

QUARREE100 - ESSAY

Ein Resümee-Papier der Projektpartner



ENTWICKLUNGSAGENTUR  REGION HEIDE

 Universität Bremen* **siz energie+**

Consolinno
ENERGY
Consulting Solutions Innovations 

EEG
Gemeinsam in Bewegung 

elogen
Empowering a sustainable world

emma
technologies

moving energy
entelios


FH Westküste
Wirtschaft und Technik

 **Fraunhofer**
IFAM

IKEM

IPP
ESN
Power
Engineering

 JACOBS
UNIVERSITY

OTH REGENSBURG

INSTITUT
**RAUM &
ENERGIE**

STADT HEIDE  REGION HEIDE
Marktschaft im Nordseewind

STADTWERKE HEIDE GmbH 

 **TACHYCON**
mathematics - software - consulting

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
Offen im Denken

 **vater**
unternehmensgruppe

 **ZSW**

Inhalt

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Vorwort..... | 1 |
| 2. Das Projekt QUARREE100 | 1 |
| 3. Resümees der Projektpartner | 2 |
| a. Entwicklungsagentur Region Heide AöR | 3 |
| b. Steinbeis Innovationszentrum energieplus..... | 5 |
| c. Universität Bremen – Institut Resiliente Energiesysteme | 6 |
| d. Elogen GmbH | 8 |
| e. emma technologies GmbH | 9 |
| f. Fachhochschule Westküste | 11 |
| g. Fraunhofer IFAM..... | 13 |
| h. IKEM - Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V..... | 14 |
| i. IPP ESN Power Engineering GmbH | 15 |
| j. Ostbayrische Technische Hochschule Regensburg..... | 16 |
| k. Raum & Energie - Institut für Planung Kommunikation und Prozessmanagement GmbH | 18 |
| l. Stadt Heide..... | 20 |
| m. TACHYCON GmbH | 21 |
| n. Universität Duisburg Essen..... | 23 |
| o. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden- Württemberg (ZSW) | 24 |
| 4. Schlusswort | 25 |
| 5. Kontakt | 26 |

Stand: April 2024

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1. Vorwort

2016 haben wir, die Entwicklungsagentur Region Heide (EARH), das Advanced Energy Systems Institute der Uni Bremen (AES) und das Steinbeis-Innovationszentrum energieplus (SIZ) aus Braunschweig, das Projekt QUARREE100 ins Leben gerufen.

QUARREE100 ist ein Leuchtturmprojekt auf Bundesebene zur nachhaltigen Energieversorgung in städtischen Quartieren und war seiner Zeit deutlich voraus. Viele unserer Themen beschäftigen heute bundesweit Stadtplaner, Energieberater und -versorger sowie die Politik. Die nachhaltige, resiliente Energieversorgung in Bestandsquartieren ist hinsichtlich der Klima- und Energiekrise eines der herausforderndsten Themen unserer Zeit. Während wir für den Bereich Strom und Mobilität am Markt zunehmend Möglichkeiten haben, stellt die Wärmeversorgung die größte Herausforderung dar.

Technisch haben wir im dem Projekt Lösungen erarbeitet, doch neben der Technik entscheiden auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie die Herstellkosten über die Wettbewerbsfähigkeit. Das Ziel war und ist, den Bürgerinnen und Bürgern langfristig nicht nur eine nachhaltige, verbindliche und sichere Energieversorgung anzubieten, sondern diese auch zu einem ähnlichen Preis gegenüber den fossilen Energien.

Nun läuft QUARREE100 zum Ende 2024 aus. Natürlich sind wir traurig, dass wir bislang keine Umsetzung im Quartier erreichen konnten, dieses war neben den wissenschaftlichen Arbeiten unser klar erklärtes Ziel. Doch zunächst sehr niedrige Kosten für fossile Energien und nun mehr sehr hohe Baukosten machen es schwer, den Bürgerinnen und Bürgern attraktive Versorgungsangebote zu machen. Als das Energiesystem konzeptionell entwickelt und von allen Partnern einstimmig beschlossen wurde, war es nur bedingt wettbewerbsfähig. Eine Umsetzung wäre möglich gewesen, hätte aber Mut gebraucht, einen derartigen Paradigmenwechsel einzuleiten – verbunden mit niedrigeren Margen, unbekanntem Personalaufwand und dem Einstieg in den völlig neuen Energiesektor „Wärme“ in Heide.

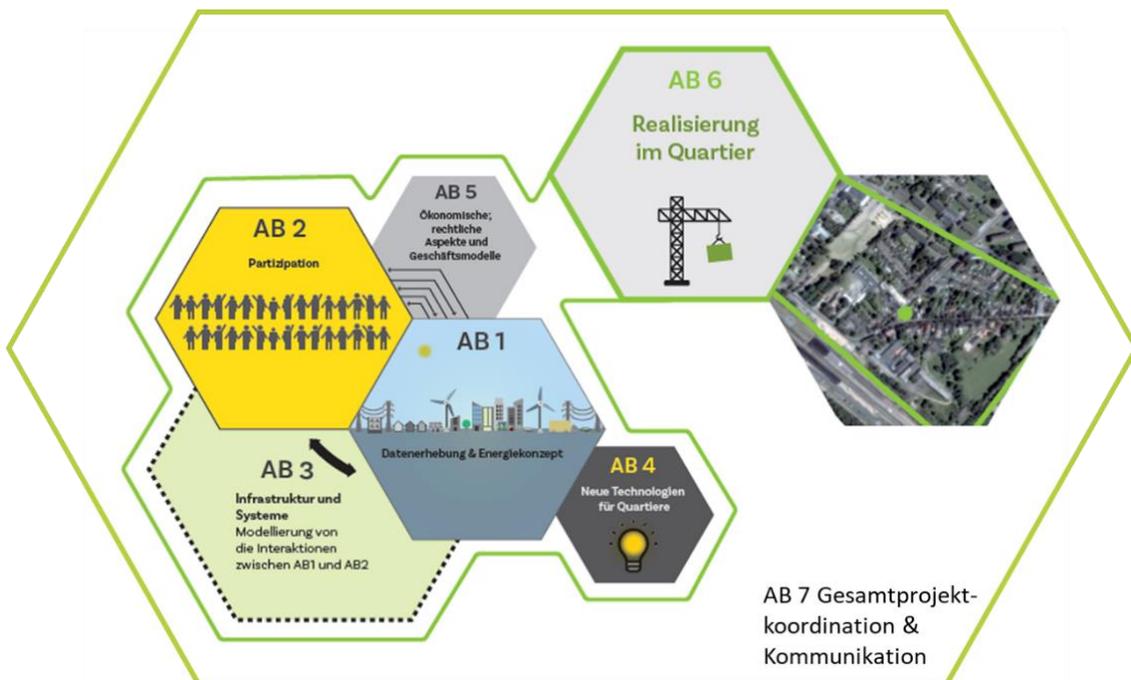
Obwohl genau diese wirtschaftliche Wettbewerbssituation für die Wärmeversorgung (noch) nicht zu einer Umsetzung im Quartier geführt hat, hat uns das Projekt am Ende mit seinen 20 Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlicher Hand viele sehr gute Ergebnisse gebracht. In diesem Essay werfen die Partner nun einen Blick auf ihre Arbeiten und Ergebnisse und ziehen über QUARREE100 Bilanz.

2. Das Projekt QUARREE100

*„Resiliente, integrierte und systemdienliche Energieversorgungssysteme
im städtischen Bestandsquartier unter vollständiger Integration erneuerbarer Energien“
QUARREE100*

Die Energiewende braucht zu ihrem Gelingen neue Impulse und integrierte Lösungen. Das Vorhaben QUARREE100 adressierte einige der größten Herausforderungen, erarbeitete technische, konzeptionell systemische und transformative Lösungen für Quartiere und sollte diese beispielhaft im Quartier Rüdorfer Kamp in Heide umsetzen (siehe Abbildung: Projektstruktur). Ziel war die Entwicklung von skalierbaren und übertragbaren Lösungen, die im Quartier einen hohen Anteil von erneuerbaren Energien in allen Sektoren zulassen, das

Quartier dabei ins Gesamtenergiesystem zu integrieren und den lokalen und regionalen Akteuren breite Partizipationsmöglichkeiten bei Gestaltung und Nutzenverwertung zu ermöglichen. Dafür sind innovative Technologien nötig, die auf der Skala von Quartieren und regionalen Verbänden aus Siedlungen, Gewerbe und Industrie zu einer hochgradig flexiblen Versorgung mit Energieträgern inklusive der Kopplung der dazugehörigen Versorgungssysteme beitragen. In diesem Vorhaben wurden Energiekonzepte aber auch Einzeltechnologien entwickelt. Des Weiteren sind übertragbar einsetzbare Werkzeuge für eine Planung von integrierten, systemdienlichen und resilienten quartiersbezogenen Energiesystemen nötig, für die ein Baukasten mit Werkzeugen von Simulations- und Analysetools bis hin zu Partizipationskonzepten entwickelt wurde. Die erarbeiteten Technologien, Systeme und Konzepte wurden im Rüsdorfer Kamp für die partizipative Umgestaltung und Entwicklung eines heterogenen Quartiers genutzt. Es galt, ihre Leistungsfähigkeit sowie Übertragbarkeit mit einem anspruchsvollen Monitoringkonzept zu überprüfen. Die grundlegenden F&E- sowie Umsetzungsphasen des Vorhabens waren eng miteinander verzahnt, um eine große gegenseitige Befruchtung zu erlauben und wurden von einem interdisziplinären Konsortium aus Wissenschaft, kommunalen Akteuren und Unternehmen umgesetzt. Durch die frühzeitige Einbindung der lokalen Bevölkerung wurde dem transdisziplinären Charakter der Energiewende Rechnung getragen und schließlich ein anschlussfähiger Baukasten für Übertragungen auf andere Quartiere und Regionen generiert.



Projektstruktur mit sieben verknüpften Arbeitsbereichen QUARREE100, Universität Bremen

3. Resümees der Projektpartner

Im Folgenden geben die Projektpartner über kurze Resümees einen Einblick in die jeweiligen Arbeitsschwerpunkte und Ergebnisse sowie ein subjektives Fazit zum Projekt selbst. Die Partner sind alphabetisch aufgeführt - zunächst die drei Verbundkoordinatoren und schließlich die weiteren Projektpartner, die gemeinsam an diesem Essay mitgewirkt haben.

a. Entwicklungsagentur Region Heide AöR

Verfasser: Martin Struve, Jana Rasch, Martin Eckhard

Wir von der Entwicklungsagentur Region Heide haben im Projekt QUARREE100 die Verantwortung für die Gesamtkoordination sowie für die Leitung des AB 6 „Umsetzung“ übernommen. Wir sind damit zentrale Schnittstelle zwischen allen Projektpartnern und Fördermittelgeber sowie zu den kommunalen Gremien der Stadt Heide. Weiterhin haben wir maßgeblich bei der Entwicklung des Energiekonzeptes mitgewirkt, indem wir die Kontakte zu den Technologielieferanten sowie zu potentiellen Betreibern und Investoren koordiniert haben.

Hinsichtlich der Umsetzung, welche die Überführung des Gesamtvorhabens von der wissenschaftlichen Ebene in die örtliche Anwendung beinhaltet, ist aus unserer Sicht die Auswahl und Einbindung des Betreibers erfolgsentscheidend. Nur mit einem marktkundigen und innovativen Betreiber ist eine nachhaltige Implementierung von Forschungsergebnissen in eine reale Umgebung umsetzbar. Im QUARREE100 sind wir nach einstimmigem Beschluss aller Projektpartner über das umzusetzende Energiekonzept mit den Stadtwerken Heide als Projektpartner und als favorisierter Betreiber in intensive Gespräche für eine Umsetzung des Vorhabens eingetreten. Dabei hat sich nach langen Verhandlungen herausgestellt, dass die Umsetzung des Energiekonzeptes von QUARREE100 sowie alternativen Varianten aus wirtschaftlichen Gründen für die Stadtwerke Heide nicht darstellbar sind. Als weitere Realisierungsoptionen wurden die Umsetzung durch eine neu zu gründende kommunale Gesellschaft geprüft sowie parallel mittels eines Interessenbekundungsverfahrens ein alternativer Umsetzungspartner am Markt gesucht. Im Ergebnis haben auch diese beiden Pfade aus unterschiedlichen Gründen bislang nicht zur erhofften Umsetzung des Energiekonzeptes geführt.

Zusätzlich benötigt das Energiekonzept von QUARREE100, wie auch andere regenerative Energiekonzepte, auch die Bereitstellung von Flächen zur Energieerzeugung oder -wandlung. Diese Flächen sind im urbanen Zusammenhang häufig schwierig bereitzustellen. Daher gilt es frühzeitig auch geeignete Flächen für eine Energiezentrale zu ermitteln und auszuweisen.

Mit den erlangten Erfahrungen in der Umsetzung sollte künftig zu Beginn zwischen zwei potentiellen Wegen zur Einbindung eines Betreibers abgewogen werden, um die Chancen einer nachhaltigen und zeitnahen Umsetzung innovativer, komplexer Vorhaben zu verbessern:

Weg A: Frühzeitige Einbindung eines Betreibers

Bei diesem Weg wird zu Projektbeginn ein (zumeist wirtschaftlich orientierter) Projektpartner für die Umsetzung des Vorhabens ausgewählt und in dem Prozess der (forschungsseitigen) Konzeptentwicklung eingebunden. Bei dem Beschluss zur finalen Umsetzungsvariante werden dem Betreiber gewisse Spielräume vorgegeben, um auf politische oder energiewirtschaftliche Entwicklungen reagieren zu können, wie z.B. ein Stufenplan zur CO₂-Reduktion oder die bauliche Realisierung in Ausbaustufen. Die Fördermittel für die Umsetzung werden dabei direkt an den Betreiber adressiert und sind über den Zuwendungsbescheid entsprechend zweckgebunden. Grundsätzlich sollte bereits zu Beginn darauf geachtet werden, dass dem potentiellen Betreiber bewusst ist, dass derartige innovative Projekte i. d. R. einen erhöhten Betreuungsaufwand und ggf. auch geringere Margen ermöglichen, als ein klassisches Bestandsgeschäft.

Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> + Betriebswirtschaftliche Erfordernisse des Betreibers werden von Anfang an mitberücksichtigt + Kein Zeitverlust bei der Betreiberauswahl + Fördermittel sind unmittelbar dem Betreiber zugewiesen + Flächenbedarfe können mit dem Betreiber parallel zum Konzept entwickelt werden | <ul style="list-style-type: none"> - Wissenschaftliche Arbeiten können durch den Betreiber beeinflusst werden - Das Know-How des Marktes kann im wettbewerblichen Sinne nicht genutzt werden - Schwierigkeit bei der Betreibersuche bei unbekanntem Umsetzungskonzept - Hohe Unsicherheit für einen Betreiber bei langen Entwicklungsvorlaufzeiten hinsichtlich Preisentwicklungen |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Weg B: Durchführung einer Konzeptvergabe

Bei diesem Weg wird zu Projektbeginn kein Betreiber festgelegt. Dieser wird erst im Anschluss an den Beschluss über das Umsetzungskonzept im Rahmen einer Konzeptausschreibung ausgewählt. Die Bewerber haben in Ihrem Angebot darzustellen, wie Sie beabsichtigen das (forschungsseitig) entwickelte Konzept umzusetzen und die vorgegebenen Projektziele zu erreichen. Im Rahmen von QUARREE100 hätte sich der Betreiber nach Zuschlagserteilung dazu verpflichtet, die Fördermittel für die Umsetzung zu übernehmen und zweckgemäß zu verausgaben. Der Betreiber wird auch im Projektkonsortium aufgenommen, damit der Zugang für wissenschaftliche Arbeiten an der Umsetzung des Vorhabens sichergestellt werden kann.

Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> + Die Wissenschaftlichen Arbeiten können ungestört durchgeführt werden + Der Markt kann eigenes Know-How und Innovationen mit einbringen + Höhere Nachfrage unter den Betreibern als bei Eintritt zum Projektbeginn + Gute Kalkulierbarkeit | <ul style="list-style-type: none"> - Arbeits- und zeitaufwendiger Vergabeprozess - Gefahr, keine Bewerbungen zu bekommen - Flächenbedarfe können erst nach dem Konzept mit dem Betreiber entwickelt werden - Mögliche Fördermittelübertragung kompliziert |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Zusammenfassend stellen wir fest, dass beide Wege Ihre Vor- und Nachteile haben und es keine pauschale Empfehlung für einen Weg gibt, da dies sehr von der Art und Struktur des Projektes abhängt. Im Falle eines eher forschungslastigen Projektes mit einem kleineren, aber komplexen Umsetzungsgebiet, wie bei QUARREE100, würde sich tendenziell eher der Weg A, also das frühzeitige Einbinden des Betreibers anbieten, da die Vorteile durch das frühzeitige Mitwirken des Betreibers bei der Konzeptentwicklung zugunsten der Umsetzung die Nachteile überwiegen.

Bei einem umsetzungsorientierten Projekt mit geringerem Forschungsanteil und klareren Fokussierung auf eine wirtschaftliche Integration, empfiehlt sich eher der Weg B, da der Mehrwert durch die Nutzung des Markt-Know-how sowie des Wettbewerbes zu einem besseren Endergebnis führen dürften, als auf einen von Anfang an gesetzten Betreiber zu setzen.

b. Steinbeis Innovationszentrum energieplus

Verfasser: David Sauss, Joris Zimmermann

Das Projekt QUARREE100 hat sich im Kontext der Energiewende im Gebäudebestand eine der denkbar größten Herausforderungen gesucht: Die Transformation eines relativ kleinen Quartiers mit geringer Besiedlungsdichte und inhomogenen Strukturen, eingebettet in einer größeren Stadt. Somit bestehen ähnliche Herausforderungen wie z.B. im ländlichen Raum, jedoch ohne die dortigen Vorteile wie Verfügbarkeit von Freiflächen zur lokalen Erzeugung erneuerbarer Energien. Nichtsdestotrotz sind es diese Herausforderungen, deren Bewältigung für die Energiewende entscheidend sein wird.

Das SIZ energieplus hat mit großer Leidenschaft daran mitgewirkt, eine technische Lösung für diese Aufgabe zu finden. Von der Erstellung eines Gebäude- und Solarkatasters, über die Erzeugung von thermischen und elektrischen Lastprofilen der Gebäude, Auslegung eines Wärmenetzes, Modellierung und Simulation von Energiekonzepten bis hin zu deren energetischer, ökologischer und ökonomischer Bewertung, konnten in einer gelungenen Kooperation gemeinsam mit den Projektpartnern entscheidende Schritte bearbeitet werden. Die Konsensfindung, insbesondere bei der Bewertung und Auswahl eines Energiekonzepts, stellte zwar bei so vielen Projektpartnern eine eigene Herausforderung dar. Jedoch konnte nur so sichergestellt werden, dass der interdisziplinäre und ganzheitliche Ansatz des Projekts mit seinen unterschiedlichen Bewertungsaspekten von Innovation über Klimaneutralität, Akzeptanz, Netzdienlichkeit und Sicherheit bis hin zur Resilienz Berücksichtigung finden konnte. Gleichmaßen wäre ohne das breit aufgestellte Projektkonsortium z. B. eine detaillierte Erfassung der Bestandsdaten kaum möglich gewesen. Die im Projektverlauf angewendeten Methoden und Werkzeuge konnten durch Verfolgung eines open source-Ansatzes so (weiter-) entwickelt werden, dass viele davon auch über das Projektende hinaus allen Partnern und sogar der fachkundigen Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Die Forschungsarbeit an diesen Methoden stellte ein eigenes Projektziel dar, welches erfolgreich bearbeitet wurde. Heute werden viele dieser Aspekte von der kommunalen Wärmeplanung eingeholt, sodass ihre Relevanz auch weiterhin gegeben sein wird.

Neben den theoretischen Arbeiten zur Konzepterstellung steht die praktische Umsetzung stets auf einem anderen Blatt. Die technischen Lösungen für die Energiewende sind verfügbar und übertragbar, dies konnte in QUARREE100 gezeigt werden. Die Wirtschaftlichkeit hingegen bleibt die zentrale Herausforderung für die Energiewende. Dieses Kernproblem wird auch die kommunale Wärmeplanung nicht lösen. Zwar haben sich in der Zwischenzeit Förderprogramme, wie die „Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)“ weiterentwickelt, jedoch ist eine Wirtschaftlichkeit von klimaneutralen Projekten, gerade wenn es um die Versorgung des Gebäudebestands geht, weiterhin kein Selbstläufer. Dies ist insbesondere enormen Preisanstiegen bei den Investitionskosten der letzten Jahre geschuldet, die sich durch gestiegene Wärmeverkaufspreise nicht sozial verträglich ausgleichen lassen.

Aber auch regulatorisch besteht noch Handlungsbedarf. Im präferierten Energiekonzept sollte erneuerbarer Strom lokal aus Photovoltaik erzeugt werden. Da eine entsprechende Freifläche nicht existiert, sollten die Dächer der Gebäude genutzt werden, die an das Wärmenetz angeschlossen werden. Photovoltaik-Strom würde zur Energiezentrale geleitet, und dort mittels Wärmepumpe zur Versorgung des Wärmenetz genutzt werden. Zum Forschungsbetrieb war ein Elektrolyseur vorgesehen, um die Nutzung von Wasserstoff in der Mobilität und bei der Einspeisung in ein Erdgasnetz zu erproben. Neben der Wärmepumpe waren ein Blockheizkraftwerk sowie ein Gaskessel zur Wärmeproduktion eingeplant, sodass sich in Kombination mit einem Wärmespeicher flexible Fahrweisen für die Bevorzugung von Strom bzw. Gas ergeben, nicht zuletzt auch im Sinne der Resilienz. Für den Ausgangspunkt dieses Konzepts, sprich die Nutzung des Photovoltaik-Stroms aus dem Quartier, fehlt in Deutschland jedoch noch eine rechtliche Grundlage. Zur flexiblen Nutzung von günstigem erneuerbarem Strom innerhalb z.B. eines Quartiers im Rahmen einer Gemeinschaft gibt es auf Ebene der Europäischen Union Bestrebungen, die jedoch noch nicht umgesetzt sind. Hier besteht Handlungsbedarf, der einer Umsetzbarkeit von ähnlichen Energiekonzepten in Zukunft helfen kann. Der Abbau von Hürden wie dieser kann der Energiewende zum Erfolg verhelfen.

c. Universität Bremen – Institut Resiliente Energiesysteme

Verfasser: Lennart Winkeler, Tino Mitzinger, Dr. Torben Stührmann

Ein wichtiges Element der Arbeiten des Fachgebietes Resiliente Energiesysteme der Universität Bremen im Projekt QUARREE100 war die wirtschaftliche, ökologische und technisch optimale Auslegung eines resilienten Energiesystems für Bestandsquartiere. Diese Auslegung wurde unter der Zuhilfenahme von Simulationsmodellen durchgeführt. Dafür ist ein frühzeitig mit den Bürgerinnen und Bürgern initiiertes Dialogprozess für die Abwägung von Zielen und Zielkonflikten im Sinne eines partizipativem Modellierungsansatzes essentiell. Um die hierfür hohe Akzeptanz im Quartier sicherzustellen, hat das Fachgebiet Resiliente Energiesysteme zivilgesellschaftliche Akteure von Beginn an in die Gestaltung des Energiekonzeptes mittels Bürgerveranstaltungen und -befragungen integriert. Die Bürgerinnen und Bürger sollten dabei eine verantwortliche Rolle spielen, da sie zentral für das Gelingen der Umsetzung sind. Dabei sollte das partizipative Element nicht allein in der Rezeption von Informationen enden, sondern auch die Einbindung in Entscheidungsprozesse beinhalten. Diese Themen wurden im Rahmen der Arbeitspakete 2 (Partizipation) und 3 (Simulation & Modellierung) adressiert.

Im Arbeitsbereich 2 des Projektes QUARREE100 wurde das Vorhaben durch unterschiedliche Beteiligungsformate unterstützt sowie diese Aktivitäten wissenschaftlich begleitet, um erfolgreiche Formate zu entwickeln, zu untersuchen und einen Transfer zu ermöglichen. Das Ziel war, ein tieferes Verständnis für die Dynamik partizipativer Quartiersentwicklungsprozesse zu gewinnen. Ein wesentlicher Schritt bestand darin, ein digitales, interaktives Unterstützungstool für partizipative Verfahren zu entwickeln und dieses in Workshops vor Ort zu erproben. Dieses Werkzeug dient dazu, den Austausch, das Verständnis und die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren in den Quartieren zu verbessern. Die Basis für das Tool bildet ein agentenbasiertes Modell (ABM), welches den Rüdorfer Kamp als Quartier abbildet. Das Modell ermöglicht es, komplexe sozio-technische Dynamiken in Bestandsquartieren zu simulieren und Entscheidungsverhalten und dessen Einfluss zu untersuchen und grafisch abzubilden

Der Forschungsansatz **im Arbeitsbereich 3** des Verbundvorhabens QUARREE100 umfasste die Entwicklung eines Werkzeugkastens für die Optimierung und Analyse von energetischen Quartierskonzepten. Das erste Glied in der Modellkette bildet ein Szenariengenerator, welcher Inputdaten und -parameter für unterschiedliche globale Entwicklungsszenarien liefert, welche für die Quartiersmodelle benötigt werden. Für die Planung und Dimensionierung von Quartiersenergiesystemen wurde ein Optimierungstool im OpenEnergyModelFramework (oemof) entwickelt, welches belastbare Versorgungsszenarien für eine spätere Detailplanung lieferte. Die Optimierung umfasst dabei nicht nur die Energiebereitstellung, sondern liefert auch eine georeferenzierte Grobdimensionierung für mögliche Wärmenetze im betrachteten Quartier. Als letztes Glied in der Modellkette steht ein Indikatoren-gestütztes Analysewerkzeug für resiliente Strukturen und Funktionen in Quartiersenergiesystemen. Hierzu wurden die Energieversorgungsszenarien aus den Optimierungsrechnungen in ein physikalisch detaillierteres Modell übertragen und dort Stresstest unterworfen um die Resilienz der Versorgungsszenarien zu bewerten.

Für das Fachgebiet Resiliente Energiesysteme war das Forschungsprojekt insgesamt auf mehreren Ebenen wertvoll und hat bedeutende Fortschritte ermöglicht:

1. Soziotechnische Modellierungsansätze für Quartiere: Das Forschungsprojekt hat es uns ermöglicht, innovative soziotechnische Modellierungsansätze für Quartiere zu entwickeln. Durch die Integration von sozialen, technologischen und ökologischen Aspekten konnten wir ein ganzheitliches Verständnis für die Dynamiken in Quartieren gewinnen und somit fundierte Empfehlungen für nachhaltige Entwicklungsmöglichkeiten ableiten. Die Arbeit in QUARREE100 hat dem Fachgebiet ermöglicht ein zentrales Element der zukünftigen Forschungstätigkeiten zu etablieren und zu vertiefen.

2. Aufbau einer IT-Infrastruktur zur Modellierung & Simulation komplexer soziotechnischer Quartiersfragestellungen: Ein wesentlicher Beitrag unseres Projekts war der Aufbau einer leistungsfähigen IT-Infrastruktur, die die Modellierung und Simulation komplexer soziotechnischer Quartiersfragestellungen ermöglicht. Diese Infrastruktur hat es uns ermöglicht, verschiedene Szenarien zu analysieren, potenzielle Auswirkungen zu prognostizieren und Entscheidungsträger mit fundierten Daten und Modellen, z.B. zur Auslegung von Wärmenetzen, zu unterstützen.

3. Weiterentwicklung partizipativer Modellierungsansätze in Richtung „Decision Visualisation Environments“: Durch die Integration partizipativer Ansätze haben wir eine Brücke zwischen Fachexperten, Entscheidungsträgern und den Bürgerinnen und Bürgern geschaffen. Insbesondere die Weiterentwicklung in Richtung "Decision Visualisation Environments" hat es ermöglicht, komplexe Modellierungsdaten auf eine verständliche und zugängliche Weise zu präsentieren, was zu einem verbesserten Verständnis und einer breiteren Akzeptanz der vorgeschlagenen Maßnahmen bei den Workshopteilnehmern geführt hat. Dieser Ansatz wird zukünftig wesentlich Einfluss auf die Ausrichtung des Fachgebietes nehmen. Er ist bereits bei unterschiedlichen Veranstaltungen auf breites Interesse von unterschiedlichen Akteuren und Städten gestoßen.

4. Weiterentwicklung des biomimetischen Resilienz Ansatzes: Ein wichtiger Schwerpunkt für das Fachgebiet war die Weiterentwicklung des biomimetischen Resilienzansatzes. Diese Ansätze haben nicht nur zu neuen Erkenntnissen in Bezug auf die Anpassungsfähigkeit von

Quartieren beigetragen, sondern auch Wege aufgezeigt, wie wir von natürlichen Systemen lernen können, um Quartiere adaptiver zu gestalten.

5. Integration von Forschung und Umsetzung: Insgesamt hat uns QUARREE100 nicht nur neue wissenschaftliche Erkenntnisse zur resilienten Gestaltung von Quartieren ermöglicht, sondern auch dazu beigetragen, praxisrelevante Lösungen für die Herausforderungen in Quartieren zu entwickeln. Diese Erfahrungen sind im Zuge der zukünftig notwendigen Skalierung von der Demonstration zur breiten quartiersübergreifenden Umsetzung ein wertvolles Fundament, was aktiv weiterentwickelt wird. Für die Gestaltung neuer Projekte, die Forschung und Umsetzung integrieren wollen, sollte man mitnehmen, dass hier im Vorfeld Akteursinteressen und Rollen im Projekt klarer in den Phasen von Forschung und Umsetzung definiert bzw. abgegrenzt werden sollten. Diese Interessen sind zwangsläufig über die Phasen unterschiedlich, und müssen im Bezug zu den definierten Projektziele kontinuierlich bewertet werden. Darüber hinaus sollte man auch die Wirkung derartiger Leuchtturmprojekte im Kontext der lokal und überregionalen politischen Meinungsfindung im Blick behalten. Das Projekt QUARREE100 war seiner Zeit deutlich voraus und hat in einem noch nicht vollständig ausdifferenzierten politischen Umfeld („Wärmewende“) agiert. Eine erfolgreiche Umsetzung des QUARREE100-Konzeptes für Bestandsquartiere hätte auch das Potenzial gehabt, eine politisch tragfähige Gestaltungsoption für die Wärmewende in Bestandsquartieren aufzuzeigen. Das vor diesem Hintergrund die Ziele von QUARREE100 nicht von allen für die Umsetzung relevanten Akteursgruppen (bzw. teilweise im Hintergrund agierender Akteure) gleichermaßen geteilt wurden, ist teilweise erwartbar, sollte im Kontext derartiger Projekte von Forschung & Umsetzung aber künftig noch intensiver reflektiert werden.

d. Elogen GmbH

Verfasser: Carsten Krause, Julius Holsten, Emily Kratzer, Miriam Hammer, Raoul Schilp, Alexandra Seliger

Elogen, ein Technologieexperte im Bereich des grünen Wasserstoffes, widmet sich der Entwicklung und Herstellung von PEM-Elektrolyseuren (Proton Exchange Membrane) für verschiedene Anwendungen in den Bereichen Mobilität, Industrie und Energiespeicherung. Als Teilnehmer am QUARREE100-Projekt in Heide hat Elogen seine Expertise eingebracht, um einen Elektrolyseur zur Erzeugung von grünem Wasserstoff zu realisieren.

Dabei wurden technische Spezifikationen des Elektrolyseurs sowie ökonomische Einflussparameter für die Projektplanung bereitgestellt. Neben grundlegenden Informationen zu PEM-Elektrolyseuren hat Elogen verschiedene integrale Konzepte zur Energiebereitstellung im Rahmen des Rüdorfer Kamps entwickelt. Dabei wurden PEM-Elektrolyseure verschiedener Leistungsklassen hinsichtlich ihrer technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekte für die Quartiersintegration bewertet.

Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Untersuchung, Kombination und dem Vergleich verschiedener Verwertungspfade für den erzeugten Wasserstoff. Ein weiterer Beitrag bestand in der Entwicklung von Konzepten für quartierspezifische Flexibilitätsoptionen. Ein großer Aspekt war die systemdienliche Betriebsweise des Elektrolyseurs durch die Bereitstellung von Regelenergie. Es wurde eine detaillierte Analyse bezüglich des Einflusses einer Teilnahme am Primärregelleistungsmarkt auf die Investitions- und Betriebskosten der PEM-Elektrolyse durchgeführt. Zudem wurde die Auswirkung der dahin gehenden Betriebsweise auf die Elektrolysestack-Alterung untersucht. Durch die Teilnahme konnte eine kurzfristige Reduktion

der Wasserstoffgestehungskosten erreicht werden, jedoch ging dies mit erhöhter Degradation und zusätzlichen Speicherkosten einher.

Die Integration der Abwärme aus dem Elektrolyseprozess bietet Potenzial zur Steigerung der Anlageneffizienz und zur Generierung zusätzlicher Einnahmen neben der Wasserstoffproduktion. In diesem Zusammenhang wurde eine umfassende Analyse zur Entwicklung der Abwärme über die Lebensdauer der Anlage durchgeführt und die Möglichkeiten ihrer Integration in das Quartier dargestellt. Trotz erhöhter Investitionskosten ermöglichte diese Integration eine Reduktion der Gestehungskosten für Wasserstoff durch die generierten zusätzlichen Einnahmen.

Im Laufe des Projektes wurde von dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff Forschung Baden-Württemberg (ZSW) eine, bereits aus einem anderen Forschungsprojekt finanzierte, alkalische Elektrolyse zur Verfügung gestellt. Die entwickelten Konzepte konnten jedoch ebenfalls durch Anpassung der Eingangsparameter auf das Quartier angewendet werden.

Das Projekt hat intern zu einem außerordentlichen Erkenntnisgewinn über die Anwendungsmöglichkeiten von Wasserstoff geführt. Durch die Erarbeitung von Konzepten zur Einbindung der Elektrolyse in zukünftige Energiekonzepte wurden Themen integriert, die nicht unmittelbar mit dem firmeneigenen Wissen eines Elektrolyseur-Herstellers verbunden sind. Durch die Nutzung des internen Firmenwissens und entsprechender techno-ökonomischer Kenndaten der Elektrolysesysteme konnte ein fundierter Mehrwert für das Projekt geschaffen werden. Zudem konnten interne Erfahrungen aus bereits umgesetzten Projekten als Entscheidungshilfe für das weitere Vorgehen dienen.

Durch das Forschungsprojekt QUARREE100 konnten neue Wege in Zusammenarbeit mit unterschiedlichsten Unternehmen und spezifischen Kompetenzen erarbeitet werden. Resultierend daraus wurden mögliche Komplikationen offengelegt und im Kollektiv diskutiert, um neue Lösungsansätze zu identifizieren. Der wissenschaftliche Mehrwert und der Anstoß für die Umsetzung des Projektes, wird seinen Teil dazu beitragen, eine erfolgreiche Implementation der innovativen Technologien in Quartiere erfolgreich zu schaffen.

e. emma technologies GmbH

Verfasser: Martin Volz

emma technologies GmbH ist ein innovatives Unternehmen mit Entwicklungs- und Systemschwerpunkten in den Bereichen Meerestechnik und Umwelttechnik.

Vor dem Hintergrund der hohen Anforderungen an Veränderungen und Verbesserungen bei der Energieversorgung unter Bezugnahme auf die klimawirksamen Technologien und Verfahren hat emma technologies die Entwicklung und exemplarische Umsetzung einer automatisierten Hochtemperatur- Hydrogenpyrolyse (HPS) zur bedarfsgerechten Kleinmengenerzeugung von synthetischem Erdgas betrieben.

Der Treiber für das Engagement unseres Unternehmens war es, einen Beitrag zu leisten, um in einem Teilbereich der Energieversorgung die aktuelle Energiepolitik und Klimapolitik in einen vertretbaren Einklang einzuschwingen. Beide Aspekte bedürfen selbstredend einer zumutbaren Kompromissfähigkeit. Dieses Ziel haben wir aus unserer Sicht mit der Entwicklung unseres Prototypens in erstklassiger Form erreicht. Im Ergebnis, d.h. in der planerischen und faktischen Umsetzung der Anwendung des Prototypens ist allerdings nichts geschehen.

Dies ist aus unserer Sicht ein Mangel an systemischer Konzeption und starrer Umsetzung vor und während des Projektes. Daher beschreiben wir unser Fazit, wie folgt: Es ist bedauernd, dass politisch gewünschte und co-finanzierte Vorhaben nicht genügend stark ziel- und ergebnisorientiert sowie potenzialorientiert für die Umsetzung, d. h. die Überführung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse in die Anwendung, angelegt sind. Gleichmaßen ist im Rahmen des Projektes eine trag- und ausbaufähige Technologie entwickelt worden, die sich durchaus umsetzen lässt, wenn einige Rahmenbedingungen verändert bzw. angepasst werden würden. Dies setzt natürlich eine intensive Evaluierung und damit verbundene planerische Weiterführungsschritte voraus. Aber genau darin läge ein offensichtliches Potenzial, um die oben beschriebene Verknüpfung von Energieversorgung und Klimaverträglichkeit in einem bestmöglich austarierten Zustand zu realisieren.

Wir sehen folgende und bahnbrechenden Vorteile unserer entwickelten Technologie als Ergebnis des geförderten Vorhabens:

- Wir haben für unsere Energieerzeugung ein Patent erhalten.
- Unsere Energieerzeugung führt uns weg vom ressourcenbasierten Produkt (konventionelle Erdgasförderung) hin zum synthetisch erzeugten Produkt ohne „Umwelteinriff“.
- Unsere Energieerzeugung fußt auf Edukten (Eingangsstoffe), die umweltbelastend bzw. umweltschädigend sind. Dies sind alle kohlenwasserstoffhaltigen Abfälle insbesondere (umgangssprachlich) „Plastikabfälle“.
- Unsere Energieerzeugung kann sich auch auf Biomaterialien stützen, die, wenn nicht mit Aufwand „bearbeitet“, eine Klimawirksamkeit zeigen.
- Damit ist unsere Energieerzeugung als Dekarbonisierungstechnologie zu beschreiben.
- Unsere Energieerzeugung kann als wirkungsgradoptimierte Speicherkapazität dienen
- Unsere Energieerzeugung kann dezentral eingesetzt werden und ist modular erweiterbar.
- Unsere Technologie zeigt ein hohes Weiterentwicklungspotenzial. Diese Weiterentwicklung halten wir für zielführend. Daher haben wir mit dem QUARREE100-Projektpartner Steinbeiß-Innovationszentrum energieplus (SIZ) und der Universität Braunschweig ein Weiterführungsszenario beschrieben, das durch die TU Braunschweig verantwortlich umgesetzt werden soll.
Die im QUARREE100 entwickelte HPS-Technologie ist in der Lage, aus „Plastikabfall“ bzw. „Biomaterialien“ Wasserstoff zu erzeugen. Exemplarisch haben wir den Nachweis innerhalb des Projektvorhabens erbracht. Daher freuen wir uns, dass eine Anknüpfung an das QUARREE100-Projekt erfolgen wird, denn unter Verwendung von Biomaterialien erzeugt das System grünen Wasserstoff. Gleichmaßen kann die Flut von Plastikabfällen an jeder erdenklichen Destination (dezentral) zur Wasserstoffgewinnung beitragen. Im weiteren Sinne ergeben sich dadurch Exportchancen, die helfen, Hochtechnologien bei Verminderung von Klimawirksamkeit international zu verankern.

Als Wirtschaftsunternehmen wissen wir, dass Produktentwicklungen und Markteinführung über eine lange steinige Straße in Richtung Erfolgshorizont führen. Daher plädieren wir vehement für eine intensive Begutachtung und Bewertung des Projektes QUARREE100. Denn wir sind fest davon überzeugt, dass dieses Projekt unter einer politisch-wirtschaftlich und kommerziell-orientierter organisierter Task Force enorme Zukunftspotenziale bietet, die uns

helfen, den großen Themen der Energieerzeugung, Verfügbarkeit und Versorgungssicherheit sowie zumutbarer Grenzkosten zu begegnen.

In diesem Sinne danken wir den Förderinstitutionen BMWK und BMBF sowie der Entwicklungsagentur Region Heide und unseren Projektkoordinatoren und Projektpartnern.

f. Fachhochschule Westküste

Verfasser: Heiko Waurisch, Darius Bonk, Prof. Dr. Reiner J.Schütt, Prof. Dr. Christian Buchmüller, Prof. Dr. Gunther Gehlert

Das Resümee zum Projekt QUARREE100 ist aus Sicht der Fachhochschule Westküste (FHW) zwiespalten, wobei insgesamt das Positive überwiegt. Auf der positiven Seite ist Folgendes festzuhalten:

Das Projekt ist für die Region wegweisend und hat in Bezug auf Umfang und Komplexität alles bislang Dagewesene übertroffen. Für die Region schleswig-holsteinische Westküste sind wichtige Startimpulse gegeben worden. Ohne das Projekt QUARREE100 und die anderen „100er“ Projekte (Campus100, WESTKÜSTE100, SYSTOGEN100 usw.) hätte sich der Forschungsstandort in Heide und das Institut für die Transformation des Energiesystems (ITE) nicht so schnell und erfolgreich entwickeln können. Weiterhin hat QUARREE100 zur Sichtbarkeit der Fachhochschule Westküste (FHW) in Heide selbst, in der Forschungslandschaft Schleswig-Holsteins und sogar über die Landesgrenzen hinweg beigetragen. Mit Hilfe zahlreichen Veröffentlichungen und Vorträgen (z.B. das „Future Energies Science Match“ veranstaltet vom Tagesspiegel oder mehreren Artikeln im Sammelband „Innovations and challenges of the energy transition in smart city districts“ veröffentlicht vom De Gruyter Verlag) konnte die notwendige Transformation im Gebäude- und Quartierssektor in den Mittelpunkt gestellt werden.

Inhaltlich konnte QUARREE100 der FHW einen immensen Erkenntnisgewinn in vielfältigen Ausprägungen und Fachdisziplinen beschern. Angefangen mit der Datenerhebung (Arbeitsbereich 1) konnte das eher qualitativ vorhandene Wissen um Bestandsbauten und -Quartiere in größerem Umfang quantifiziert werden. Bei der Erstellung des Energiekonzeptes (ebenfalls Arbeitsbereich 1) wurden frühzeitig verschiedene Varianten technisch, wirtschaftlich und bzgl. der Klimaauswirkungen geprüft und eine (zu damaliger Zeit) umsetzbare Variante für den Rüsdorfer Kamp in Heide ausgearbeitet. Unterstützt und weiter verfeinert wurde das Konzept im Arbeitsbereich 3, wobei die FHW hier vor allem im Bereich Automatisierungstechnik und Modellierung wertvolle Erkenntnisse gesammelt hat und unter anderem das Automatisierungskonzept mit erstellt hat. Begleitet und entscheidend vorgebracht wurden die technisch-wirtschaftlichen Arbeiten durch die Klärung von rechtlichen Fragestellungen (Arbeitsbereich 5), die sich nicht selten als entscheidend für die Umsetzbarkeit herausgestellt haben. Hierbei haben sich die Rechtswissenschaftlerinnen und Rechtswissenschaftler nicht nur mit dem „Status Quo“ der Gesetzeslage und Rechtsprechung beschäftigt, sondern vielfach historisch gewachsene Hürden aufgezeigt und Handlungsempfehlungen zur Beseitigung dieser Hürden erarbeitet.

Das Projekt ist von Beginn an mit dem Selbstverständnis gestartet, dass die gewonnenen Erkenntnisse zur Umsetzung gebracht werden. Dieser Umsetzungsaspekt (verankert in Arbeitsbereich 6) hat dieses Projekt (ebenso wie die anderen ähnlichen Leuchtturmprojekte) von reinen Forschungsprojekten abgehoben und hat in Heide und überregional hohe

Erwartungen geweckt, die die FHW als einer der lokalen Akteure zu verschiedenen Gelegenheiten wahrgenommen hat. Leider konnten diese Erwartungen nicht gänzlich erfüllt werden. Im Projektzeitraum traten zahlreiche Faktoren auf, die dazu führten, dass eine Umsetzung innerhalb der regulären Projektlaufzeit nicht erreicht werden konnte. Dennoch hat die FHW hieraus wichtige Erkenntnisse ziehen können. Zuerst kann festgehalten werden, dass das Heizen (der Hauptaspekt für die Gebäudeenergieversorgung) in Deutschland aufgrund der günstigen Erdgaslieferungen aus Russland und der rechtlichen Privilegierung fossiler Brennstoffe gegenüber Strom historisch preisgünstig war. Diese Randbedingungen haben bereits bei der Erstellung des Energiekonzeptes zu hohem Kostendruck geführt, weil deutliche Preissteigerungen im Heizsektor historisch und auch in näherer Zukunft nicht vermeintbar sind. In der Umsetzungsphase hat dieser Preisdruck Investoren davon abgehalten, die notwendigen Investitionen zu tätigen, weil Kapitalrückfluss und Rentabilität nicht gesichert dargestellt werden konnten – zumindest nicht ohne deutliche Heizkostensteigerungen beim Endverbraucher. Dem Projekt QUARREE100 hat der beschriebene Zielkonflikt zahlreiche Verzögerungen beschert. Fachkräftemangel, pandemiebedingte Lieferkettenengpässe und Inflation (seit 2022) haben die wirtschaftlichen Randbedingungen noch einmal verschlechtert. Letztlich wird es in der Projektlaufzeit aus den beschriebenen Gründen nicht zu einer Umsetzung kommen.

Am Ende soll von Seiten der FHW noch einmal deutlich hervorgehoben werden, dass die Zusammenarbeit mit allen Projektpartnern als sehr angenehm und in höchstem Grad kooperativ wahrgenommen wurde. Viele der Erkenntnisse sind aus den Kooperationen mit den Projektpartnern hervorgegangen und haben maßgeblich zum Aufbau von Wissen und Know-How an der FHW beigetragen.

Als Fazit kann das folgende Resümee für die Quartiersversorgung gezogen werden:

„Die wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine zentrale Wärmeversorgung durch Nah- und Fernwärme waren schon in der Vergangenheit nicht einfach und haben sich im Zuge der jüngsten geopolitischen Entwicklungen eher verschlechtert. Die Erkenntnisse aus dem QUARREE100-Projekt deuten darauf hin, dass eine zentrale Wärmeversorgung nur unter ganz bestimmten, eng gesteckten Voraussetzungen gegenüber einer individuellen Wärmeversorgung vorteilhaft zu sein scheint. Diese Voraussetzungen sind:

- die Privilegierung von regenerativem Strom gegenüber fossilen Brennstoffen, d.h. politisch unterstützte Senkung von Strompreisen bei gleichzeitiger steigender Sanktionierung von Fossilien in der Zukunft
- die Abschaffung weiterer rechtlicher Hürden, die die Erzeugung, Verteilung, die interne Verrechnung oder den Verkauf von regenerativer Energie im Quartierskontext erschweren oder verhindern
- die staatliche Förderung von kommunalen Akteuren bei dem Bau von Wärmenetzen und Speichern
- die Kommunen sollten in Eigenregie die Umsetzung als „Non-Profit“ - Gesellschaften vorantreiben. Das Hinzuholen von kommerziellen Akteuren mit Gewinnabsicht verteuert die Heizkosten der Endverbraucher in einem Umfang, der zum Scheitern solcher Vorhaben führen kann.

g. Fraunhofer IFAM

Verfasserinnen: Anne Nieters, Lena Vorspel

Im Arbeitsbereich 5 des Forschungsprojektes QUARREE100 haben wir am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Materialforschung (Fraunhofer IFAM) ein Modell entwickelt, das es ermöglicht, die regionalökonomischen Effekte der Transformation des Wärmenetzes im Rüdorfer Kamp zu berechnen. Dieses Modell stellt einen wichtigen Beitrag zur ganzheitlichen Bewertung solcher Transformationsprozesse dar, da durch die Anwendung des Modells die potenziellen Auswirkungen der Wärmenetztransformation auf die regionale Wirtschaft analysiert werden können. Es berücksichtigt dabei Faktoren wie die Schaffung neuer Arbeitsplätze, die Steigerung der regionalen Wertschöpfung z.B. durch Investitionen vor Ort und die Förderung von Innovationen. Auf diese Weise können Entscheidungsträger und Planer fundierte Einschätzungen darüber erhalten, welche positiven Effekte eine solche Transformation auf die betroffene Region haben kann. Das Modell konnte bereits auf andere Regionen und Fragestellungen übertragen und angewendet werden. Ohne den QUARREE100 Kontext, indem wir bspw. im Hinblick auf ein umzusetzendes Energiekonzept eng mit dem SIZ energieplus zusammengearbeitet und deren Daten als Input in unser Modell genutzt haben, wäre die Entwicklung des Modells zur Quantifizierung der regionalökonomischen Effekte nicht möglich gewesen.

Allerdings hat das Forschungsprojekt auch gezeigt, dass die Rahmenbedingungen eines öffentlichen Förderprogramms für die Umsetzung der Wärmenetztransformation einer Region unter Beteiligung privatwirtschaftlicher Unternehmen erhebliche Herausforderungen mit sich bringen. Die Rahmenbedingungen und unterschiedlichen Interessen der beteiligten Akteure können zu Konflikten und Hindernissen führen, die eine vollständige Umsetzung erschweren. Die privatwirtschaftlichen Unternehmen handeln innerhalb aktuell gültiger Förder- und Subventionsrahmen, so dass eine zukunftsgerichtete Wärmetransformation, wie sie wissenschaftlich agierende Projektpartner im Blick haben, kaum wirtschaftlich darstellbar ist. Hierbei kann es beispielsweise um Investitionskosten, Renditeerwartungen oder technologische Präferenzen gehen. Diese unterschiedlichen Blickwinkel haben im Projekt QUARREE100 zu Verzögerungen geführt und die Umsetzung einer klimafreundlichen Transformation eingeschränkt.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist eine stärkere Kooperation und Koordination aller beteiligten Akteure erforderlich. Es bedarf einer intensiven Zusammenarbeit zwischen den privatwirtschaftlichen Unternehmen, den Kommunen, den Energieversorgern und den betroffenen Bürgerinnen und Bürger. Durch einen regelmäßigen Austausch, die Abstimmung von Zielen und die gemeinsame Entwicklung von Lösungsansätzen können Konflikte minimiert und Synergien genutzt werden. Zusätzlich ist es wichtig, dass die Rahmenbedingungen und Anreizstrukturen den Erfordernissen einer ganzheitlichen Transformation gerecht werden. Dies kann beispielsweise durch eine angemessene finanzielle Unterstützung, klare rechtliche Vorgaben und eine aktive Rolle der öffentlichen Hand geschehen. Die Interessen und Rahmenbedingungen müssen in Einklang gebracht werden, um eine effektive und nachhaltige Transformation zu ermöglichen und die langfristigen Ziele einer Wärmenetztransformation müssen gegenüber kurzfristigen Renditeerwartungen priorisiert werden. Nicht alle dieser Probleme können lokal adressiert werden. Auch bei den Förderungen, Subventionen und Vorgaben des Bundes muss angesetzt werden. Die

Wärmenetztransformation darf nicht allein auf Kosten der Bürgerinnen und Bürger oder lokal agierenden EVU durchgeführt werden. Die benötigten Investitionen für eine nachhaltige

Energieversorgung müssen über die Lebensdauer betrachtet günstiger im Vergleich zu dem fossilen Bestand sein. Außerdem muss der Wärmelieferpreis innerhalb eines Rahmens bleiben, der für sämtliche Bürgerinnen und Bürger bezahlbar oder durch ein Klimageld ausgeglichen wird.

h. IKEM - Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.

Verfasserinnen: Jana Eschweiler, Susan Wilms, LL.M.

Das Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität (IKEM) hat im Rahmen von QUARREE100 die Planung eines nachhaltigen Umbaus der Energieversorgung eines Bestandsquartiers mit seiner rechtswissenschaftlichen Forschung begleitet. Ziel dabei war es, erneuerbare Energien lokal nutzbar zu machen und die regionale Wertschöpfung zu steigern, um dadurch auch einen Beitrag für eine größere Akzeptanz der Energiewende zu leisten.

Dazu wurden in einem ersten Schritt bestehende Regelungen, die in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr für das Projekt von Relevanz waren, identifiziert und im Rahmen eines sog. Rechtsrahmenscreenings aufgearbeitet. Im weiteren Verlauf des Projekts wurden verschiedene Rechtsgebiete im Projektkontext tiefer beleuchtet und bestehende Hemmnisse für die Realisierung einer nachhaltigen und regionalen strombasierten Wärmeversorgung aufgezeigt. Diese wurden in dem gemeinsam mit dem Institut für die Transformation des Energiesystems der Fachhochschule Westküste ausgearbeiteten Papier „QUARREE100 – Erkenntnisse und regulatorische Handlungsoptionen für die strombasierte Wärmeversorgung von Bestandsquartieren“¹ adressiert. Der Forschungsansatz bestand darin, Ableitungen für eine Neustrukturierung des Rechtsrahmens aus einem konkreten Umsetzungsprojekt zu ziehen.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass der regulatorische Rahmen die Umsetzung klimaneutraler Energieversorgungskonzepte im Quartier hemmt. Auch wenn im Projektverlauf durch Gesetzesnovellierungen diesbezüglich Fortschritte erzielt wurden, gilt weiterhin, dass das Energiesystem in Deutschland aus rechtlicher Perspektive zum Großteil als zentrales System gedacht ist, das die Sektorenkopplung nur teilweise anreizt. So stellt beispielsweise die aktuelle Ausgestaltung der Strombezugskosten ein Hindernis für die Wirtschaftlichkeit von strombasierten Energiekonzepten dar. Die auf EU-Ebene geschaffene Möglichkeit, gemeinschaftliche erneuerbare Energieprojekte rechtlich zu privilegieren, wird im deutschen Recht nicht genutzt, obwohl bekannt ist, dass mit der Aktivierung dezentraler Akteure Vorteile wie beispielsweise die Förderung der Flexibilität des Energiesystems und die Steigerung der Akzeptanz von erneuerbaren Energien vor Ort einhergehen.

Auf die erzielten Ergebnisse kann zum einen im Rahmen der rechtswissenschaftlichen Forschung aufgebaut werden; zum anderen können die aufgezeigten regulatorischen Hemmnisse sowie die Handlungsoptionen einen Anstoß für politische Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger geben, die Rahmenbedingungen für strombasierte Wärmeversorgungskonzepte in Bestandsquartieren zu verbessern.

¹ Hoffmann/Eschweiler/Buchmüller/Wilms, QUARREE100 – Erkenntnisse und regulatorische Handlungsoptionen für die strombasierte Wärmeversorgung von Bestandsquartieren“, 2024.

i. IPP ESN Power Engineering GmbH

Verfasser: Thomas Lutz-Kulawik, Elena Einnatz

Als Projektteilnehmer des Entwicklungsprojekts QUARREE100 in Heide hat die IPP ESN Power Engineering GmbH aus Kiel, als erfahrenes Ingenieurbüro ihre gesamte Expertise und ihre Erfahrung in das Projekt eingebracht. Mit einem klaren Fokus auf die Erstellung eines umfassenden Energiekonzepts und die begleitende Umsetzung standen wir bereit, alle Projektpartner zu unterstützen.

Im Projektverlauf hat sich schnell als wesentliche Herausforderung die Bürgerkommunikation innerhalb des Projekts abgezeichnet. Es wurde deutlich, dass eine frühzeitige Einbindung der Bürger, ohne gleichzeitig die umzusetzende technische Versorgungslösung zu kennen, eine zu hohe Erwartungshaltung aufbaute. Diese Erwartungen konnten über die gesamte Projektlaufzeit von fünf Jahren nicht nachhaltig erfüllt werden, was zu einer schwindenden Motivation der Bürger führte.

Die Herausforderung lag darin, dass die Bürger zwar aktiv in den Entwicklungsprozess eingebunden werden sollten, jedoch aufgrund der noch nicht finalisierten technischen Lösungen keine klaren Vorstellungen darüber hatten, welche konkreten Veränderungen das Projekt mit sich bringen würde. Dies führte zu unrealistischen Erwartungen und einer gewissen Frustration, da die Bürger trotz ihres Engagements keine direkten Fortschritte oder greifbaren Ergebnisse sahen.

Eine frühzeitige Aufklärung über die Ziele, den Prozess und die potenziellen Auswirkungen des Projekts hätte dazu beitragen können, realistische Erwartungen zu setzen und die Motivation der Bürger aufrechtzuerhalten.

Die Entscheidung, frühzeitig auf einen Partner wie die Stadtwerke Heide zu setzen, erwies sich als bedeutende strategische Maßnahme im Projekt QUARREE100. Die damit verbundene Hoffnung war, dass diese Partnerschaft eine reibungslose Umsetzung des Projekts gewährleisten würde. Es wurden beträchtliche Ressourcen und Zeit investiert, um eine Einigung mit den Stadtwerken zu erzielen. Bedauerlicherweise konnte aufgrund einer Mehrheitsentscheidung im Aufsichtsrat der Stadtwerke Heide keine Vereinbarung erzielt werden, was zu einer Verzögerung des Projekts führte.

Diese Erfahrung hat verdeutlicht, dass es in zukünftigen Projekten ratsam sein könnte, nicht ausschließlich auf einen einzelnen Partner zu setzen, sondern von Anfang an den gesamten Markt zu nutzen. Durch eine breitere Auswahl potenzieller Partner könnte das Risiko einer Sackgasse aufgrund interner Struktur- oder Organisationsprobleme eines einzelnen Unternehmens verringert werden. Dies würde die Flexibilität erhöhen und sicherstellen, dass das Projekt auch bei unvorhergesehenen Hindernissen voranschreiten kann.

Eine weitere Essenz des Projektes ist, dass die Produktion und der Einsatz von grünem Wasserstoff zur Beheizung von Gebäuden zwar technisch machbar, jedoch wirtschaftlich noch nicht tragfähig sind. Trotz der positiven ökologischen Auswirkungen und des Potenzials für eine nachhaltige Energieversorgung stellte sich heraus, dass die Kosten für die Produktion von grünem Wasserstoff im Vergleich zu konventionellen Heizmethoden noch zu hoch sind.

Diese Erkenntnis verdeutlicht die Bedeutung einer umfassenden Wirtschaftlichkeitsanalyse und Kosten-Nutzen-Bewertung bei der Einführung neuer Technologien im Energiesektor. Auch wenn grüner Wasserstoff als vielversprechende Alternative gilt, müssen die wirtschaftlichen

Aspekte sorgfältig berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass die Umsetzung langfristig rentabel ist und realistische Finanzierungsmodelle entwickelt werden können.

Diese Erfahrung unterstreicht die Notwendigkeit, innovative Technologien nicht nur auf ihre technische Machbarkeit, sondern auch auf ihre Wirtschaftlichkeit zu prüfen, um eine erfolgreiche Umsetzung von nachhaltigen Energielösungen zu gewährleisten. In Zukunft sollten bei ähnlichen Projekten die ökonomischen Aspekte frühzeitig und umfassend in die Planung und Entscheidungsfindung einbezogen werden, um realistische und zukunftsfähige Lösungen zu entwickeln.

Die starre Festlegung auf das beschlossene Energiekonzept zu einem frühen Zeitpunkt des Projekts erwies sich als einschränkend für potenzielle Energieversorger. Diese Festlegung hat ihnen die Möglichkeit genommen, durch eigene kreative Ideen und innovative Ansätze ihre Wirtschaftlichkeit im Projekt zu optimieren.

Die Erfahrung zeigt, dass mehr Flexibilität und Freiheitsgrade bei der Auswahl und Entwicklung von technischen Lösungen im Energiekonzept von entscheidender Bedeutung sind. Durch die Öffnung für verschiedene Ansätze und die Einbindung der Expertise verschiedener Energieversorger könnten in Zukunft wirtschaftlich attraktivere und nachhaltigere Lösungen gefunden werden. Dies würde nicht nur die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit fördern, sondern auch sicherstellen, dass die beste technische Lösung für das Projekt gefunden wird, die sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch nachhaltig ist.

Die beschriebenen Erkenntnisse haben das Potenzial, einen bedeutenden Mehrwert für die verpflichtende Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung in allen Kommunen in Schleswig-Holstein zu bieten. Dies liegt daran, dass viele vergleichbare Quartiere in Schleswig-Holstein mit ähnlichen Herausforderungen konfrontiert sind, wie stark sanierungsbedürftige Gebäude und finanziell schwache Gebäudeeigentümer.

Im Rahmen einer kommunalen Wärmeplanung können die Erkenntnisse und Lehren aus dem Projekt gezielt genutzt werden, um ähnliche Herausforderungen anzugehen. Dies könnte dazu beitragen, innovative und maßgeschneiderte Lösungen für die energetische Sanierung von Quartieren zu entwickeln, die sowohl ökologisch als auch sozial verträglich sind.

Insgesamt könnten die Erkenntnisse aus dem Projekt QUARREE100 einen wertvollen Beitrag zur Entwicklung nachhaltiger und sozial gerechter Wärmeplanungen in Schleswig-Holstein leisten, die dazu beitragen, die Energiewende auf kommunaler Ebene voranzutreiben.

j. Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

Verfasser: Daniel Rank, Michael Heberl, Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner

Erster Schwerpunkt der OTH Regensburg im Projekt QUARREE100 war die Entwicklung von Modellen zur Bewertung von zukünftigen Energiesystemen sowohl auf Quartiers- als auch auf Bundesebene. Die Simulationsdurchläufe konnten zeigen, dass Gesamtkonzepte für Quartiere basierend auf erneuerbaren Energieträgern einen positiven Einfluss auf die Erreichung der Klimaziele der Bundesrepublik haben können. Dies ist in QUARREE100 deutlich geworden und sollte in zukünftigen Projekten frühzeitig berücksichtigt werden. Hervorzuheben sind dabei die PV-Potenziale zur lokalen Produktion erneuerbaren Stroms und die flexibilisierte, auf die Stromverfügbarkeit abgestimmte, Bereitstellung von Wärme durch

Wärmepumpen und Großwärmespeicher. Eine bedarfsgeführte Betriebsweise der Wärmebereitstellung hat dagegen negative Auswirkungen.

Bei der Planung von Quartierslösungen sollte, wie in QUARREE100 gezeigt, besonderes Augenmerk auf der Integration lokaler Stakeholder liegen. Einerseits zählen hierzu vorhandene Industrie und Gewerbebetriebe, die beispielsweise für Wärmenetze als Schlüsselanschlussnehmer hohe Absatzmengen versprechen. Andererseits sind insbesondere lokale Stadtwerke und Netzbetreiber als Eigentümer bzw. Betreiber bereits vorhandener Infrastruktur wichtige Partner, die von Anfang an in die Planung eingebunden werden sollten. Um Stranded Assets und damit einhergehende wirtschaftliche Verluste bei allen Beteiligten zu vermeiden sind pro-aktive Kommunikation und vorausschauendes Handeln erforderlich. Bei Neuplanung von Quartierslösungen ist besonders auf die bei den Stakeholdern vorhandenen Expertisen zu achten. Falls ein Bedarf an zusätzlichem Knowhow identifiziert wird, gilt es zeitnah entsprechend qualifizierte Partner zu akquirieren.

Weiterhin ist die Abhängigkeit von volatilen, politischen Entscheidungen eine Herausforderung bei einer langfristigen Quartiersplanung. Zukünftig sind daher resiliente Konzepte gefragt, welche möglichst unabhängig von politischen Entscheidungen einen wirtschaftlichen Betrieb erlauben, und dabei ausschließlich erneuerbare Energien nutzen. Die Wirtschaftlichkeit der Quartierskonzepte ist trotz der umfangreichen Berücksichtigung technischer, ökologischer und sozialer Aspekte der entscheidende Punkt für die Umsetzung der Konzepte.

Zweiter Schwerpunkt seitens OTH lag im Bereich der Speicherung von Wasserstoff und dessen Rückverstromung. Hier wurde ein Speicherkonzept basierend auf der Elektrolyse, einem Eisen-Redox-Speicher und einem Wasserstoffmotor weiterentwickelt und umfangreich untersucht. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse sind entscheidend für die Weiterentwicklung der Technologie. Eine Fortführung der Arbeiten bis hin zur Entwicklung von kompletten, standardisierten Systemen kann einen erheblichen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten. Die Arbeiten am System fruchteten in entsprechenden FuE-Anträgen. Das System kann zukünftig als technische Option für eine kostengünstige und sichere Wasserstoffspeicherung eingesetzt werden. Besonders die Unwägbarkeiten neuer Technologien, machten in QUARREE100 deutlich, dass für entsprechende Forschungsvorhaben Fördermittel dringend erforderlich sind, da das einhergehende wirtschaftliche Risiko andernfalls nicht tragbar wäre.

Die Erkenntnisse zum Speichersystem konnten in die Konzeptstudie zur Tankstelle der Zukunft integriert werden, welche in einem zunehmend heterogenem Portfolio an Fahrzeugantrieben eine entscheidende Rolle spielen wird. Da sich besonders vor dem Hintergrund des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine eine ausreichende und zuverlässige Versorgung mit unterschiedlichen Energieträgern als zukünftige Herausforderung herauskristallisiert hat, bildet dies den Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen. Besonders Augenmerk sollte dabei auf eine diversifizierte und resiliente Zusammenstellung von Zulieferern und Energieträgern liegen, welche die Auswirkungen einzelner Krisen oder Engpässe mildern können.

Die Arbeiten der OTH Regensburg konnten bisher in verschiedenen wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Veröffentlichungen publiziert werden und so der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

k. Raum & Energie - Institut für Planung Kommunikation und Prozessmanagement GmbH

Verfasserinnen: Katrin Fahrenkrug und Nele Scholz

100% regenerative Energieversorgung in einem älteren Bestandsquartier - wie ist das technisch und wirtschaftlich machbar und sozialverträglich umsetzbar? Diese Frage kann nicht von der Wissenschaft allein beantwortet werden, sondern nur im engen Austausch mit den im Untersuchungsquartier ansässigen Bürgerinnen und Bürgern, den Gewerbetreibenden und den wichtigen Institutionen und Akteuren in Stadt und Region. Dafür ist ein Partizipationsprozess erforderlich, der nicht nur informieren möchte, sondern wirkliche Mitgestaltung anbietet. Es reicht nicht aus, die (globale) Notwendigkeit des Klimaschutzes zu thematisieren. Die Menschen müssen emotional erreicht werden und sehen, dass die Umsetzung und Anwendung von Maßnahmen ganz konkrete Vorteile bringen kann.

QUARREE100 verfolgte dabei drei Partizipationsziele:

1. Sensibilisierung, Information bis hin zur Qualifizierung einer breiten Öffentlichkeit über die Handlungserfordernisse vor dem Hintergrund des dramatisch verlaufenden Klimawandels und die persönlichen und quartierbezogenen Handlungsoptionen zum Klimaschutz.
2. Verständnis schaffen und Begeisterung wecken für die Forschungsziele unter dem Motto „Wir (Heide und der Rüsdorfer Kamp) machen Zukunft“ sowie Überzeugungsarbeit leisten, dass Forschung auf der Suche nach neuen Wegen für eine regenerative Energieversorgung Zeit braucht - und in Teilen auch scheitern kann und darf.
3. Mut machen, aktiv mitzuwirken, Ergebnisse kritisch zu reflektieren und wirtschaftlich tragfähige Lösungen mit umzusetzen.

Mit dieser Zielstellung hat Institut Raum & Energie einen sehr vielschichtigen Beteiligungsprozess konzipiert und gemeinsam mit den Projektpartnern über einen Zeitraum von fünf Jahren kontinuierlich ein breites Spektrum ineinandergreifender Beteiligungsformate umgesetzt. Die Aufgabe bestand darin die Öffentlichkeit zu informieren, in den Prozess einzubinden und Ziele, Überlegungen und Maßnahmen immer wieder gemeinsam zu diskutieren:

- Information und Qualifikation: Acht „Heider Zukunftsgespräche“, an denen 80 bis 150 Teilnehmenden mit ausgewiesenen Experten über Themen wie Hartfacts zum Klimawandel, Mobilitätswende, grüner Wasserstoff oder Eckpunkte zum innovativen Energiekonzept Rüsdorfer Kamp diskutierten.
- Information, Sensibilisierung und Motivation: Quartiersgespräche mit „Bier und Bratwurst“, Sommerfeste mit Infobörse, überregionale Exkursion zu guten Beispielen.
- Beratung: Küchentischgespräche, Befragungen und Beratungsangebote zu Klimaschutz und energetischer Sanierung, u. a. im QUARREE100-Infocontainer (aufgestellt auf dem Heider Marktplatz oder im Quartier).
- Mitwirkung und Mitgestaltung: Stammtisch als Feedbackrunde (u. a.: Sind die Fragestellungen und die Kommunikation aus Sicht der Bürgerinnen und Bürger verständlich?), Workshops, Stadtteilspaziergänge.
- Politische Unterstützung: Politikworkshops zur Erörterung von Zwischenergebnissen und weiterem Vorgehen.
- Öffentlichkeitsarbeit: Newsletter online und als Print-Hauswurfsendung an alle Rüsdorfer Haushalte, Presse und Radio

Dieser Partizipationsprozess erforderte von allen Beteiligten einen sehr langen Atem. Vielleicht sogar zu lange, wenn während der Projektlaufzeit Erwartungen geweckt werden und keine konkreten Umsetzungsschritte folgen.

Fazit

Durch die Mischung aus niedrigschwelligen Angeboten, wie Sommerfesten mit begleitendem Kinderprogramm und inhaltsschweren Veranstaltungen mit namenhaften Inputgeberinnen und Inputgeber bei den Heider Zukunftsgesprächen, ist es gelungen, einen festen Kern interessierter Rüdorferinnen und Rüdorfer kontinuierlich am Prozess zu beteiligen, aber auch immer wieder einzelne neue Bürgerinnen und Bürger an das Thema heranzuführen.

Insgesamt sank jedoch die Mitwirkungsbereitschaft leider – aber verständlicherweise – spürbar, nachdem sich die Umsetzung erster Maßnahmen immer weiter verzögerte. Auch wurde zunehmend Kritik geäußert, insbesondere von Haushalten, die (Heizungs-)Investitionen zurückgestellt hatten, um sich einer möglichen Quartierslösung von QUARREE100 anzuschließen.

Es kann jedoch konstatiert werden, dass der Partizipationsprozess als ehrlich und transparent wahrgenommen wurde, so die Rückmeldungen des harten Kerns der Aktiven (eine empirisch belastbare Nachuntersuchung hat noch nicht stattgefunden.) Die breite Sensibilisierung für die drängenden Aufgaben im Kontext des Klimawandels im Quartier und in der Stadt Heide sowie ein tieferes Verständnis für die Herausforderungen zur Umsetzung (wirtschaftlich tragfähiger) Maßnahmen dürfte gelungen sein. Positiv hervorzuheben ist, dass sich nicht nur ältere (männliche) Personen einbrachten, die bevorzugt an Beteiligungsveranstaltungen teilnehmen, sondern auch jüngere Männer und Frauen sich vor Ort im Quartier informiert haben und zur Mitwirkung motiviert werden konnten.

Auch wenn am Ende noch nichts umgesetzt wird, konnte vielen Beteiligten die Bedeutung der Aufgabe, der Handlungsbedarf und der Mehrwert von Forschung vermittelt werden.



© Institut Raum & Energie (links oben: Infocontainer beim Sommerfest 2018, rechts oben: Exkursion zum Energiebunker, links unten: 6. Heider Zukunftsgespräch, rechts unten: Ideenbox am Infocontainer)

I. Stadt Heide

Verfasser: *Andreas Wojta, Thore Westphalen*

„Wir schätzen QUARREE100 als Beispielprojekt mit allen Vor- und Nachteilen und glauben an die Zielsetzungen aus der Projektskizze. Wertvolle Erfahrungen aus der Forschung können für weitere Energieprojekte in der Region genutzt werden.“

Andreas Wojta, Stadt Heide

Seit November 2017 steht „QUARREE100“ als Leuchtturmprojekt zentral im Aufgabenumfeld der Stadt Heide. Über die Westküste hinaus verhilft dieses Projekt der gesamten Energieregion zu Bekanntheit und Innovation.

Über die gesamte Projektlaufzeit hinweg sind viele Erkenntnisse in verschiedenen Bereichen erlangt worden. Neuen Herausforderungen ist das Projektteam mit vielfältiger fachtechnischer Expertise und mit kommunikativen Teilnehmungsformaten begegnet. Das Bewusstsein für Klimaschutz und knappe Energieressourcen mit steigenden Kosten haben inzwischen zum Umdenken bei den Bürgerinnen und Bürgern geführt. Trotz der Verlangsamung der Prozesse durch die Pandemie steht die Einbindung der Anwohnerinnen und Anwohnern im Rüsdorfer Kamp durch eine offene und transparente Kommunikation stets im Vordergrund. Diese Beteiligung ist in Form des Newsletters, durch Workshops, innovative Zukunftsgespräche sowie bei Stadtteilspaziergängen und Quartiersfesten inzwischen ein elementarer Bestandteil von QUARREE100.

Durch die vorausgegangene Forschungsarbeit und die Erarbeitung eines auf das Quartier und die Region maßgeschneiderten Energiekonzeptes ist ein „Werkzeugkasten“ erarbeitet worden, der auf viele Bestandsquartiere in Deutschland anzuwenden ist. Schon mit Projektbeginn haben alle Beteiligten in dem Bewusstsein gearbeitet, dass das heterogene Bestandsquartier Rüsdorfer Kamp mit seinem urbanen Charme aus Wohnen, Arbeiten und Leben einen besonderen Anspruch an die Transformation auf die erneuerbaren Energien stellt. Die städteplanerische Entwicklung als Quartier und gleichermaßen die Anbindung an die Innenstadt bilden bei allen Betrachtungen eine maßgebliche Grundlage und wirken über die Projektlaufzeit weiter. Die Erkenntnisse aus QUARREE100 sollen nicht allein die Stadt Heide in ihrer Entwicklung bereichern, sondern die Region und weit darüber hinaus. Die Ergebnisse stellen einerseits heraus, was zum aktuellen Zeitpunkt umsetzbar ist. Andererseits werden aber technische und wirtschaftliche Grenzen aufgezeigt. Die Erkenntnisse werden nun für weitere Projekte, wie die derzeit laufende kommunale Wärme- und Kälteplanung, zu werten sein und verdeutlichen den hohen Stellenwert des erlangten Wissens für zukünftige Planungen.

Die Stadt Heide wird das aus der Projektarbeit entstandene Know-how weiterhin für die Abstimmungen mit der Städtebauförderung einfließen lassen, um nicht nur eine regenerative Energieversorgung im Quartier zu implementieren, sondern zukünftig eine nachhaltige Quartiersentwicklung zu führen und städtebauliche Missstände zu beheben. In diesen Bestrebungen wirkt das energetische Sanierungsmanagement der Stadt Heide bereits langjährig mit. Beratungsangebote für Bürgerinnen und Bürger zu Umsetzungsfragen werden somit über das Projekt hinaus begleitet.

Zwar hat die Umsetzung der vielfältig geplanten energetischen Maßnahmen die bisherigen Erwartungen nicht erfüllt. Die ungeklärte Betreiberfrage und langwierige Verhandlungen sowie Abstimmungen in diesem anspruchsvollen Bestandsquartier bedeuten eine Herausforderung auch an die projektinterne Kommunikation. Hieraus sind wertvolle Erkenntnisse in Qualität und

Anzahl für die Herangehensweise zukünftiger Projekte gesammelt worden. Hervorzuheben ist die transparente und offene Kommunikation mit den betroffenen Bürgerinnen und Bürgern und der Vertrauen schaffende Umgang miteinander.

Es bleibt festzuhalten, dass QUARREE100 mit seinen fachinhaltlichen Zielsetzungen seiner Zeit stets voraus war, tiefgreifendes Know-how nach Heide transferiert hat und ein Leuchtturmprojekt für die gesamte Region darstellt. So hat QUARREE100 auch zur Gründung der neuen Wärmeversorgung Region Heide GmbH beigetragen. Damit wird langfristig mit dem Ziel weitergearbeitet, nicht nur ein einzelnes Quartier, sondern eine ganze Region mit nachhaltiger Wärme zu versorgen.

m. TACHYCON GmbH

Verfasser: Volker Binding, Wolfgang Braun, Janko Röbisch, Olaf Röttger

Der Einsatz regenerativer Energiequellen leistet einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende und trägt so dazu bei, den Klimawandel langfristig zu verlangsamen oder zu stoppen. Darüber hinaus schafft eine weitgehende Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern eine größere politische Unabhängigkeit auf nationaler und europäischer Ebene. Erneuerbare Energiequellen wie Wind- oder Solarenergie unterliegen in der Regel Volatilitäten auf unterschiedlichen Zeitskalen (langfristige Komponenten, saisonale Komponenten, Intraday-Komponenten). Eine gesicherte Finanzierung ist Voraussetzung für die nachhaltige Umsetzung und damit für die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung.

Wir haben einen generischen Modellansatz zur Berücksichtigung der Volatilität bei der Dimensionierung und wirtschaftlichen Analyse von Systemen zur Nutzung volatiler Solarenergie entwickelt. Die einzelnen Modellkomponenten wie Wetterbedingungen, Betriebskosten, Strompreis etc. können im Sinne einer flexiblen Toolbox separat definiert, zueinander in Beziehung gesetzt und die zukünftige Entwicklung des Systems simuliert werden. Die Toolbox ist daher nicht auf die Verwendung im Kontext des Projekts QUARREE100 beschränkt, sondern kann in verschiedenen Umgebungen und Umständen eingesetzt werden. Wir haben gezeigt, wie sich die Volatilität des Wetters über die Energieproduktion unter Berücksichtigung von Eigenverbrauch und Vermarktung des nicht selbst genutzten Stroms in Energieflüsse, Cashflows und dadurch getriggerte regionalökonomische Effekte umsetzt.

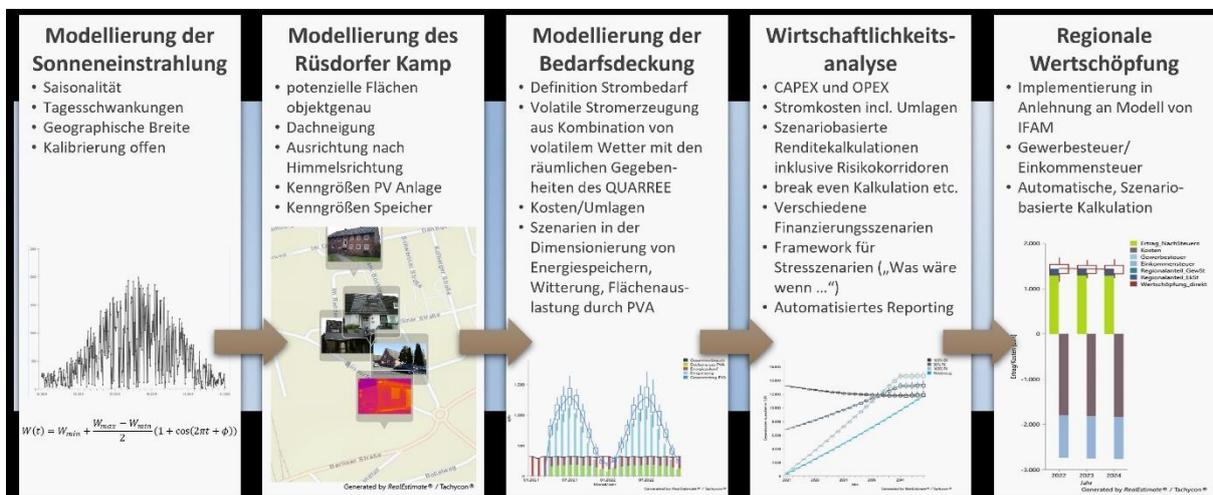


Figure 1: Schematischer Aufbau des generischen Modells im Software Framework RealEstimate®, TACHYCON GmbH

Die Modellierung erfolgte im kommerziellen Software-Framework RealEstimate®. In RealEstimate® können (makro)ökonomische Modelle, Geschäftsmodelle und andere Flussbeschreibungen flexibel umgesetzt und zueinander in Beziehung gesetzt modelliert werden.

Wirtschaftlichkeitsanalyse anhand von Immobilien des Rüsdorfer Kamp

Wir haben die Modellierung der Wertschöpfungsketten für ausgewählte Geschäftsmodelle betrieben und in diesem Zuge Finanzierung als Geschäftsmodell in den Vordergrund gestellt. Die Erzeugung volatilen Solarstroms wurde anhand eines stochastischen Wettermodells beschrieben. Der Einsatz von Speicherelementen wurde in die Analyse einbezogen. Es erfolgte eine Wirtschaftlichkeitsanalyse verschiedener Lösungsansätze am Beispiel von Gebäuden im Rüsdorfer Kamp in Heide. Um die Auswirkungen dynamischer Wetterbedingungen auf die Photovoltaikanlagen zu berücksichtigen, wurden die Geometrien der Gebäude des Rüsdorfer Kamp abgebildet (Größe der Dachfläche, Dachneigung, Ausrichtung der Dachfläche). Es wurden Cashflows, Rendite und Risiken in

unterschiedlichen Szenarien der Finanzierung und des Marktes untersucht. Wir haben uns zudem mit wesentlichen Teilen der Übertragbarkeit der Ergebnisse auseinandergesetzt.

Herausfordernd war die Datensituation. Die Beschaffung von Daten aus dem QUARREE100 konnte nicht im erwarteten Umfang und Qualität erfolgen. Insbesondere fehlten Daten aus der Umsetzung der physikalischen Anlagen, sowie Historien zu den vermuteten Treibern, sodass eine Entwicklung und Kalibrierung historisierter Treibermodelle nicht vollständig in der geplanten Weise möglich waren. Wir haben diesem Umstand Rechnung getragen, indem wir alternative Modelle entwickelt haben und modelltheoretisch zueinander in Beziehung gesetzt haben.

Modellkomponente Finanzierung

Zur Erforschung von Skalierungsregeln für die Geschäftsmodelle haben wir uns auf das Geschäftsmodell „Finanzierung“ fokussiert und einheitliche Risikoreports, die für unterschiedliche Finanzierungssituationen im Bereich der regenerativen Energie einsetzbar sein sollen, entwickelt. Es wurden dabei verschiedene Finanzierungsmöglichkeiten in Betracht gezogen. Das Verhältnis von Eigen- und Fremdkapital sowie unterschiedliche Finanzierungsarten (Darlehen, (stille) Beteiligungen, Genussscheine, Teildarlehen etc.) können das Verhältnis von Risiko und Rendite beeinflussen.

Modellkomponente regionalökonomische Effekte

Durch Investitionen in der Region entsteht ein regionalökonomischer Mehrwert für die Region. Dieser Effekt kann ein wichtiger Entscheidungsfaktor für die Ansiedlung sein. Die Betrachtung regionalökonomischer Effekte kann dabei eine Hilfestellung für Kommunen bei der Entscheidung für bestimmte Investitionen darstellen.

Unser Ansatz besteht darin, die gesamtwirtschaftliche Betrachtung und regionalökonomische Effekte zueinander in Bezug zu setzen: Die simulierten Cashflows aus Investitionen und Geschäftsmodellen werden (teilweise) der bestimmten Region zugeordnet. Die stochastisch simulierten Cashflows können somit mittels einer Modellverknüpfung in RealEstimate® automatisch als Grundlage für die Ermittlung der regionalökonomischen Effekte genutzt werden. Zur Beschreibung der regionalen Wertschöpfung wurden direkte, indirekte und induzierte regionalökonomische Effekte berücksichtigt. Dazu gehören beispielsweise Investitionen, unterschiedliche Kostenarten, Steuerbestandteile und -arten etc. Auf diese

Weise können in RealEstimate® automatisierte Reports über die regional-ökonomischen Effekte beim Einsatz von Photovoltaik im Untersuchungsgebiet Rüsdorfer Kamp und anderen Regionen erzeugt werden (auf Ebene der Einzelobjekte und auf Portfolioebene) und hinsichtlich ihrer regionalökonomischen Auswirkungen analysiert werden.

Nachhaltigkeitsbewertung

Die Europäische Aufsichtsbehörde (ESMA) hat in den letzten Jahren erhöhte Anforderungen an die Bewertung der Nachhaltigkeit von Investitionen gestellt. Diese Faktoren werden für Investoren zunehmend bedeutender, bzw. teil-weise verpflichtend, sodass Finanzierungsentscheidungen maßgeblich beeinflusst werden.

Die von Mitbewerbern entwickelten ESG-Ratings verfolgen unterschiedliche Ansätze und die Ergebnisse variieren stark. Aus diesem Grund haben wir einen ersten Ansatz für ein einheitliches, stabiles ESG-Rating entwickelt, indem wir eine Trennung von systematischem und idiosynkratischem Nachhaltigkeits-Exposure vornehmen. Zu diesem Zweck haben wir Nachhaltigkeitsfaktoren analysiert, eine erste Datenbasis aufgebaut und eine Matrix für eine Nachhaltigkeitseinordnung entwickelt.

Zusammenfassung

Wir haben ein generisches Modell zur Analyse der Nutzung volatiler Solarenergie vorgestellt. Anhand von Anwendungsbeispielen wurde gezeigt, wie das generische Modell im Zusammenspiel verschiedener Modellkomponenten die Input-Volatilitäten auf Unsicherheiten in Finanzierungen und regionalökonomischen Effekten transformiert. Wir haben dabei auf das Geschäftsmodell ‚Finanzierung‘ fokussiert und den zukünftigen Anforderungen an Investoren folgend einen ersten Ansatz für ein stabiles Nachhaltigkeitsrating entwickelt.

n. Universität Duisburg Essen

Verfasser: Dennis Schneider, Florian Boehnke, Lisa Sieger, Prof. Dr. Christoph Weber

Die Beteiligung des Lehrstuhls für Energiewirtschaft am Q100-Projekt besteht aus zwei Aufgabenbereichen. Im ersten, bereits abgeschlossenen Aufgabenbereich wurden regionalökonomische Effekte von Energieeffizienzmaßnahmen untersucht. Vor allem wurde mittels ökonomischer Methoden der Einfluss energetischer Sanierungen auf Immobilienwerte quantifiziert. Richtungsweisende Ergebnisse für uns waren:

1. Energieeffizienz hat einen positiven Einfluss auf Immobilienwerte von Ein- und Zweifamilienhäusern.
2. Durch energetische Sanierungen lässt sich – vor Allem in ländlichen Gebieten – eine Wertsteigerung von Immobilien erzielen.
3. Kostengünstige energetische Sanierungen ergeben sich immer dann, wenn die Immobilie sowieso saniert werden muss. Bezieht man Förderprogramme mit ein, lassen sich energetische Sanierungen oft kosteneffizient durchführen.

Im zweiten, noch laufenden Aufgabenbereich wird geprüft, inwieweit sich die in QUARREE100 für Heide entwickelten Konzepte der nachhaltigen Wärmeversorgung auf andere deutsche Kommunen mit ähnlicher Stadtgröße übertragen lassen. Unter anderem in Vor-Ort-Befragungen wird dabei untersucht, welche Chancen und Herausforderungen sich für Kommunen durch die Wärmewende ergeben.

Folgende Erkenntnisse ergaben sich bislang aus unserer Arbeit in diesem Aufgabenbereich:

1. Es lassen sich energetische und sozioökonomische Kennzahlen finden, mit denen man ähnliche Gemeinden identifizieren und kategorisieren kann.
2. Innerhalb identifizierter Gemeinden gibt es, abhängig von der Struktur und der Verteilung des Wärmebedarfs und von standortabhängigen Wärmequellen, unterschiedliche große Teilgebiete, welche sich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung eignen.
3. Die Energiekrise und die neuen regulatorischen Rahmenbedingungen geben den Anstoß für eine bundesweite, gesamtkommunale Wärmeplanung mit nachgelagerter Quartiers- oder Objektbetrachtung.

o. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Verfasser: Dr.-Ing. Ulrich Zuberbühler

Vollständig erneuerbare Energieversorgung eines Stadtteils - Tankstelle der Zukunft

Im QUARREE100 Verbundprojekt arbeiten 22 Partner aus Industrie und Forschung an der Vision, ein Stadtquartier in der schleswig-holsteinischen Stadt Heide vollständig mit erneuerbarer Energie zu versorgen. Wärme, Strom und Mobilität sollten mit überschüssiger, regional erzeugter Windenergie gespeist werden.

Die Wissenschaftler des ZSW des Fachgebiets Regenerative Energieträger entwickelten Komponenten für eine dazu passende Tankstelle als Zentrum für die Energiewandlung im Quartier. Die Tankstelle der Zukunft soll Strom, Wasserstoff sowie das Erdgassubstitut Methan aus regenerativen Quellen bereitstellen – und das möglichst effizient, kostengünstig und bedarfsgerecht. Das zentrale Konzept ist dabei eine stufenförmige Nutzung der erneuerbaren Energie. Priorität hat die Lösung mit den geringsten Energieverlusten. Am effizientesten ist die Verwendung des regenerativen Stroms in Elektrofahrzeugen. Wenn dieser Bedarf gedeckt ist, kommen die nächsten Stufen in Betracht: Die Umwandlung in Wasserstoff und dann die Erzeugung von synthetischem Methan (Methanisierung). Diese chemischen Energieträger können in Langzeitspeichern nahezu verlustfrei gelagert und bedarfsgerecht verbraucht werden. An allen vorgeschlagen Standortoptionen erwies sich die Umsetzung aufgrund der nötigen Investition und Risiken (z.B. Nachfrage) als äußerst schwierig, so dass es letztlich nicht zur Realisierung kam.

Im Rahmen der Konzeptentwicklung „Tankstelle der Zukunft“ konnte das ZSW viele Erfahrungen und Einblicke hinsichtlich Standortentwicklung, Aufstellung und Genehmigung von Gaserzeugungsanlagen, insbesondere von Elektrolyseuren, gewinnen. Bei der Komponentenentwicklung gab es Fortschritte hinsichtlich Effizienzsteigerung, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit. Diese Entwicklungsarbeiten waren für das ZSW sehr wichtig, weil es für die Wasserstoffherzeugung mittels Elektrolyse inzwischen eine große Nachfrage gibt.

4. Schlusswort

Die Zusammenarbeit der Partner und auch die interne Organisation war von Offenheit, Transparenz und Vertrauen geprägt. Hierfür möchten wir uns bei allen Projektpartnern und den Mitarbeitenden herzlich bedanken.

Darüber hinaus gilt ein noch größerer Dank den Bürgerinnen und Bürgern des Rüsdorfer Kamps. Sie haben uns mit Ihrer Beteiligung und Ihrem Engagement nicht nur begleitet, sondern auch wichtigen Input in dem Entwicklungsprozess gegeben. Die Gespräche und Veranstaltungen im Quartier wie auch die Heider Zukunftsgespräche werden wir als sehr positive Meilensteine in Erinnerung behalten. Und irgendwie haben wir dann gemeinsam sogar Corona überstanden.

Für eine nachhaltige und resiliente Energieversorgung in den Quartieren werden wir Wärmeversorgungsinfrastrukturen in Zukunft brauchen. Und wir brauchen die Möglichkeit, unsere lokale grüne Energie hierfür auch wirtschaftlich zu nutzen. Hier ist die Politik auf allen Ebenen von Bund bis zur Stadt gefordert, die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen. Der Grünstrom ist durch die hohen Abgaben und Netzentgelte vielfach noch zu teuer und die nachbarschaftliche Energieversorgung rechtlich kaum möglich. Hier brauchen wir zwingend regulatorische Lösungen. Und auch auf städtischer Seite ist es wichtig, dass eine nachhaltige Wärmeversorgung gleichzeitig auch in Bestandsquartieren eine Abkehr von den fossilen Energien bedeuten muss.

Dort, wo heute für die Wärmeversorgung noch die Infrastrukturen fehlen, brauchen wir die mutigen Akteure, die diese aufbauen wollen. Und wir brauchen die mutigen Akteure auch in der Politik und Verwaltung, diesen Umsetzern einen langfristigen Planungshorizont zu ermöglichen. Diese Infrastrukturen müssen über Jahrzehnte abgeschrieben werden (können).

QUARREE100 war als Leuchtturmprojekt gestartet und diese Wirkung konnten wir auch erzielen – eine Vielzahl von Veröffentlichungen zeugen davon. Das Projekt war für die Region Heide auch der Start, sich national und international bekannt zu machen. Und wenn irgendwann die Wärmeversorgung aus der Abwärme der Batteriefabrik kommt, so hat auch QUARREE100 dazu beigetragen und einen nachhaltigen Effekt erzielt.

Vielen Dank allen, die am Projekt mitgewirkt haben.

5. Kontakt

Entwicklungsagentur Region Heide AöR (Herausgeber)

Hamburger Hof 3

25746 Heide

Ansprechpartner: Martin Eckhard

Steinbeis Innovationszentrum energieplus

Hamburger Str. 277

38114 Braunschweig

Ansprechpartner: David Sauss

Universität Bremen

- **Fachgebiet Resiliente Energiesysteme** -

- **artec Forschungszentrum Nachhaltigkeit** -

Enrique-Schmidt-Straße 7

28359 Bremen

Ansprechpartner: Dr. Torben Stührmann

Consolinno Energy GmbH

Franz-Mayer-Straße 1

93053 Regensburg

Ansprechpartner: Fabian Eckert

Elogen GmbH

Eupener Str. 165

50933 Köln

Ansprechpartner: Carsten Krause

emma technologies GmbH

Wacholderstraße 24

24229 Schwedeneck

Ansprechpartner: Martin Volz

EEG Energie- Einkaufs- und Service GmbH

Margarete-Steiff-Str. 1-3

24558 Henstedt-Ulzburg

Ansprechpartnerin: Susan Matzke

Entelios AG

Landsberger Str. 154
80339 München
Ansprechpartner: Florian Hirsch

Fachhochschule Westküste

Fritz-Thiedemann-Ring 20
25746 Heide
Ansprechpartner: Prof. Dr. Rainer Schütt

**Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung -
IFAM**

Wiener Straße 12
28359 Bremen
Ansprechpartnerin: Anne Nieters

IKEM – Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.

Magazinstraße 15-16
10179 Berlin
Ansprechpartnerin: Susan Wilms

IPP ESN Power Engineering GmbH

Rendsburger Landstraße 196 - 198
24113 Kiel
Ansprechpartner: Thomas Lutz-Kulawik

Jacobs University Bremen

Campus Ring 1
28759 Bremen
Ansprechpartner: Prof. Dr. Gert Brunekreeft

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

Seybothstraße 2
93053 Regensburg
Ansprechpartner: Daniel Rank

**Raum & Energie - Institut für Planung Kommunikation und
Prozessmanagement GmbH**

Lülanden 98
22880 Wedel
Ansprechpartnerin: Katrin Fahrenkrug

Universität Duisburg-Essen

-House of Energy Markets and Finance-
Universitätsstraße 12
45141 Essen
Ansprechpartner: Dennis Schneider

Stadt Heide

-Stadtplanung-
Postelweg 1
25746 Heide
Ansprechpartner: Andreas Wojta

STADTWERKE HEIDE GmbH

Hinrich-Schmidt-Str. 16
25746 Heide
Ansprechpartner: Stefan Vergo

TACHYCON GmbH

Hofholzallee 63
24109 Kiel
Ansprechpartner: Volker Binding

Vater Holding GmbH

Wasserwerksweg 18
24222 Schwentinental

**Zentrum für Sonnenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
(ZSW)**

Meitnerstraße 1
70563 Stuttgart
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Ulrich Zuberbühler