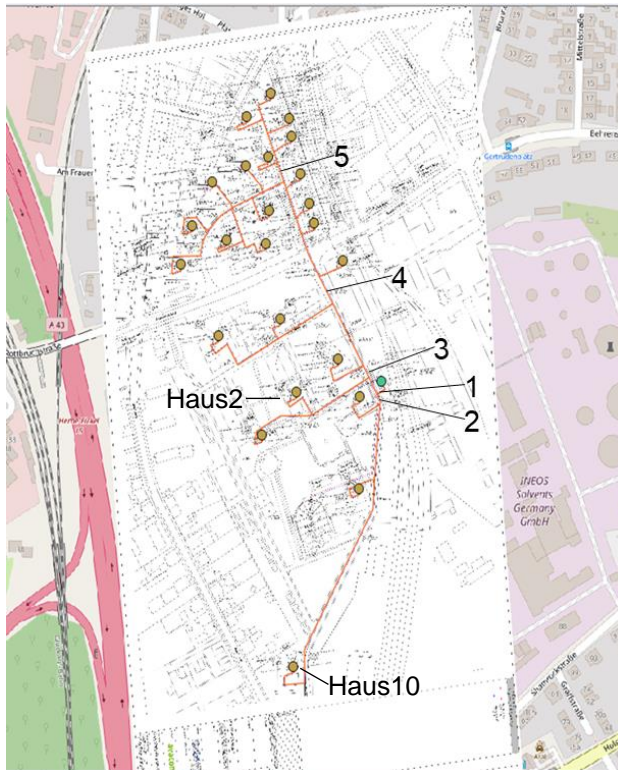
Abbildung des hydraulischen Verhaltens durch dynamische Simulation

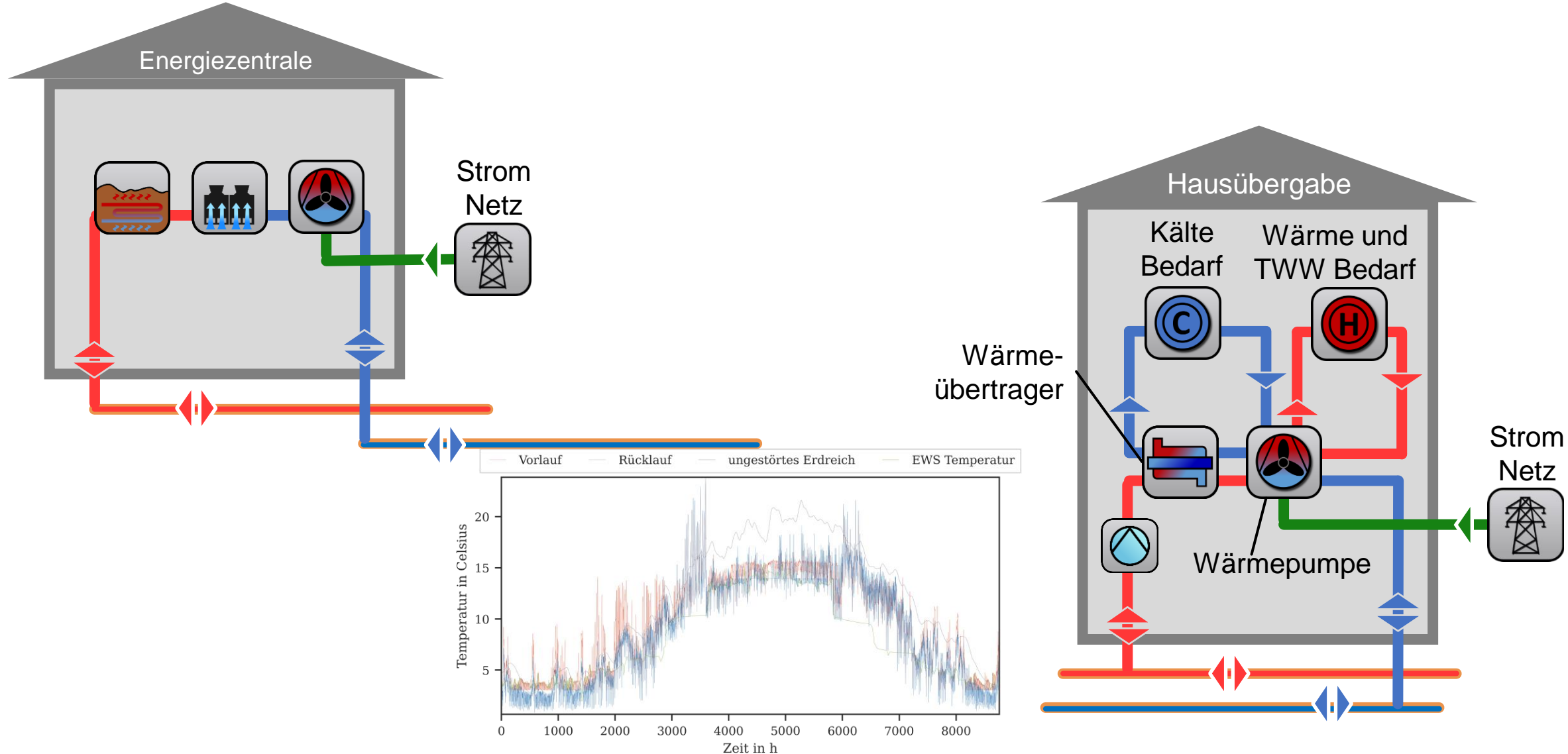
■ Planungsherausforderungen im Shamrock-Park:

- ≡ Komplexe Netzdynamik durch diversen Gebäudebestand
- ≡ Hohe lokale Kältebedarfe durch Rechenzentren
- ≡ Auslegung des Rohrnetzes und dezentraler Pumpen
- ≡ Einhaltung der geplanten Leitertemperaturen

■ Dynamische Netzsimulation im Shamrock-Park:

- ≡ Vergleich mit Rohrnetzauslegung
- ≡ Temperaturen an Abnahmestellen
- ≡ Bestimmung „kritischer Punkte“ für gezielten Einsatz von Messtechnik





Vorläufige Ergebnisse

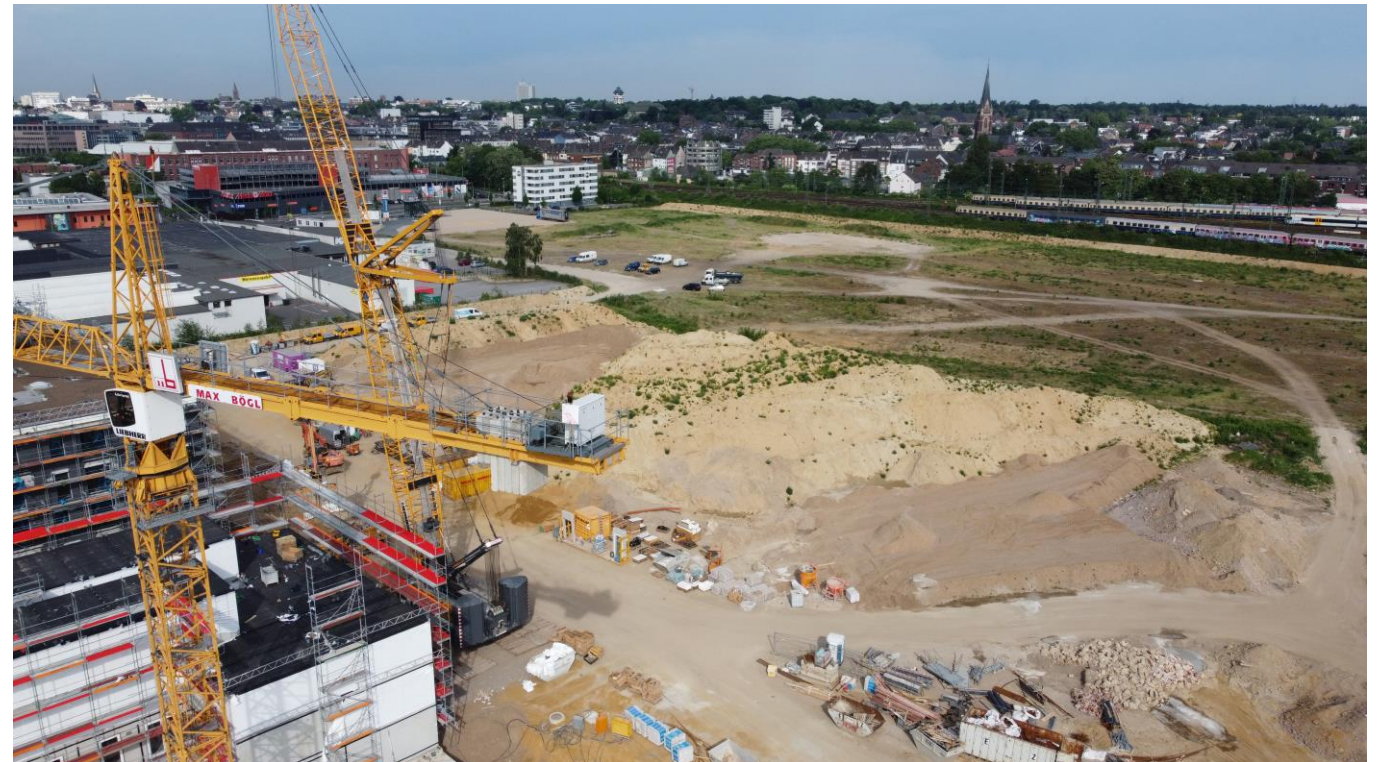
- Dimensionierung Geothermiefeld:
 - ≡ Einfluss der Anzahl an Sonden auf die Gesamtsystemeffizienz

- Dimensionierung Wärmepumpe:
 - ≡ Erwartete Leistungsbedarfe anhand der Simulation abgeschätzt
 - ≡ Erwartete Einsatzrandbedingungen bewertet (Außenlufttemperaturen, COP, ...)
 - ≡ Kombination aus Wärmepumpe und E-Kessel

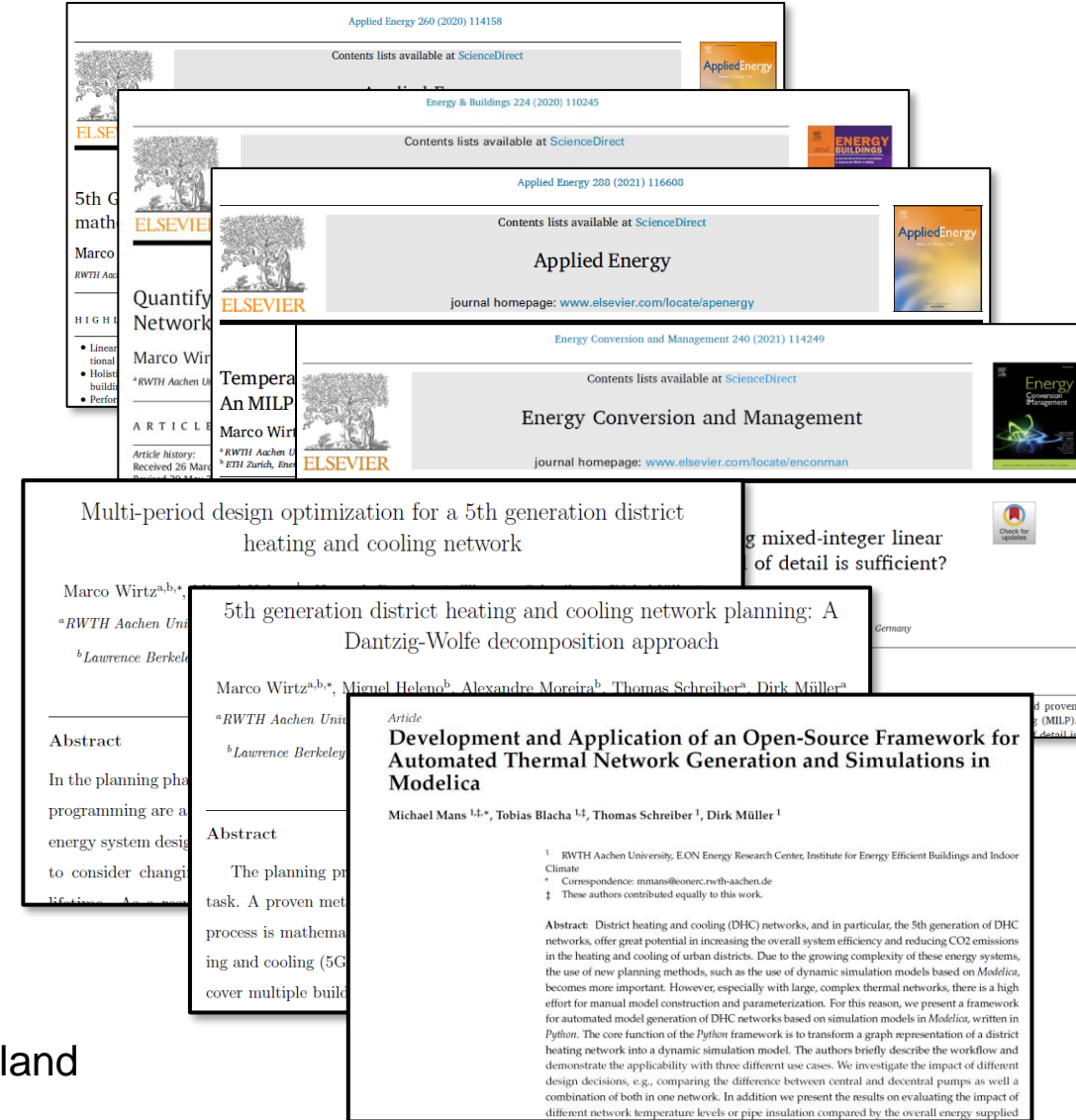
- Bewertung der Nutzung des Freikühlers als Freiheizer:
 - ≡ Freies Schwingen der Netztemperaturen mit den Erdwärmesondentemperaturen
 - ≡ Freies Schwingen der Netztemperaturen mit Erhöhung der Systemtemperaturen wenn freies Heizen möglich ist

	Heizen	Kühlen
Gebäudebedarf in MWh/a	441,4	121
Trinkwarmwasserbedarf in MWh/a	351,1	-
Abnahme Netz WP Gebäude in MWh/a	623,2	-
Energiezentrale (gesamt) in MWh/a	334,2	152,3
Erdwärmesonde in MWh/a	220,7	134,9
Tischkühler/heizer in MWh/a	84,5	0
Wärmepumpe in MWh/a	29,1	17,4
JAZ WP Gebäude	4,53	-
Elektrischer Bedarf WP Gebäude in MWh/a	176,3	-

- Entwicklung des Quartiers in mehreren Bauabschnitten
- Abwasserwärmenutzung
- Geothermiefeld mit Potential für innovative Betriebsstrategien
 - ≡ Seewasser als potentielle Energiequelle für die Regeneration des Geothermiefeldes



- Ganzheitliche Anlagen-Dimensionierung
 - ≡ Techno-ökonomischer Optimierungsansatz
 - ≡ <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114158>
- Berechnung des Ausgleichspotentials zwischen Wärme/Kälte
 - ≡ Herleitung und Anwendung einer Kennzahl (DOC)
 - ≡ <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110245>
- Betriebsoptimierung in Wärmenetzen der 5. Generation
 - ≡ Kostenoptimierte Betriebstemperaturen im Netz
 - ≡ <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116608>
- Ermittlung der notwendigen Modellkomplexität
 - ≡ Umfangreicher Vergleich von 24 Modellvarianten
 - ≡ <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114249>
- Weitere im Review
 - ≡ Optimierung: Betrachtungshorizonte und Problemzerlegung
 - ≡ Simulation: Automatisierte Modellierung
 - ≡ Recherche: Auswertung einer Umfrage zu 53 Systemen in Deutschland



Themenworkshop

Digitalisierte Planung – Komplexität beherrschbar machen

am Mittwoch, 29.06.2022 von 14.00 Uhr bis 17:00 Uhr

als Zoom-Konferenz.



TransUrban .NRW



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Thomas Schreiber, M. Sc.

Teamleiter Urbane Energiesysteme

thomas.schreiber@eonerc.rwth-aachen.de

Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik

*Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung durch das
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK),
Förderkennzeichen 03EWR020E.*

EBC | Institute for Energy Efficient
Buildings and Indoor Climate



RWTHAACHEN
UNIVERSITY