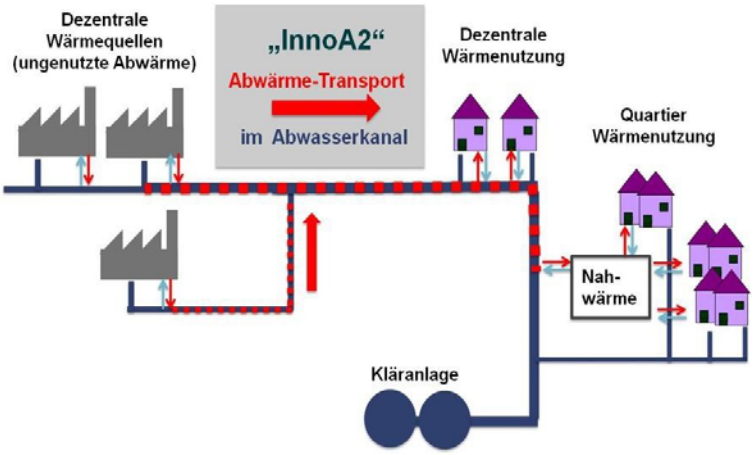
InnoA2-Up

Zwischenbericht Nr. 3

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Zuwendungsempfänger Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe	**Förderkennzeichen** 03ET1592C
Vorhabensbezeichnung InnoA2-Up: Umsetzungsplanung für Pilotanlagen zur innovativen Abwärmenutzung und -verteilung über die Kanalisation	
Laufzeit des Vorhabens 1. September 2018 - 31. August 2020	
Berichtszeitraum 01. Juli 2019 bis 31. Dezember 2019	



1 Projektpartner

Stadtbetrieb Abwasserbeseitigung Lünen (SAL), Verbundleitung

Technische Universität Kaiserslautern
Fachgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft (TUK)

2 Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse

Die wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse während des Berichtszeitraums (01.07.2019 bis 31.12.2019) sind:

1. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP1 „Konzepterstellung für Fallbeispiele"**
   a. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 1.1 „Koordinierung Bau- und Planungsbeteiligte"**
   Ein erstes Planungskonzept des Unterauftragnehmers des SAL (ECO.S Energieconsulting Stodtmeister, nachfolgend ECO.S genannt) liegt vor. Die Koordinierung der verschiedenen Bau- und Planungsbeteiligten sowie die finalen Arbeiten am Konzept laufen noch. Ende März 2020 soll die endgültige Planung von ECO.S vorliegen.
   b. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 1.2 „Analyse örtliche Gegebenheiten"**
   Die detaillierte Analyse der örtlichen Gegebenheiten bei den Abwärmeerzeugern ist nahezu abgeschlossen. Die Abstimmung mit dem beauftragten Ingenieurbüro ECO.S ist erfolgt, die Anpassung der bisherigen Planungsergebnisse ist in Bearbeitung.
   c. **Abschluss der Arbeiten zu AP 1.3 „Konzeption und Realisierung Messreihen"**
   Die Daten der Abwasserzusammensetzung im Zulauf der Kläranlage von Lünen wurden zur Verfügung gestellt, ausgewertet und werden im Rahmen der Arbeiten zu AP 5 berücksichtigt. Die punktuelle Abwasserzusammensetzung im Stadtgebiet von Lünen liegt vor und wird im Rahmen der Bearbeitung von AP 5 berücksichtigt.
   d. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 1.4 „Szenarienbetrachtungen"**
   Die Abstimmung über die genaue Szenarienbetrachtung (Ausfall Wärmegeber, Ausfall Wärmenutzer, Betreibersicherheit bei Regen und oder Schneeschmelze)

bei sich ändernden Randbedingung ist erfolgt und die Szenarien wurden abschließend als Vorgabe für die Arbeiten von ECO.S festgelegt. Die Bearbeitung dauert an und setzt die endgültige Planungsleistungen von ECO.S voraus, welche zum Ende März 2020 erwartet werden.

e. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 1.5 „Auswertung Messreihen"**
Die Auswertungen der vom SAL und der Kläranlage zur Verfügung gestellten Daten ist abgeschlossen. Die Implementierung der Ergebnisse erfolgt im Rahmen der Arbeiten des AP 5 und bauen auf den Ergebnissen von ECO.S auf. Die Auswertung des Einflusses sich verändernder Randbedingungen steht noch aus (setzt die endgültige Planungsleistung von ECO.S voraus).

f. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 1.6 „Auslegung Wärmerückgewinnungssystem beim Abwärmenutzer"**
Die exakte Planung der Wärmetauscher wird mit Zugang der finalen Vorplanungsdaten von ECO.S (Ende März) erfolgen. Die Auslegung der benötigten und sinnvollen Wärmepumpenleistung ist bereits abgeschlossen. Die Wärmepumpe wird einen Teil der bivalenten Heizungsanlage der Caritas Werkstatt darstellen (60kW Heizleistung deckt ca. 75% des Wärmebedarfs für Warmwasser und Heizung). Darüber hinaus wurde im Konsortium vereinbart, die bestehende Heizungsanlage der Caritas als bivalente Ergänzung in das Heizkonzept zu integrieren (Kosteneffizienz). Entsprechend wird die Wärmepumpe die Grundlast liefern und die bestehende Heizungsanlage die Spitzenlast.

2. Beginn der Arbeiten zu AP2 „Prozessanalyse zur Nutzung von BIM"

a. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 2.1 „Informationsanalyse"**
Es wurden weitere Erkenntnisse aus der Informationsanalyse gewonnen und den BIM Prozessablauf sowohl InnoA2 projektspezifisch als auch im Allgemeinen für die Entwicklung des Leitfadens bestimmt. Die Randbedingungen für eine BIM-basierte Planung wurden in Form von nutzerbedingten Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) konkretisiert. Hierzu müssen die für eine BIM-basierte Planung relevanten Informationen aus den übergeordneten Punkten (Rahmenbedingungen, Informationstechnologie, Daten, Akteure und Prozesse) zusammengefasst, dokumentiert und festgeschrieben werden. Hier wird im aktuellen Bearbeitungsstand eine sinnvolle Abstimmung der Anforderungen für den Anwendungsfall „Abwasserwärmenutzungsanlage" vorgenommen. Zudem erfolgt eine fortlaufende Ergänzung der sogenannten „BIM Ziele" und der damit einhergehenden „BIM Anwendungsfälle", welche eine eindeutige projektspezifische Definition erfordern. In einem weiteren Schritt soll für einen mit BIM ausgeschriebenen Planungsablauf der aus den AIAs resultierende BIM Projektabwicklungsplan (BAP) auf Auftragnehmerseite exemplarisch zusammenge-

stellt werden. Des Weiteren werden im Zuge von AP 2.2 verschiedene Ansprüche an die BIM-Detaillierungsgraden für Abwasserwärmenutzungsanlagen geprüft und projektbegleitend iterativ angepasst. Dieser Prozess steht im ständigen Austausch mit dem Planungsbüro ECO.S. Die Erstellung einer "Muster-AIA" nach dem Baukastenprinzip steht noch aus.

b. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 2.2 „Aufbau eines 5D-BIM Modells"**
Nach Abstimmung mit den Verbundpartnern und dem Projektträger wurde aus Sorge vor zu speziellen Anforderungen an die anbietenden Planungsbüros nicht BIM-konform ausgeschrieben. Das Risiko, kein Angebot auf eine entsprechende Planungsleistung zu erhalten, wurde als zu hoch eingestuft, da insbesondere kleinere Planungsbüros diese Expertise noch nicht in ausreichendem Maße vorweisen können. Aus diesem Grund ist es nicht möglich ein ganzheitliches 5D-BIM Modell nach den Grundzügen des Building Information Modeling zu generieren. Mit den Ergebnissen, die von der konventionellen Planung des Ingenieurbüros ECO.S zu erwarten sind, kann jedoch ein BIM-Modell nachmodelliert werden, allerdings ohne 4D- und 5D- Komponenten (Zeit- und Kostenplanung). Um das Modell bestmöglich planungsbegleitend aufzubauen, findet weiterhin ein digitaler Datenaustausch mit ECO.S statt.
Zudem wird weiterhin untersucht, inwieweit die zur Verfügung stehenden Informationen (digitales Geländemodell, Kanalnetzdaten, Katasterdaten und abwasserwärmenutzungsspezifische Informationen) in die verschiedenen BIM-Softwarelösungen implementiert werden können. Hierbei stellt insbesondere die Schnittstellenproblematik der verschiedenen Softwarelösungen eine Herausforderung dar.
Für die Modellierung des geometrischen Modells wurde in einem ersten Schritt das InnoA2 Projekt in drei potenziell BIM-fähige Bereiche unterteilt: den Bereich der Abwärme-Erzeugung, den Bereich des Abwärme-Transports und den Bereich der Abwärme-Nutzung. Hierbei wurde sich auf die vom Konsortium (ausschlaggebend ist hier vor allem der SAL als zukünftiger Projektbeteiligter) favorisierte Variante (Innovatherm + Caritas; geringste Kosten und höchste Realisierungswahrscheinlichkeit) geeinigt. **Im Rahmen der Arbeiten von ECO.S werden unabhängig von dieser Vorzugsvariante alle Varianten grundsätzlich auf ihre Machbarkeit untersucht und eingeschätzt.** Aufgrund der vorhandenen Plan- und Datengrundlage konnten bisher nur die Bereiche des Transportes und der Nutzung für eine virtuelle Modellierung in Betracht gezogen werden.
Im Bereich des Transportes wurde das bestehende Kanalnetz der SAL fokussiert und im Bereich der Nutzung die Caritas-Werkstatt. In den weiteren Bearbeitungsschritten soll in diesen Bereichen zunächst eine nachträgliche Modellie-

rung des Ist-Zustandes realisiert werden. Sofern hier eine Digitalisierung in einem virtuellen Modell umsetzbar ist, kann im weiteren Verlauf die Implementierung der Abwasserwärmenutzungsanlage basierend auf den Planunterlagen von ECO S. mit dreidimensionalen Elementen und Parametern geprüft werden.

3. **Meilenstein 1 „Technische Konzepte für beide Anwendungsfälle liegen in Grundzügen vor, ebenso wie grundlegende Kostenschätzungen und die Grundzüge der vertraglichen Regelungen"** wurde nicht termingerecht in Quartal 4 der Projektbearbeitung (zum 31. August 2019) erfüllt. Grund dafür waren die bereits im Zwischenbericht 2 beschriebenen aufgetretenen Verzögerungen bei der Ausschreibung und Vergabe der Planungsleistungen.
   Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist der Meilenstein 1 (seit November 2019) erfüllt.

4. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP3 „Betreiber- und Vertragsmodelle"**
   Ziel von InnoA2(-up) ist in erster Linie die Überprüfung der technischen Umsetzbarkeit des innovativen Ansatzes in der Praxis. AP 3 befasst sich in diesem Zusammenhang mit der Entwicklung von geeigneten Betreiber- und Vertragsmodellen. Betreibermodelle definieren wir dabei als Zuordnung von Grundvoraussetzungen und Aufgaben auf einen oder mehrere konkrete Akteure. Das Vertragsmodell definiert die Schnittstellen zwischen diesen Akteuren. Für alle Schnittstellen wird seitens der Kommunalagentur (Unterauftragnehmer des SAL) ein Vertragswerk als rechtliche Bindungen im konkreten Fall ausgearbeitet.
   Da die Akteurskonstellation je nach Anwendungsfall stark variieren kann, wurde im Rahmen von AP 3 (auch vor dem Hintergrund der Übertragbarkeit) ein **aufgabenbasierter Ansatz** zur Entwicklung von Betreibermodellen entwickelt. Dies bedeutet, dass im Rahmen eines Projektes allgemeine Grundvoraussetzungen und Aufgaben definiert werden, denen die Key-Akteure zuzuordnen sind.
   Für die Umsetzung von InnoA2 in die Praxis kommen grundsätzlich, wie auch am Beispiel der Stadt Lünen, unterschiedliche Modelle infrage. Für den konkreten Anwendungsfall gilt zu bestimmen, ob mindestens jeweils ein Akteur gewillt und in der Lage ist, jede der definierten Grundvoraussetzungen, Aufgaben und/ oder Verantwortlichkeiten zu übernehmen (vgl. Abb. 1).

		Wärmegeber	Wärmenehmer	Kanalnetzbetreiber	erfüllt
Grundvoraussetzungen	Wärme-übertragung Zugabe	✓			✓
	Wärme-transport			✓	✓
	Wärme-übertragung Entnahme		✓		✓
Aufgabe / Verantwortlichkeit	1				x
	2				x
	3		✓		✓
	4			✓	✓
	5				x

		Wärmegeber	Wärmenehmer	Kanalnetzbetreiber	erfüllt
Grundvoraussetzungen	Wärme-übertragung Zugabe	✓			✓
	Wärme-transport			✓	✓
	Wärme-übertragung Entnahme		✓		✓
Aufgabe / Verantwortlichkeit	1		✓		✓
	2		✓		✓
	3		✓		✓
	4			✓	✓
	5	✓			✓

Abbildung 1: Aufgabenbasiertes Betreibermodell.
links: unvollständiger Pfad, rechts: vollständiger ‚grüner Pfad'

Sind nicht alle Bereiche mindestens einem Akteur zugeordnet, ist der ‚Pfad' durch die Aufgaben nicht komplett, also rot (Abb. 1, links). Erst wenn alle Aufgabenbereiche mindestens einem Akteur zugeordnet sind, ist der ‚Pfad' komplett (grün, Abb. 1, rechts). Ein sogenannter ‚grüner Pfad' zeichnet sich entsprechend dadurch aus, dass alle Grundvoraussetzungen und Aufgaben im konkreten Vorhaben prinzipiell erfüllt werden können.

Für die Identifikation des relevanten Betreibermodells wird ein dreistufiger Ansatz entwickelt:

1. Prüfung, ob die Voraussetzungen für die Umsetzung von InnoA2 im konkreten Anwendungsfall grundsätzlich gegeben sind. Das bedeutet zu klären, ob Akteure für die Übernahme der für die Umsetzung notwendigen Grundvoraussetzungen und Aufgaben vorhanden sind (grüner Pfad).
2. Die für den konkreten Anwendungsfall infrage kommenden Akteure diskutieren gemeinsam, wie ein geeignetes Betreibermodell aussehen kann (AP 3.1).
3. Die entstehenden Schnittstellen zwischen den Akteuren werden identifiziert. Auf dieser Grundlage wird ein rechtlich bindendes Vertragswerk aufgesetzt. Über die Vertragswerke wird sichergestellt, dass die Akteure die für InnoA2 definierten Aufgaben vertragsmäßig ausführen (AP 3.2).

Nachstehend sind die Grundvoraussetzungen sowie die Key-Akteure für den Anwendungsfall InnoA2 wie folgt definiert.

Grundvoraussetzungen

- Wärmeübertragung Zugabe in den Kanal
- Wärmetransport im Kanal
- Wärmeübergabe Entnahme aus dem Kanal

Key-Akteure

- **Wärmegeber**: Verantwortlich für Übertragung der Abwärme auf bestehenden Abwasservolumenstrom in bestehender Kanalinfrastruktur
- **Wärmenehmer**: Verantwortlich für Entzug der Wärme aus dem Abwasser im Kanalnetz
- **Kanalnetzbetreiber**: Verantwortung für Transport der Wärme im Kanalsystem und Einhaltung der Messwerte

Optionale Akteure (für andere Anwendungsfälle, Betrachtung im Rahmen von AP 3.3)

- **Externer Dienstleister** (optional): An diesen (potenziellen) Akteur können Kernaktivitäten des Betriebs von Anlagenteilen übertragen werden, die dann nicht durch den Wärmegeber, den Wärmenehmer oder den Kanalnetzbetreiber übernommen werden müssen (wie z.B. eine Betreibergesellschaft).
- **Externer Investor** (optional): Dieser (potenzielle) Akteur kann externe finanzielle Mittel zur Verfügung stellen und somit die Finanzierung (ergänzend zu den Möglichkeiten des Wärmegebers, des Wärmenehmers oder des Kanalnetzbetreibers) sichern.

a. **Beginn der Arbeiten zu AP 3.1 „Ausarbeitung Betreiber- und Vertragsmodell“ für den Anwendungsfall in Lünen**

Bei der Ausarbeitung der optionalen Betreibermodelle für das Demonstrationsprojekt in Lünen standen die Interessen und Möglichkeiten der am Projekt beteiligten Projektpartner (insbesondere der SAL) im Vordergrund der Überlegungen. In allen drei untersuchten Anwendungsfällen würde der SAL als Kanalnetzbetreiber die Aufgabe des Transportes der Wärme im Kanal übernehmen. Als Wärmegeber kommen je nach Anwendungsfall unterschiedliche Akteure infrage. Der Wärmegeber übernimmt, so der Planungsstand zum Ende des Berichtszeitraums, die Verantwortung für die Übertragung der Abwärme auf den bestehenden Abwasservolumenstrom in der bestehenden Kanalinfrastruktur. Der Wärmenehmer würde im Gegenzug die Verantwortung für den Entzug der Wärme aus dem Abwasser im Kanalnetz übernehmen. Die Bearbeitung der Matrix (vgl. Tab. 1) für den Anwendungsfall in Lünen erfolgt derzeit im Rahmen von AP 3.1 und wird mit Vorlage der Vorarbeiten von ECO.S im kommenden Berichtszeitraum

abgeschlossen. Vertragsseitig sind entsprechend die Schnittstellen der Wärmeübergabe (Wärmegeber mit Kanalnetzbetreiber sowie Kanalnetzbetreiber mit Wärmenehmer) zu definieren. Auch diese Arbeiten laufen.

b. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 3.2 „Schaffung eines Standard Vertragswerkes"**
Das durch das ISI erarbeitete einheitliche Projektwording auf Basis des aufgabenbasierten Ansatzes wird auch für das Mustervertragswerk zwischen dem Wärmegeber und dem Kanalnetzbetreiber genutzt. Das Mustervertragswerk für die erste der beiden im Rahmen von AP 3.1 definierten Schnittstellen, erarbeitet durch die Kommunalagentur NRW (Auftragnehmer der SAL), befindet sich zum Ende des Berichtszeitraumes in einer Revisionsrunde durch alle Projektpartner, die u.a. auch die juristische Eindeutigkeit des Akteurswordings überprüfen wird. Auf Basis dieses ersten Mustervertragswerkes (Wärmegeber und Kanalnetzbetreiber) wird nach Finalisierung das zweite Mustervertragswerk (Kanalnetzbetreiber und Wärmenehmer) im kommenden Berichtszeitraum erarbeitet werden.

c. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 3.3 „Übertragbarkeit des Ansatzes" hinsichtlich potenzieller Betreibermodelle**
In AP 3.3 wurde der **aufgabenbasierten Ansatz** (Vgl. Einleitung zu AP 3) entwickelt, um eine grundsätzliche Übertragbarkeit auf andere Vorhaben mit anderen Akteurskonstellationen und Verantwortlichkeitszuschnitten zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund werden Grundvoraussetzungen und Aufgaben definiert, die erfüllt werden müssen, um das innovative technische Konzept von InnoA2 umzusetzen. Diese Grundvoraussetzungen und Aufgaben sind in einer Matrix dargestellt (vgl.

d. Tabelle **1**).

Tabelle 1: Aufgaben-/ Akteursmatrix zur Identifikation der relevanten Akteure zur Umsetzung von InnoA2 in der Praxis

			Wärmegeber	Wärmenehmer	Kanalnetz-betreiber	externer Dienstleister (optional)	externer Investor (optional)
Grundvoraussetzung		Wärmeübertragung Zugabe					
		Wärmetransport					
		Wärmeübergabe Entnahme					
Übernahme von Aufgabe	Betrieb organisatorisch	Wärmeübertragung Zugabe					
		Wärmetransport					
		Wärmeübergabe Entnahme					
		Wärmenutzungsanlage					
	Investitionskosten	Wärmeübertragung Zugabe					
		Wärmetransport					
		Wärmeübertragung Entnahme					
		Wärmenutzungsanlage					
	Betriebskosten	Wärmeübertragung Zugabe					
		Wärmetransport					
		Wärmeübertragung Entnahme					
		Wärmenutzungsanlage					

Die dargestellte Matrix ermöglicht die Identifizierung eines (oder mehrerer) 'grüner Pfade' (vgl. Ausführungen Einleitung AP 3). Dieser beschreibt den ‚Pfad durch die Aufgaben/ Verantwortlichkeiten' (Zeilen Tabelle 1), in dem jeder Aufgabe/ Verantwortlichkeit mindestens ein Akteur zugeordnet werden kann. Ist dies der Fall, wird der ‚Pfad' zum ‚grünen Pfad' - die grundsätzliche Machbarkeit im konkreten Anwendungsfall ist gegeben. Erst wenn mindestens ein grüner Pfad identifiziert werden kann, ist ein technisches Konzept im konkreten Fall umsetzbar. Wärmegeber, Wärmenehmer und Kanalnetzbetreiber sind im InnoA2-Kontext grundsätzlich verantwortlich für die Übertragung der Wärme auf den bestehenden Abwasservolumenstrom (Wärmegeber), die Übernahme sowie den Transport der Wärme (Kanalnetzbetreiber) sowie den Entzug der Wärme aus dem Abwasser im Kanalnetz (Wärmegeber). Diese Aufgaben können aber im Einzelfall optional an externe Dienstleister übertragen werden (vgl. Tabelle 1, Spalte 7). Auch können finanzielle Mittel über externe Investoren bereitgestellt werden (vgl. Tabelle 1, Spalte 8).

5. **Beginn der Arbeiten zu AP4 „Anpassung und Erweiterung der ökonomischen Bewertung"**
   a. **Beginn der Arbeiten zu AP 4.1 „Aktualisierung der Ergebnisse aus dem Vorprojekt"**
   Die Arbeiten zu AP 4.1 wurden begonnen und werden mit Vorlage des Ergebnisberichtes von ECO.S abgeschlossen werden.
   b. **Beginn der Arbeiten zu AP 4.2 „Sensitivitätsanalysen zu relevanten Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren bei der ökonomischen Bewertung"**
   Die Arbeiten zu 4.2 wurden fortgeführt und die Vorarbeiten abgeschlossen. Zur weiteren Bearbeitung fehlt aktuell noch die Kostenberechnung von ECO.S (liegt voraussichtlich Ende März 2020 vor), um eine entsprechende ökonomische Bewertung inklusive einer Sensitivitätsanalyse durchführen zu können. Entsprechend ist von einer Fortführung dieses Arbeitspaketes Ende März/ Anfang April 2020 auszugehen.
   c. **Beginn der Arbeiten zu AP 4.3 „Unterscheidung wichtiger Anwendungstypen des Konzepts InnoA2 und Abgrenzung zu möglichen konkurrierenden Technikkonzepten"**
   Die Arbeiten zu AP 4.3 wurden begonnen. Die Festlegung der zu betrachtenden Anwendungstypen und der konkurrierenden Technikkonzepte ist bereits erfolgt. Im Weiteren wird die mit dem InnoA2-Ansatz modifizierte Abwasserwärmenutzung mit den folgenden konkurrierenden Technikkonzepten verglichen: konventionelle Abwasserwärmenutzung, Gasheizung, Luftwärmepumpe, Erdwärmepumpe, Fernwärme, KWK-Anklage, Blockheizkraftwerk und Geothermie.

6. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP5 „Vertiefte ökologische Analyse und Bewertung"**
   a. **Fortsetzung der Arbeiten zu AP 5.1 „Konzeption Monitoring-Programm"**
   Erste Erkenntnisse über die notwendigen Daten sowie die Planung des Monitoring-Programms liegen vor. Die gezielte Anpassung und Finalisierung des Monitoring-Programms erfolgt im kommenden Berichtszeitraum auf Grundlage der endgültigen Planung von ECO.S. Dabei wird auch die Option geprüft, bei der Wahl der Wärmetauscher auf Produkte bzw. Systeme zurückzugreifen, die vom Hersteller direkt mit Sensoren ausgestattet sind. Hierbei ist insbesondere das Kosten-Nutzen-Verhältnis zu prüfen. Als Alternative kommen Sensoren für das Monitoring-Konzept in Frage, die nachträglich in den Kanal eingesetzt werden können. Für das Monitoringkonzept und die Überprüfung der theoretischen und simulierten Ergebnisse müssen mindestens folgende Parameter im Rahmen eines Pilotprojektes erhoben werden: H_2S,

pH-Wert, Temperatur und BSB_5.
Darüber hinaus stellt sich die Frage nach weiteren, labormaßstäblichen Untersuchungen hinsichtlich der Auswirkungen erhöhter Abwassertemperaturen auf die biologische Aktivität und H_2S-Bildung bei kurzzeitiger Temperaturerhöhung. Zudem wäre im Rahmen einer Pilotstrecke die Untersuchung der Auswirkungen infolge einer gezielten Temperaturerhöhung bei Liner-sanierten Haltungen im Vergleich zu Stahlbetonrohren von hohem Erkenntnisinteresse zur Verbreitung des Ansatzes. Diese Untersuchungen stellen keine Inhalte der aktuellen Projektphase dar und sollten im Sinne der vollen Potenzialausschöpfung des Antrages in einer anschließenden Pilotphase, parallel zur Pilotstrecke in Lünen, (aus Sicherheitsgründen) im Labor überprüft werden.

b. **Abschluss der Arbeiten zu AP 5.2 „Optimierung Abwassertemperaturen"**
Mögliche Auswirkungen unterschiedlicher Abwassertemperaturen hinsichtlich einer möglichen Geruchsbelastung und biogener Schwefelsäurekorrosion wurden betrachtet. Es wurde eine grafische Auswertungsmethode entwickelt, die eine vereinfachte Aussage über die Wahrscheinlichkeit von biogener Schwefelsäurekorrosion in Abhängigkeit der Abwassertemperatur und entsprechenden Abwasserparametern gibt (vgl. Abbildung 2). Die Auswertung basiert auf dem Z-Index. Auf Grundlage der vorliegenden Daten (Messdaten, Abwasserzusammensetzung etc.) konnte ein sogenanntes „optimiertes Abwassertemperaturfenster" für den betrachteten Fall ermittelt werden. Dieses liegt bei rund 20-25°C. Zu erwähnen ist an dieser Stelle, dass (laut Messdaten) dieser Temperaturbereich in den Sommermonaten vereinzelt überschritten wurde, ohne das eine Geruchsbelastung und/ oder Schädigung des Kanals durch biogene Schwefelsäurekorrosion festgestellt werden konnte. Folglich sollten in Rahmen des Umsetzungsprojektes unbedingt auch höhere Abwassertemperaturen überprüft werden, um das Verhältnis zwischen Nutzen (Effizienzsteigerung der Wärmepumpe und Abwärmenutzung) und potentiellen Schäden zu optimieren. Wie unter AP 5.1 dargestellt, ist hierzu auch eine labortechnische Begleitung empfehlenswert.

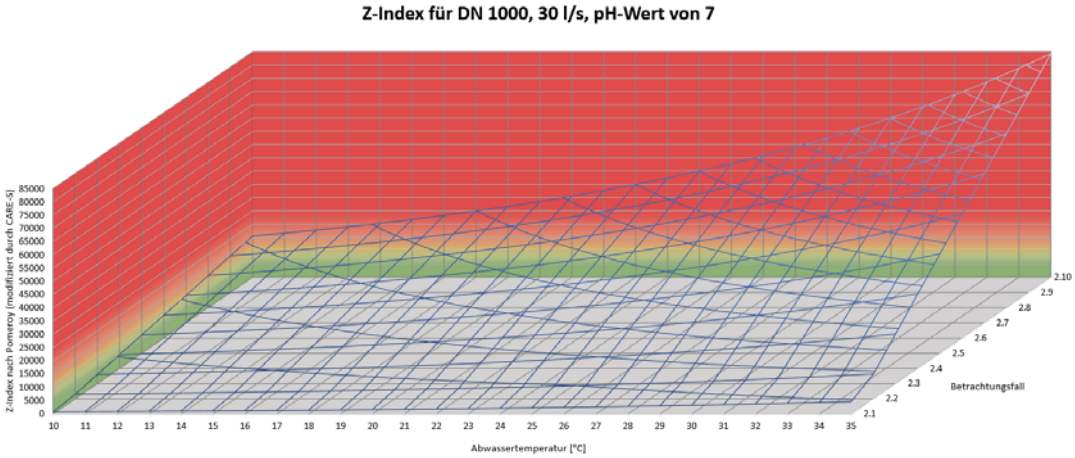


Abbildung 2: Grafische Auswertung des Z-Index in Abhängigkeit der Abwassertemperatur

c. **Abschluss der Arbeiten zu AP 5.3 „Simulation Geruchsproblematik"**
Die Simulationen hinsichtlich einer möglichen Geruchsproblematik und der biogenen Schwefelsäurekorrosion bei unterschiedlichen Abwassertemperaturen liegen vor. Je nach Temperaturniveau stellen sich unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich der Geruchsbelastung bzw. Sulfidkonzentration dar (Abbildung 3). Wird nach dem gezielten Abwärmeeintrag auf den bestehenden Abwasservolumenstrom eine Abwassertemperatur von 25 °C nicht überschritten, ist von einem geringen Risiko auszugehen. Wird die Temperatur bis an die maximal zulässige Abwassertemperatur von 35 °C erhöht, ergeben die Simulationsergebnisse ein deutlich erhöhtes Risiko hinsichtlich einer Geruchsbelastung bzw. einer eintretenden biogenen Schwefelsäurekorrosion.

Abbildung 3: Simulationsergebnisse hinsichtlich Geruchsgefährdung (links) und Sulfidkonzentration (rechts) bei einer Abwassertemperatur von 20°C (oben) bzw. 25 °C (unten)

7. Die einzelnen Teile des **Meilensteins 2**, nämlich

a. Kosten- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen für alle Betrachtungsfälle liegen vor
b. Betreiber- und Vertragsmodelle können finalisiert und unterschrieben werden
c. ökologische Aspekte sind aktualisiert
d. notwendige Mess- und Versuchsreihen sind definiert

werden unterschiedlich hinsichtlich ihrer fristgerechten Erreichung zum 31.5.2020 eingeschätzt.

Aus Sicht des gegenwärtigen Bearbeitungsstandes werden die Punkte a) und c) bis zum Ende des Quartal 7 der Projektbearbeitung erfüllt. Punkt d) liegt bereits zum Ende des aktuellen Berichtszeitraumes vor, verursacht entsprechend auch keine zeitliche Verzögerung.

Anders stellt sich die Situation um die Bearbeitung der Betreiber- und Vertragsmodelle dar. Das favorisierte(n) Betreibermodell(e) für die (beiden) Pilotanwendung(en) wird/ werden zum geplanten Zeitpunkt ebenso fertig gestellt sein wie die Mustervertragswerke. Allerdings konnten aufgrund der verzögerten Ausschreibung und damit auch Vergabe der Arbeiten zur Vorentwurfsplanung (Arbeiten ECO.S) keine inhaltlichen Vorgespräche mit den potenziellen

Kooperationspartnern aufgenommen werden. Diese sind für das erste Quartal 2020 geplant. Vor diesem Hintergrund ist nicht verbindlich davon auszugehen, dass zum geplanten Zeitpunkt des Meilensteins 2 (Mai 2020) die Verträge mit den potenziellen Kooperationspartnern vorliegen werden. **Aktuell wird von einer Verzögerung von ca. 3 Monaten ausgegangen** und angestrebt, diesen finalen Punkt des Meilensteins 2 bis Ende Juli 2020 abzuschließen.

8. Fortsetzung der Arbeiten zu AP6 „GIS-basierte Identifizierung von Anwendungspotenzialen"

a. Die Arbeiten zu **AP 6.1 „Weiterentwicklung des Konzeptes"** sind weitestgehend abgeschlossen. In einem ersten Schritt wurde das GIS-Konzept weiterentwickelt. Es wurden Datenquellen identifiziert, die für die Identifizierung von Anwendungspotentialen eine Rolle spielen. Dies sind vor allem Wärmequellen, Wärmesenken und die vorhandene Kanalinfrastruktur. Die Wärmesenken werden durch vorhandene Daten aus dem EU-Projekt "Heat Roadmap EU" abgebildet. Diese Daten zum Wärmebedarf wurden für die Verwendung in einem GIS-System aufbereitet und eingelesen. Für die Wärmesenken werden im ersten Schritt vorhandene Daten aus dem EU-Projekt "Hotmaps" verwendet. Diese bilden die Abwärmemengen aller energieintensiven Industrien in Europa ab. Auch diese Daten wurden für die Verwendung in einem GIS-System aufgearbeitet. Zusätzlich soll in den Analysen und im Sinne der breiten und individualisierten Einsatzmöglichkeit des Tools die Option berücksichtigt werden, zusätzliche ortsspezifische Wärmequellen zu integrieren. Bezüglich der vorhandenen Abwasserkanalinfrastruktur wurden mehrere Abwasserentsorger angefragt, ob diese Daten zu ihren Kanalnetzen zur Verfügung stellen können. Der Rücklauf dieser Anfrage lässt darauf schließen, dass diese Daten in den deutschen Kommunen in sehr heterogener Form vorliegen (Format, Informationstiefe etc.). Für die Umsetzung des Ansatzes InnoA2 bedeutet das, dass die kommunalen Kanalnetzdaten in einem Zwischenschritt in eine normierte Form überführt werden müssten. Da diese Datengewinnung sehr aufwändig und damit für den Einsatz des Ansatzes InnoA2 als nicht sehr aussichtsreich eingestuft wird, wurde eine ergänzende Methodik entwickelt, mit welcher anhand der Einwohnerzahlen um einen Kanal sowohl die Kanalparameter als auch die Abwassermengen überschlägig berechnet werden können. Dieser Ansatz wird aktuell im Rahmen von AP 6.1 anhand von realen Daten validiert und darauf aufbauend optimiert.

b. Die Arbeiten zu **AP 6.2 „Beispielhafte Anwendung"** haben begonnen. Anhand der in AP 6.1 entwickelten Methodik und den in AP 6.3 ermittelten Randbedingungen, können die Einsatzmöglichkeiten des Konzepts auch für

andere Städte überprüft werden.

c. Die Arbeiten zu **AP 6.3 „Rahmenbedingungen für die Verbreitung des Konzeptes"** sind weitestgehend abgeschlossen. Es wurden Rahmenbedingungen der Abwärmequellen, der Abwärmenutzer, der Kläranlage sowie des Abwasserkanalnetzes ermittelt. Im Zuge der Festlegung der Randbedingungen für die Abwärmequellen wurde festgelegt, dass eine maximale Entfernung von 10 km zum Wärmenutzer bestehen darf. Dies resultiert aus Berechnungen des Wärmeverlusts im Kanalnetz. Für die Abwärmenutzer wurde die Randbedingung identifiziert, dass diese in räumlicher Nähe zum Abwasserkanal liegen müssen. Zusätzlich muss die energetische Beschaffenheit des Gebäudes einen gewissen Standard aufweisen, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe sicherstellen zu können. Die Randbedingungen der Kläranlagen und des Abwasserkanalnetzes sind ebenfalls vor allem auf räumlicher Ebene festgelegt und werden im Endbericht detailliert beschrieben.

9. Fortsetzung der Arbeiten zu AP7 „Ansatzpunkte zur Diffusion des InnoA2-Ansatzes"

a. **Stand der Arbeiten zu AP7.1 „Ansprache von Multiplikatoren"**
Die Verbreitung des InnoA2 Ansatzes in der Öffentlichkeit und Fachwelt erfolgt projektbegleitend (vgl. Kapitel 11., weitere wesentliche Ergebnisse).

b. **Stand der Arbeiten zu AP7.2 „Breitenbefragung zu Anwendungsmöglichkeiten von InnoA2"**
Hier erfolgt fortlaufend eine gezielte Ansprache von Industrie, Stadtwerken, Kanalnetzbetreibern und Kommunen durch Vorträge und Einzelterminen. Zudem wurde der Projektansatz in den EffCheck des Landes Rheinland-Pfalz[1] aufgenommen . Die eingehenden Rückmeldungen werden in das laufende Projekt eingearbeitet und für die spätere Übertragbarkeit aufbereitet.

c. **Stand der Arbeiten zu AP 7.3 „Entwicklung von Geschäftsmodellen"**
Die Entwicklung und Erarbeitung von geeigneten Geschäftsmodellen wurde begonnen (vgl. dazu die ausführlichen Ausführungen zu AP3 zum Betreibermodell). Im kommenden Berichtszeitraum werden, mit Vorlage der Kostenschätzungen aus der Entwurfsplanung, diese Optionsentwicklungen weiter detailliert und vorangetrieben.

[1] https://effnet.rlp.de/de/projekte/effnet-projekte/effcheck-ressourceneffizienz-in-rheinland-pfalz/

10. Fortsetzung der Arbeiten zu AP 8 „Entscheidungshilfe für Planer, Betreiber, Kommunen"

a. **Stand der Arbeiten in AP 8.1 „Einflussparameter"**
Die Identifizierung unterschiedlicher Einflussparameter auf die grundsätzliche Einsetzbarkeit des Ansatzes in einem spezifischen Anwendungsraum wird fortlaufend aus den Ergebnissen der zuvor beschriebenen Arbeitspakete gespeist. Neben der Ermittlung von Kennwerten und Bandbreiten des generellen Einsatzes liegt der Fokus hier auf den Faktoren, die im Rahmen der Implementierung- und Pilotierungsphase von InnoA2 vertieft untersucht werden sollen.

b. **Stand der Arbeiten in AP 8.2 „Berechnungstool"**
Die Arbeiten am Berechnungstools zur Wirtschaftlichkeitseinschätzung dauern an.

11. Weitere wesentliche Ereignisse während des Berichtszeitraums waren:

- InnoA2-Up-Telefonkonferenz am 17. Juli 2019, 29. Oktober 2019, 25. November 2019
- Vorstellung des Forschungsprojektes InnoA2 im Rahmen der neu gegründeten „Innovationsplattform *Wärmewende*" der Energieagentur RLP am 27.08.2019 in Kaiserslautern (durch TU Kaiserslautern)
- Vorstellung des Forschungsprojektes InnoA2 beim EnStadt:Pfaff Projekt am 09.09.2019 in Kaiserslautern (durch TU Kaiserslautern)
- Vorstellung des Forschungsprojektes InnoA2 bei den Stadtwerken Trier (SWT) am 31.10.2019 in Trier (durch TU Kaiserslautern)
- Vorstellung des Forschungsprojektes InnoA2 beim 20. Treffen der Netzwerkpartner des Effizienznetzes Rheinland-Pfalz (EffNet) in Mainz am 28.11.2019 (durch TU Kaiserslautern)
- Vorstellung des Forschungsprojektes InnoA2 bei der Sitzung des Ausschusses Umwelt, Produkte + Technik (UPTA) des VCI Landesverband Rheinland-Pfalz am 29.11.2019 in Frankenthal (durch TU Kaiserslautern)
- Vorstellung des Forschungsprojektes InnoA2 auf der KommTec am 13.09.2019 in Offenbach (durch TU Kaiserslautern)
- Hinweis auf das Forschungsprojekt InnoA2 im Newsletter der Ecoliance RLP (durch TU Kaiserslautern) https://www.ecoliance-rlp.de/index.php/de/news/57-innovative-abwaermenutzung-durch-waermeverteilung-ueber-die-kanalisation
- Hinweis auf das Forschungsprojekt InnoA2 im Newsletter des EffNet RLP (durch TU Kaiserslautern) https://effnet.rlp.de/de/aktuelles/detail/news/News/detail/innovative-abwasserwaermenutzung-als-baustein-der-waermewende/

- Pressebericht der Hochschulkommunikation der TU Kaiserslautern zum InnoA2 Forschungsbericht (durch TU Kaiserslautern) https://www.uni-kl.de/pr-marketing/news/news///waerme-aus-abwasser-zum-heizen-nutzen/
- Präsentation des Projektes im Rahmen der Vortragsreihe "Neues aus der Umwelttechnik und Infrastrukturplanung" der TU Darmstadt am 09.12.2019 in Darmstadt (durch Fraunhofer ISI)
- Paper zur Vorstellung von InnoA2-Up auf der Singapore Water Week im Juli 2020 akzeptiert (Fraunhofer ISI)

3 Vergleich des Vorhabenstands mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des ZG geänderten) Arbeits-, Zeit- und Kostenplanung

Durch die aufgetretenen Verzögerungen bei der Ausschreibung der Planungsleistung kann es nach aktuellem Stand zu einer Verzögerung von 3 bis 4 Monaten kommen, da einige Arbeitspakete auf die Ergebnisse der Planung durch ECO.S angewiesen sind und die Datenbeschaffung bei der Caritas Werkstatt sich verzögert hatte. Dies betrifft insbesondere die Arbeitspakete 1, 2, 3 und 4 sowie die Entwicklung der Geschäftsmodelle (AP 7.3) und den Vertragsschluss mit den potenziellen Umsetzungsparteien (Meilenstein 2).
Für die Arbeitsplanung des Vorhabens ergibt sich daraus, soweit zum gegenwärtigen Zeitpunkt bereits abschätzbar, eine geplante **kostenneutrale Verlängerung des Vorhabens um 3 Monate, bis zum 30.11.2020.** Eine entsprechende Rücksprache zwischen dem PT und der Projektleitung wird zeitnah terminiert.

4 Haben sich die Aussichten für die Erreichung der Ziele des Vorhabens innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag geändert (Begründung)?

Im Berichtszeitraum haben sich keine Änderungen der Aussichten der Zielerreichung ergeben. Die im Forschungsantrag definierten Vorhabensziele werden zum gegenwärtigen Kenntnisstand voraussichtlich erreicht.

5 Sind inzwischen von dritter Seite FE-Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind?

Es sind bis zum Ende des Berichtszeitraumes keine FE-Ergebnisse bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind.

6 Sind oder werden Änderungen in der Zielsetzung notwendig?

Nach heutigen Kenntnisstand ergibt sich gegenüber dem Forschungsantrag kein Änderungsbedarf hinsichtlich der Zielsetzungen des Vorhabens.

7 Jährliche Fortschreibung des Verwertungsplans

Für den Verwertungsplan ergibt sich gegenüber dem Forschungsantrag nach heutigen Kenntnisstand kein Änderungsbedarf. Dies umfasst sowohl Erfindungen und Schutzrechtanmeldungen wie auch die wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten.