

Quartiersansatz auf Basis thermisch aktivierter Abwasserkanäle

Konzept des thermisch aktivierten Abwasserkanals

Im Rahmen des Verbundprojekts soll das aus der Tunnelthermie stammende Konzept der thermischen Aktivierung statisch notwendiger Bauteile auf Elemente der Siedlungswasserwirtschaft übertragen werden (Abb. 3). Zusätzlich sollen diese thermisch aktivierten Abwasserkanäle im Verbund als bidirektionales Wärme-/Kältenetz fungieren mit dem Ziel, einen ausgeglichenen Wärme-/Kältehaushalt im Stadtquartier zu generieren. Durch die Einbindung lokaler regenerativer Energiequellen in ein Wärmenetz der fünften Generation (Wärmeversorgungsnetz, das mit niedrigen Übertragungstemperaturen in der Nähe der Umgebungstemperatur arbeitet), welches die Lastverschiebung zwischen verschiedenen Wärmequellen und -senken im Quartier ermöglicht, soll die thermische Versorgung des Quartiers sichergestellt werden. Als Untersuchungsobjekt wurde das Stuttgarter Rosensteinquartier gewählt, welches als Nutzungsgemischtes Stadtquartier auf Plusenergieniveau (es wird über das Jahr hinweg mehr Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt als im Quartier benötigt wird) geplant ist. Die thermische Versorgung soll hier durch ein modifiziertes Abwassersystem erfolgen, welches die Kanalinfrastruktur sowohl als Quelle als auch als Verteilinfrastruktur der thermischen Energie innerhalb des Quartiers nutzt (Abb. 4). Das entwickelte Konzept ist so ausgestaltet, dass es nicht auf das gewählte Untersuchungsgebiet beschränkt ist, sondern unter Berücksichtigung der entsprechenden Randbedingungen auf andere Quartiere übertragbar ist. Der Hybridkanal und das Wärmeverteilnetz müssen thermische Energie auf verschiedenen Temperaturniveaus zwischen den einzelnen Nutzern im Netz verteilen können. Auf diese Weise kann der Wärmebedarf eines Nutzers durch den Wärmeüberschuss eines anderen Nutzers gedeckt werden. Der Hybridkanal und das Verteilnetz müssen folglich in der Lage sein, thermische Energie auf verschiedenen Temperaturniveaus aufzunehmen, zu transportieren und abzugeben. Hierzu wurde die mögliche Entzugsleistung des Hybridkanals mittels MultiPhysics-Simulationen ermittelt, wofür durch Messungen die notwendige Randbedingung des Kanalklimas im Abwasserkanal bestimmt wurde. Ferner müssen sowohl die ökologischen als auch ökonomischen Kennwerte des Konzeptes ermittelt und mit anderen Konzepten verglichen werden. Im Sinne eines integrierten Planungsansatzes müssen die energetischen Belange frühzeitig im Stadtplanungsprozess berücksichtigt werden. Hierfür ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Stadtplanern, Energieplanern, Bauingenieuren, der städtischen Verwaltung und den Bauherren unabdingbar, insbesondere auf der Quartiersebene. Aufgrund der stetigen technischen Neuerungen müssen die Planungen technologieoffen und anpassungsfähig sein. Im Rahmen des Verbundprojekts

IWAES Integrative Betrachtung einer nachhaltigen Wärmebewirtschaftung von Stadtquartieren im Stadtentwicklungsprozess

Projektbeteiligte:

Universität Stuttgart – IGS; TU Kaiserslautern – LSP; Hochschule Biberach – IGE; Landeshauptstadt Stuttgart; Frank GmbH; Klinger und Partner; STEG

Koordinator:

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann
Universität Stuttgart – Institut für Geotechnik
christian.moormann@igs.uni-stuttgart.de

Laufzeit: 01.04.2019 – 30.09.2022

Laufzeit 2. Förderphase: 01.11.2022 – 31.10.2024

Projektwebsite: www.iwaes.de

Förderkennzeichen: 033W106A-G



Abbildung 3: Hybridkanal mit außenliegenden Absorbern (Bild: Frank GmbH)

wurde ausgelotet, wie der Prozess der Energieleitplanung unter Mitwirkung aller beteiligten Disziplinen optimiert werden kann. Zusätzlich wurden die Erkenntnisse in einem Handlungsleitfaden zusammengefasst, der die Kommunen bei der Planung eines thermisch aktivierten Hybridkanals unterstützen soll.

Hybridkanal – Baustein des Wärme-/Kälteverbundnetz

Das Ziel des Verbundprojekts ist es, unter Zuhilfenahme der Abwasserinfrastruktur als Sowieso-Infrastruktur einen möglichst ausgeglichenen Wärme- und Kältehaushalt innerhalb eines Quartiers zu generieren. Hierfür musste geklärt werden, wie das Kanalsegment als Hybridkanal einerseits den Abwassertransport bewältigen und andererseits als thermischer Absorber bzw. Transportelement fungieren kann. In einem zweiten Schritt war zu klären, wie der Hybridkanal sinnvoll in ein bidirektionales Wärme- und Kältenetz der fünften Generation eingebunden werden kann. Im Verbundprojekt IWAES wurde hierfür – aufbauend auf den Erkenntnissen der Analyse verschiedener Wärmeversorgungssysteme – ein mehrstufiges thermisches Versorgungssystem entwickelt, welches die Einbindung aller im Quartier vorhandenen thermischen regenerativen Energiequellen ermöglicht. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit erleichterte diesen Prozess und ermöglichte differenzierte Sichtweisen.

Die Ausgestaltung des Hybridkanals hängt von dessen Durchmesser und Abfluss ab. Ab einem Durchmesser von DN300 ist die Installation von außenliegenden Absorbern und ab DN800 von innenliegenden Absorbern wirtschaftlich sinnvoll. Die Dimensionierung des Hybridkanals wurde im Hinblick auf wirtschaftliche und verfahrenstechnische Aspekte optimiert. Die Leistung eines thermischen Systems ist direkt abhängig vom thermischen Bedarf der Verbraucher. Zur Ermittlung des thermischen Bedarfs sind die Kennwerte der Bebauung, Nutzungen und zu erwartende Wetterdaten notwendig. Das entwickelte System ist nur bei einer größeren Anzahl an Abnehmern effizient zu betreiben, weshalb der planerische und rechtliche Rahmen frühzeitig so gesetzt wird, dass eine Umsetzung des Konzeptes einfach möglich ist.

Grundlagenforschung und Umsetzung des Hybridkanalkonzeptes

Als Input für die numerischen Untersuchungen musste die Randbedingung der Kanalluft mangels Literaturwerte genauer untersucht werden, weshalb Messvorrichtungen in mehreren repräsentativen Abwasserkanälen installiert wurden. Die Messdaten zeigen, dass die Kanalluft thermisch weder unmittelbar vom Abwasser noch von der Außentemperatur abhängt,

vielmehr komplexere Abhängigkeiten bestehen. Des Weiteren konnte eine von der Abwasserfließrichtung unabhängige Kanalluftströmung festgestellt werden. Diese Daten wurden in die thermo-hydraulisch gekoppelten numerischen Simulationen integriert mit dem Ergebnis, dass die zu erwartenden Entzugswerte bezogen auf die aktivierte Fläche deutlich höher sind als beispielsweise bei Erdwärmesonden.

Das bereits erwähnte mehrstufige Versorgungskonzept ermöglicht es, thermische Energie im Quartier zu verteilen und alle vorhandenen thermischen Quellen mit einzubinden. Die einzelnen Hybridkanalsegmente sind im Tichelmann-System, einer speziellen Verlegetechnik von Rohrleitungen, angeschlossen. Die Integration verschiedener städtebaulicher Prozesse im Sinne der Energieleitplanung wird auf andere Quartiere übertragbar gemacht, indem relevante Akteure, Meilensteine, Prozessabläufe und andere Aspekte in einem Handlungsleitfaden zusammengestellt werden, der am Ende der Projektlaufzeit veröffentlicht wird. So können andere Kommunen geeignete Quartiere nacheinander identifizieren, das IWAES-System umsetzen und damit ihre Energieversorgung nachhaltig gestalten.

Nachhaltigkeit und gesellschaftlicher Nutzen

Im Rahmen einer Ökobilanzierung wurde die Emission von CO₂-Äquivalenten des entwickelten Versorgungskonzeptes sowie zum Vergleich eines konventionellen Systems ermittelt. Hierbei wurde zwischen Herstellungs- und Nutzungsphase unterschieden. Das entwickelte System emittiert in der Herstellungsphase mehr CO₂-Äquivalente als ein konventionelles Versorgungskonzept. Jedoch hat das entwickelte Versorgungskonzept selbst im ungünstigsten Fall in Summe ganzheitlich betrachtet bereits nach 10 Jahren weniger Emissionen verursacht als ein Referenzkonzept. Diese Einsparungen sind nicht nur unter Nachhaltigkeitsaspekten für die Nutzer vorteilhaft. Mit einer CO₂-Bepreisung ist dieses System auch langfristig kostengünstiger. Eine verständliche Erläuterung des Konzeptes, Kriterien und Hinweise, um die Stakeholder bei der Umsetzung des entwickelten Konzeptes zu unterstützen, sind in einem Handlungsleitfaden gesammelt. Der Handlungsleitfaden soll einen Impuls im Bereich der Quartierswärmeversorgung geben und so im wenig agilen Gebäudesektor den Transformationsprozess zur Nachhaltigkeit beschleunigen.

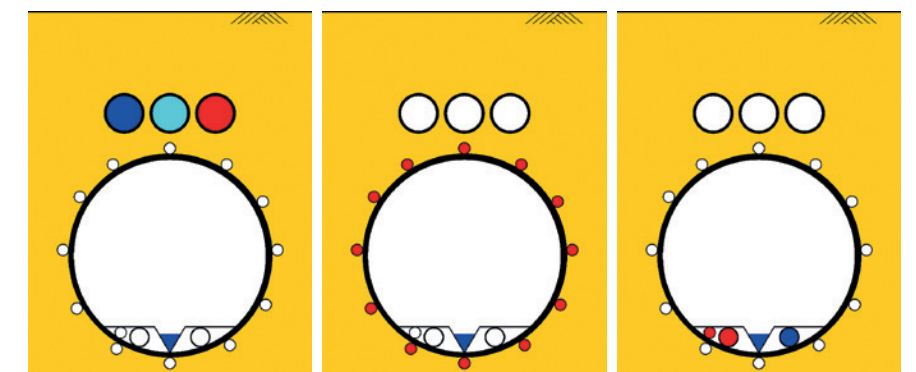


Abbildung 4: Betriebsmodi: Transport, Eintrag/Entzug in/aus Erdreich/Kanal, Entzug aus Abwasser (Bild: Eigene Darstellung IWAES)