

# C2T – Connect2Transform

Die BAHNSTADT Braunschweig als Modell für die vernetzte Wärme- und Kälteversorgung der Zukunft

Dieser Artikel ist Teil einer Beitragsreihe zur kommunalen Wärmewende. Weitere Beiträge folgen in den nächsten Ausgaben dieser Zeitschrift.

Die BAHNSTADT Braunschweig bietet ideale Voraussetzungen als Reallabor für vernetzte Wärme- und Kältenetze.

Die Transformation unserer Energieversorgung hin zur Klimaneutralität stellt Städte, Kommunen und Versorgungsunternehmen vor beispiellose Herausforderungen. Insbesondere die Dekarbonisierung der Wärme- und Kälteversorgung erfordert tiefgreifende strukturelle Veränderungen der bestehenden Infrastrukturen und Versorgungskonzepte. Das Forschungsprojekt „Connect2Transform“ (C2T) setzt genau hier an und entwickelt in der Braunschweiger BAHNSTADT innovative Lösungen, die weit über konventionelle Transformationskonzepte hinausgehen.

von: Dr. Stefan Plesser, Thomas Wilken & Sven Lips (alle: SIZ energieplus an der TU Braunschweig)

C2T verfolgt einen mehrdimensionalen Ansatz, der die Dekarbonisierung auf verschiedenen Ebenen gleichzeitig vorantreibt – von einzelnen Komponenten bis zum Gesamtsystem, vom individuellen Nutzer bis zur städtischen Infrastruktur und vom heute Machbaren bis zur langfristigen Vision klimaneutraler Städte“, erklärt Dr. Stefan Plesser vom SIZ energieplus an der TU Braunschweig, welches das Projekt koordiniert.

Die besondere Stärke des Projektes liegt in seiner schrittweisen, adaptiven Vorgehensweise: Anstatt mit einer kompletten Systemumstellung zu beginnen, werden Teilsysteme entwickelt, erprobt und sukzessiv zu einem immer umfassenderen Gesamtsystem verknüpft. Dieser modulare Ansatz ermöglicht eine schnelle Implementierung erster Lösungen bei gleichzeitiger Offenheit für zukünftige technologische oder städtische Entwicklungen.

### Die BAHNSTADT Braunschweig als Reallabor der Energiewende

Mit einer Größe von etwa 300 Hektar ist die Braunschweiger BAHNSTADT die größte innerstädtische Potenzialfläche der Stadt und bietet ideale Voraussetzungen als Reallabor für vernetzte Wärme- und Kältenetze. „Der Demonstrator Braunschweiger BAHNSTADT ist als Experimentierfeld für die Stadt der Zukunft besonders geeignet, da es eine große Vielfalt städtischer Infrastrukturen umfasst und städtebaulich heterogene Entwicklungsschritte seit Mitte der 1930er Jahre bis heute repräsentiert“, erläutert Prof. Uwe Brederlau vom Institut für Städtebau und Entwurfsmethodik der TU Braunschweig. ▶

Die städtebauliche Rahmenplanung projiziert am Südeingang des Hauptbahnhofs attraktive Flächen für öffentliche Nutzungen und ein urbanes Stadtquartier am Hauptgüterbahnhof,

während der südliche Teil des Betrachtungsgebietes z. B. das denkmalgeschützte Gebäudeensemble des ehemaligen Eisenbahnausbesserungswerks umfasst. Diese städtebauliche

Heterogenität macht die BAHNSTADT zum idealen Testfeld für die Transformation der Wärme- und Kälteversorgung in unterschiedlichen urbanen Kontexten.

„  
Die städtebauliche Heterogenität macht die BAHNSTADT zum idealen Testfeld für die Transformation der Wärme- und Kälteversorgung in unterschiedlichen urbanen Kontexten.

„Die BAHNSTADT liegt sehr schön mitten in der Stadt, rundherum umschlossen von der BS|ENERGY-Infrastruktur

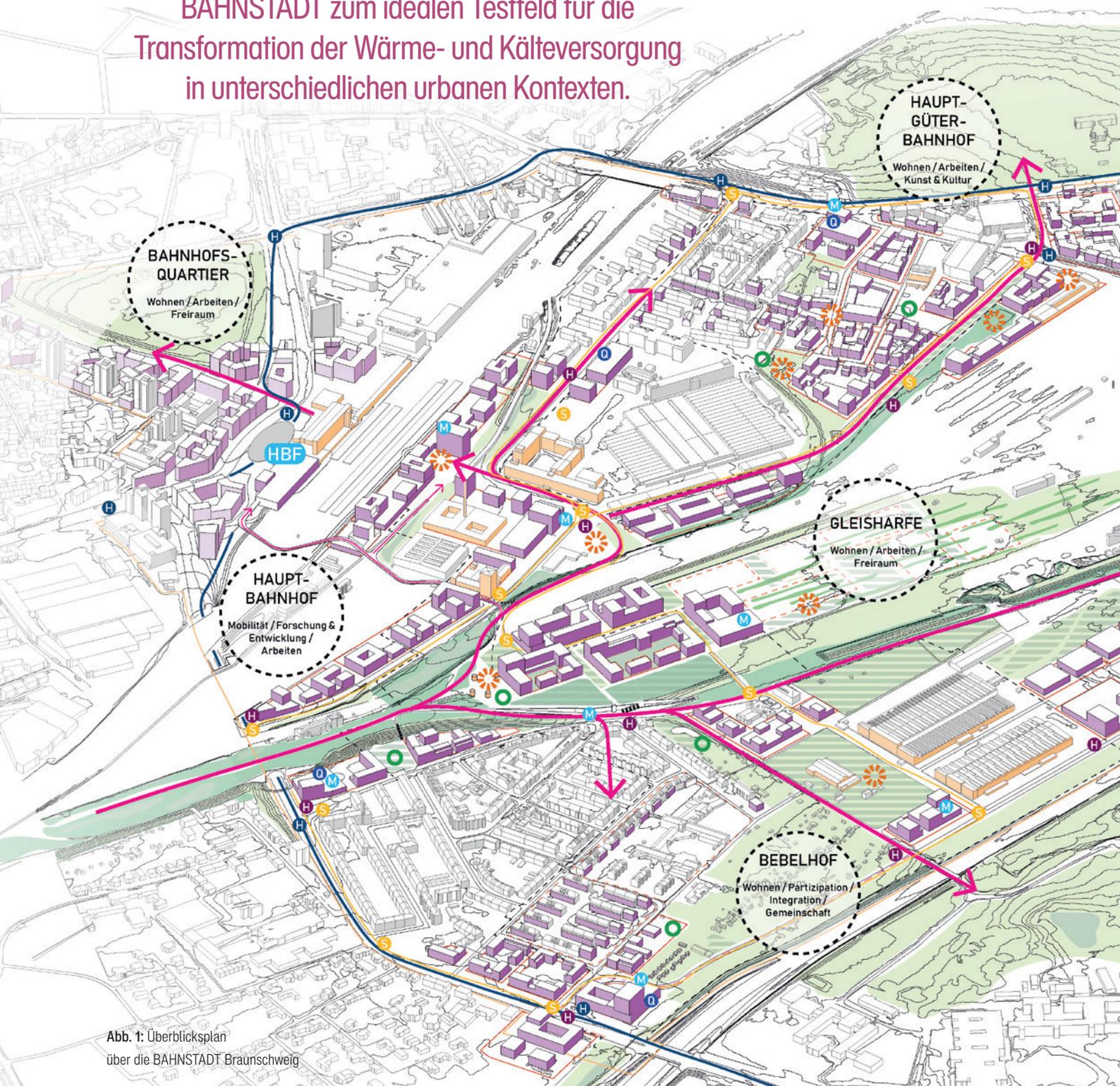


Abb. 1: Überblicksplan über die BAHNSTADT Braunschweig

„tur“, beschreibt Dr. Stefan Ludewig, Abteilungsleiter Vertrieb Wärme und Dezentrale Erzeugung bei BS|ENERGY. „Das heißt, dass wir mit der Infrastruktur in das Areal hineinwirken können, das Areal aber umgekehrt auch gut hinauswirken kann, in unsere Netze hinein. Das ist eine sehr spannende Verknüpfung, die großes Potenzial für

wichtige Lern- und Entwicklungsprozesse bietet.“

### Innovativ: Der mehrdimensionale Ansatz von C2T

Was C2T von anderen Transformationsprojekten unterscheidet, ist sein konsequent mehrdimensionaler Ansatz,

der verschiedene Ebenen der Energie- und Infrastrukturentwicklung gleichzeitig adressiert:

#### Von der Mikro- zur Makroebene

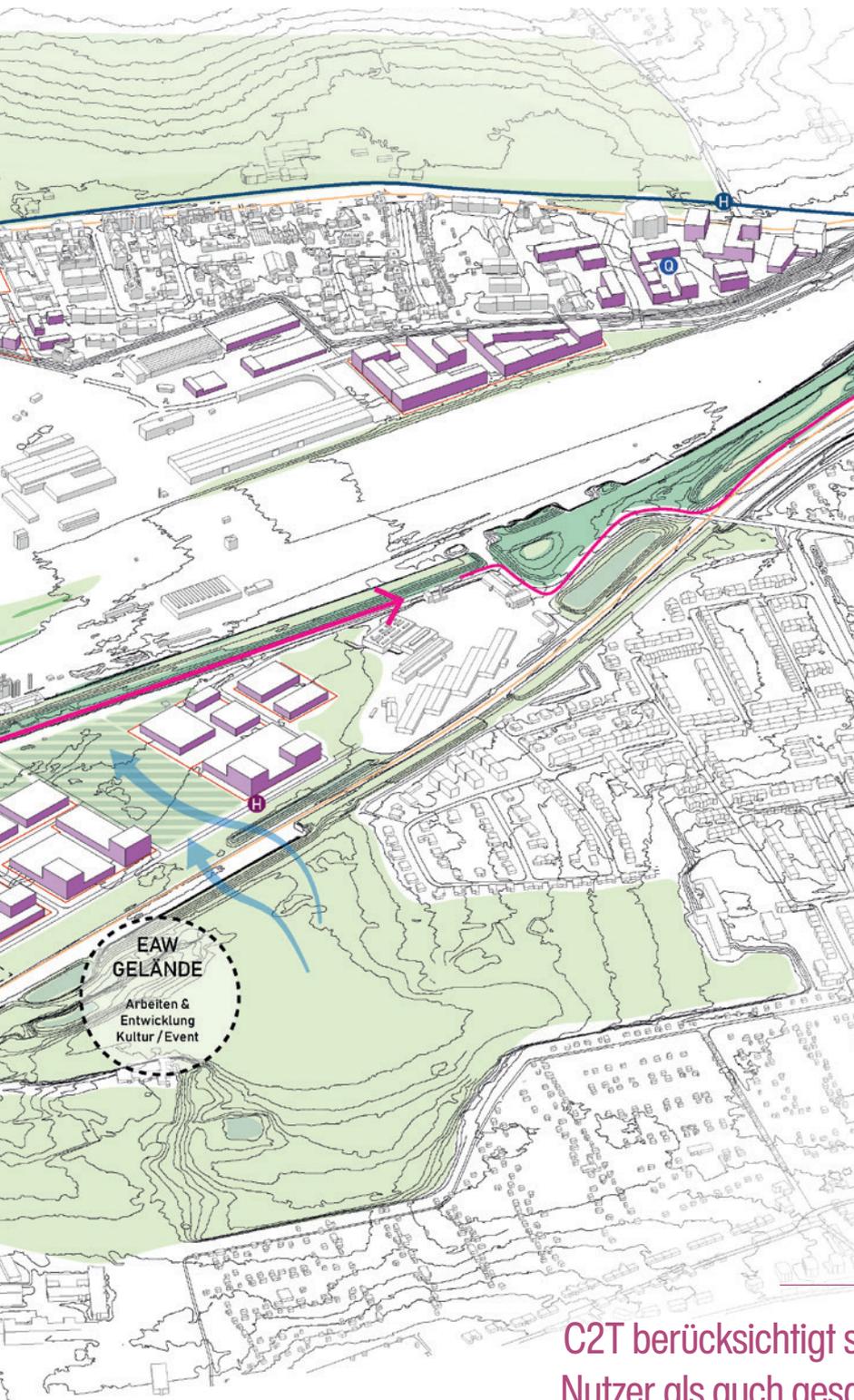
C2T betrachtet sowohl einzelne technische Komponenten wie Wärmepumpen oder Ladestationen als auch deren Integration in Gebäude, Quartiere und schließlich in die gesamtstädtische Infrastruktur. Prof. Bernd Engel vom elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme betont: „Der bisher einigermaßen erfolgreiche Klimaschutz in Deutschland basiert im Wesentlichen auf dem Ersatz der fossilen Kraftwerke im Stromsektor durch die erneuerbaren Energien Wind, Fotovoltaik und Biogas. Dadurch können zur CO<sub>2</sub>-Minderung die Sektoren Verkehr, Gebäude und Industrie elektrifiziert werden – im Rahmen der sogenannten Sektorenkopplung.“

#### Vom sofort Möglichen bis zur langfristigen Vision

Statt nur auf langfristige Visionen zu setzen, beginnt C2T mit der Implementierung heute verfügbarer Technologien, während gleichzeitig Strukturen für die Integration zukünftiger Innovationen geschaffen werden. „Für C2T planen wir mit Produkten der Firma Ochsner Energietechnik“, erläutert das elenia Institut. „Ochsner Process (OPES) als Kompetenzträger für Wärmepumpen wird deren optimierten Einsatz für die klimaneutrale Wärme- und Kälteversorgung erarbeiten mit dem Ziel einer möglichst kompletten Dekarbonisierung des Wärmenetzes.“

#### Vom Individuum zur Stadt

C2T berücksichtigt sowohl die Perspektive einzelner Nutzer als auch gesamtstädtische Anforderungen. Das Institut für Psychologie der TU Braunschweig untersucht dabei, zwischen welchen Akteuren eine Vernetzung notwendig ist, und entwickelt Maß-



”

C2T berücksichtigt sowohl Perspektiven einzelner Nutzer als auch gesamtstädtische Anforderungen.

nahmen und Konzepte, um diese Vernetzung sichtbar zu machen und, sofern wichtige Verbindungen fehlen, wie diese gefördert werden können.

#### Vom Jetzt bis 2045+

Die zeitliche Dimension des Projektes reicht von der sofortigen Implementierung erster Maßnahmen bis zum Jahr 2045 und darüber hinaus. „Für die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärme- und Kälteversorgung muss diese Komplexität auf allen Ebenen mit den richtigen Lösungen ausgestattet sein und kontinuierlich überwacht werden, auch um stark wachsende Erweiterungspotenziale und -nachfrage aufnehmen zu können“, heißt es in der Projektbeschreibung.

### BAHNSTADT-Bewohnerinnen und -Bewohner werden aktive Partner im Reallabor

In einem in der zweiten Jahreshälfte 2025 beginnenden Beteiligungsprozess können die Menschen, die in der BAHNSTADT leben und arbeiten, zu aktiven Partnern im Reallabor werden. Diese Bürgerbeteiligung stellt einen zentralen Baustein des C2T-Konzepts dar: „Die Transformation der Wärme- und Kälteversorgung kann nur gelingen, wenn die Nutzerinnen und Nutzer der Energie von Anfang an mitgenommen werden“, erklärt Dr. Stefan Plesser. „Sie sind nicht nur Konsumenten, sondern werden zu aktiven Gestaltern der Energiewende in ihrem eigenen Lebensumfeld.“

Konkret plant das Projektteam verschiedene Formate der Bürgerbeteiligung:

- **BAHNSTADT-Energielabor:** In einem zentral gelegenen Showroom sollen die Technologien erlebbar gemacht und Fragen beantwortet werden. Hier soll die Entwicklung der Demonstratoren für die Bewohnerinnen und Bewohner hautnah mitverfolgbar werden.
- **Digitale Partizipation:** Ein Webservice soll es den Bewohnern ermöglichen, ihr eigenes Energieverhalten zu beobachten und den Forschenden

Feedback zur Funktionalität der vernetzten Systeme zu geben.

- **Quartierswerkstätten:** In regelmäßigen Workshops sollen die Bewohnerinnen und Bewohner gemeinsam mit dem Projektteam praxisnahe Lösungen für die Alltagsanwendung der neuen Technologien erarbeiten.

Das Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie der TU Braunschweig wird diesen Beteiligungsprozess wissenschaftlich begleiten und auswerten. „Wir wollen verstehen, wie Menschen mit den neuen vernetzten Energiesystemen interagieren und welche Faktoren die Akzeptanz und aktive Nutzung fördern“, erklärt Prof. Dr. Simone Kauffeld, Leiterin des Instituts. Die Erkenntnisse aus diesem Reallabor mit Bürgerbeteiligung werden direkt in die Weiterent-

wicklung der technischen Systeme einfließen und sind ein wichtiger Bestandteil der Übertragbarkeit des C2T-Konzepts auf andere Städte.

„Braunschweig hat sich ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt. Sparsame Gebäude und eine effiziente Energieversorgung sind dabei zentrale Bausteine. Das Forschungsprojekt Connect2Transform bietet uns eine optimale Unterstützung durch innovative Hersteller und führende Forschungseinrichtungen, um unsere Ziele zu erreichen“, sagt Oberbürgermeister Dr. Thorsten Kornblum. „Besonders freut mich, dass C2T auch die Bürgerinnen und Bürger sowie die Unternehmen in der Braunschweiger BAHNSTADT einbindet und konkrete Möglichkeiten zur Teilnahme bietet. Denn Klimaschutz ist Teamwork – in Braunschweig zeigen



Abb. 2: Bewohnerinnen und Bewohner der BAHNSTADT Braunschweig können aktiv am Projekt mitwirken.

„  
Die Bewohner der BAHNSTADT werden zu aktiven Gestaltern der Energiewende in ihrem eigenen Lebensumfeld.



## Klimaschutz ist Teamwork – in Braunschweig zeigen wir, wie er technologisch innovativ, wirtschaftlich erfolgreich und nachhaltig gelingen kann.

wir, wie er technologisch innovativ, wirtschaftlich erfolgreich und nachhaltig gelingen kann.“

### Technologische Komponenten und deren Vernetzung: das Herz von C2T

Im Zentrum des C2T-Projektes steht die Entwicklung einer Plattform, die als technisches Rahmenwerk für heterogene IoT-Infrastrukturen der smarten Stadt dient. Diese ermöglicht die Vernetzung unterschiedlichster Kom-



Quelle: Stadt Braunschweig

ponenten über ihre gesamten Lebenszyklen hinweg – von langlebigen Netzinfrastrukturen mit 50 bis 100 Jahren Nutzungsdauer bis zu IoT-Geräten mit täglichen Software-Updates.

Das Projekt integriert verschiedene innovative Technologien:

- **Großwärmepumpen und Power-to-Heat-Anlagen:** Diese spielen eine zentrale Rolle bei der Sektorenkopplung. „Während die Wärmepumpen im Eigenheimbereich etabliert sind, müssen für die Wärmeversorgung eines ganzen Quartiers über lokale Wärmenetze mit Großwärmepumpen und anderen Power-to-Heat-Anlagen noch Erfahrungen gesammelt werden“, erklärt Prof. Engel.
- **Wasserstofftechnologien:** C2T untersucht die Integration von Systemen der Wasserstoffelektrolyse sowie die Nutzung der resultierenden Abwärme. Die strategisch günstige Lage in der Stadt bietet gute Voraussetzungen für die Erzeugung grünen Wasserstoffs, der sowohl für Mobilität als auch zur Einspeisung in eine zentrale Wasserstoffinfrastruktur genutzt werden kann.
- **LoRaWAN-Funknetz:** BS|ENERGY hat bereits ein LoRaWAN-Funknetz in Braunschweig etabliert, das für das Monitoring und die Steuerung der Wärme- und Kältenetze genutzt werden soll. „Mittels geeigneter Sensorik können z. B. Parameter wie Durchflussmenge und Temperatur automatisiert nach definierten Zeitabständen ermittelt und mithilfe einer Visualisierungsplattform digital zugänglich gemacht werden“, beschreibt das Projektkonzept.
- **C2T-Plattform:** Die Firma synavision baut die C2T-Plattform als zentrale IoT-Lösung für das Projekt. Diese wird ergänzt durch das MontiThings-



Quelle: CUBOS

Abb. 3: Das CUBOS-Kommunikationsgerät für Ladestationen

Ökosystem des Lehrstuhls für Software Engineering der RWTH Aachen. „In diesem Projekt werden wir MontiThings einsetzen, um die Kommunikationsschnittstellen der Komponenten nachhaltig und robust zu entwickeln und zu erhalten“, erklärt Universitätsprofessor Rumpé.

- **E-Ladeinfrastruktur:** Die Firma CUBOS entwickelt Kommunikationsgeräte für Ladestationen. Christian Rühle, CTO von CUBOS, beschreibt: „CUBOS erprobt die C2T-Konzepte für die Ladeinfrastruktur und die potenziellen Teilnehmer anhand der erarbeiteten Anforderungen. Dafür werden neben funktionalen Tests der Schnittstellen auch USE-Case Tests im Gesamtkontext definiert und getestet.“

Ein zentraler Aspekt des Projektes ist die Bewältigung der extrem unterschiedlichen Lebenszyklen der verschiedenen Komponenten. Während Netzinfrastrukturen langlebige Anlagen sind, werden IoT-Geräte und Software ständig aktualisiert und ausgetauscht. C2T entwickelt Lösungen, die trotz dieser zeitlichen Diskrepanz ein langfristig stabiles Gesamtsystem gewährleisten.

### Projektumsetzung und erste Ergebnisse

Das Forschungsprojekt C2T wird in mehreren Arbeitspaketen umgesetzt, die aufeinander aufbauen und ver- ▶





Die gewonnenen Erkenntnisse können in den nächsten Jahren auf weitere Quartiere in der Stadt Braunschweig übertragen werden.

## KOMMENTARE

## Stimmen der C2T-Partner

**Die Interdisziplinarität ist ein Schlüsselement des C2T-Projektes. Die beteiligten Partner bringen verschiedene Perspektiven ein und profitieren auf unterschiedliche Weise von der Zusammenarbeit:**

**Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel** vom **elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme der TU Braunschweig** sieht besondere Chancen in der Sektorenkopplung: „Mich fasziniert, dass bei diesem rasanten Umbau des Energiesystems immer neue wissenschaftliche Herausforderungen entstehen.“ Seine Forschungsfrage konzentriert sich darauf, „wie Großwärmepumpen netz- und systemdienlich betrieben werden können“.

**Dr. Stefan Ludewig** von **BS|ENERGY** beschreibt die Motivation seines Unternehmens: „Wir haben tatsächlich eine tolle Aufgabe: Wir können als Energieversorger einen wesentlichen Teil zur CO<sub>2</sub>-Neutralität in unserer Stadt beitragen!“ Er betont die besondere Lage der BAHNSTADT: „Das Areal der BAHNSTADT liegt sehr schön mitten in der Stadt, rundherum umschlossen von der BS|ENERGY-Infrastruktur.“

**Karl Ochsner**, **Gründer der OCHSNER Wärmepumpen GmbH**, betont die übergeordnete Bedeutung des Projekts: „Mit unseren Produkten und Lösungen zur Klimaneutralität beizutragen. Wir alle haben Verantwortung für unsere Umwelt.“ Sein Unternehmen bringt „eine Erfahrung von über 40 Jahren bei Entwicklung, Erzeugung und dem Einsatz von Prozesswärmepumpen“ ein.

**Prof. Bernhard Rump** von der **RWTH Aachen** beschreibt die softwaretechnischen Herausforderungen: „Im Projekt wird MontiThings eingesetzt werden, um die Kommunikationsschnittstellen der Komponenten zu erzeugen.“ Seine Forschung trägt dazu bei, dass „bestehende Komponenten entsprechend mit neu zu entwickelnden Komponenten integriert werden können“.

**Thomas Wilken** vom **SIZ energieplus** betont die praktischen Vorteile für unterschiedliche Akteure: „Wir helfen der Stadt, ihren Gebäudebestand besser zu verstehen und nachhaltiger zu entwickeln. Den beteiligten Firmen und Herstellern bieten wir eine effiziente Plattform für die leistungsfähige, kostengünstige und sichere Kommunikation unterschiedlichster Systeme.“

schiedene Aspekte der vernetzten Wärme- und Kälteversorgung adressieren:

- **Entwicklung eines integrativen Ziel-Konzepts für die Wärmenetze:** In diesem ersten Schritt wird ein ganzheitliches Energieversorgungskonzept für die BAHNSTADT entwickelt, das innovative Komponenten im Kontext der leitungsgebundenen Wärme- und Kältebereitstellung verankert.
- **Entwicklung der C2T-Plattform:** Hier entsteht die digitale Infrastruktur, die die Vernetzung unterschiedlicher Systeme ermöglicht. Die synavision GmbH und die RWTH Aachen entwickeln unter Verwendung des MontiThings-Ökosystems ein Softwarerahmenwerk, das die Integration bestehender und neuer Komponenten erlaubt.
- **Pilotanwendung der C2T-Plattform auf Produkte und Dienstleistungen:** In diesem Arbeitspaket werden die entwickelten Konzepte auf konkrete Produkte angewendet, etwa auf Netze und Abrechnungsinfrastruktur, Wärmepumpen, PV-Anlagen, Lüftungszentralgeräte, E-Ladeinfrastruktur und Smart Home-Systeme.
- **Optimierung der C2T-Plattform, Entwicklung von Use-Cases und Wissenstransfer:** Die gewonnenen Erkenntnisse werden aufbereitet, die Plattform optimiert und konkrete Anwendungsfälle entwickelt. Zudem werden Handlungsempfehlungen für die Implementierung in anderen Städten abgeleitet.

Erste Ergebnisse zeigen das Potenzial des Ansatzes: Das Projekt C2T wird in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Kompetenzträgern erstellt, was eine umfassende Analyse und anschließend optimale Lösung der gestellten Aufgabe verspricht, ein Quartier zukunftsfähig mit optimalem Energiemanagement zu gestalten.

Die synavision GmbH entwickelt im Projekt Software-Demonstratoren für das Management auf Netzebene sowie die Einbindung von Gebäuden und Nutzern. Dr. Stefan Plesser, Geschäftsführer der synavision GmbH und Leiter des SIZ energieplus, betont: „Stadt, Firmen und Herstellern bieten wir eine effiziente Plattform für die leistungsfähige, kostengünstige

## INFORMATION

**Projekt:** C2T - Connect2Transform (020E-100622996) (03EN3105)

**Laufzeit der ersten Projektphase:** 3 Jahre (36 Monate)

**Gesamtkosten:** 4,4 Mio. Euro

**Förderung:** 3,4 Mio. Euro (79 Prozent)

**Projektpartner:** SIZ energieplus an der TU Braunschweig (Koordinator) • Institut für Städtebau und Entwurfsmethodik der TU Braunschweig • elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme der TU Braunschweig • Institut für Psychologie der TU Braunschweig • Lehrstuhl für Software Engineering der RWTH Aachen • Stadt Braunschweig • BS|ENERGY • synavision GmbH • CUBOS GmbH • Ochsner Process Energy Systems GmbH • MBS GmbH

und sichere Kommunikation unterschiedlichster Systeme und Produkte.“

### Übertragbarkeit und Skalierbarkeit

Ein zentrales Ziel von C2T ist die Übertragbarkeit der entwickelten Lösungen auf andere urbane Räume. Dabei folgt das Projekt dem Prinzip „Der Weg ergibt sich beim Gehen“: Sobald ein Teilsystem erfolgreich implementiert wurde und sich als stabil erwiesen hat, kann es auf andere Kontexte übertragen werden.

Mit dem Demonstrator BAHNSTADT steht die Umgebung für die Umsetzung von Anwendungsbeispielen zur Verfügung, wodurch der Projektfortschritt unterstützt wird. Die gewonnenen Erkenntnisse können in den nächsten Jahren auch auf weitere Quartiere in der Stadt Braunschweig übertragen werden und beispielgebend wirken für weitere Städte, die ähnliche Ansätze verfolgen wollen. Die Skalierung erfolgt dabei auf verschiedenen Ebenen:

- **Vom SmartHome zur SmartCity:** Beginnend mit einzelnen Gebäuden können Lösungen schrittweise auf Quartiers- und schließlich auf Stadtebene erweitert werden.

- **Von einzelnen Technologien zum integrierten System:** Zunächst werden einzelne Komponenten wie Wärmepumpen oder Ladestationen vernetzt, später folgt die Integration in komplexere Gesamtsysteme.
- **Von der Konzeption zur Implementierung:** Das Projekt entwickelt nicht nur theoretische Konzepte, sondern setzt diese in konkreten Demonstratoren um, die als Blaupause für andere Städte dienen können.

Ziel der C2T-Konzeptphase ist es, neben der konkreten Anwendung in der Stadt Braunschweig auch die Übertragbarkeit auf andere Städte sicherzustellen. Braunschweig soll ein Beispiel für die Anwendung des Internet of Things zur automatisierten, klimaoptimierten Steuerung der Wärme- und Kälteversorgung werden.

### Fazit und Ausblick

Das Projekt C2T-Connect2Transform zeigt exemplarisch, wie die komplexe Transformation städtischer Wärme- und Kälteversorgung gestaltet werden kann. Der mehrdimensionale Ansatz, der verschiedene Ebenen gleichzeitig adressiert, bietet eine praxisnahe Lösung für die Herausforderungen der Dekarbonisierung.

„  
Der mehrdimensionale Ansatz bietet eine praxisnahe Lösung für die Herausforderung der Dekarbonisierung.

Besonders innovativ ist dabei die schrittweise, modulare Vorgehensweise, die ein sukzessives Wachsen des Gesamtsystems ermöglicht. Dieses adaptive Transformationskonzept vermeidet die Risiken radikaler Systemwechsel und nutzt stattdessen die Potenziale einer kontinuierlichen flexiblen Entwicklung.

Dr. Stefan Plesser fasst zusammen: „Wir brauchen Nachhaltigkeit für alle Gebäude! Die Möglichkeit, Systeme flexibel zu entwickeln und zukunftssicher zu betreiben, ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Wärmewende.“

Die langfristige Vision des Projekts reicht weit über die BAHNSTADT Braunschweig hinaus: Die entwickelten Methoden und Werkzeuge sollen es Städten und Energieversorgern ermöglichen, produkt- und systemübergreifende Anforderungen an ihre Infrastrukturen zu definieren, zu überwachen und zukunftssicher weiterzuentwickeln. Das Projekt leistet damit einen wichtigen Beitrag auf dem Weg zu klimaneutralen, resilient vernetzten Städten – nicht durch einen großen Umbruch, sondern durch viele kleine, aber konsequente Schritte in die richtige Richtung. ■

### Die Autoren

**Dr. Stefan Plesser** ist Geschäftsführer der synavision GmbH und Leiter des SIZ energieplus an der TU Braunschweig.

**Thomas Wilken** ist Leiter des SIZ energieplus an der TU Braunschweig.

**Sven Lips** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im SIZ energieplus an der TU Braunschweig.

Kontakt:

Sven Lips

SIZ energieplus an der TU Braunschweig  
Hamburger Str. 277

38114 Braunschweig

Tel.: 0531 793893-30

E-Mail: sven.lips@siz-energieplus.de

Internet: www.connect2transform.org,

www.siz-energieplus.de