

## Zusammenfassung zum Projekt

# Dynamisierung von Wärmekatastern

**Kurztitel: DynamiKa**

FKZ 03ET1397A-B

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Koordiniert von:



**Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.**

**Projektkonsortium:**

**IZES gGmbH** (Kordinatorin)

Bernhard Wern

Altenkesseler Str. 17

66115 Saarbrücken

Tel.: +49-(0)681 844 972-74

Fax: +49-(0)681 761 799 9

**IP SYSCON GmbH**

Dr. Dorothea Ludwig

Tiestestraße 16-18

30171 Hannover

Tel.:+49-(0)511 850303-0

Fax +49-(0)511 850303-30

**Autoren:**

Daniela Becker, Florian Noll (IZES gGmbH)

Dr. Dorothea Ludwig, Indra Schröder (IP SYSCON GmbH)

Saarbrücken, Hannover, 27. Juni 2018

## **Inhaltsverzeichnis**

---

<i>Einleitung</i> .....	4
<i>Methodik</i> .....	5
<i>Ergebnisse</i> .....	8
Nutzerseitige Anforderungen an ein dynamisches Wärmekataster .....	8
Technische Umsetzung der nutzerseitigen Anforderungen .....	11
<i>Fazit</i> .....	14

## Einleitung

Wärmekatastern kommt als integrales Planungsinstrument in der kommunalen Wärmewende eine hohe Bedeutung zu. So sind in den letzten Jahren im Rahmen der Kommunalrichtlinie bundesweit mehr als 70 Einzelprojekte gefördert worden, die vor dem Hintergrund eines lückenhaften Verständnisses der wärmeseitigen Ausgangs- und Potenzialsituation vor Ort die Erstellung eines Wärmekatasters als Grundlage zur Entwicklung eines Wärmekonzepts bzw. einer Wärmestrategie zum Ziel hatten.

Neben methodischen Schwächen, wie, zum Beispiel, der Qualität der zur Erstellung des Wärmekatasters verwendeten Grundlagendaten, bieten bestehende Wärmekataster bislang keine Möglichkeit der Anpassung, Fortschreibung, Pflege oder zur Beantwortung standortspezifischer, planerischer Fragestellungen. Die im Rahmen der Wärmebedarfsermittlung erzeugten Berichte, Karten und Geodatenätze verlieren somit in kürzester Zeit an Aktualität und haben in der kommunalen Praxis nur begrenzte Relevanz für die Fachplanung.

Um zukünftig eine sinnvolle und verwertbare Grundlage für regionale Planungsprozesse zu schaffen, müssen die einzelnen Planungsschritte dynamisch und unter Berücksichtigung sich verändernder Rahmenbedingungen (wie Demografie, Qualität, Klimaveränderung, Bausubstanz etc.) dargestellt und für verschiedenste kommunale Planungszwecke bereichsübergreifend kommuniziert werden. Zudem muss es den Anwendern des Wärmekatasters möglich sein, das hinterlegte Datenbanksystem zu pflegen, anzupassen und fortzuschreiben und es für individuelle Fragestellungen zu nutzen.

Die vorliegende Projektzusammenfassung gibt die wesentlichen Inhalte des Forschungsvorhabens **„Dynamika – Dynamisierung von Wärmekatastern“** (FKZ 03ET1397A-B) wieder. Das Vorhaben wurde im Verbund der IZES gGmbH und der IP SYSCON GmbH im 6. Energieforschungsprogramms „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ unter dem Förderschwerpunkt „EnEff:Wärme – Forschung für energieeffiziente Wärme- und Kältenetze“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) bearbeitet. Ziel des Vorhabens war die Konzeptionierung eines fortschreibbaren, GIS-basierten Wärmeplanungswerkzeugs, das eine transparente und nachvollziehbare Darstellung der Wärmebedarfssituation und deren Entwicklung innerhalb des begrenzten Gebietes einer Kommune erlaubt und auf diese Weise eine Entscheidungsgrundlage für energetische, stadt-, verkehrs- und infrastrukturplanerische Maßnahmen im Zuge der Energie- bzw. Wärmewende bietet. Durch die Anwendung des Planungswerkzeugs im Planungsalltag sollten die Hemmnisse in der Zusammenarbeit unterschiedlicher am Wärmeplanungsprozess beteiligter Akteure (wie Stadtplanungsamt und Stadtwerke) abgebaut, der fachliche Austausch untereinander erleichtert und somit die Wärmewende vorangebracht werden. Um zu gewährleisten, dass ein an die Anforderungen und Bedürfnisse der Nutzer angepasstes Planungsinstrumentarium entsteht, konzentrierte sich das Vorhaben auf folgende zwei Fragestellungen:

1. Was sind die Anforderungen an ein modernes Wärmeplanungsinstrument aus Sicht der späteren Anwender?
2. Wie können diese Anforderungen technisch umgesetzt werden?

Durch die Beantwortung der beiden Fragestellungen sollte ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Qualität und Anwendbarkeit bzw. Praxistauglichkeit von Wärmeplanungssystemen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung geleistet werden. Weitere Details sind dem ausführlichen Schlussbericht des Projektes zu entnehmen.

## Methodik

Das Vorhaben konzentrierte sich darauf, die Optimierungspotenziale im Zusammenhang mit bestehenden Wärmekatastersystemen und mit Blick auf die Dynamisierung solcher Systeme speziell aus der Sicht der Anwender zu ermitteln und in geeignete technische Lösungsansätze zu überführen. Dabei wurde folgendes projektinterne Verständnis des Begriffs ‚Dynamisierung‘ als forschungsleitend zugrunde gelegt:

Die Dynamisierung eines Wärmekatasters beschreibt die Entwicklung hin zu einem technischen System, das a) durch den Nutzer fortgeschrieben, das heißt aktualisiert, angepasst und gegebenenfalls korrigiert, und b) zusätzlich für gezielte Abfragen, Darstellungen und Auskünfte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung genutzt werden kann. Dazu ist es notwendig, dass Daten unterschiedlicher Herkunft, unterschiedlichen Formats, zu unterschiedlichen Zeitpunkten und in unterschiedlicher Häufigkeit in das System integriert und mit anderen Informationen kombiniert werden. Dieser Prozess muss weitestgehend automatisiert ablaufen, sodass der Nutzer hiervon weitestgehend unberührt bleibt. Ziel der Dynamisierung ist es, den Grad und die Dauer der Interaktion des Nutzers zu erhöhen und es auch weniger versierten Nutzern zu ermöglichen, auf die Fachdaten zuzugreifen, diese zu analysieren und zu interpretieren. Übergeordnetes Ziel der Dynamisierung ist somit die Entwicklung eines fort-schreibbaren Geoinformationssystems, das nicht nur zur Wärmebedarfsanalyse, sondern auch zur Abbildung von Entwicklungen sowie zu Monitoring-Zwecken eingesetzt werden kann.

Da es sich bei kommunalen Wärmekatastern derzeit standardmäßig um Fachinformationssysteme für Experten mit definierten Nutzerrollen und entsprechenden Funktionalitäten handelt, lag im Rahmen der technischen Entwicklung der Dynamisierungsoptionen und der praktischen Erprobung des Testsystems der Fokus insbesondere auf der Ebene der technologisch, funktionalen Weiterentwicklung hin zu dynamischen Systemkomponenten. Eine entsprechend optimierte und an den potenziellen Anwenderkreis bzw. Nutzungskontext angepasste Gestaltung der Benutzer- bzw. Bedienoberfläche des dynamischen Wärmekatastersystems wurde dabei im Rahmen der begrenzten finanziellen Möglichkeiten des Vorhabens mitbetrachtet.

Damit wurde im Vorhaben ein sozio-technischer Ansatz verfolgt, der technische Entwicklungsprozesse – also die Dynamisierung von Wärmekatastersystemen – im Kontext aktueller und zukünftiger Nutzungspotenziale (zum Beispiel unter Berücksichtigung des demographischen Wandels) aus Sicht der Nutzergruppen (kommunale Akteur\*innen) thematisiert. Dieses an der Nutzerperspektive orientierte Vorgehen bot die Möglichkeit einer gebrauchstauglichen Technologieentwicklung unter Berücksichtigung der Bewertungs- und Verhaltensebene von Nutzer\*innen (vgl. z.B. DIN EN ISO 9241-210:2010 zur menschenzentrierten Gestaltung interaktiver Systeme). Es eröffnete damit die Chance auf die Entwicklung von akzeptablen technischen Systemen, die nachhaltige Energieproduktions- und -verbrauchsmuster unterstützen. Das Vorhaben trägt so dazu bei, dass dynamische Wärmekataster zukünftig als Planungsinstrumente für lokale Wärmewendeprozesse in Kommunen eingesetzt werden könnten.

Die Umsetzung des beschriebenen sozio-technischen Forschungs- und Entwicklungsansatzes erfolgte zunächst durch eine ausführliche Literatur- und Desktoprecherche zum derzeitigen Stand und Verständnis von Wärmekatastern in Deutschland sowie durch qualitative, halbstrukturierte Interviews sowohl mit Entwicklern bzw. kommerziellen Anbietern, als auch mit Anwendern bzw. kommunalen Nutzer\*innen bereits bestehender Wärmekatastersysteme in Deutschland. Damit wurde die Analyse aktueller Erkenntnisse und Forschungsansätze zu

Wärmekatastern um die Sichtweisen von Akteur\*innen zum Anwendungskontext und zu existierenden Nutzungsoptionen von Wärmekatastern in der kommunalen Praxis ergänzt. Dies machte eine fundierte, nutzer- und bedarfsorientierte Einschätzung zu Entwicklungsoptionen dynamischer Wärmekatastersysteme möglich.

Erweitert wurde die Erhebung der Anforderungen an Dynamisierungsoptionen bestehender Wärmekataster aus Anwendersicht, durch die konzeptionelle Betrachtung von Nutzungsoptionen des Wärmekatasters als integriertes Planungsinstrument bzw. von möglichen Schnittstellen zur Stadt(teil)planung. Basis dazu bildete eine Literatur- bzw. Internetrecherche. Zudem bot die gezielte inhaltliche Auswertung der qualitativen Untersuchungsergebnisse die Möglichkeit im Rahmen des Vorhabens Bedarfe zur Spezifikation technischer Anforderungen an dynamisierte Wärmekataster und die Identifikation von relevanten Use-Cases (Anwendungsfällen) für dynamische Wärmekatastersysteme zu konzeptionieren. Eine Vorauswahl von technischen Entwicklungszielen bzw. Entwicklungsansätzen, die im Rahmen eines Testsystems umgesetzt und erprobt werden sollte, schloss sich daran an. Die Ergebnisse hieraus wurden auf einem Fachkongress öffentlich präsentiert und diskutiert.

Im Rahmen von Akteursdialogen (jeweils halbtägige Workshops) wurden in zwei ausgewählten Testkommunen die vorausgewählten Lösungsansätze zur Dynamisierung von Wärmekatastersystemen auf kommunaler Ebene konzeptionell diskutiert, insbesondere auch anhand von Leitfragen, die eine weitere praktische Bewertung, sowie die Auswahl und mögliche Gestaltungselemente von technischen Entwicklungsprozessen thematisierten. Dazu wurde auch der technische Systemaufbau der Dynamisierungs-Tools bzw. -Komponenten visualisiert. Das Herausarbeiten spezifischer Nutzeranforderungen in den Testkommunen diente dazu, technische Bedürfnisse zukünftiger Anwender\*innen auf Basis möglicher Entwicklungsansätze zu validieren und weiter zu konkretisieren, und dabei innovative Produktansätze zu identifizieren. So konnten die Anforderungskriterien an dynamische Wärmekataster (beispielsweise an einzelne dynamische Systemkomponenten) in ein technisches Konzept überführt und der Systemaufbau sowie Anwendungsfälle (Use Cases) für die Entwicklung des Testsystems in dem Vorhaben spezifiziert werden. Die Auswahl der zwei Testkommunen orientierte sich an Überlegungen zur Repräsentativität (Größe und Gliederung der Kommune, Siedlungsstruktur, Verfügbarkeit von grundlegenden Geo-Daten etc.) sowie zur grundsätzlichen Bereitschaft der Kommunen zur Teilnahme an dem Vorhaben. Dabei war vor allem die Konstellation Landkreis-Gemeinde auch hinsichtlich der Steuerungs- und Handlungsebenen in Bezug auf relevante Akteur\*innen und die IT-Infrastruktur/Datenhaltung für den Praxistest relevant.

Die gemeinsam mit den Akteuren in den Testkommunen ausgewählten dynamischen Systemkomponenten wurden anschließend (in ersten Ansätzen) programmiertechnisch umgesetzt. Dabei konnte auf bestehende Systemmodule aus dem Hause IP SYSCON aufgebaut werden. Das entwickelte Testsystem wurde für den Praxistest in den beiden Testkommunen vorbereitet. Dies umfasste die Erstellung von Testdatensätzen auf Basis realer Geo-Datensätze, die Konzeptionierung von Testaufgaben und -fragen, die Auswahl und Schulung der Testpersonen, die Festlegung von Berechtigungskonzepten und Nutzungsprofilen sowie die Einrichtung einer Schnittstelle, über die die Testpersonen online auf das Testsystem zugreifen konnten.

Nach Abschluss der Testphase wurden die Testaufgaben bzw. Testfragen nach vordefinierten Kriterien (Funktionalität, Benutzerfreundlichkeit, Übertragbarkeit auf planerische Arbeitsabläufe in der Praxis und Umsetzung der Anforderungen an das dynamische Wärmekataster aus technisch-inhaltlicher Sicht), unter anderem nach ISO 25010, ausgewertet.

Zur Veröffentlichung, aber auch Validierung und Sicherung der Übertragbarkeit der in dem Vorhaben erzielten Ergebnisse – insbesondere des innovativen Produktansatzes – diente die Ausrichtung von zwei ‚Energieforen‘ im Rahmen des Kongress ‚IP SYSCON 2018‘. Im Verlauf eines Kongress-Tages wurden dort die Projektergebnisse, offene Fragen und weiterführende Forschungsansätze mit Akteur\*innen aus den Bereichen Forschung, kommunale Praxis und Energiewirtschaft diskutiert und reflektiert.

Die Arbeit im Projektverbund war eng miteinander verzahnt und von einem partizipativen Vorgehen geprägt, bei dem Arbeitsergebnisse fortlaufend in Bezug zueinander gesetzt wurden. Hierbei wurde neben den Perspektiven der Forschungspartner auch explizit die Perspektive der Nutzer\*innen durch aufbereitete Projektzwischenenergebnisse berücksichtigt. Regelmäßige Telefonkonferenzen und auch Verbundpartnertreffen stellten einen kontinuierlichen Austausch und prozessorientierte Anpassung der Forschungsarbeit über die Laufzeit des Vorhabens sicher. Die kritische Betrachtung, Verbreitung und Veröffentlichung der Projektergebnissen erfolgte im Rahmen der Projekt-Abschlussveranstaltung beim Kongress ‚IP SYSCON 2018‘, verschiedener Konferenzbeiträge und Fachpublikationen sowohl in der wissenschaftlichen, wie auch in der Fach-Community während und nach Ende der Vorhabenlaufzeit.

Das Vorhaben kann formal in fünf Arbeitspakete unterteilt werden:

**Arbeitspaket 1** befasste sich mit den Anforderungen an ein modernes, integrales Wärmeplanungsinstrument. In dem Arbeitspaket sollte ein umfassender Überblick über den Stand der Technik bei der Wärmekartierung (Daten, Methodik, Funktionsbausteine, Darstellungsarten, Anwendungsmöglichkeiten etc.) gegeben werden. Diese sollte im Anschluss mit den nutzerseitigen Anforderungen abgeglichen werden. Hierzu erfolgten zuerst eine Anbieter- und anschließend eine Nutzerbefragung. Schließlich wurden aus den Befragungsergebnissen die nutzerseitigen Anforderungen in Form eines Anforderungskatalogs abgeleitet.

In **Arbeitspaket 2** sollten aus dem Anforderungskatalog geeignete Lösungsansätze abgeleitet und anschließend hinsichtlich der Anwendbarkeit sowie im Hinblick auf ihre Praxistauglichkeit bewertet werden. Dies erfolgte im Dialogverfahren zwischen den beiden Konsortialpartnern sowie den potenziellen Nutzergruppen. Als Ergebnis des Arbeitspaketes entstand ein Konzept, in dem die Anforderungen an ein technisches Konzept beschrieben werden.

Entsprechend der zuvor beschriebenen Anforderungen erfolgte in **Arbeitspaket 3** die Entwicklung eines technischen Konzepts. Hierzu wurde die technische Anforderungsaufstellung in detaillierte Use-Case-Beschreibungen überführt. Die Beschreibung der Use Cases wurde zunächst neutral, unabhängig der später eingesetzten technischen Systemlösung, vorgenommen. In einem detaillierten Ablaufschema wurden der Systemaufbau, die Abhängigkeiten und Zusammenhänge der einzelnen Komponenten visualisiert. Parallel wurde ein erstes Testsystem mit den entsprechenden Abläufen programmiert.

**Arbeitspaket 4** beinhaltet schließlich den Aufbau eines Testsystems in zwei Testkommunen sowie die Durchführung und Auswertung der Tests. Hierzu wurden zwei Testgebiete ausgewählt, in denen das Testsystem implementiert und ein Testdurchlauf durchgeführt wurde. Die Testergebnisse wurden anschließend ausgewertet und dokumentiert. Zudem wurden die notwendigen konzeptionellen Anpassungen zur Optimierung des Testsystems beschrieben.

**Arbeitspaket 5** diente in erster Linie der Validierung, Verbreitung und Veröffentlichung der Vorhabenergebnisse. Hierzu waren, unter anderem, Veröffentlichungen, die Teilnahme an Fachveranstaltungen sowie Publikationen im Rahmen der projektbegleitenden Öffentlichkeitsarbeit vorgesehen. Arbeitspaket 5 verläuft begleitend zu den anderen Arbeitspaketen.

Die IZES gGmbH bearbeitete dabei die theoretisch-konzeptionell ausgerichteten Arbeiten, wohingegen die IP SYSCON GmbH die technischen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Entwicklung des GIS-gestützten Planungsinstrumentes bearbeitete. Die Koordination des Vorhabens übernahm die IZES gGmbH.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse des Projekts lassen sich strukturiert in zwei Teilen darstellen. Der erste Teil beinhaltet die Ergebnisse aus den theoretisch-konzeptionell ausgerichteten Arbeitspaketen. Diese befassen sich mit der Frage, wie ein Wärmekataster weiterentwickelt werden müsste, um den nutzerseitigen Anforderungen an ein dynamisches Wärmekataster auf kommunaler Seite auch zukünftig zu entsprechen. Die Untersuchungen hierzu basieren auf einer umfassenden Anbieter- und Systemanalyse, die durch eigene Recherchen ergänzt und durch eine Anwender- bzw. Nutzerbefragung in Form leitfadengestützter Interviews vertieft worden ist (Arbeitspaket 1 und 2). Der zweite Teil beinhaltet dagegen die technische Umsetzung und Bewertung der im ersten Teil beschriebenen Konzeptideen. Hierzu werden konkrete technische Anwendungsfälle (Use Cases) beschrieben, programmiertechnisch (soweit im Rahmen des Projektes möglich) umgesetzt und anschließend zu Testzwecken in zwei ausgewählten Kommunen implementiert, getestet und evaluiert (Arbeitspaket 3 und 4).

### Nutzerseitige Anforderungen an ein dynamisches Wärmekataster

Im Rahmen der Anbieter- und Systemanalyse sind über 20 Einrichtungen (Softwareentwickler, Planungsbüros, Stadtwerke, Forschungseinrichtungen und universitäre Einrichtungen), die sich mit der Entwicklung und Erstellung von kommunalen Wärmekatastern professionell beschäftigen, zum aktuellen Stand der Wärmekartierung sowie den derzeitigen Einsatzmöglichkeiten von Wärmekatastern befragt worden: Die Analyse zeigt, dass der technische Entwicklungsstand in Bezug auf die Wärmekartierung bundesweit sehr ähnlich ist – sowohl methodisch als auch datenseitig: Grundsätzlich werden bedarfs- oder verbrauchsorientierte Berechnungsansätze (oder eine Kombination aus beiden) verwendet. Die Wärmekartierung erfolgt dabei gebäudescharf auf Grundlage öffentlicher Daten (ALKIS, Luftbilder etc.), die zum Teil durch Netzdaten oder eigene Erhebungen ergänzt werden. Bei der Darstellung der Ergebnisse findet aus Datenschutzgründen zumeist eine Aggregation der gebäudebezogenen Daten statt.

Als Einsatzgebiete marktfähiger Wärmekataster werden von den befragten Einrichtungen im Wesentlichen die Identifizierung von a) Gebieten mit hoher/m Wärmedichte/-bedarf (Hot-Spots), b) Ansätzen für Nahwärmeprojekte (inklusive Netzdimensionierung, Wirtschaftlichkeitsberechnung, Standortsuche für die Heizzentrale etc.), c) Wärme- und CO<sub>2</sub>-Einspar- sowie von Effizienzpotenzialen sowie d) Sanierungsgebieten inklusive einer Abschätzung der mit den Sanierungstätigkeiten verbundenen Investitionen genannt. Darüber hinaus ist eine Verknüpfung mit anderen Planungsprozessen (Entwicklung integrierter Stadtentwicklungskonzepte, Planung von Straßenbaumaßnahmen etc.) grundsätzlich möglich. Allerdings führen mehrere Gründe (unter anderem geringe Nachvollziehbarkeit bezüglich der Datenerhebung sowie Aufbereitung der Daten, fehlende Möglichkeit zur Aktualisierung und Überprüfung der Daten sowie datenschutzrechtliche Vorgaben) dazu, dass die Wärmekartierung bzw. Wärmeplanung, zumindest aus Sicht der befragten Einrichtungen, in der Praxis bislang in der Regel als ein „isolierter“ Prozess stattfindet. Forschungsansätze, die hier ansetzen, sind, unter anderem, das zu dem Vorhaben ‚Dynamika‘ parallel verlaufende EnEff:Stadt-Forschungsvorhaben GEWISS der HafenCity Universität Hamburg. Dieses beschäftigt sich mit städtebaulichen



Aspekten (zum Beispiel die Auswirkungen von Nachverdichtungen in der Innenstadt) im Zusammenhang mit wärmeplanerischen Fragestellungen.

Die Nutzerbefragung ergänzt das in der Anbieter- und Systemanalyse entstandene Bild vom Stand und den Perspektiven der Wärmekartierung um die Sichtweise der ‚Betroffenen‘ in den Kommunalverwaltungen. Hierzu sind insgesamt sechs Personen aus unterschiedlichen Kommunen und Arbeitsbereichen (überwiegend aus dem Fachbereich Umwelt und Klimaschutz) interviewt worden. Dabei standen die Bedarfserhebung sowie die Ableitung von Anforderungen an ein modernes und dynamisches Wärmekatastersystem im Vordergrund.

Die Interviews verdeutlichen, dass das Thema ‚Wärmekataster‘ aus kommunaler Sicht grundsätzlich einen „mittleren bis hohen“, mit anderen Themenfeldern gleichrangigen Stellenwert aufweist. Zurückzuführen ist dies auf die in den letzten Jahren zunehmende Bedeutung der kommunalen Wärmewende. Allerdings gibt es nach den Aussagen der Befragten bislang keine direkte Nachfrage nach der „Dienstleistung Wärmekataster“. Daher hängt die Erstellung und der Einsatz des Wärmekatasters in der Regel stark vom Engagement sowie den Zuständigkeiten und Kompetenzen einzelner Personen („Kümmerer“) sowie der Personal- und Finanzsituation der jeweiligen Kommune ab.

Einsatz finden kommunale Wärmekataster mehrheitlich in der strategischen Planung, wie der „allgemeinen Energieversorgungsplanung“, der Projektvorplanung bzw. -entwicklung, sowie im Rahmen der Kampagnenarbeit der Kommunen. Zudem gibt es, unter anderem, Bestrebungen, Wärmekataster im Zuge der Kommentierung in formalen Planungsprozessen zu nutzen. Weitere Ideen zum Einsatz von Wärmekatastern in der Zukunft bleiben dagegen abhängig von der Einbindung in passende kommunale Konzepte, von Nutzerprofilen und erweiterten technologiebasierten Nutzungsoptionen.

Als hemmend erweist sich in diesem Zusammenhang, dass das Wärmekataster bisher häufig nur wenigen Personen in der Verwaltung bekannt ist. Die meisten Organisationseinheiten wissen nicht um das vorhandene System, die darin enthaltenen Geoinformationen und Schnittstellen zu ihren Arbeitskontexten. Die Akteure, die sich schwerpunktmäßig mit dem Wärmekataster beschäftigen, sind zumeist im Bereich ‚Klimaschutz‘ verortet – häufig in Zusammenarbeit mit der IT- und Geodatenabteilung. Dementsprechend gibt es im Zusammenhang mit dem Wärmekataster bislang noch wenig Austausch zwischen den Fachabteilungen – auch wenn mögliche Synergieeffekte im Rahmen einer integrierten Planung durchaus erkannt werden. Insgesamt fehlt nach Aussage der Interviewpartner\*innen das Problembewusstsein darüber, welches Potenzial das Thema und Instrumente der ‚Wärmekartierung‘ für die Wärmeplanung und darüber hinaus zur Erreichung der Entwicklungsziele der Kommunen besitzt.

Zudem wird der Rechtsrahmen (insbesondere der Datenschutz) als zusätzliche Einschränkung für den Einsatz des Wärmekatasters benannt. Durch den Datenschutz ist eine ungefilterte (inhaltliche) Verwertung bzw. Weitergabe der im Wärmekataster enthaltenen Informationen nicht möglich. So werden die im System gespeicherten Daten entsprechend der regional bisher unterschiedlichen Rechtslagen nur in aggregierter Form (ortsteilscharf oder quartiersbezogen) veröffentlicht bzw. weitergegeben. Für die derzeitige Nutzung sei dies auch ausreichend.

Insgesamt wird zudem angegeben, dass bislang „kaum Erfahrungen in der operativen Nutzung des Wärmekatasters“ vorliegen. Somit ist eine Aussage zum Nutzerverhalten im Umgang mit dem Wärmekataster nur sehr eingeschränkt möglich. Es wird daher als wichtig empfunden, dass die (freiwillige) kommunale Aufgabe der Wärmekartierung gestärkt und die Kommunikation über und das Wissen um das Wärmekataster erhöht werden, um so den Nutzerkreis zu erhöhen und eine zusätzliche Nachfrage für das Wärmekataster als Planungsinstrument zu generieren. Hierzu sind nach Angaben der Befragten folgende Entwicklungsansätze, insbesondere auf technischer Ebene, förderlich:

- Möglichkeit zur Aktualisierung, Fortschreibbarkeit und Versionierung sowie zur Datenprüfung (unter Berücksichtigung von Rollen- und Berechtigungskonzepten)
- Erweiterung der Daten- und Systemschnittstellen
- Zentrale Datenhaltung
- Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit der Bedienoberfläche
- Klärung und Berücksichtigung von Datenschutzbestimmungen
- Einsatz des Wärmekatasters als Informationsplattform für die strategisch Kommunikation, politische Entscheidungsvorbereitung und Umsetzung kommunaler Konzepte

Im Weiteren sind hieraus Konzeptideen bzw. Lösungsansätze abgeleitet worden, auf deren Grundlage in einem partizipativen Prozess unter Beteiligung der beiden Testkommunen folgende Anforderungsliste zur Dynamisierung von Wärmekatastern entwickelt worden ist:

- Erweiterung des Wärmekatasters um Funktionen zur weitestgehend automatisierten Aktualisierung von Datensätzen, zum Import von Neubaugebieten sowie zum Hinzufügen, Editieren und Löschen einzelner Gebäude bzw. Gebäudeinformationen
- Möglichkeit zur Verknüpfung mit anderen Geo-Daten sowie zur Bereitstellung unterschiedlicher Schnittstellen zur Datenintegration
- Einfache Visualisierung
- Einrichtung eines Berechtigungskonzepts für verschiedene Nutzer(-gruppen)
- Umsetzung eines nutzerfreundlichen Systems, das auch ohne spezielles Wissen bzw. eine Grundausbildung im Bereich Geo-Informationssysteme genutzt werden kann
- Verwendung des Systems zur Bürgerbeteiligung und in diesem Zusammenhang Entwicklung einer mobiler Schnittstelle zur Bürgerbeteiligung

## Technische Umsetzung der nutzerseitigen Anforderungen

Das zu entwickelnde technische Konzept baut auf einem Grundsystem auf, das in anderen Projekten der IP SYSCON entstanden ist und im Rahmen des vorliegenden Vorhabens weiterentwickelt wird. Das Grundsystem umfasst den Applikationsserver, die Datenbank, die CMDBuild-Anwendung und ihre Funktionen sowie Netzwerkdienste. Die technische Konzeptierung umfasst die Auswahl und Festlegung technischer Rahmenbedingungen, wie der Auswahl von Datenbank-Modulen, der zu programmierenden Softwarekomponenten und zusätzlichen Applikationen, sowie die Beschreibung notwendiger Anpassungen.

Für die Umsetzung des im vorherigen Kapitel beschriebenen Entwicklungsansatzes werden innerhalb des Vorhabens explizit:

- die Berichtsfunktionen der CMDBuild Anwendung angepasst,
- die Funktionen zur Datenaktualisierung und zum Neuimport von Daten in zwei Webanwendungen entwickelt und ausgelagert sowie
- neue Netzwerkdienste entwickelt.

Die Systemkomponenten des dynamischen Wärmekatasters und ihr Zusammenspiel werden in Abbildung 1 dargestellt.

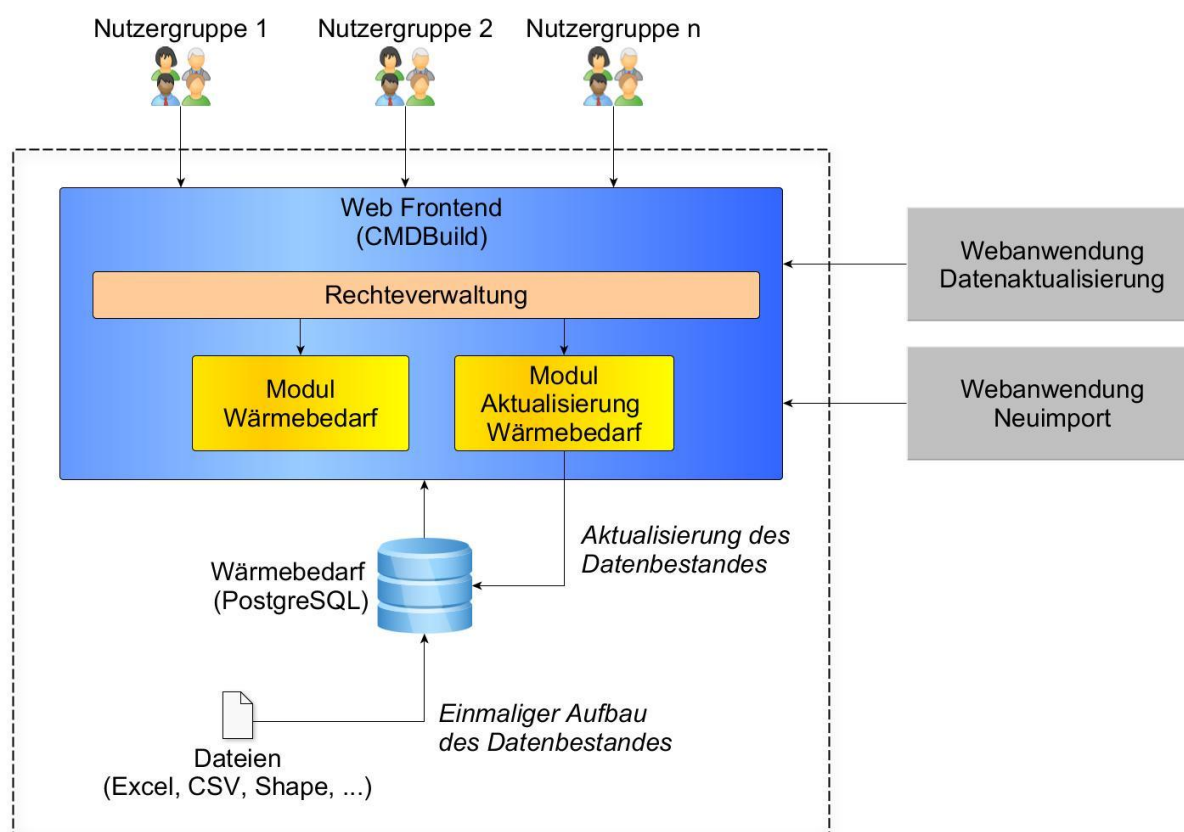


Abbildung 1: Überblick über die Systemkomponenten und ihr Zusammenspiel

Auf dem Applikationsserver sind die PostgreSQL-Datenbank, verschiedene Netzwerkdienste und die CMDBuild Anwendung installiert. Die Datenbank beinhaltet alle Daten, die im Wärmekataster verwaltet werden, sowie die Benutzer- und Gruppenzuweisungen. Für das Web-Frontend wird eine erweiterte Version der Software CMDBuild eingesetzt. Diese greift auf die Datenbank zu und kommuniziert über den Applikationsserver mit den Netzwerkdiensten.

Die PostgreSQL-Datenbank wird um die PostGIS-Erweiterung erweitert, um geographische Objekte und Funktionen für die Verarbeitung von Geometrien bereit zu stellen. Die PostgreSQL-Datenbank mit der PostGIS-Erweiterung bildet eine Geodatenbank, die in Geographische Informationssysteme (GIS) eingebunden werden kann.

Den Nutzer\*innen des dynamischen Wärmekatasters werden über Netzwerkdienste verschiedene Funktionen bereitgestellt.

- Netzwerkdienst zur Berechnung des Wärmebedarfs.
- Netzwerkdienst zur Erstellung von Statistiken, die in Form von Berichten ausgegeben werden.
- Netzwerkdienst zum Import von Daten aus einer Shape- oder Exceldatei.
- Netzwerkdienst zum Abgleich von Daten aus der Importtabelle mit den bestehenden Gebäudedaten in der CMDBuild Datenbank

CMDBuild wird für das Web-Frontend des dynamischen Wärmekatasters eingesetzt. CMDBuild ist eine Open Source Webanwendung zur Konfiguration und Verwaltung von Datenbanken und lässt sich individuell an die Anforderungen des Benutzers anpassen. CMDBuild dient als Grundlage zur Erstellung individuell konfigurierbarer Webanwendungen.

Das sich hieraus entwickelte Testsystem wurde anschließend in den beiden ausgewählten Testkommunen implementiert und auf Grundlage eines umfassenden Testkonzepts getestet. Das Testkonzept beinhaltet ein Benutzerhandbuch sowie Testaufgaben und -fragen, die nach einer halbtägigen Einweisung der Testpersonen durch diese bearbeitet werden sollten. An den Tests haben insgesamt 14 Testpersonen aus unterschiedlichen Testgebieten im Landkreis Osnabrück und im Landkreis Gießen teilgenommen. Diese wurden in zwei Testgruppen (Testgruppe 1: keine Vorkenntnis im Umgang mit GIS notwendig; Testgruppe 2: Administratoren mit Vorkenntnissen im Umgang mit GIS) eingeteilt. Bewertet wurden die ‚Funktionalität‘, ‚Benutzerfreundlichkeit‘ (Usability), die ‚Umsetzung der nutzerseitigen Anforderungen‘ sowie die ‚Übertragbarkeit in die Praxis‘.

Die Funktionalität kann bei dem größten Teil der getesteten Funktionen als (sehr) gut bewertet werden. Es ist zudem keine Funktion genannt worden, die keinen ersichtlichen Nutzen für den Praxisgebrauch aufweist. Kleinere Fehler sind im Nachgang zur Testphase schnellstmöglich behoben worden. Lediglich die Fehlfunktionen in den Webanwendungen zur Datenaktualisierung und zum Neuimport konnten bislang nur teilweise oder gar nicht behoben werden, sodass sich hier noch ein Nachbearbeitungsbedarf besteht.

Tabelle 1 Auswertung Funktionalität

		Anzahl Testpersonen	Bearbeitungsgrad	
			Vollständigkeit	Korrektheit
<b>Organisations- und Analysefunktionen</b>				
Spalteneinträge sortieren, hinzufügen/entfernen	100 %	7	7	7
Filter setzen und erweitern	100 %*	7	6	6
<b>Berichtsfunktionen</b>				
Statistik ausdrucken	93 %	7	7	6
Auswahl exportieren	100 %	7	7	7
Datenblatt ausdrucken	71 %	7	5	5
<b>Aktualisierungs- und Fortführungsfunktionen</b>				
Datenblatt bearbeiten I	100 %	7	7	7
Datenblatt bearbeiten II	86 %	7	6	6
Datenaktualisierung	50 %	8	4	4
Neuimport	50 %	8	4	4
<b>Verwaltungsfunktionen</b>				
Benutzerverwaltung	100 %	1	1	1
Gruppenverwaltung I	100 %	1	1	1
Gruppenverwaltung II	100 %	1	1	1

\* das aufgetretene Problem ist eindeutig auf Benutzerfreundlichkeit zurück zu führen

Im Bereich der Benutzerfreundlichkeit hat sich die Browserkompatibilität als ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung von Webanwendungen erwiesen. Zudem kann den Testergebnissen zufolge, insbesondere, die Benutzerfreundlichkeit durch die Anpassung der CMDBuild-Anwendung weiter verbessert werden. Dabei besteht, beispielsweise, Optimierungsbedarf bei den Systemmeldungen. Zudem muss, unter anderem, das Nutzerhandbuch überarbeitet werden. Tabelle 2 fasst die Bewertungsergebnisse der Benutzerfreundlichkeit zusammen.

Tabelle 2: Auswertung Benutzerfreundlichkeit

Testgebiet	Effektivität	Effizienz	Zufriedenheit
<b>Organisations- und Analysefunktionen</b>			
Spalteneinträge sortieren, hinzufügen/entfernen	hoch	mittel	mittel
Filter setzen und erweitern	mittel	mittel	mittel
<b>Berichtsfunktionen</b>			
Statistik ausdrucken	hoch	niedrig	mittel
Auswahl exportieren	hoch	mittel	mittel
Datenblatt ausdrucken	hoch	mittel	mittel
<b>Aktualisierungsfunktionen</b>			
Datenblatt bearbeiten I	hoch	hoch	mittel
Datenblatt bearbeiten II	hoch	mittel	mittel
Datenaktualisierung	hoch	mittel	niedrig
Neuimport	hoch	mittel	niedrig

Die nutzerseitigen Anforderungen werden überwiegend erfüllt (vgl. Tabelle 3). Lediglich die Funktionen, die aufgrund von Fehlern nicht von allen Testpersonen vollständig bearbeitet werden konnten, werden vergleichsweise schlecht bewertet.

Tabelle 3 Auswertung der nutzerseitigen Anforderungen an das Testsystem

Anforderung	Voll erfüllt	Überwiegend erfüllt	Teilweise erfüllt	Nicht erfüllt
Visualisierung der Daten	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einrichtung eines Berechtigungskonzepts für verschiedene Nutzer mit verschiedenen Rechten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Möglichkeit zur Verknüpfung mit anderen Geodaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Datenoptimierung durch Aktualisierung und Fortschreibung der Daten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bereitstellung unterschiedlicher Schnittstellen zur Datenintegration	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umsetzung eines nutzerfreundlichen Systems (Usability)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verwendung des Systems zur Öffentlichkeitsarbeit und Bürgerbeteiligung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bereitstellung einer mobilen Schnittstelle zur Bürgerbeteiligung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Datenschutz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anmerkung: Die farblich hinterlegten Felder wurden bei der Befragung von den Testpersonen angekreuzt. Da eine Mittelung der Antworten nicht möglich ist, wird durch die Farbhinterlegung der Antworten an dieser Stelle lediglich die Bandbreite der Antworten dargestellt.

Insgesamt positiv wird die Tatsache bewertet, dass das Testsystem auch ohne Vorkenntnisse und Erfahrung im Umgang mit Geoinformationssysteme bearbeitet werden konnte. Zudem erreichen die Filterfunktionen und Aktualisierungsmöglichkeiten eine sehr gute Bewertung, auch mit Blick auf den durch sie voraussichtlich erzielten Nutzen und die Übertragbarkeit in den Planungsalltag. Als Entwicklungspotenzial werden dagegen, vor allem, die geringe Transparenz des Systems (zum Beispiel in Bezug auf selbsterklärende Oberflächenelemente etc.) sowie die bislang fehlende Darstellung der Ergebnisse in kartographischer Form genannt. Dies soll in Zukunft durch weitere programmiertechnische Anpassungen optimiert werden.

## Fazit

Bezugnehmend auf die im Methodik-Teil der Zusammenfassung beschriebenen Arbeitspakete und unter Einbindung der zuvor dargelegten Ergebnisse können die im Projekt durchgeführten Arbeiten abschließend reflektiert werden. Hieraus ergibt sich folgendes kurzes Fazit:

In **Arbeitspaket 1** wurde das Hauptaugenmerk auf die Ermittlung der nutzerseitigen Anforderungen an ein modernes Wärmekataster gelegt. Um ein ganzheitliches Bild von den generellen Anwendungsmöglichkeiten zu erlangen – dies bedingt einen Einblick in die verwendeten GIS- und Datenbank-Systeme, Berechnungsmethoden und Daten sowie die Form, in der die Ergebnisse der Wärmekartierung aufbereitet worden sind, wurde eine Anbieteranalyse durchgeführt, bei der etwa 25 Marktanbieter telefonisch befragt worden sind. Ursprünglich sollten die Informationen über eine Desktoprecherche erhoben werden – allerdings haben erste Rechercherversuche gezeigt, dass über öffentlich zugängliche Quellen (Internet) nur wenige bis keine Hintergrundinformationen zu den bestehenden Wärmekatastern verfügbar sind. Die Erhebung der Informationen war jedoch notwendig, um – ergänzend zu den eigenen Erfahrungen bei der

Erstellung von Wärmekatastern – ein vollständiges Bild von dem derzeitigen Entwicklungsstand im Bereich der Wärmekartierung zu erhalten und somit das Wissen zu generieren, das notwendig ist, um inhaltlich fundierte Experten-Interviews mit erfahrenen Anwender\*innen von Wärmekatastern zu führen. Die Interviews mit den Anwender\*innen wurden leitfadengestützt geführt, um einen ganz normalen, lockeren, jedoch strukturierten Gesprächsverlauf zu simulieren. Gleichzeitig wurde den Interviewpartner\*innen die Möglichkeit gegeben, offen und frei aus ihrem Erfahrungsschatz zu berichten. Die Leitfragen für die Interviews wurden teils aus den Ergebnissen der Anbieteranalyse abgeleitet – was ebenfalls die Notwendigkeit und Angemessenheit der Anbieteranalyse rechtfertigt. Die Angemessenheit der Interviews wird dagegen primär durch das Ergebnis gerechtfertigt. Durch die umfassenden Gespräche mit den Anwender\*innen konnte sehr gezielt nach den Erfahrungen, aber auch nach den Erwartungen der Interviewpartner\*innen mit Blick auf ein modernes Wärmekataster gefragt werden. Die Interviews ermöglichten es zudem, weitere Nachfragen zu stellen und somit die Kontextfaktoren, die für ein umfassendes Verständnis der gegebenen Antworten erforderlich sind, zu erfassen. Im Ergebnis konnte in dem Arbeitspaket sehr gut herausgearbeitet werden, was die nutzerseitigen Anforderungen an ein modernes Wärmekataster sind.

**Arbeitspaket 2** diente der Vorbereitung von Arbeitspaket 3. Der Anforderungskatalog aus der Nutzerbefragung wurde projektintern diskutiert, um hieraus konkrete Entwicklungsziele abzuleiten. Dies war notwendig, da sich aus Arbeitspaket 1 eine Vielzahl von Anforderungen ergeben hatte, die jedoch realistischerweise nicht alle in dem Vorhaben umgesetzt werden konnten. So wurden auf Grundlage der Sinn- und Notwendigkeit einzelner Bausteine einerseits und der Realisierungswahrscheinlichkeit innerhalb der Vorhabenzeit andererseits konkrete Entwicklungsziele formuliert und konzeptionell weiter ausgearbeitet. Bei der Diskussion der Ideen wurde zudem auf die Meinung von Fachexperten zurückgegriffen. Hierzu wurden die Entwicklungsansätze, unter anderem, im Rahmen der IP SYSCON 2017 in einem Fachforum vorgestellt und diskutiert. Auf diese Weise konnten die bis dahin erzielten Vorhabenergebnisse abgesichert und gleichzeitig geschärft werden.

In **Arbeitspaket 3** wurden hierauf aufbauend Use Cases entwickelt und (in ersten Ansätzen) programmiertechnisch umgesetzt. Hierbei wurden Synergien zu parallelen Entwicklungsarbeiten der IP SYSCON GmbH genutzt, sodass der Arbeitsaufwand innerhalb des Vorhabens möglichst gering gehalten werden könnte. Die Angemessenheit der Arbeiten zeigt sich in den Entwicklungsergebnissen. So gelang es in kurzer Zeit einen großen Teil der nutzerseitigen Anforderungen so weit umzusetzen, dass eine Testung in der Praxis möglich war.

Die Durchführung der Testphase und Bewertung derselben erfolgte in **Arbeitspaket 4**. Zur Testung wurde in den Testkommunen ein Testsystem aufgebaut. Anschließend konnten die ausgewählten Testpersonen innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums und mithilfe vordefinierter Aufgaben das System testen und bewerten. Die Testphase ermöglichte es zu einem frühen Entwicklungszeitpunkt in einen intensiven Austausch mit den späteren Anwender/Nutzer\*innen zu treten und auf dieser Weise sicherzustellen, dass das bis dahin weiterentwickelte Wärmekatastersystem die nutzerseitigen Anforderungen erfüllt. Gleichzeitig wurden die Funktionalität, Benutzerfreundlichkeit und Anwendbarkeit getestet und somit erforderliche Korrektur- bzw. Anpassungsbedarfe aufgezeigt. Dies führte dazu, dass ein an die Anforderungen der späteren Anwender abgestimmtes technisches Konzept entwickelt und in ersten Ansätzen umgesetzt werden konnte. Die Ergebnisse aus der Testphase helfen zudem, das System nach Projektabschluss gezielt weiterzuentwickeln. In Zukunft kann zudem bei der Software-Entwicklung (im Besonderen in Bezug auf die Nutzerfreundlichkeit) von den Erfahrungen aus der Testphase profitiert werden.

**Arbeitspaket 5** verlief parallel zu den übrigen Arbeitspaketen und diente in erster Linie zur Validierung und Verbreitung der Vorhabenergebnisse in der Forschung und Praxis. Der dadurch erzielte wissenschaftliche Austausch führte zu einer Schärfung der Ziele und Arbeiten und trug somit zu einer Erhöhung der Effizienz der Arbeiten bei. Insgesamt ist das Projekt zudem von allen Seiten bislang sehr positiv bewertet worden. Dies gilt, insbesondere, auch für die im Rahmen von Arbeitspaket durchgeführten Projektveranstaltungen. Zu nennen sind hier, zum Beispiel, die 3. BMUB-Fachtagung „Klimaschutz durch Abwärmenutzung“ in Berlin 2017 sowie der Kongress ‚IP SYSCON 2018‘. Aufgrund seines partizipativen Charakters – zuerst Analyse der nutzerseitigen Bedarfe durch Befragungen, dann technische Umsetzung unter direkter Beteiligung der potenziellen Anwender – stößt das Vorhaben außerdem auf eine hohe Akzeptanz und Zustimmung bei den Testkommunen. Der hohe Aufwand für die Partizipation wird dabei durch den hohen Erkenntnisgewinn gerechtfertigt, der in den Experteninterviews, den Akteurs-Dialogen und der Testphase erzielt worden ist.