

Erkenntnisse aus dem Darmstädter Energie-Labor für Technologien in der Anwendung

DAS DARMSTÄDTER ENERGIE-LABOR FÜR TECHNOLOGIEN IN DER ANWENDUNG

ÜBERSICHTSPAPIER – REALLABOR DELTA



**Darmstädter Energie-Labor für
Technologien in der Anwendung**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



**Finanziert von der
Europäischen Union**
NextGenerationEU

Autor:innen



Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW), Technische Universität Darmstadt

www.ptw.tu-darmstadt.de

Prof. Dr.-Ing. Matthias Weigold, Thomas Kohne, Stefan Seyfried

ISM+D

Institute of Structural Mechanics and Design
Institut für Statik und Konstruktion

Institut für Statik und Konstruktion (ISM+D), Technische Universität Darmstadt

www.ismd.tu-darmstadt.de

Prof. Dr.-Ing. Jens Schneider, Dr. Nadja Bishara



ETA-Solutions GmbH

www.eta-solutions.de

Martin Beck

Herausgeber:innen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Technische Universität Darmstadt

Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt

www.tu-darmstadt.de

Prof. Dr.-Ing. Matthias Weigold, Thomas Kohne, Stefan Seyfried,
Martin Beck, Dr. Nadja Bishara

Kontakt: info@delta-darmstadt.de

Zitation

Kohne, Thomas; Beck, Martin; Bishara, Nadja; Seyfried, Stefan; Schneider, Jens; Weigold, Matthias (2023): Das Darmstädter Energie-Labor für Technologien in der Anwendung: Übersichtspapier – Reallabor DELTA. In: Weigold, Matthias; Kohne, Thomas; Seyfried, Stefan; Beck, Martin; Bishara, Nadja (Hrsg.): Erkenntnisse aus dem Darmstädter Energie-Labor für Technologien in der Anwendung (DELTA). TUprints, URN: [urn:nbn:de:tuda-tuprints-263796](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:tuda-tuprints-263796).

Lizenz

CC BY 4.0 International – Creative Commons, Attribution

Danksagung

Die Autor:innen und Herausgeber:innen bedanken sich herzlich beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BWMK) für die Förderung und beim Projektträger Jülich (PtJ) für die Betreuung des Projekts DELTA als Reallabor der Energiewende (Förderkennzeichen: 03EWR002A-P). Weiterhin bedanken sich die Autor:innen und Herausgeber:innen bei allen Projektpartner:innen des Reallabors DELTA für die gemeinsame Forschung, welche die Erkenntnisse der vorliegenden Veröffentlichung erst ermöglicht.



Reallabor DELTA

Das Darmstädter Energie-Labor für Technologien in der Anwendung (DELTA) agiert als Schaufenster für die urbane Energiewende zur Demonstration interagierender energieoptimierter Quartiere. Im Reallabor DELTA soll gezeigt werden, dass die technisch nachgewiesenen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und -flexibilisierung von urbanen Quartieren wirtschaftlich umsetzbar sind und diese auch gesellschaftlich akzeptiert werden.

Kurzfassung

Im Reallabor DELTA werden energiesystemische Methoden angewendet und energietechnische Anlagen errichtet, um erfolgreiche Pilotprojekte der urbanen Energiewende in die breite Anwendung zu überführen. Im Mittelpunkt steht die konsequente Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren, die bereits heute als größtes nutzbares Potenzial der urbanen Energiewende gilt. Darüber hinaus sollen Potenziale zur zeitlichen Verschiebung elektrischer Lasten identifiziert und zur optimalen Einbindung erneuerbarer Energiequellen genutzt werden. Energieeffizienz und -flexibilität werden durch die intelligente Verknüpfung einzelner Quartiere des betrachteten städtischen Energiesystems sowie durch Sektorkopplung erreicht. Wesentlich ist dabei die Entwicklung eines ganzheitlichen Innovationsökosystems, um alle Akteur:innen des Energiesystems an den energetischen und wirtschaftlichen Potenzialen teilhaben zu lassen. Hierzu wird im Projekt ein mehrstufiger, sektorübergreifender Ansatz verfolgt.

Schlagwörter: Reallabor, Urbane Energiewende, Energieeffizienz, Energieflexibilität, Darmstadt

Abstract

Title: The Darmstadt Energy Laboratory for Technologies in Application

In the living lab DELTA, energy system methods are applied, and energy technology systems are installed to transfer successful pilot projects of the urban energy transition to a broad application. The focus is on the consistent improvement of energy efficiency in all sectors, which is already considered to be the largest usable potential of the urban energy transition. In addition, the potential for shifting electrical loads over time to optimize the integration of renewable energy sources will be identified. Energy efficiency and flexibility will be achieved by intelligently linking individual districts of the urban energy system and by sector coupling. The development of a holistic innovation ecosystem is essential to enable all stakeholders in the energy system to participate in the energy and economic potential. To this end, the project pursues a multi-level, cross-sectoral approach.

Keywords: Living Lab, Urban Energy Transition, Energy Efficiency, Energy Flexibility, Darmstadt



1 Reallabore der Energiewende

Die *Reallabore der Energiewende* sind ein innovatives Format der Energieforschung, das 2019 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK, damals Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, BMWi) ins Leben gerufen wurde. Die Reallabore als Forschungsverbundprojekte verfolgen den Ansatz, technische und nicht-technische Innovationen im realen Umfeld und industriellem Maßstab zu erproben. Neben der Erforschung der technischen Innovation umfasst dies die Entwicklung innovativer Betriebs- und Geschäftsmodelle, die Berücksichtigung sozio-ökonomischer und gesellschaftlicher Aspekte sowie das regulatorische Lernen und schließlich die Steigerung der Nachfrage nach Energietechnologien. In den Reallaboren werden nicht nur neue Technologien getestet, sondern auch deren Anwendbarkeit und Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Wirtschaft in der Praxis untersucht. Dies ermöglicht es, die Energiewende auf umfassende Weise voranzutreiben und sicherzustellen, dass sie sowohl technisch als auch gesellschaftlich erfolgreich ist. [1]



Abbildung 1-1: Technology-Readiness-Level (TRL) im Kontext der Projektförderung im 7. Energieforschungsprogramm. Bild in Anlehnung an [2].

Das Darmstädter Energie-Labor für Technologien in der Anwendung (DELTA), geleitet von der Technischen Universität Darmstadt (TUDa), zählt zu den 20 Gewinnern des ersten Ideenwettbewerbes der Reallabore der Energiewende im 7. Energieforschungsprogramm [2] der Bundesregierung. Der Ideenwettbewerb hatte zum Ziel, erste Reallabore in den zwei Bereichen *Sektorenkopplung* und *Wasserstofftechnologien* sowie *energieoptimierte Quartiere* zu initiieren und zu fördern. Mittlerweile sind zwölf Reallabore (Stand November 2023) aus dem ersten Ideenwettbewerb gestartet – das Reallabor DELTA ist eines davon. Im 8. Energieforschungsprogramm [3] wird das Förderformat durch das BMWK nun fortgesetzt, da es technologische und nicht-technologische Entwicklungslücken für Innovationen zwischen der anwendungsnahen Forschung und der breiten Umsetzung in der Praxis schließt (Abbildung 1-1).



Abbildung 1-2: Reallabor DELTA vor dem Hintergrund des Weltkulturerbes Mathildenhöhe in Darmstadt. Bild: Nikolaus Heiss+TUDa (Jan Leuwer).

2 Projektüberblick

Das Reallabor DELTA agiert als Schaufenster für die urbane Energiewende zur Demonstration interagierender energieoptimierter Quartiere [4]. Im Projekt soll gezeigt werden, dass die technisch nachgewiesenen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und -flexibilisierung von urbanen Quartieren wirtschaftlich umsetzbar sind und gesellschaftlich akzeptiert werden. Es werden energiesystemische Methoden angewendet und energietechnische Anlagen errichtet, um erfolgreiche Pilotprojekte der urbanen Energiewende in die breite Anwendung zu überführen.¹

2.1 Ausgangssituation

Städte sind aufgrund geringer verfügbarer Flächen zumeist Energiesenken für die zentrale Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Energiesystem Deutschlands [5]. Sie bestehen aus vielen einzelnen Quartierstypen, welche sich in Industrie-, Gewerbe- und Wohn-Quartiere gliedern, aber auch Mischformen aufweisen können. Die Quartierstypen unterscheiden sich hinsichtlich der Energieinfrastruktur, des zeitlichen Verlaufs der Energienutzung sowie der benötigten Nutzenergien. Innerhalb der Quartierstypen existieren weitere Ausprägungen, z. B. verschiedene Anteile an Neu- und Altbauten in Wohnquartieren. Innerhalb urbaner Zentren werden diese verschiedenen Quartiere durch Netzstrukturen verbunden. Dies sind neben den Energienetzen wie Strom, Gas und Wärme sowie Versorgungs- und Entsorgungsnetzen auch die Mobilitätsnetze sowie die Kommunikationsnetze.

Das technische Potenzial zur Steigerung der Effizienz sowie zur energetischen Flexibilisierung von Quartieren ist durch zahlreiche Forschungsergebnisse nachgewiesen [6]. Dies gilt sowohl für Energiesysteme im Industrie-Quartier als auch für Wohn- und Gewerbe-Quartiere. Darüber hinaus existieren bereits heute Technologien, die im urbanen Energiesystem durch Sektorenkopplung Treibhausgasemissionen reduzieren können. Dies betrifft z. B. den Einsatz von zentralen und dezentralen Wärmepumpen oder die Elektrolyse von Wasserstoff. Werden Wärmepumpen zur gleichzeitigen Wärme- und Kälteerzeugung eingesetzt, ermöglicht dies eine deutliche Erhöhung der Energieeffizienz der Technologie [7]. Gleichermäßen ermöglicht ein dezentraler Einsatz von Elektrolyse-Verfahren im Quartier die Verwendung von regenerativen Stromüberschüssen bei gleichzeitiger Verwendung der entstehenden Abwärme [8]. Beide Maßnahmen ermöglichen es somit, konventionelle Energieträger zu verdrängen. Darüber hinaus generieren die Maßnahmen stromseitige Flexibilität, einerseits die Reaktion auf kurzfristige Spitzen im Stromnetz, andererseits die zeitweise Bedarfsreduktion in Zeiten geringem regenerativen Stromangebots.

In diesem Kontext verfolgt das Reallabor DELTA die folgenden Fragestellungen zum Erreichen der urbanen Klimaziele:

- Welches sind kurz-, mittel und langfristig erreichbare Energieeffizienzziele einer typischen mittelgroßen Stadt?
- Wie können lokal verfügbare Energiequellen zur Senkung der CO₂-Emissionen des Energiesystems Stadt beitragen?
- Wie können Kapazitäten der lokalen Energieinfrastruktur optimal ausgenutzt werden?
- Wie kann das Energiesystem betrieben werden und welche neuen Geschäftsmodelle entstehen?
- Welche regulatorischen Anreize erfordert ein solches Energiesystem?
- Wie kann technologisches Lernen von der Umsetzung zurück in die Grundlagenforschung eingebettet werden?

¹ Die Inhalte zum Reallabor DELTA basieren in großen Teilen auf der Vorhabenbeschreibung des Projekts.

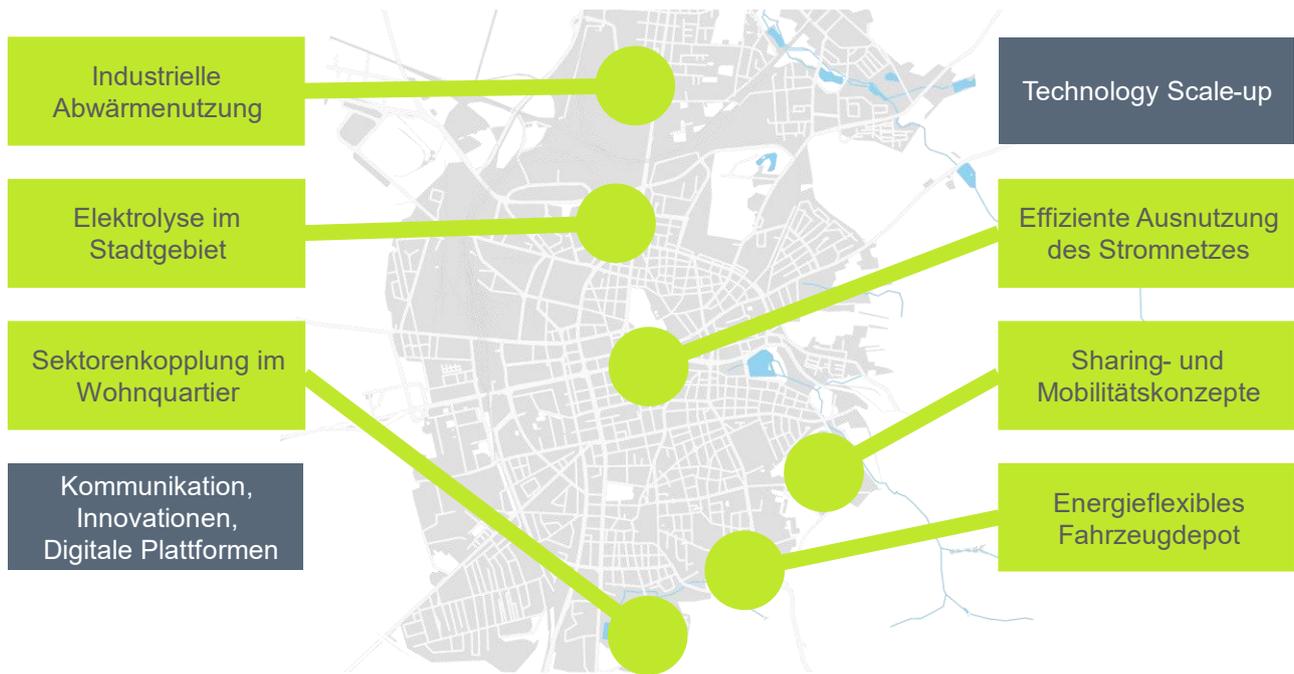


Abbildung 2-1: Karte mit verschiedenen Standorten der Umsetzungen im Reallabor DELTA. Bild: Shutterstock + TUDa (Jan Leuwer).

2.2 Ansatz

Um die beschriebenen Fragestellungen beantworten zu können, werden im Rahmen des Projekts verschiedene Standorte im Stadtgebiet Darmstadt sowie dessen Umgebung ausgewählt und unterschiedliche technologische Innovationen in einem realen Maßstab erprobt (Abbildung 2-1). Hierzu zählen:

- Die Ertüchtigung, bzw. der Neubau von Industriegebäuden mit dem Fokus auf Energieeffizienz und -flexibilität sowie der Bereitstellung von betrieblicher Abwärme an ein quartiersübergreifendes Wärmenetz.
- Die optimierte Allokation gewerblicher Energieverbraucher für eine optimierte Verlustwärmenutzung innovativer Technologien (z. B. Elektrolyse in Quartierszellen mit hohem Wärmebedarf).
- Die Integration von Power-to-Heat-Anlagen (insbesondere Wärmepumpen) in das städtische Energiesystem und Ertüchtigung für Stromflexibilität.
- Die Einbindung und Vernetzung dezentraler Erzeugungs- und Speicherkonzepte.
- Die weitgehend klimaneutrale Energieversorgung von Wohngebäuden mit optimierter Nutzung der verfügbaren und emissionsarmen Strom-, Wärme- und Abwärmequellen.

Innerhalb des Reallabors DELTA wird ein mehrschichtiger, sektorenübergreifender Ansatz verfolgt (Abbildung 2-2). In der ersten Stufe wird die Energieeffizienz einzelner Anlagen oder Gebäude durch Einzelmaßnahmen gesteigert. Anschließend kann das Energiesystem im Quartier in der zweiten Stufe intelligent vernetzt werden. Schließlich ist in der dritten Stufe die quartiersübergreifende Integration zur Optimalen Ausnutzung von Energiequellen und -senken zu prüfen. Im Mittelpunkt steht die konsequente Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren, die bereits heute als größtes nutzbares Potenzial der urbanen Energiewende gilt. Darüber hinaus sollen Potenziale zur zeitlichen Verschiebung elektrischer Lasten identifiziert und zur optimalen Nutzung erneuerbarer Energiequellen genutzt werden. Energieeffizienz und -flexibilität werden durch die intelligente Verknüpfung einzelner Quartiere des betrachteten städtischen Energiesystems sowie durch Sektorkopplung erreicht. Durch die breite und ganzheitliche Betrachtung der Energieflüsse innerhalb und zwischen den verschiedenen Quartieren sollen so Synergien genutzt werden. Wesentlich ist dabei die Entwicklung eines ganzheitlichen Innovationsökosystems, um alle Akteur:innen des Energiesystems an den energetischen und wirtschaftlichen Potenzialen teilhaben zu lassen.



Abbildung 2-2: Dreistufiger Ansatz im Reallabor DELTA. Bild: TUDa (Jan Leuwer).

3 Aufbau des Projekts

Im Sinne einer ganzheitlichen synergetischen Lösungsentwicklung und zur erfolgreichen Umsetzung der ambitionierten Ziele arbeiten im Projekt DELTA Unternehmen und Institutionen aus verschiedenen Bereichen wie Stadtentwicklung, Stadtwirtschaft, Industrie und Gewerbe, Forschung und Technologie-Start-ups zusammen. Um die beschriebenen Fragestellungen sowie technischen Anwendungen im Reallabor DELTA zu erforschen, besteht das Projekt zudem aus einer komplexen Projektstruktur sowie der strategischen Koordinierung auf verschiedenen Ebenen des Projekts.

3.1 Projektstruktur

Das Reallabor DELTA besteht aus verschiedenen Teilprojekten und Clustern (Abbildung 3-1). In den Teilprojekten werden technische Innovationen geplant, umgesetzt, getestet und betrieben. Ziel ist eine Erforschung der optimierten energetischen Umsetzung und Nutzung der technologischen Innovation (Forschung am realen Objekt) sowie die Untersuchung von spezifischen Geschäftsmodellen und regulatorischen Hemmnissen. Schließlich sollen die technischen Anlagen in den realen Betrieb übergehen. Der Fokus liegt auf der Steigerung von Energieeffizienz und -flexibilität durch Betrachtung und Interaktion der drei Quartierstypen Industrie, Gewerbe und Wohnen sowie der verbindenden Elemente der Energienetze (Strom, Gas, Fernwärme und -kälte), Mobilität (Verkehrswege, öffentlicher Nahverkehr) und digitalen Infrastruktur (digitale Plattformen):

- In Teilprojekt 1 werden verschiedene Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Sektorkopplung in einem neu erschlossenen Wohnquartier umgesetzt.
- Teilprojekt 2 betrachtet die umfassende Energieeffizienzsteigerung und Abwärmennutzung an einem Industriestandort und über diesen hinaus.
- Im Rahmen von Teilprojekt 3 wird eine Elektrolyseeinheit energieflexibel und multi-sektoral in die Energiezentrale des lokalen Energieversorgers integriert.
- Das Teilprojekt 4 entwickelt ein Mobilitätsdepot vor dem Hintergrund der Flottenelektrifizierung weiter.
- Teilprojekt 5 legt den Fokus auf die optimale Ausnutzung des urbanen Stromnetzes, z. B. durch den Einsatz von Batteriespeichern.
- In Teilprojekt 6 werden urbane Sharing-Modelle und Sharing-Praktiken entwickelt und untersucht.
- Das Teilprojekt 7 ermöglicht drei Start-Ups einen großskaligen Feldversuch innovativer Technologien.

Wesentlich ist es, dass alle beteiligten Akteur:innen ihre jeweiligen spezifischen Ziele verfolgen können und gleichzeitig das übergeordnete Ziel der Minimierung der Treibhausgasemissionen der Stadt erreicht werden kann. Um die Teilprojekte in den Kontext der energetischen Synergienutzung einer typischen mittelgroßen Stadt (in diesem Fall Darmstadt) einzubetten, werden drei übergreifende Cluster definiert – Energie-Daten, Energie-Innovationen und Energie-Akademie. Die Cluster dienen dabei der integrativen Erforschung der Kooperation im Projekt sowie dem Aufbau einer digitalen verbindenden Struktur, um den geordneten Transfer von Wissen zu ermöglichen. Weiterhin werden Erkenntnisse aus ausgewählten wissenschaftlichen Disziplinen (z. B. Innovationsmanagement, Supply Chain Management, Institutionenökonomie, geographische Stadtentwicklungs-/Urbanitätsforschung, Transformationsforschung) einbezogen. Das Gesamtprojekt wird durch ein Multiprojektmanagement koordiniert und begleitet, um sowohl wissenschaftliche als auch technische Erkenntnisse anzuleiten und zu unterstützen.



Abbildung 3-1: Projektstruktur des Reallabors DELTA. Bild: TUDa (Jan Leuwer).

Um den Ablauf sowie die Innovationsprozesse des Projektes strukturiert zu gestalten und den gezielten Austausch von Wissen und Erfahrungen zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten sicherzustellen, besteht eine dem Komplexitätsgrad gerecht werdende Management- und Governance-Struktur mit zentraler und dezentraler Koordination (Abbildung 3-2). Eine zentrale Rolle spielt dabei insbesondere das Multiprojektmanagement sowohl auf akademischer als auch auf technisch-wirtschaftlicher Ebene. Zu den Verantwortlichkeiten zählen wesentliche Koordinationsaufgaben wie die Implementierung eines internen und externen Projektkommunikationssystem, eine innovative und adaptive Projektstrukturplanung sowie die Akteursaktivierung und Transferleistung. Neben dem Projektmanagement beinhaltet die Management- und Governance-Struktur auch die jeweilige Koordination von Teilprojekten und Clustern. Diese tragen die Verantwortung zur Durchführung der einzelnen Maßnahmen sowie deren Abstimmung im Gesamtkontext. Eine Hauptaufgabe der Management- und Governance-Struktur im Gesamten ist die Sicherstellung der Kommunikation zwischen allen Projektbeteiligten im transdisziplinären Innovations- und Lernökosystem sowie die Gewährleistung des Projekterfolgs durch geplante Umsetzungen und agile Anpassungen.

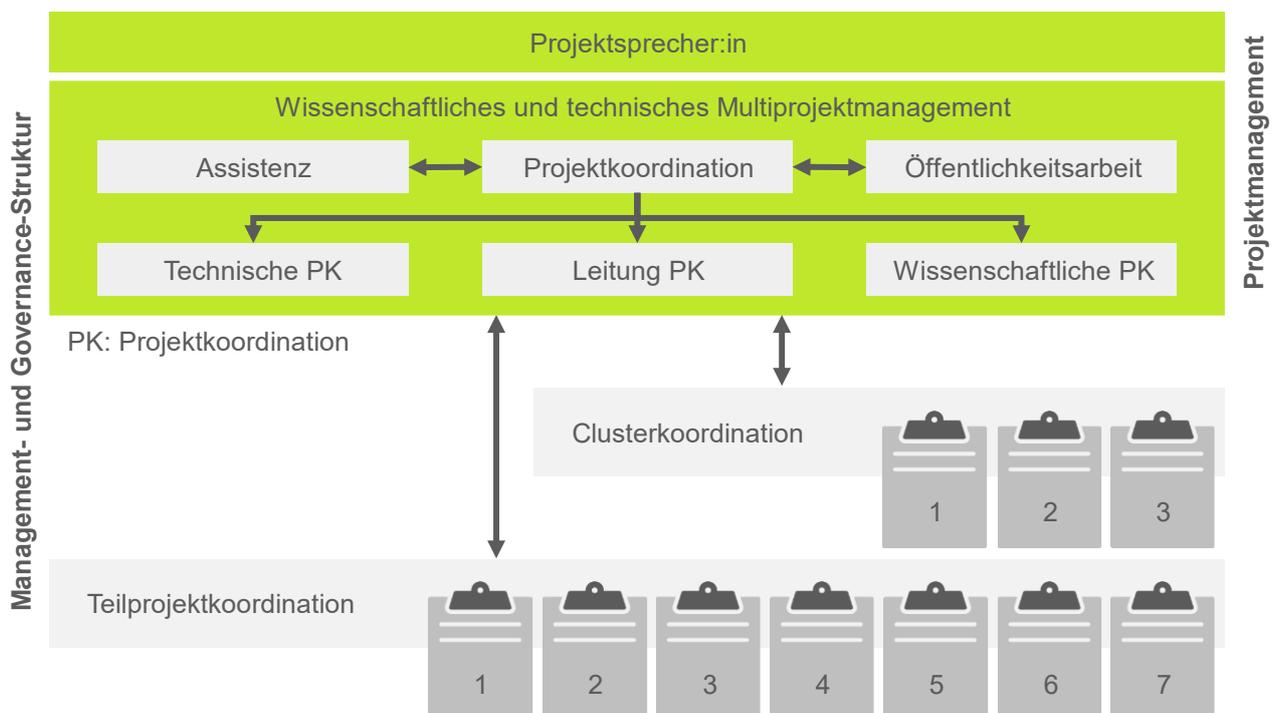


Abbildung 3-2: Management- und Governance-Struktur des Reallabors DELTA. Bild: TUDa (Jan Leuwer).

3.2 Konsortium

Die Wissenschaftsstadt Darmstadt ist eine typische mittelgroße Stadt in Deutschland, deren Quartiersstruktur exemplarisch ist für zahlreiche weitere Städte in Deutschland. Geprägt wird die Wissenschaftsstadt durch bedeutende Forschungseinrichtungen, insbesondere die Technische Universität Darmstadt und die Hochschule Darmstadt. Die Themen Nachhaltigkeit und Energieeffizienz sind institutionenübergreifender Bestandteil der Aktivitäten. Hierbei ist in der Region durch eine zunehmende Ansiedlung von innovativen Technologieunternehmen, Start-ups und forschungsnahen Einrichtungen eine Kompetenz-Clusterbildung für das Themenfeld Energieeffizienz und -flexibilität zu beobachten. Neben den Bildungseinrichtungen ist die Stadt geprägt durch industrielle Großbetriebe (u.a. Merck KGaA) mit ambitionierten Zielstellungen im Bereich der Nachhaltigkeit. Auch der ansässige Energieversorger (ENTEKA AG) sowie dessen direkte Kooperationspartner (COUNT+CARE GmbH & Co. KG, Zweckverband Abfallwirtschaft Südhessen) folgen der klaren Ausrichtung eines ökologischen Regionalversorgers und bringen über das Strom-, Gas-, und Fernwärmenetz eine vielfältige Erzeuger- und Energiespeicherstruktur in das Projekt ein. Über die städtische Beteiligungsgesellschaft (HEAG Holding AG) ist sowohl die ÖPNV-Mobilitätsstruktur (HEAG mobilo GmbH) als auch die städtische Wohnungsbaugesellschaft (bauverein AG) prägend für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Weiterhin zeichnet sich die Stadt Darmstadt als Digitalstadt durch innovativen Zukunfts- und Forschungsdrang mit diversen initiierten Projekten aus. Letzlich bringen im Konsortium DELTA auch kleinere Unternehmen wie Mobilitätsdienstleister (Hy2Serv GmbH) oder Technologie Start-ups (SMART-KLIMA GmbH, etalytics GmbH) ihre Expertise ein, entwickeln Technologien weiter und erproben diese im realen Maßstab. Alle genannten Unternehmen und Institutionen sind Konsortialpartner:innen unter Federführung der Technischen Universität Darmstadt.

Neben den Konsortialpartner:innen bietet das Reallabor DELTA Raum für innovative Start-Ups, um Technologien – hardwaretechnisch wie softwaretechnisch getrieben – für die urbane Energiewende Deutschlands im großen Maßstab einzubringen und zu erproben (ETA-Solutions GmbH, etalytics GmbH, Green Mobility Solutions GmbH, DATAbility GmbH, vilisto GmbH, Kraftblock GmbH). Auch größere Industriepartner (Evonik Operations GmbH) und Netzbetreiber (e-netz Südhessen) unterstützen DELTA durch System- und Technologie-Know-how. Darüber hinaus beteiligt sich auch die Wissenschaftsstadt Darmstadt als assoziierter Partner im engen Dialog und Austausch an der Sicherstellung des Projekterfolgs in Darmstadt.



Abbildung 3-3: Konsortium des Reallabors DELTA.

4 Leitbild des Projekts

Das Leitbild des Reallabors DELTA wurde mit dem gesamten Projektteam entwickelt und spiegelt den Drang des Konsortiums wider, die urbane Energiewende aktiv zu gestalten.

Vision – Wo wollen wir langfristig hin?

Wir streben nach der Vision, die Stadt Darmstadt zu einem zukunftsfähigen Innovationsökosystem der Energiewende zu entwickeln.

- Gesellschaftliche Veränderung initiieren
- Energiesystem ganzheitlich transformieren
- Skalierbare Lösungen entwickeln und erproben

Mission – Was ist unser Auftrag?

- Wir tragen mit quartiers- und sektorübergreifenden Umsetzungen zur Emissionsreduktion in Darmstadt bei.
- Wir schaffen Kommunikationsstrukturen und damit gesellschaftliche Akzeptanz für ein Innovationscluster der urbanen Energiewende.
- Wir bereiten wissenschaftliche und sozio-techno-ökonomische Erkenntnisse auf und schaffen damit eine breite Wissensbasis für den Transfer der Lösungen.

Werte – Was verbindet uns?

Unser Selbstverständnis ist die Zusammenführung von Nachhaltigkeit, Zukunftsorientierung und Verantwortung. Dazu zeichnet sich unsere Arbeit durch Innovation, Fachkompetenz und Teamgeist aus.

Strategie – Wie wollen wir dies erreichen?

- Realisieren mit realen Experimentierfeldern: Es werden technologische Umsetzungen basierend auf den Ansätzen im Projektantrag realisiert und analysiert.
- Kommunizieren mit bekannten Strukturen: Zielgruppenorientierte Formate zur Kommunikation und Diskussion der wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse werden etabliert.
- Transferieren als Basis für neue Projekte: Eine Verstetigung des Innovationsökosystems wird unter Einbeziehung der Gesellschaft initiiert.



Abbildung 4-2: Strategie zur Umsetzung des Leitbilds. Bild: TUDa (Jan Leuwer).



Abbildung 4-1: Vision, Mission und Werte als Leitbilddelemente. Bild: TUDa (Jan Leuwer).

Literaturverzeichnis

- [1] BMWK. „Reallabore der Energiewende: Innovationen in die Praxis bringen.“ <https://www.energieforschung.de/spotlights/reallabore> (Zugriff am: 3. November 2023).
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hg., "7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung: Innovationen für die Energiewende," Berlin, Sep. 2018.
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Hg., "8. Energieforschungsprogramm zur angewandten Energieforschung: Forschungsmissionen für die Energiewende," Okt. 2023.
- [4] DELTA. „Darmstädter Energie-Labor für Technologien in der Anwendung (DELTA).“ <https://delta-darmstadt.de/> (Zugriff am: 3. November 2023).
- [5] M. Desgranges, "Wie holen wir die Energiewende in die Städte?," *Quarks*, 13. November 2020. <https://www.quarks.de/technik/energie/wie-holen-wir-die-energie-wende-in-die-staedte/> (Zugriff am: 15. November 2023).
- [6] Deutsche Energie-Agentur (dena), Hg., "Abschlussbericht dena-Projekt Urbane Energiewende," 2019.
- [7] S. Wolf, "Integration von Wärmepumpen in industrielle Produktionssysteme : Potenziale und Instrumente zur Potenzialerschließung," 2017, doi: 10.18419/opus-9593.
- [8] K. Prehn, F. Schiller, P. Knebel und G. Gehlert, "Wärmenutzung der Elektrolyse – eine (zu) wenig realisierte Option?," 2023, doi: 10.48547/202310-017.



DELTA Darmstädter Energie-Labor für
Technologien in der Anwendung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



**Finanziert von der
Europäischen Union**
NextGenerationEU