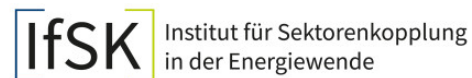


Systemanalyse & Integration eines Sektorenkopplungskonzepts durch die Entwicklung digitaler Zwillinge



Dr. Ievgeniia Morozova

RET.Con 2026, 13. Februar 2026, Nordhausen



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

5-StandorteProgramm



Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



AGENDA

- Vorstellung: HSHL, IfSK, WBSK
- Vorstellung der Referentin
- Motivation und Aufgabenbeschreibung
- Anwendungsfall
- Digitaler Zwilling des Konzepts
- Fazit
- Nächste Schritte und Ausblick



Hochschule Hamm-Lippstadt

VORSTELLUNG: HSHL, IFSK, WBSK

▪ HSHL:

- Aufnahme Hochschulbetrieb 2009
- Praxisnahe Ausbildung
- Interdisziplinäre Ausrichtung
- Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Informatik und Wirtschaft
- StudyCheck Awards 2026:
 - ✓ Platz 9 in der Kategorie „Beliebteste Hochschulen unter 5.000 Studierenden“

▪ IFSK:

- Fachliches Kompetenzzentrum
- Wechselseitige Wissens- & Technologietransfer mit Marktakteuren aus Region

WERKBANK
Sektorenkopplung



HydroXCarbon



VORSTELLUNG: HSHL, IFSK, WBSK

■ WBSK:

- Wissenstransfer im Projektgebiet:
 - Hamm, Kreis Warendorf, Kreis Unna, Kreis Soest
- Interdisziplinäres Projektteam: 14 Stellen
- Nutzungsgruppen:
 - KMU, Handwerksbetriebe, Energieversorger, SchülerInnen, BürgerInnen u.a.
- Projektlaufzeit bis Ende 2027
- Projekte:
 - WärmepumpenCheck
 - Neue Wege für Landgasthöfe
 - E-Mobilität für Taxiunternehmen
 - Experience Lab
 - Faire E-Ladeinfrastruktur
 - Bürgerwärmenetz in Drensteinfurt-Walstedde



Science Truck 'Lab-on-Tour'

VORSTELLUNG DER REFERENTIN

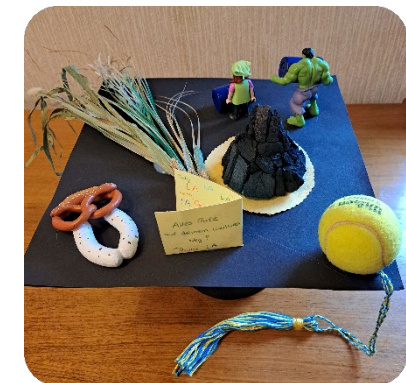
- M.Sc.: Abschluss in Maschinenbau
- Dr. sc. agr.:
 - Abschlussarbeit:
„Stickstoffreiche und lignozellulosehaltige Biomasse für die Biogasproduktion: Methanertragspotenziale, Prozessstabilität und Nährstoffmanagement“
- Tätig in den Bereichen:
 - ✓ Ingenieurwesen
 - ✓ Biogasproduktion aus
 - landwirtschaftlichen Reststoffen, N-reichen Substraten, Bioenergiepflanzen, Kläranlagen
 - ✓ Nährstoffrückgewinnung
 - ✓ Biokraftstoffe
- Wissenschaftliche Mitarbeiterin:
 - Systemanalyse für netzgebundene Lösungen
 - Entwicklung von Handlungsleitfäden



National Technical
University of Ukraine
"Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute"



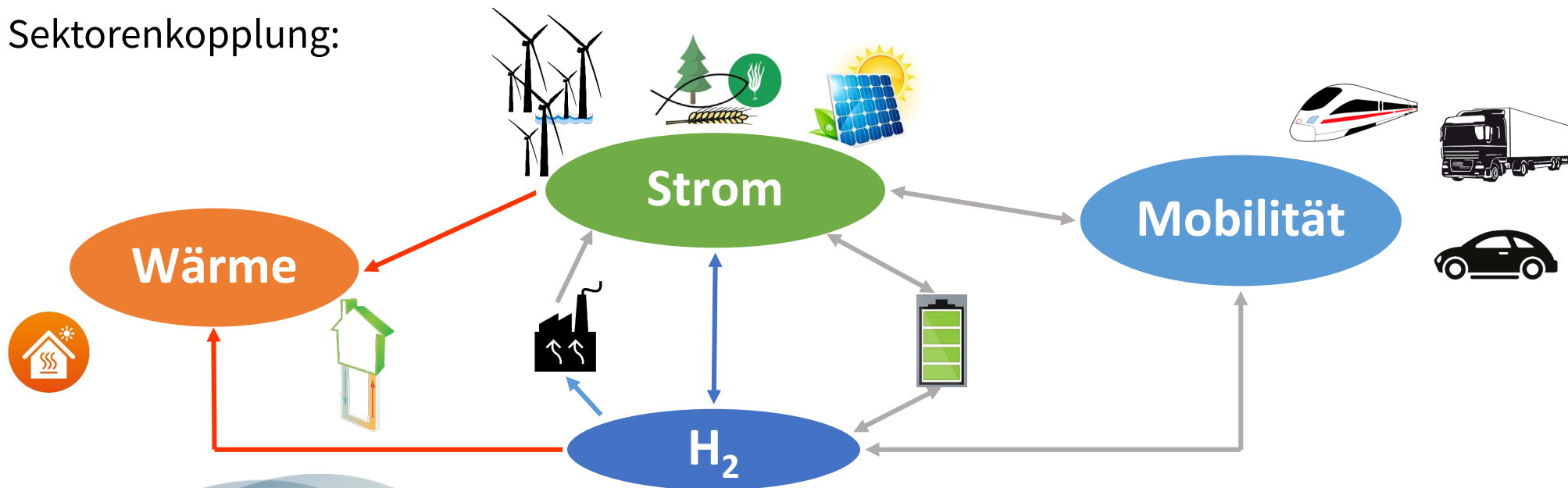
UNIVERSITY OF
HOHENHEIM



WERKBANK
Sektorenkopplung

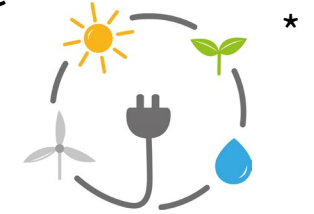
MOTIVATION UND AUFGABENBESCHREIBUNG

- Steigender Wärmebedarf für Wohngebäude
- Bedarf an Renovierung alter Gebäude für eine effiziente Wärmeversorgung
- Laut Bundesklimaschutzgesetz:
 - THG-Emissionen müssen schrittweise gesenkt werden
 - Ziel: Netto-Null-Emissionen im Jahr 2045
- Energiewende als eine der Lösungen für THG-Neutralität
- Sektorenkopplung:



MOTIVATION UND AUFGABENBESCHREIBUNG

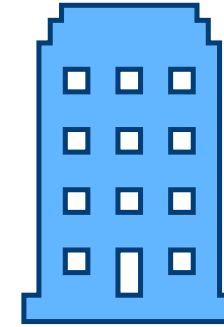
- Sektorenkopplungskonzept – PtH:
 - 🌡️ – Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung für Nah- oder Fernwärmenetze
- Stromüberschuss & Ökostrom als Voraussetzungen für Energiewende
- Wärmeenergiequelle: Gereinigtes Abwasser
- Ermittlung der potenziellen Wärmemenge aus Abwasser
- Ermittlung der W/W-Wärmepumpe zur Deckung des Wärmebedarfs eines typischen Wohngebäudes
- Digitaler Zwilling kann zur Modellierung und Simulation des physikalischen Systems genutzt werden
- Voraussetzungen, erste Schritte zur Erstellung des digitalen Zwillings für ausgewählten Anwendungsfall



*Das Foto von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC BY-SA](#)

ANWENDUNGSFALL

- Typisches 4-stöckiges Wohngebäude mit 400 m²
- Klimabereinigter Wärmebedarf von ca. 63.360 kWh/Jahr*
- Angenommene Heizperiode: 212 Tagen pro Jahr
- Heizlast für solches Haus: 12,45 kW
- W-W-Wärmepumpe, Abwasser von 15 °C als Wärmeenergiequelle:
 - 3 K zwischen dem entnommenen wärmeren Abwasser und dem abgekühlten Rücklaufwasser
- Abwassermenge benötigt: 31.356 m³/Jahr
- Entzugsleistung und Wärmemenge aus Abwasser**:
 - ~ 2,08 kW
 - 18.203,90 kWh (entspricht 12,48 kW therm. Leistung)***



*Annahme basierend auf dem dena-Gebäudereport 2025. Laut dena: Klimabereinigter Wärmeverbrauch in Deutschland im Jahr 2023 betrug 158,4 kWh pro m² beheizter Wohnfläche.

**Gemäß Literaturquelle: Aus der kleinsten Klaranlage (Emschergenossenschaft / Lippeverband) mit der Abwassermenge von 5.226.000 m³/Jahr (unter der Annahme, dass die Dichte von Abwasser 1000 kg/m³ beträgt). Das Abwasser solcher 6 Kläranlagen wird notwendig sein.

***Verluste wurden nicht berücksichtigt.

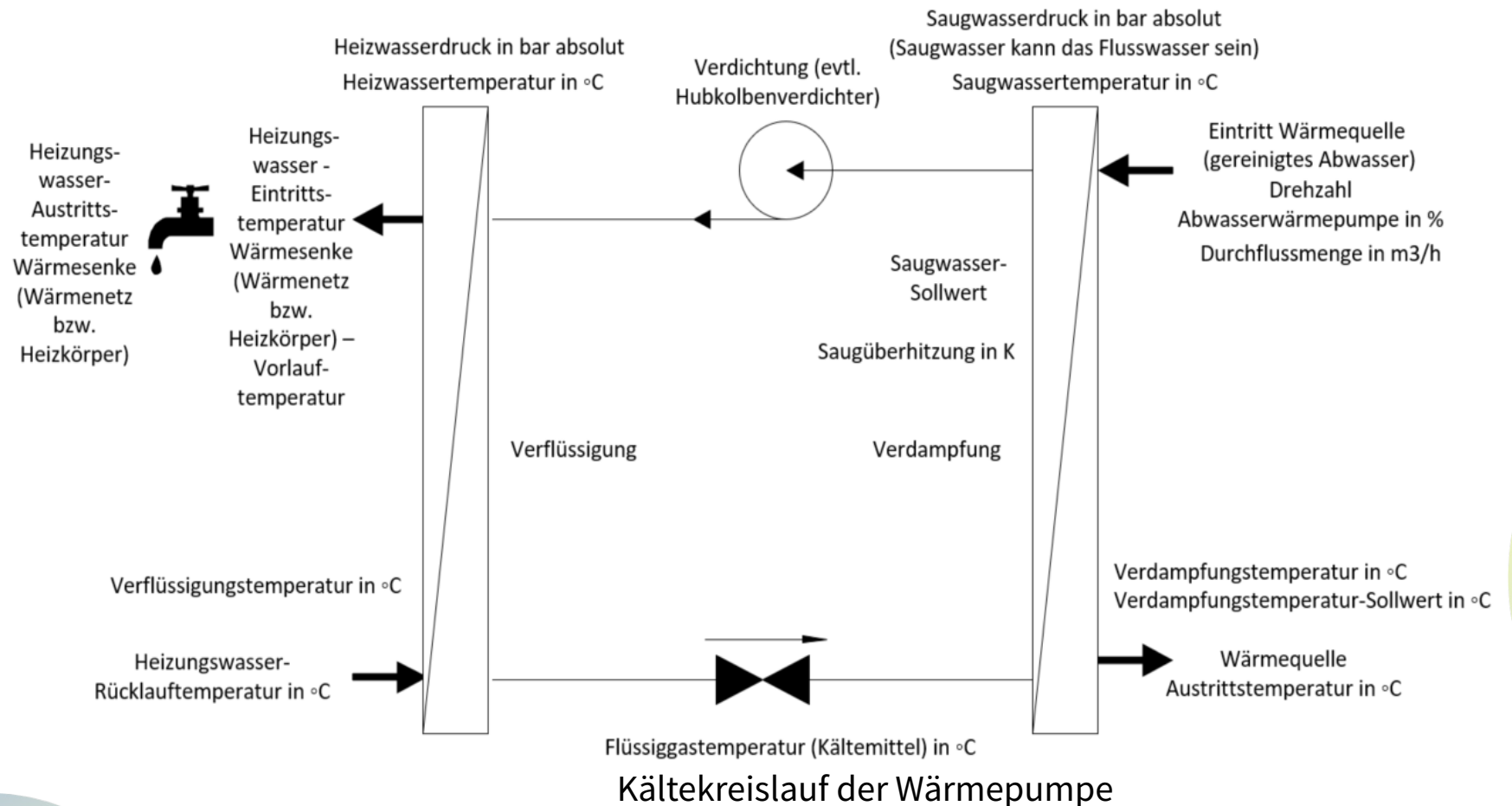
ANWENDUNGSFALL

- Mögliche auf dem Markt erhältliche Wärmepumpe:

Heizleistung W10/W35 (Nennleistung) // COP	13,3 kW / 5,6
--	---------------

- Drei Kreisläufe für die Wärmeübertragung:

- Im Kreislauf I zirkuliert das Abwasser mit Hilfe einer Förderpumpe
- Im Kreislauf II steigt das Wärmepotential mit Wärmeübertragung an Kreislauf III
- Im Kreislauf III wird das aufgeheizte Wasser für die Heizungsanlage transportiert



DIGITALER ZWILLING DES KONZEPTS

Über den digitalen Zwilling:

- Virtuelle Spiegelung oder Kopie eines physischen Systems
- Es besteht aus mehreren physikalisch fundierten Systemmodellen

Anwendungen:

- Echtzeitbedingungen zu modellieren
- Prozessleistung basierend auf Ausgangs- und Betriebsbedingungen vorherzusagen
- Verhaltensdarstellung für einzelne Systemkomponenten in einer digitalen Umgebung
- Überwachungsschnittstelle
- Fehlererkennungsfunktion
- Analyse der erkannten Fehler und deren Behebung
- Prognose durchführen zu können



Drei Elemente eines digitalen Zwillings*

*©2022. Techtarget. Linda Koury

DIGITALER ZWILLING DES KONZEPTS

Entwicklung und Verwaltung des Zwillings:

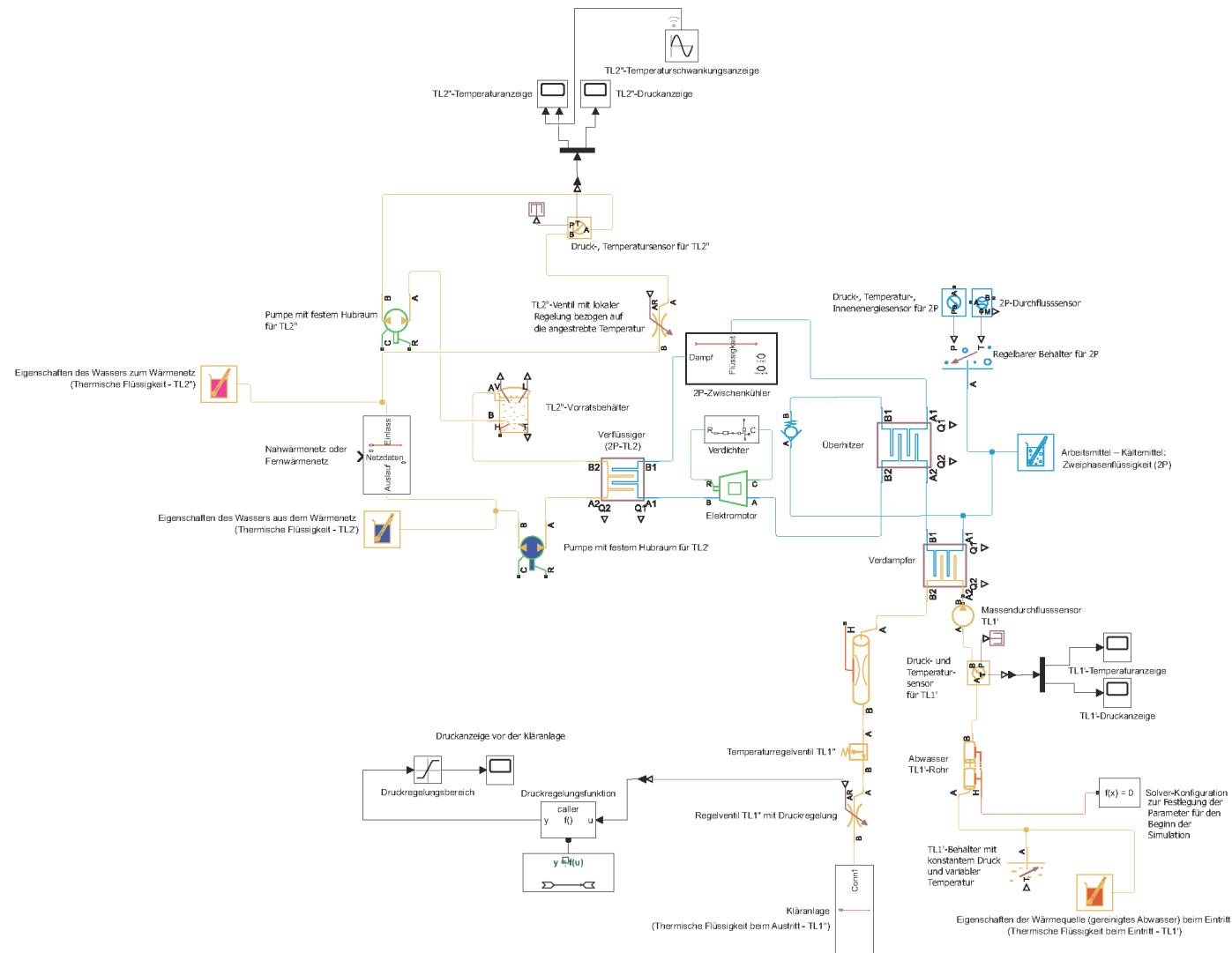


- Hardwareanforderungen zu beachten (z. B. Arbeitsspeicher, Netzwerk usw.)
- Verschiedene Softwareprodukte auf dem Markt, die für unterschiedliche Anwendungen geeignet sind:

Software	Anwendung
Matlab (Simulink & Simscape)	physikalisch basierte Modellierung auf Grundlage mathematischer Gleichungen
Aspen (Aspen Plus & Aspen Plus Dynamics)	Modellierung, Überwachung auf Basis der in das Modell eingespeisten Daten
Dymola (z. B. Modelica Standard Library, Modelica Fluid Power Library)	Multidomain mit einer Auswahl an vordefinierten Modellen und Komponenten
Ansys (Ansys Thermal Desktop, Ansys Fluent, Ansys Mechanical)	Für dynamische Simulationen realer Prototypen unter Verwendung von Sensordaten und GIS-Daten
Trnsys	Modellierung, dynamische Simulationen
SolidWorks	„Building Information Modeling“ in 2D und 3D mit vorhandenen Daten

DIGITALER ZWILLING DES KONZEPTS

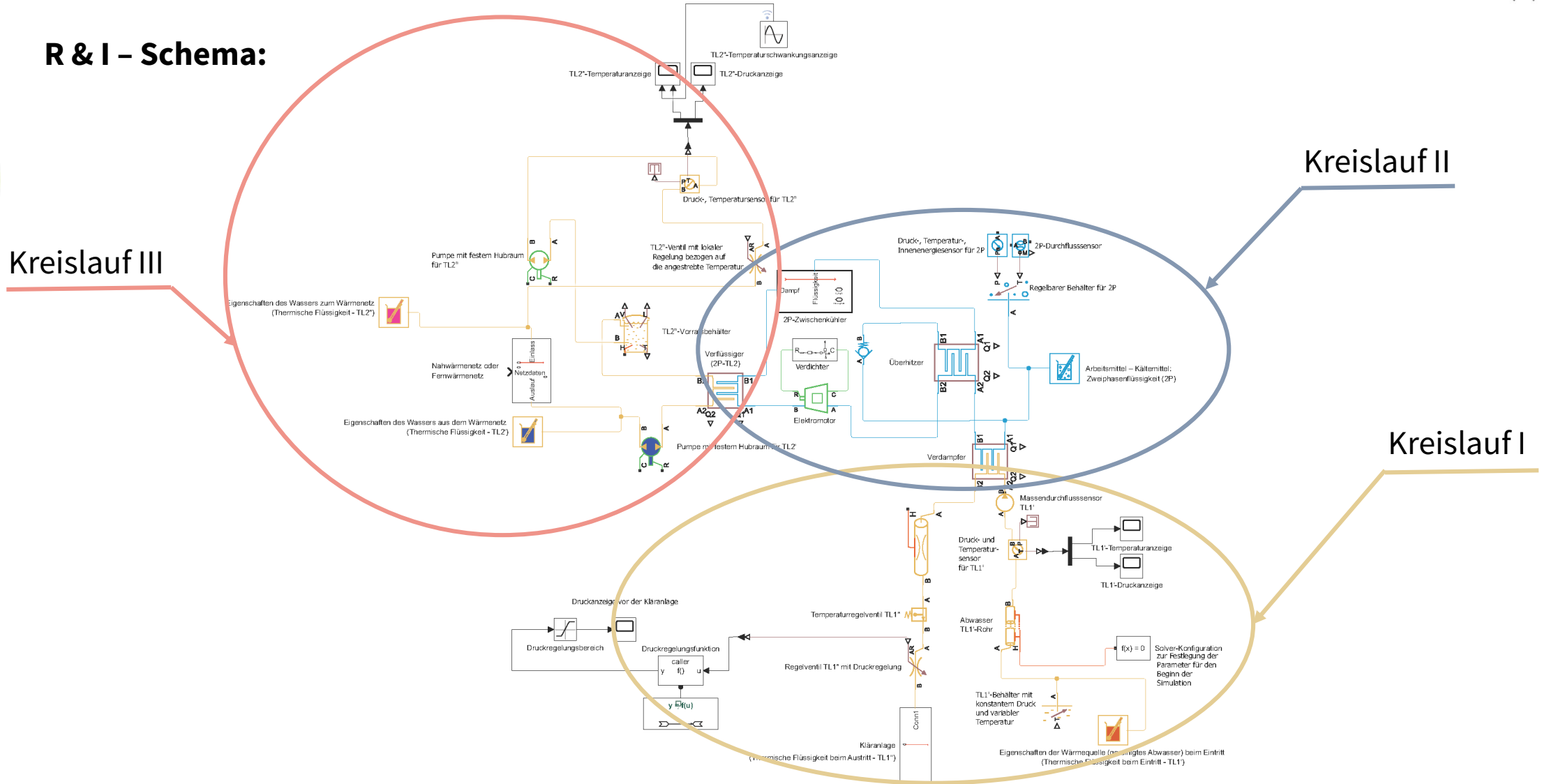
R & I – Schema:



*Entwickelt in MATLAB (R2024b), Simulink, „Simscape Electrical“ und „Simscape Thermal“

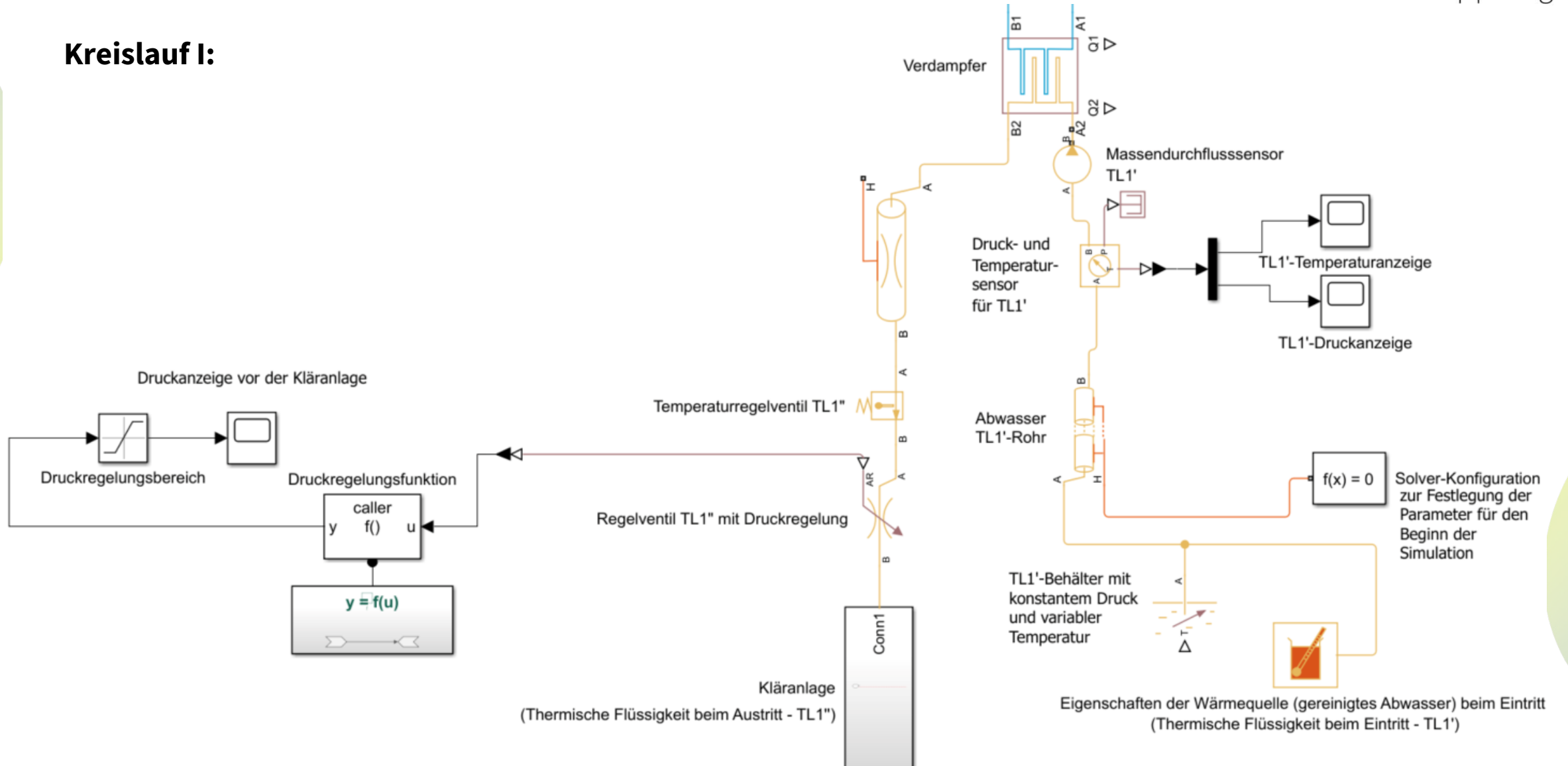
DIGITALER ZWILLING DES KONZEPTS

R & I - Schema:



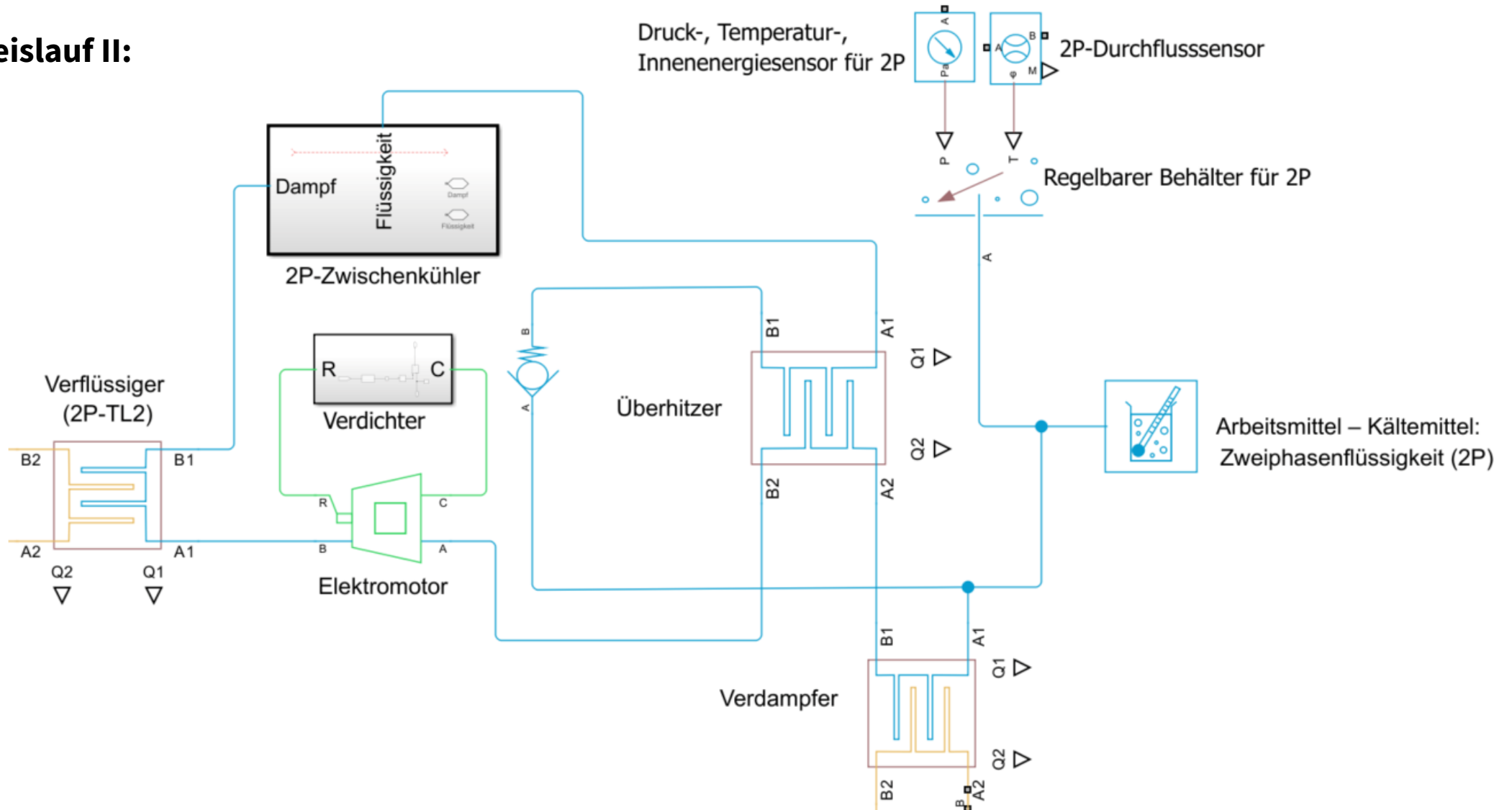
DIGITALER ZWILLING DES KONZEPTS

Kreislauf I:



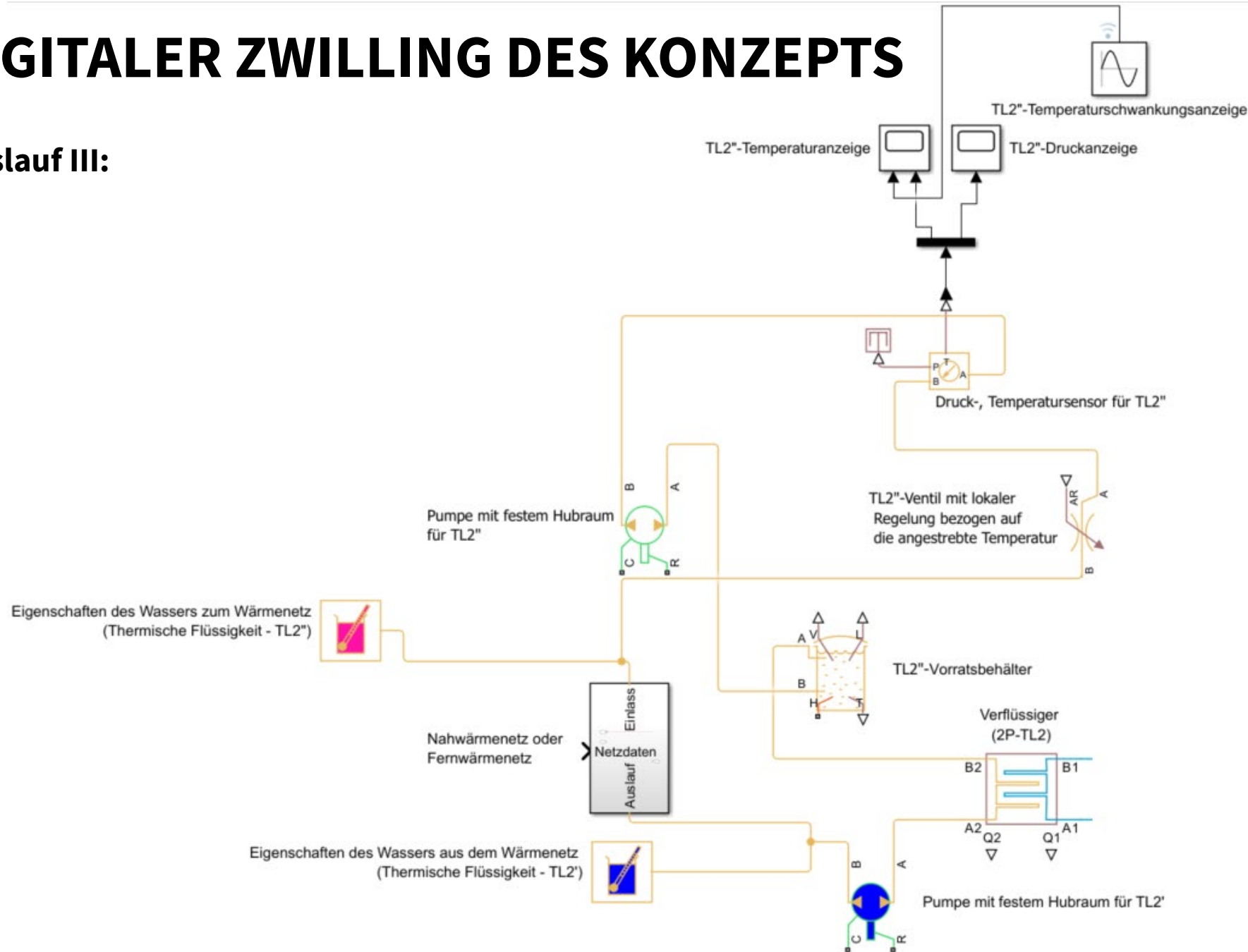
DIGITALER ZWILLING DES KONZEPTS

Kreislauf II:



DIGITALER ZWILLING DES KONZEPTS

Kreislauf III:



FAZIT

- PtH-Sektorenkopplungskonzept:
 - W/W-Wärmepumpe mit Abwasser als Wärmeenergiequelle
- Anwendungsfall:
 - Angestrebt wird die Versorgung eines vierstöckigen Hauses mit reg. Wärme
 - 31.356 m³/Jahr gereinigtes Abwasser mit 15 °C wird benötigt
 - Vorschlag zur Wärmepumpe:
 - W10/W35
 - Heizleistung (Nennleistung): 13.3 kW_{therm.}
 - COP: 5,6
- Entwicklung eines digitalen Zwillings:
 - R&I-Schema und die drei Kreisläufe



NÄCHSTE SCHRITTE. AUSBLICK

- Kombination des Anwendungsfalls mit einer bestimmten Kläranlage
- Erfassung der sensorbasierten Daten
- Analyse der Rohdaten und Ermittlung der endgültigen Daten für den digitalen Zwilling
- Modellierung zur Vorhersage der Pumpenleistung im Zeitverlauf
- Begleitende Labortests des Abwassers
- Ermittlung des Parameters „Total Equivalent Warming Effect“ (TEWI)*
- Wirtschaftlichkeitsberechnung*



*Je besser die CO₂-Bilanz ist, desto vorteilhafter sind die Förderbedingungen

**Es kann gemäß VDI 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung“ erfolgen



Vielen Dank!

Kontakt:

ievgeniia.morozova@hshl.de

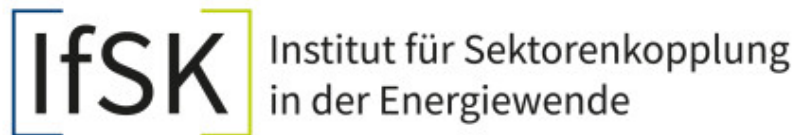
+49 2381 8789-421

Abonnieren Sie unseren vierteljährlichen Newsletter

<https://werkbanksektorenkopplung.de/newsletter/>



HOCHSCHULE
HAMM-LIPPSTADT



Institut für Sektorenkopplung
in der Energiewende

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

5-StandorteProgramm



Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen

