

IZES gGmbH, Saarbrücken; IP SYSCON GmbH, Hannover

ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINES ANSATZES ZUR BEDARFSORIENTIERTEN WEITERENTWICKLUNG KOMMUNALER WÄRMEKATASTER

Florian Noll, Daniela Becker, Dorothea Ludwig, Indra Schröder

Zusammenfassung: Die Bundesregierung fördert im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative seit etwa zehn Jahren die Erstellung von kommunalen Wärmekatastern als ein Instrument zur Förderung der Energiewende. Zwar konnte die Erfassung, Aufbereitung und Visualisierung der für die Erstellung von Wärmekatastern benötigten Geodaten mittlerweile standardisiert werden – allerdings zeigt sich, dass die bisherigen Entwicklungen nicht den Anforderungen der Nutzer entsprechen (z. B. Möglichkeit zur Aktualisierung und Erweiterung der Geodaten, einfache Nachvollziehbarkeit der dargestellten Ergebnisse, intuitive Bedienung des Systems, Definition und Vergabe von Nutzerberechtigungen, dynamische Abfrage-/Filtermöglichkeiten). Mit dem Ziel einer bedarfsorientierten Optimierung von Wärmekatastern wurde daher in dem Forschungsvorhaben ‚DyamiKa‘ bei der Systemweiterentwicklung die Bewertungs- und Verhaltensebene der Nutzer in den Blick genommen. Dieses an der Nutzerperspektive orientierte Vorgehen wird in diesem Beitrag vorgestellt. Es wird gezeigt, wie unter Berücksichtigung der nutzerseitigen Anforderungen zusätzliche Funktionalitäten entwickelt werden konnten und sich die Benutzerfreundlichkeit von Wärmekatastern erhöht hat.

Schlüsselwörter: Wärmekataster, Dynamisierung, nutzerseitige Anforderungen

DEVELOPMENT AND TESTING OF AN APPROACH FOR DEMAND-ORIENTED DYNAMIZATION OF HEAT MAPS ON MUNICIPAL LEVEL

Abstract: The German government promotes the development of municipal heat maps within the framework of the National Climate Protection Initiative for about ten years. Meanwhile there are national-wide accepted standards for the collection, processing, and visualisation of data used for heat mapping. However, the development outcomes do not satisfy the users' requirements (e.g. possibility to update geo-data, easy traceability of the presented results, intuitive interface, assignment of user rights, dynamic analysis or filter options). Therefore, the research project 'DyamiKa' focuses on the level of users' valuation and behaviour when optimizing technical systems in connection with heat mapping. The paper presents the method applied in the research project showing new functionalities developed under the consideration of user-oriented requirements as well as technical approaches to improve the usability of GIS-based heat maps.

Keywords: Heat map, dynamization, users' requirements

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Florian Noll, M. Sc.
IZES gGmbH
Altenkesseler Str. 17 A
D-66115 Saarbrücken
E: noll@izes.de

Daniela Becker, M. A.
IZES gGmbH
Altenkesseler Str. 17 A
D-66115 Saarbrücken
E: dbecker@izes.de

Dr. Dorothea Ludwig
IP SYSCON GmbH
Tiestestraße 16-18
D-30171 Hannover
E: dorothea.ludwig@ipsyscon.de

Indra Schröder, M. Sc.
IP SYSCON GmbH
Tiestestraße 16-18
D-30171 Hannover
E: indra.schroeder@ipsyscon.de

1 EINFÜHRUNG UND MOTIVATION

Wärmekataster haben als integrale Planungsinstrumente eine große Bedeutung in der kommunalen Wärmewende, die sie derzeit jedoch noch nicht ausfüllen können (Müller 2017). In den letzten Jahren sind im Rahmen der Kommunalrichtlinie bundesweit über 80 Einzelprojekte gefördert worden (NKL 2018), 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. Die im Rahmen der Wärmebedarfsermittlung erzeugten Berichte, Karten und Geodatenätze haben derzeit in der kommunalen Praxis jedoch nur eine begrenzte Relevanz und Verbreitung im Rahmen der Fachplanung. Aufgrund methodischer Schwächen, wie dem statischen, räumlichen Datenmodell, das sich aus den zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmekatasters verwendeten Grundlagendaten ableitet, bieten bestehende Wärmekataster bislang keine Möglichkeit der Anpassung, Fortschreibung, Pflege oder zur Beantwortung standortspezifischer, planerischer Fragestellungen (vgl. u. a. Kay et al. 2014, Kiehn et al. 2014, EUF 2015, GV.Hamburg 2018, LUBW 2019, Weinzierl 2019).

Um zukünftig eine sinnvolle und wertbare Grundlage für regionale Planungsprozesse zu schaffen, müssen sich Wärmekataster hin zu dynamischen Systemen entwickeln. Dynamisch bedeutet hierbei, dass eine Anpassung der Ergebnisse der Wärmebedarfsermittlung einfach und jederzeit möglich sein muss – für den Fall, dass sich die Rahmenbedingungen, wie Demographie, Gebäudebestand, Klimaveränderungen etc., verändern. Zudem ist es notwendig, dass die im Wärmekataster erfassten Informationen für verschiedenste kommunale Zwecke bereichsübergreifend angezeigt und ausgegeben werden können. Dazu muss es den Anwendern von Wärmekatastern möglich sein, das Datenbanksystem zu pflegen, fortzuschreiben und es für prozessspezifische Fragestellungen zu nutzen. Gleichzeitig müssen bestehende Barrieren bei der Nutzung des Wärmekatasters (komplizierte Bedienung, fehlende Möglichkeit zur Erfassung von Datenmanipulationen durch die Nutzer sowie – im Bedarfsfall – zur Wiederherstel-

lung eines vorherigen Zustands, datenschutzrechtliche Einschränkungen, Intransparenzen) abgebaut werden.

Hierzu ist es notwendig, ein besseres Verständnis über die Anforderungen zu erzielen, die die Akteure in den Städten und Gemeinden an ein modernes, fortschreibbares, GIS-basiertes Wärmeplanungsinstrument stellen.

Dies und die probeweise Umsetzung dessen war das Ziel des Forschungsvorhabens ‚Dynamika – Dynamisierung von Wärmekatastern‘ (FKZ 03ET1397 A-B), in dessen Rahmen der vorliegende wissenschaftliche Beitrag entstanden ist. Der Fokus des Vorhabens lag auf der Erfassung, Beschreibung und (testweisen) Umsetzung der Nutzeranforderungen im Zusammenhang mit der technologisch, funktionalen Weiterentwicklung kommunaler Wärmekataster hin zu dynamischen Systemkomponenten. Eine entsprechend optimierte und an den potenziellen Anwenderkreis bzw. Nutzungskontext angepasste Gestaltung der Benutzer- bzw. Bedienoberfläche des dynamischen Wärmekatastersystems stand dabei im Vordergrund.

Es wurde ein sozio-technischer Ansatz verfolgt, der technische Entwicklungsprozesse – also die Dynamisierung von Wärmekatastersystemen – im Kontext aktueller und zukünftiger Nutzungspotenziale (z. B. unter Berücksichtigung des demographischen Wandels) aus Sicht der betroffenen Nutzergruppen thematisiert. Dieses an der Nutzerperspektive orientierte Vorgehen bietet die Möglichkeit einer gebrauchstauglichen Technologieentwicklung unter Berücksichtigung der Bewertungs- und Verhaltensebene von Nutzern (vgl. u. a. ISO 9241-210:2010). Es eröffnet damit die Chance auf die Entwicklung von akzeptablen technischen Systemen, die nachhaltige Energieproduktions- und Energieverbrauchsmuster unterstützen.

Das Vorhaben ‚Dynamika‘ wurde im Forschungsverbund der IZES gGmbH und der IP SYSCON GmbH im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung unter dem Förderschwerpunkt ‚EnEff:Wärme – Forschung für energieeffiziente Wärme- und Kältenetze‘ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie bearbeitet. Durch die frühzeitige Einbindung der Anforderungen und Bedürfnisse von Nutzern an ein angepasstes Planungsinstrumentarium in den technischen Entwick-

lungsprozess sollte dabei ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Qualität und Anwendbarkeit bzw. Praxistauglichkeit von Wärmeplanungssystemen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung geleistet werden. Der Einsatz des im Forschungsprojekt entwickelten webbasierten Planungswerkzeugs im kommunalen Planungsalltag soll es zukünftig ermöglichen, hemmende Faktoren in der Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure (wie Stadtplanungsämter oder Stadtwerke) abzubauen, den fachlichen Austausch untereinander zu erleichtern und somit die Wärmewende voranzubringen. Der Beitrag stellt ausgewählte Inhalte aus dem Projektschlussbericht (Becker et al. 2018) zusammenfassend dar.

2 STAND DER TECHNIK UND DER WISSENSCHAFT

Wärmekataster bzw. Wärmeatlanten fungieren als Planungsgrundlage zur Gestaltung der Wärmeversorgung von Regionen, Siedlungsgebieten, Gemeinden, Städten oder Quartieren. Im Unterschied zu Dänemark, wo bereits Ende der 1970er-Jahre die kommunale Wärmeplanung verpflichtend eingeführt wurde (Sørensen 2016), gehört die kommunale Wärmeplanung in Deutschland – auch wenn die Energieeffizienzrichtlinie der Europäischen Union (RL 2012/27/EG) es ermöglicht, kommunale Wärmepläne zur verpflichtenden planerischen Aufgabe der Kommunen zu machen (Maier 2016) – zu den freiwilligen Aufgaben einer Kommune (Baur et al. 2017).

Mit der Förderung einer integrierten Wärmenutzung im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative sind in den letzten Jahren zahlreiche, zumeist GIS-gestützte Anwendungen zur Erfassung und Kartierung von Wärmesenken und Wärmequellen entstanden. Die Berechnung des Wärmebedarfs erfolgt zumeist gebäudescharf anhand anerkannter Verfahren, die in der Regel die Anwendung von Kennzahlen und Pauschalwerten voraussetzen. Die Grundlage hierfür bilden standardisierte Gebäudetypologien (IWU 2016), die mit den zur Verfügung stehenden Grundlagendaten (ALKIS, OSM-Daten, 3D-Gebäudemodelle, Orthophotos, Daten der Wohnungsbauunternehmen, Schornsteinfegerdaten etc.) verknüpft werden (Kaden 2017). Berechnungsgrundlagen bilden die EnEV-relevanten

ten Normen DIN V 4108-6 für Wohngebäude, die DIN V 18599 für Nichtwohngebäude sowie die DIN EN 12831.

Für großflächige Gebiete kommen weitestgehend automatisierte Erfassungsverfahren (z.B. Laserscanning zur Modellierung der Gebäudevolumina) zum Einsatz, wohingegen in kleineren Quartieren die Zustandsaufnahme oftmals per Begehung vor Ort erfolgt. In einigen Beispielen wird die Datenerhebung zudem durch mobile Geräte (Tablets, Smartphones etc.) und Fotoaufnahmen sowie individuelle Befragungen vor Ort ergänzt. Unter den Anbietern von Wärmekatastern finden sich häufig Planungs- und Ingenieurbüros, (auf Informationssysteme) spezialisierte Unternehmen, Energieversorgungsunternehmen sowie diverse Forschungs- und Beratungseinrichtungen. Anwender sind im Regelfall Kommunen und Landkreise, deren Ämter sowie größere Unternehmen (Versorgungsunternehmen, Kreditinstitute). Der technische Entwicklungsstand in Bezug auf die Wärmekartierung ist insgesamt bundesweit sehr ähnlich (Ludwig et al. 2016).

Die Ergebnisse der Wärmekartierung werden für gewöhnlich siedlungsflächen-, straßen-, quartiers- oder auch gebäudebezogen als statische, das heißt nicht veränderbare Wärmekarte des Zeitpunkts der Erstellung aufbereitet und den Kommunen als digitales Kartenwerk, Bericht und Geo-Datensatz zur Verfügung gestellt. Mithilfe der Karteninformationen können Wärmehotspots aufgezeigt und somit potenzielle Versorgungsgebiete für Nah- bzw. Fernwärmelösungen sowie geeignete Wärmequellen identifiziert werden. Die vorliegenden Arbeiten zur Wärmekartierung beschränken sich dabei zumeist auf die Datenerfassung sowie die Berechnung der Wärmebedarfe. Als Einsatzgebiete marktfähiger Wärmekataster können im Wesentlichen die Identifizierung von a) Gebieten mit hoher/m Wärmedichte/-bedarf (Hotspots), b) Ansätzen für Nahwärmeprojekte (inkl. Netzdimensionierung, Wirtschaftlichkeitsberechnung, Standortsuche für die Heizzentrale etc.), c) Wärme- und CO₂-Einsparung sowie von Effizienzpotenzialen sowie d) Sanierungsgebieten inkl. einer Abschätzung der mit den Sanierungstätigkeiten verbundenen Investitionen genannt werden (ebd.). Darüber hinaus ist eine Verknüpfung mit anderen Planungsprozessen (Entwicklung integrierter Stadtentwicklungskonzepte,

Planung von Straßenbaumaßnahmen etc.) grundsätzlich denkbar (StMUG 2011). Allerdings führen mehrere Gründe – unter anderem, geringe Transparenz bezüglich der Datenerhebung sowie Aufbereitung der Daten, fehlende Möglichkeit zur Aktualisierung und Überprüfung der Daten sowie datenschutzrechtliche Vorgaben – dazu, dass die Wärmekartierung bzw. Wärmeplanung in der Praxis bislang in der Regel nicht integriert, sondern eher isoliert stattfindet.

Forschungsansätze, die hier ansetzen, sind neben dem Vorhaben ‚Dynamika‘ unter anderem das parallel verlaufende EnEff:Stadt-Forschungsvorhaben GEWISS der HafenCity Universität Hamburg. Dieses beschäftigte sich mit städtebaulichen Aspekten (zum Beispiel Auswirkungen von Nachverdichtungen in der Innenstadt) im Zusammenhang mit wärmeplanerischen Fragestellungen (Peters 2015).

Im Rahmen von ‚Dynamika‘ wurde die technologische Weiterentwicklung von Wärmekatastern zu integrierten Wärmeplanungsinstrumenten durch dynamische Systemkomponenten an die Untersuchung kommunaler Realitäten und Nutzungsoptionen durch die Einbindung von Anwenderwissen geknüpft. Damit verbinden sich in ‚Dynamika‘ Ansätze der Kontext- und Akteursanalyse hinsichtlich akzeptanzrelevanter Faktoren für den Einsatz neuer Technologien bzw. Instrumente in kommunalen Energiewendeprozessen mit Ansätzen der Software- und Anwendungsentwicklung von Geodateninfrastrukturen aus technischer Perspektive zu einer sozio-technischen Systembetrachtung. Die zentrale Frage ist dabei: Welche Anforderungen stellen die Planungsverantwortlichen vor Ort an ein modernes und integrales Wärmeplanungsinstrument und wie können diese Anforderungen technisch umgesetzt werden?

Das am Nutzer orientierte Vorgehen ermöglicht eine gebrauchstaugliche Technologieentwicklung unter Berücksichtigung der Bewertungs- und Verhaltensebene von Anwendern (vgl. dazu z. B. DIN EN ISO 9241-210:2010 zur menschenzentrierten Gestaltung interaktiver Systeme). Es eröffnet damit die Chance auf die Entwicklung von akzeptablen technischen Systemen, die dazu beitragen können, nachhaltige Energieproduktions- und -verbrauchsmuster auf einer gesellschaftlichen Ebene zu unterstützen (FVEE 2018, S. 49).

Für den Bereich der Wärmekataster in ihrer bisherigen Form, als statische Wärmekarten und Informationssysteme für (GIS-)Experten, ist die Orientierung an einem solchen ‚User-centred Design‘-Ansatz zur Entwicklung dynamischer Komponenten, wie er in ‚Dynamika‘ verfolgt wurde, innovativ. Damit wird die Gestaltung eines integrierten Wärmeplanungsinstruments gleichermaßen auf Akteurs- wie auch auf Produktentwicklungsseite adressiert. Technische Entwicklungsanforderungen stehen in Bezug zu den Nutzungskontexten, verschiedenen Nutzerprofilen und dem benötigten Funktionsumfang eines dynamischen Wärmekatasters. Dabei spielt zunehmend auch die Usability einer entsprechend realisierten Webanwendung eine Rolle für deren zukünftige Nutzung durch die Anwender. Die frühzeitige Einbindung der Praxisakteure in den Entwicklungsprozess wurde in ‚Dynamika‘ durch ein partizipatives Vorgehen methodisch umgesetzt.

3 METHODIK

Die Umsetzung des oben beschriebenen sozio-technischen Forschungs- und Entwicklungsansatzes erfolgte auf Basis einer umfassenden Literatur- bzw. Desktoprecherche zum aktuellen technischen Stand und Verständnis von Wärmekatastern in Deutschland sowie durch eine akteursorientierte Bedarfs- und Anforderungsanalyse anhand qualitativer, halbstrukturierter Interviews (Bortz & Döring 2006) mit Entwicklern bzw. kommerziellen Anbietern als auch mit Nutzern bereits bestehender Wärmekatastersysteme aus unterschiedlichen Kommunen und Arbeitsbereichen.

Auf Anbieterseite wurden bundesweit Gespräche mit über 20 Einrichtungen, unter anderem aus der Forschung, Planung, Energiewirtschaft und der Softwareentwicklung, geführt. Die Status-quo-Erhebung zu technischen Potenzialen bestehender Wärmekatastersysteme erfolgte anhand von Leitfragen, die den telefonisch geführten, ca. 30-minütigen Gesprächen zugrunde lagen. Neben Fragen zu Akteuren (Entwicklern, Nutzern), Kosten und den Zugängen zu technischen Modulen bzw. Anwendersystemen, fokussierten sich die Fragenkomplexe insbesondere auch auf die Datenlage (Eingangsdaten, Ergebnisdaten) sowie die Funktionalität bzw. die Analyseoptionen der Wärmekatastersysteme. Die Interviews gaben Auskunft über a) den aktuel-

len Entwicklungsstand bzw. Funktionsumfang von Wärmekatastern sowie b) die in der Wärmekartierung genutzten Basisdaten inklusive der Methoden zur Berechnung des Wärmebedarfs. Gleichzeitig lieferten sie c) einen Überblick über die Hintergründe und Ziele der Anbieter bei der Entwicklung bzw. Produktgestaltung sowie d) Antworten auf die Frage, inwiefern bei der Entwicklung ein Abgleich mit den Bedürfnissen und Anforderungen der Anwender erfolgt ist.

Auf Nutzerseite wurden im Rahmen des Projekts sechs Interviews mit Vertretern aus vier Bundesländern geführt, wobei jeweils zwei Vertreter aus den Verwaltungsebenen Landkreis, mittelgroße Städte und kreisfreie, große Städte stammten. Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte u. a. auch aufgrund von Nennungen in den Anbieterinterviews. Mit den kommunalen Experten wurde jeweils ein ca. 45 bis 60-minütiges, telefonisches Interview geführt. Dabei standen folgende Fragestellungen im Fokus:

- ▶ Wie sieht die moderne Wärmeplanung in den Kommunen vor Ort aus?
- ▶ Welche Bedarfe für die Weiterentwicklung von Wärmekatastersystemen lassen sich aus den tatsächlichen Nutzungskontexten aus Sicht der Anwender ableiten?
- ▶ Wo werden Optimierungspotenziale in der Nutzung von Wärmekatastern gesehen und welche Hemmnisse gibt es beim Einsatz dieser Systeme?
- ▶ Wie lassen sich weitere Verwertungsoptionen bzw. Schnittstellen für die Daten des Wärmekatasters erschließen?
- ▶ Welche Vernetzungsoptionen ergeben sich, auch in Hinblick auf integrierte Planungsprozesse?

In den Interviews mit den zuständigen Ansprechpartnern vor Ort wurden anhand des erarbeiteten Gesprächsleitfadens die Themenfelder ‚kommunaler Kontext‘, ‚relevante Akteurs-Konstellationen‘ und ‚konkrete Einsatzoptionen des Wärmekatasters vor Ort‘ als auch die ‚vorhandene technische Systemvariante und ihre Nutzung‘ sowie ‚(zukünftige) Nutzungsoptionen und Entwicklungsbedarfe‘ besprochen.

Der Schwerpunkt der Interviews mit den Nutzern lag a) auf der Ermittlung der Anforderungen an ein modernes, zukunftsfähiges Wärmekataster, b) den möglichen Nutzern und Vernetzungsoptionen sowie c) den derzeitigen und künftigen Einsatzmög-

lichkeiten in der Kommunalverwaltung. Zudem wurde d) der Nutzungskontext (wie politische Zielsetzungen, rechtliche Aspekte, Ressourcen, Zuständigkeiten, Kompetenzen im Umgang mit Fachinformationssystemen etc.) aus Sicht der kommunalen Anwender beschrieben.

Die Ergebnisse der Interviews haben die aktuellen Erkenntnisse und Forschungsansätze zu Wärmekatastern um die Sichtweisen der Akteure zum Anwendungskontext (Mey & Mruck 2010 sowie in Anlehnung an Flick 2012) und zu existierenden Nutzungsoptionen von Wärmekatastern in der kommunalen Praxis ergänzt. Dies ermöglichte eine fundierte, nutzer- und bedarfsorientierte Einschätzung zu Entwicklungsoptionen dynamischer Wärmekatastersysteme.

Erweitert wurden die Erhebung von Anforderungen an die Dynamisierung bestehender Wärmekataster aus Anwendersicht durch die konzeptionelle Betrachtung von Nutzungsoptionen des Wärmekatasters als integriertes Planungsinstrument bzw. von möglichen Schnittstellen zur Stadt(teil)planung. Die Basis dazu bildete eine Literatur- bzw. Internetrecherche zu kommunalen Planungsprozessen im Zusammenhang mit wärmeplanerischen Aspekten.

Zudem bot die gezielte inhaltliche Auswertung und Aufbereitung der qualitativen Untersuchungsergebnisse die Möglichkeit, Bedarfe zur Spezifikation technischer Anforderungen an dynamisierte Wärmekataster und die Identifikation von relevanten Anwendungsfällen (sogenannten Use Cases) für dynamische Wärmekatastersysteme zu konzeptionieren.

Im Rahmen von Akteursdialogen (jeweils halbtägige Workshops) wurden die Lösungsansätze zur Dynamisierung von Wärmekatastersystemen in zwei vorausgewählten Testkommunen diskutiert. Die Grundlage hierfür bildeten Leitfragen, die eine weitere praktische Bewertung sowie die Auswahl und mögliche Gestaltungselemente von technischen Entwicklungsprozessen thematisierten. Das Herausarbeiten spezifischer Nutzeranforderungen in den Testkommunen diente dazu, technische Bedürfnisse zukünftiger Anwender auf Basis möglicher Entwicklungsansätze zu validieren und weiter zu konkretisieren und dabei innovative Produktansätze zu identifizieren.

So konnten die Anforderungskriterien an ein modernes, dynamisches Wärmeka-

taster (beziehungsweise an einzelne dynamische Systemkomponenten) in ein technisches Konzept überführt und der Systemaufbau sowie konkrete Anwendungsfälle (Use Cases) für die Entwicklung des Testsystems spezifiziert werden.

Die gemeinsam mit den Praxisakteuren 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 in zwei Testkommunen getestet. Die Auswahl der beiden Testkommunen orientierte sich zum einen an Überlegungen zur Repräsentativität (Größe und Gliederung der Kommune, Siedlungsstruktur, geographische Lage etc.) und zum anderen an der grundsätzlichen Bereitschaft der Kommunen zur Teilnahme an dem Vorhaben sowie den bestehenden technischen Voraussetzungen (IT-Infrastruktur, Verfügbarkeit von Geodaten, Datenhaltung). Ausgewählt wurden mit dem Landkreis Osnabrück und dem Landkreis Gießen zwei Kommunen, die sowohl städtische als auch ländliche Gebiete aufweisen.

In Vorbereitung auf die Testphase wurde ein Testkonzept entwickelt. Dies umfasste die Erstellung von Testdatensätzen auf Basis realer Geodaten, 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. Zudem wurde ein Benutzerhandbuch als wichtiger Baustein zur Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit in der Testphase entwickelt.

Nach einer halbtägigen Einweisung der Testpersonen wurden die Testaufgaben durch die Testpersonen selbstständig innerhalb eines festgelegten Testzeitraums bearbeitet. An den Tests haben insgesamt 14 Teilnehmer aus unterschiedlichen Testgebieten der Landkreise Osnabrück und Gießen teilgenommen. Diese wurden in zwei Testgruppen (Testgruppe 1: keine Vorkenntnisse im Umgang mit GIS notwendig; Testgruppe 2: Administratoren mit Vorkenntnissen im Umgang mit GIS) eingeteilt.

Die Konzeption und Durchführung der etwa vierwöchigen Testphase setzte damit

die Einbindung der Praxisakteure aus der Analyse- und Designphase nun auch in der Evaluationsphase der prototypisch weiterentwickelten dynamischen Systemkomponenten für Wärmekataster fort. Hierbei spielten neben technischen und funktionalen Fragen insbesondere Aspekte der Usability eine Rolle bei der Bewertung.

Nach Abschluss der Testphase wurden die Testaufgaben bzw. Testfragen nach vordefinierten Kriterien (hier a) Funktionalität, b) Benutzerfreundlichkeit und c) Umsetzung der Anforderungen an das dynamische Wärmekataster aus technisch-inhaltlicher Sicht), unter anderem nach ISO 25010, zur Qualität von Software und relevanten Maßen zur Usability (Henzen 2017, Henzen 2018), durch das Entwicklerteam ausgewertet.

- a) Gemäß der ISO wird die Funktionalität eines Systems oder einer Funktion u. a. an den folgenden Merkmalen bemessen: Vollständigkeit (gibt den Grad an, zu dem die Funktion ausgeführt wird) und Korrektheit (gibt den Grad an, mit dem die Funktion korrekte Ergebnisse liefert).
- b) Die Benutzerfreundlichkeit einer Software ist vom Nutzungskontext abhängig, in dem sie eingesetzt wird. Der Nutzungskontext beinhaltet den Benutzer, die Arbeitsaufgabe, die Arbeitsmittel, wie zum Beispiel Hardware oder Software, sowie die physische und soziale Umgebung. Gemäß Norm werden in diesem Zusammenhang drei Leitkriterien bestimmt: 1) Effektivität zur Lösung einer Aufgabe, 2) Effizienz der Handhabung des Systems und 3) Zufriedenheit der Nutzer einer Software.
- c) Unter dem Kriterium ‚Umsetzung der Anforderungen an das dynamische Wärmekataster aus technisch-inhaltlicher Sicht‘ wird geprüft, inwiefern die nutzerseitigen Anforderungen bei der Entwicklung des Prototyps berücksichtigt werden konnten. Für die Bewertung der Anforderungen durch die Testpersonen wird eine vierstufige Ordinalskala mit den Skalenelementen ‚voll erfüllt‘, ‚überwiegend erfüllt‘, ‚teilweise erfüllt‘ und ‚nicht erfüllt‘ verwendet. Die Ordinalskala bietet die Möglichkeit, eine Rangordnung zwischen den Ausprägungen festzulegen und die Anforderungen danach einzuteilen, ob sie besser oder schlechter umgesetzt wurden.

Zur Veröffentlichung, aber auch Validierung und Sicherung der Übertragbarkeit der Ergebnisse aus ‚Dynamika‘ diente die Ausrichtung von zwei Energieforen im Rahmen des Kongresses ‚IP SYSCON 2018‘. Im Verlauf eines Kongresstags wurden dort die Projektergebnisse, offene Fragen und weiterführende Forschungsansätze mit Akteuren aus den Bereichen Forschung, kommunale Praxis und Energiewirtschaft diskutiert und reflektiert.

Die Arbeit innerhalb des Projektverbunds von ‚Dynamika‘ 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 durch aufbereitete Projektzwischenresultate berücksichtigt. Regelmäßige Telefonkonferenzen und auch Verbundpartnertreffen stellten einen kontinuierlichen Austausch und prozessorientierte Anpassung der Forschungsarbeit über die Laufzeit des Vorhabens sicher. Durch den Verbund zwischen der IZES gGmbH als Forschungseinrichtung und der IP SYSCON als mittelständisches Unternehmen wurde zudem eine enge Kooperation zwischen Forschung und Wirtschaft realisiert.

4 ERGEBNISSE

4.1 NUTZERSEITIGE ANFORDERUNGEN AN EIN DYNAMISCHES WÄRMEKATASTER

Die durchgeführten Interviews verdeutlichen, dass das Thema ‚Wärmekataster‘ aus kommunaler Sicht grundsätzlich einen mittleren bis hohen und mit anderen kommunalen Handlungsfeldern 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 allgemeinen Energieversorgungsplanung, der Projektvorpla-

nung bzw. -entwicklung, in der strategischen Planung 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 in der Regel nur wenigen Personen in der Verwaltung bekannt ist. Die meisten Organisationseinheiten wissen nicht um das vorhandene System und die darin enthaltenen Geoinformationen. Die Akteure, die sich schwerpunktmäßig mit dem Wärmekataster beschäftigen, sind zumeist im Bereich ‚Klimaschutz‘ verortet – häufig in Zusammenarbeit mit der IT- und Geodaten-Abteilung. Darüber hinaus gibt es im Zusammenhang mit dem Wärmekataster bislang wenig Austausch zwischen den Fachabteilungen – auch wenn mögliche Synergieeffekte im Rahmen einer integrierten Planung durchaus erkannt werden. Insgesamt fehlt nach Aussage der Interviewpartner das Problembewusstsein, dass der Wärmeplanung und speziell dem Thema ‚Wärmekartierung‘, insbesondere zur Erreichung der Entwicklungsziele der Kommunen im Energiebereich, eine hohe Bedeutung zukommen.

Auch der Rechtsrahmen (insbesondere der Datenschutz) wurde als zusätzliche Einschränkung für den Einsatz des Wärmekatasters benannt. Durch den Datenschutz ist eine ungefilterte Weitergabe der im Wärmekataster enthaltenen Informationen nicht möglich. Dort, wo die Rechtslage als uneindeutig oder unklar wahrgenommen wird, werden die im System gespeicherten Daten daher nur in aggregierter Form (orts- teilscharf oder quartiersbezogen) veröffentlicht bzw. zur Nutzung zur Verfügung gestellt. Im Rahmen derzeitiger Anwendungen sei dies ausreichend.

Insgesamt wurde zudem angegeben, dass bislang „kaum Erfahrungen in der operativen Nutzung des Wärmekatasters“ vorliegen. Somit ist eine Aussage zum Nutzerverhalten des Wärmekatasters nur sehr eingeschränkt möglich. Es wurde 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 zu generieren. Hierzu sind nach Angaben der Befragten folgende Punkte förderlich:

- ▶ Möglichkeit zur Aktualisierung, Fortschreibbarkeit und Versionierung sowie zur Datenprüfung (unter Berücksichtigung von Rollen- und Berechtigungskonzepten);
- ▶ Erweiterung der Daten- und System-schnittstellen;
- ▶ zentrale Datenhaltung;
- ▶ Klärung und Berücksichtigung von Datenschutzbestimmungen;
- ▶ Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit der Bedienoberfläche;
- ▶ Einsatz des Wärmekatasters als Informationsplattform für die strategische Kommunikation, politische Entscheidungsvorbereitung und Umsetzung kommunaler Konzepte.

Im Rahmen von Akteurs-Dialogen mit den dazu ausgewählten Testkommunen sind daraus projektseitig mehrere Konzeptideen bzw. Lösungsansätze abgeleitet worden, die zu folgender Anforderungsliste an die Dynamisierung von Wärmekatastern verdichtet wurden:

- ▶ Erweiterung des Wärmekatasters um Funktionen zur weitestgehend automati-

sierten Aktualisierung von Datensätzen, zum Import von Neubaugebieten sowie zum Hinzufügen, Editieren und Löschen einzelner Gebäude bzw. Gebäudeinformationen;

- ▶ Möglichkeit zur Verknüpfung mit anderen Geodaten 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 Geoinformationssysteme genutzt werden kann;
- ▶ Verwendung des Systems zur Bürgerbeteiligung und in diesem Zusammenhang Entwicklung einer mobilen Schnittstelle zur Bürgerbeteiligung.

4.2 BESCHREIBUNG DES TECHNISCHEN KONZEPTS UND DESSEN UMSETZUNG

Das zu entwickelnde technische Konzept für das dynamische Wärmekataster baute auf einem Grundsystem auf, das in anderen Projekten der IP SYSCON entstanden ist und im Rahmen des vorliegenden Vorhabens weiterentwickelt wurde. Das Grundsystem umfasst den Applikationsserver, die

Datenbank, die CMDBuild-Anwendung und ihre Funktionen sowie Netzwerkdienste. Die technische Konzeptionierung im Rahmen von ‚DyamiKa‘ umfasste dementsprechend die Auswahl und Festlegung technischer Rahmenbedingungen, wie die Auswahl von Datenbankmodulen, der zu programmierenden Softwarekomponenten und zusätzlicher Applikationen sowie die Beschreibung notwendiger Anpassungen.

Für die Umsetzung des im vorherigen Kapitel beschriebenen Entwicklungsansatzes (vgl. *Anforderungsliste*) wurden innerhalb des Vorhabens explizit

- ▶ die Berichtsfunktionen der CMDBuild Anwendung angepasst,
- ▶ zur Verbesserung der Usability für eine intuitive Bedienung wurde die Bedienoberfläche des Frontends 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 sind in Abbildung 1 dargestellt.

Auf dem Applikationsserver wurden die PostgreSQL-Datenbank, verschiedene Netzwerkdienste und die CMDBuild-Anwendung installiert. Die Datenbank bein-

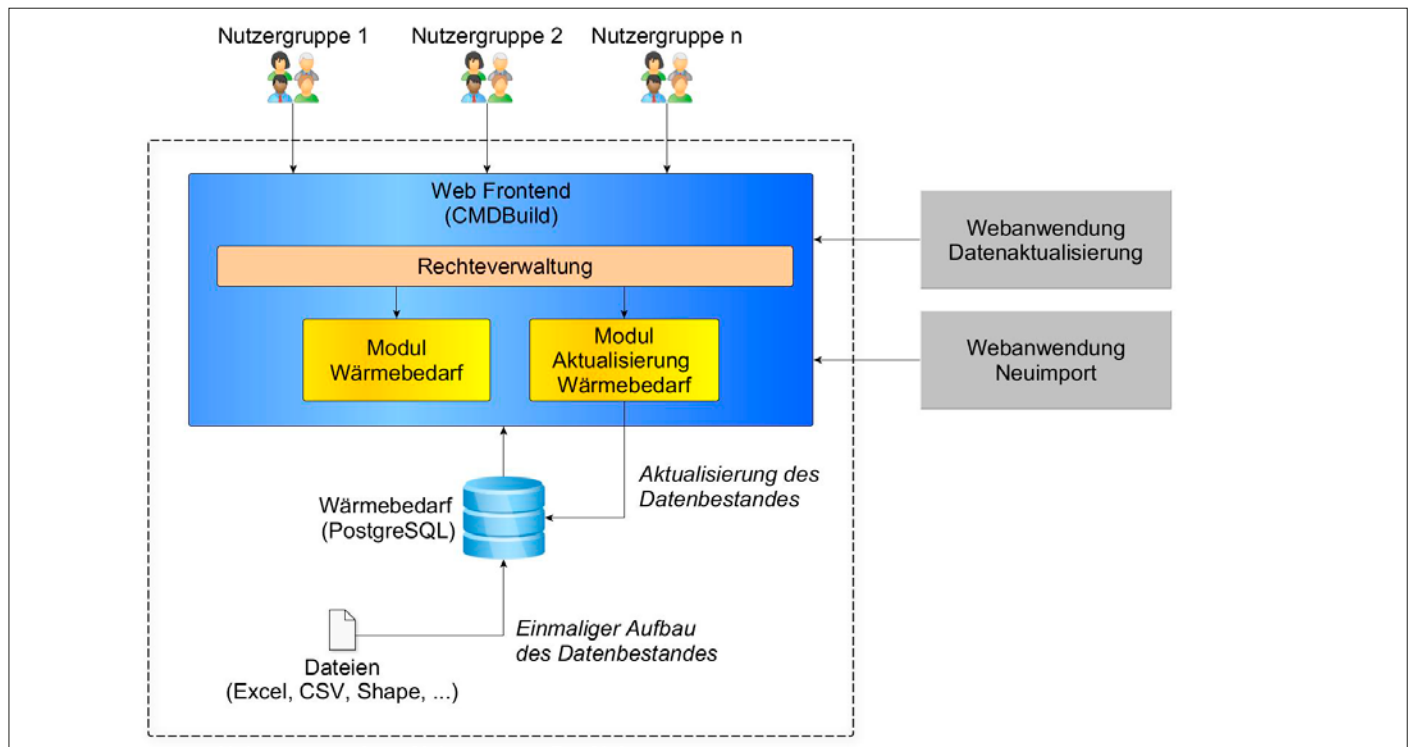


Abbildung 1: Überblick über die Systemkomponenten und ihr Zusammenspiel (eigene Darstellung)

hält alle Daten, die im Wärmekataster verwaltet werden, sowie die Benutzer- und Gruppenzuweisungen. Für das Web-Frontend wurde eine erweiterte Version der Software CMDBuild eingesetzt. Diese greift auf die Datenbank zu und kommuniziert über den Applikationsserver mit den Netzwerkdiensten.

Die PostgreSQL-Datenbank wurde um die PostGIS-Erweiterung erweitert, um geographische Objekte und Funktionen für die Verarbeitung von Geometrien bereitzustellen. Die PostgreSQL-Datenbank mit der PostGIS-Erweiterung bildet eine Geodatenbank, die in Geoinformationssysteme (GIS) eingebunden werden kann.

Den Nutzern des dynamischen Wärmekatasters werden damit über Netzwerkdienste verschiedene Funktionen bereitgestellt:

- ▶ Netzwerkdienst zur Berechnung des Wärmebedarfs;
- ▶ Netzwerkdienst zur Erstellung von Statistiken, die in Form von Berichten ausgeben 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 wurde für das Web-Frontend des dynamischen Wärmekatasters einge-

setzt. CMDBuild ist eine Open-Source-Webanwendung zur Konfiguration und Verwaltung von Datenbanken. Die Anwendung liefert bereits ein Web-Frontend für die Nutzung und Administrierung, welches damit nicht komplett neu programmiert werden muss und lässt sich darüber hinaus individuell an spezielle Anforderungen des Benutzers im Zusammenhang mit Wärmekatastern anpassen. CMDBuild dient als Grundlage zur Erstellung individuell konfigurierbarer Webanwendungen (Tecnoteca 2017, S. 1).

Die Navigation bietet eine Übersicht zu den auswählbaren Themen eines Projekts. Im Tabellenbereich werden die Objekte zu den in der Navigationsleiste ausgewählten Themen angezeigt. In der Detailansicht werden die einzelnen Attribute und Werte des im Tabellenbereich selektierten Gebäudes dargestellt (Abbildung 2). Neben den implementierten Fachreitern in der Detailansicht zur besseren Übersichtlichkeit der zahlreichen Wärmeparameter lassen verschiedene Schaltflächen mit selbsterklärenden Bezeichnungen, u. a. „Suchfilter“, „Statistik ausdrucken“ oder „Datenaktualisierung“, den direkten Zugriff auf die Funktionen des dynamischen Systems zu.

Das entwickelte Testsystem wurde in den beiden ausgewählten Testkommunen implementiert und auf Grundlage eines um-

fassenden Testkonzepts (vgl. Methodikkapitel) erprobt.

4.3 ERKENNTNISSE AUS DER TESTPHASE

Im Rahmen der Testphase wurden die Aspekte ‚Funktionalität‘, ‚Benutzerfreundlichkeit‘ (Usability) sowie die ‚Umsetzung der nutzerseitigen Anforderungen‘ anhand der bewältigten Testaufgaben und Rückmeldungen der Testpersonen bewertet.

Die Funktionalität konnte bei dem größten Teil der getesteten Funktionen als (sehr) gut bewertet werden (Tabelle 1). Es wurde zudem keine getestete Funktion genannt, 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 hier ein Nachbearbeitungsbedarf besteht.

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

The screenshot displays the user interface of the CMDBuild application. It is divided into three main sections:

- Navigation:** A sidebar on the left contains a tree view with categories like 'Wärmekataster', 'Gebäude', and 'Erneuerbare Energie'.
- Tabellenbereich:** The central area features a table with columns for 'Haus-ID', 'Nutzung', 'Bauplt', 'Baujahr', 'Straße', 'U-Wert Fenster [W/(m²K)]', 'Transmissionswärmeverlust [Dwh/a]', 'Wärmegeninne [Dwh/a]', and 'Jahreswärmeverbrauch [Dwh/a]'. The table lists various residential buildings with their respective attributes.
- Detailansicht:** The bottom section provides a detailed view of a selected building (Haus-ID: DENIALG20000509G). It lists specific data points such as 'Nutzung: Wohngebäude', 'Bauplt: Sonderfall', 'Baujahr: 1963', 'Gebäudenutzfläche: 127,36', and 'Gemeinde: Goflar'.

At the bottom of the interface, there are several control buttons including 'Suchfilter', 'Statistik ausdrucken', and 'Datenaktualisieren'.

Abbildung 2: Aufbau des Nutzer Frontends

Systemmeldungen. Zudem muss unter anderem das Nutzerhandbuch überarbeitet werden. Tabelle 2 fasst die Bewertungsergebnisse der Benutzerfreundlichkeit zusammen.

Die nutzerseitigen Anforderungen wurden überwiegend erfüllt (Tabelle 3, grüne Feldmarkierung). Lediglich die Funktionen, die aufgrund von Fehlern nicht von allen

Testpersonen vollständig bearbeitet werden konnten, wurden vergleichsweise schlecht bewertet (Tabelle 3, gelbe und rote Feldmarkierung).

Positiv wurde die Tatsache bewertet, dass das Testsystem auch weitestgehend ohne Vorkenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit Geoinformationssystemen bearbeitet werden konnte. Insbesondere die Fil-

terfunktionen und die Aktualisierungsmöglichkeiten erreichten eine sehr gute Bewertung, auch mit Blick auf deren Nutzungspotenziale in der Praxis bzw. die Anwendbarkeit im Planungsalltag. Als Entwicklungspotenzial wurden vor allem die geringe Transparenz des Systems (zum Beispiel in Bezug auf selbsterklärende Oberflächenelemente etc.) sowie die bislang feh-

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

* Das aufgetretene Problem ist eindeutig auf Benutzerfreundlichkeit zurückzuführen und führt hier nicht zur Abwertung.

Tabelle 1: Auswertung Funktionalität

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

Tabelle 2: Auswertung Benutzerfreundlichkeit

Anforderung	Voll erfüllt	Überwiegend	Teilweise	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 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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bereitstellung unterschiedlicher Schnittstellen zur Datenintegration	<input 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 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.

Tabelle 3: Auswertung der nutzerseitigen Anforderungen an das Testsystem

lende Darstellung der Ergebnisse in kartographischer Form genannt. Dies soll in Zukunft durch weitere programmieretechnische Anpassungen optimiert werden.

5 FAZIT UND AUSBLICK

Das Forschungsvorhaben ‚DyamiKa‘ hat entgegen der häufig im Rahmen der Energieforschung anzutreffenden technik-fokussierten Forschungspraxis einen innovativen sozio-technischen Ansatz verfolgt, bei dem die nutzerseitigen Anforderungen bei der Technologie- bzw. Instrumentenentwicklung im Vordergrund standen. Im Gegensatz hierzu konzentrieren sich rein technisch ausgegerichtete Vorhaben zur Weiterentwicklung von Wärmekatastern nach wie vor auf eine Optimierung der Algorithmen zur räumlichen Verbindung der kommunal verfügbaren Geodaten, ohne dabei die Nutzerebene ins Auge zu fassen (vgl. u. a. Dochev et al. 2017). Die Notwendigkeit und der Nut-

zen einer Beteiligung der Nutzer an der Entwicklung von Software sind jedoch schon seit Beginn der 1990er-Jahre bekannt (Holz/Ortlieb 1993). In Anlehnung hieran fordert die Transformationsforschung in Deutschland bereits seit mehreren Jahren eine stärkere Partizipation der Kommunen, insbesondere auch bei der Entwicklung von Planungsinstrumenten (ISOE 2015). Aufgrund eigener Erfahrungen im Rahmen kommunaler Beratungstätigkeiten hat das Projektkonsortium mit dem hier beschriebenen Ansatz nun erstmals einen Versuch gestartet, einen entsprechenden Beteiligungsansatz im Rahmen der Entwicklung dynamischer Wärmekataster in die Energieforschung zu übertragen. Dabei ist partizipatives Vorgehen voraussetzungsreich und forderte von allen Beteiligten sich in iterativen Prozessen von Analyse, Design und Evaluation über den gesamten Projektverlauf hinweg zu engagieren und ergebnisoffen miteinander an

akzeptablen und umsetzbaren Lösungsoptionen transdisziplinär zu arbeiten: Die Einbindung der kommunalen Akteure und Praxispartner in die Umsetzung des Projektvorhabens erfolgte über die gesamte Projektlaufzeit konsultativ (z. B. als Interviewpartner) oder mitgestaltend (z. B. als Testkommune, bei Akteursdialogen, als Testperson). Neben der Akteursebene zeigte sich das partizipative Vorgehen auch auf inhaltlicher Ebene. So wurden Zwischenergebnisse der Projektarbeit von den Verbundpartnern kontinuierlich miteinander in Bezug gesetzt, zum Teil zudem mit kommunalen Akteuren diskutiert und validiert und darauf aufbauend das weitere Vorgehen abgestimmt: Statt den Entwicklern von Softwarelösungen die Entscheidung über den Funktionsumfang, die Benutzeroberfläche oder über die Möglichkeiten zur Adaption der hinterlegten Datenbank zu überlassen, wurden die Nutzer bei der Formulierung der Anforderungen an ein moder-

nes Wärmekataster von Beginn an mit einbezogen und setzten sich sowohl konzeptionell und später (im Rahmen der Testphase), dann auch am konkreten Beispiel, selbst mit Fragen der Systementwicklung bzw. -optimierung auseinander. Dieser Perspektivenwechsel forderte vor allem die Nutzer heraus, über Funktionalitäten und zukünftige Einsatzmöglichkeiten nachzudenken, für die es bislang keinen konkreten Anwendungsfall in den kommunalen Realitäten gab. So wurde zum Beispiel die Frage diskutiert, welche Anforderungen ein Wärmekataster erfüllen müsste, um als Entscheidungshilfe für energetische Fragestellungen in der Stadtteilentwicklung eingesetzt zu werden – eine Frage, die sich bislang für die Befragten nicht gestellt hatte, da es bisher in der Praxis keine Schnittstelle zwischen der Stadtentwicklung und dem Wärmekataster gibt.

Bezüglich der Anforderungen an ein modernes kommunales Wärmeplanungsinstrument standen vor allem zwei Aspekte im Vordergrund. Zum einen die Möglichkeit zur Bearbeitung der Geodaten als Grundlage für eine aktuelle und verlässliche Datenbasis und zum anderen eine möglichst einfache Bedienung des Wärmeplanungsinstruments, durch die gewährleistet wird, dass auch Personen mit dem Wär-

mekataster arbeiten können, die kein Fachwissen im Zusammenhang mit Datenbanken oder Geoinformationssystemen haben.

Die größte Herausforderung für das Forschungskonsortium bestand darin, zugunsten eines ergebnisoffenen Prozesses, aus dem erst nach und nach konkrete technische Anforderungen für die Weiterentwicklung des Wärmekatasters innerhalb des Vorhabens abgeleitet werden konnten, von den zum Teil theoriegeleiteten, in den Kontext des Energieforschungsprogramms eingebetteten Entwicklungszielen abzuweichen. Der hohe koordinative Aufwand, der sich aus der Einbindung der Testkommunen ergab, führte zudem dazu, dass Abstriche bezüglich des Umfangs der Programmierung anfänglich geplanter Funktionalitäten gemacht werden mussten. Dafür konnte jedoch der Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit auf die aus Nutzersicht wesentlichen Punkte, wie die Nutzung des Wärmekatasters im Arbeitsalltag durch die Ergänzung von Filter- und Sortierfunktionen sowie durch die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit, gelegt werden.

Auf diese Weise war es möglich, innerhalb der zweijährigen Projektphase erfolgreich ein System zu entwickeln, das den grundlegenden Anforderungen der Nutzer

(vor allem auch mit Blick auf die Übertragbarkeit in die Praxis) entspricht und damit die Basis für eine bedarfsorientierte Weiterentwicklung des Wärmekatasters – unter Berücksichtigung des kommunalen Kontexts und der Nutzungspotenziale dynamischer Systemkomponenten – bildet. Optimierungsbedarf besteht weiterhin vor allem in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit des Wärmekatasters.

Mit Unterstützung des Projektträgers soll die in dem Vorhaben ‚Dynamika‘ angestoßene sozio-technische Forschung innerhalb des Energieforschungsprogramms fortgesetzt werden und die Erfahrungen der frühzeitigen Nutzereinbindung und -orientierung bei der Software-Entwicklung ausgebaut werden. Einen Schwerpunkt des geplanten Folgeprojekts bildet dabei die Frage, wie sich die Datenqualität durch die Einbindung crowdbasierter (d. h. nicht öffentlich zugänglicher, personen- und gebäudebezogener) Daten verbessert und welche Bedeutung dabei der Datenschutz – insbesondere mit Blick auf die neue Datenschutzgrundverordnung – einnimmt. Auch hierbei stehen die Beteiligung relevanter Akteursgruppen und ein nutzerorientiertes Vorgehen selbstverständlich im Vordergrund.

Wichmann

Patrick Ole Noack

**Precision Farming
Smart Farming
Digital Farming**

Grundlagen und Anwendungsfelder

2018
184 Seiten
42,- € (Buch/E-Book)
58,80 € (Kombi)

Wichmann

**Technikwissen punktgenau:
Precision Farming – Smart Farming –
Digital Farming!**

Gut verständlich werden die Grundlagen des Precision Farmings und deren praktische Anwendung erklärt.

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder www.vde-verlag.de/190861

Literatur

- Baur, F.; Boenigk, N.; Currin, A.; Dannemann, B.; Mach, v. M. Noll, F.; Rau, I.; Wern, B. (2017): Kommunen als Impulsgeber, Gestalter und Moderator der Energiewende. Elemente nachhaltiger Governance. Abschlussbericht, FKZ 0325764. IZES gGmbH/Agentur für Erneuerbare Energien e. V., Saarbrücken/Berlin.
- Becker, D.; Ludwig, D.; Noll, F.; Schröder, I.; Wern, B. (2018): Dynamisierung von Wärmekataster – Entwicklung und Erprobung technischer Ansätze zur Dynamisierung von kommunalen Wärmekataster. Projektbericht zum Vorhaben Dynamika. IZES gGmbH/IP SYSCON GmbH, Saarbrücken/Hannover.
- Bortz, J.; Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer Medizin, Heidelberg.
- Dochev, I.; Munoz Hidalgo, M. E.; Seller, H.; Peters, I. (2017): Assigning IWU Building Types to Buildings in the Hamburg ALKIS. Working paper. HafenCity Universität Hamburg.
- EUF (2015): Heat Roadmap Europe. <https://heatroadmap.eu/peta4/>, Zugriff 01/2019.
- Flick, U. (2012): Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung. 5. Auflage. Rowohlt's Enzyklopädie, Reinbek bei Hamburg.
- FVEE (2018): Forschungsziele 2018. Gemeinsam forschen für die Energie der Zukunft. Mitgliedseinrichtungen des FVEE, o. O.
- GV.Hamburg (2018): Wärmekataster Hamburg. <https://www.hamburg.de/energiewende/waermekataster/>, Zugriff 01/2019.
- Henzen, C. (2017): Usability-Patterns für Webanwendungen in Geodateninfrastrukturen. Dissertation, Technische Universität Dresden.
- Henzen, C. (2018): Usability von Webanwendungen in Geodateninfrastrukturen. In: gis.Science, 4/2018, S. 133-143.
- Holz auf der Heide, B.; Ortlieb, S. (1993): Benutzer bei der Software-Entwicklung angemessen beteiligen – Empfehlungen und Ergebnisse mit verschiedenen Konzepten. In: Rödiger, K.-H. (Hrsg.): Software-Ergonomie. Von der Benutzeroberfläche zur Arbeitsgestaltung. Vieweg+Teubner, Wiesbaden, S. 249-261.
- ISOE (2015): Entwicklungsportfolio, Synthese, Partizipationsmethoden, Transfer. Zwischenergebnisse der 33 Forschungsprojekte und der Wissenschaftlichen Koordination der BMBF-Fördermaßnahme Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems. ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung/Öko-Institut e.V., Berlin/Freiburg.
- IWU (2016): Tabula Web Tool. <http://webtool.building-typology.eu/#bm>, Zugriff 06/2018.
- LUBW (2019): Energieatlas Baden-Württemberg. <https://www.energieatlas-bw.de/waerme>, Zugriff 01/2019.
- Kaden, R. (2017): Webbasierte Berechnung der Energiebedarfe und Sanierungspotenziale von Wohngebäuden auf der Basis semantischer 3D-Stadtmodelle. In: gis.Science, 1/2017, S. 19-27.
- Kay, S.; Kiefer, E.-M.; Noll, F.; Porzig, M.; Wern, B.; Zander, M. (2014): Integrierte Wärmenutzung in der Kreisstadt Neunkirchen. Abschlussbericht, FKZ 03KS3918. IZES gGmbH/ARGE SOLAR e. V., Saarbrücken.
- Kiehn, W.; Gündra, H.; Richter, S. (2014): Digitaler Wärmeatlas für 17,4 Millionen Wohngebäude in Deutschland. In: EuroHeat&Power, 43 (1-2), S. 18-22.
- Ludwig, D.; Noll, F.; Schröder, I.; Vogler, C.; Wern, B. (2016): Dynamisierung von Wärmekatastern. Teilbericht Arbeitspaket 1.1: Anbieteranalyse. IZES gGmbH/IP SYSCON GmbH, Saarbrücken/Hannover.
- Maier, M. (2016): Die kommunale Wärmeplanung. Ein wichtiger Treiber der Wärmewende. Agentur für Erneuerbare Energien e. V., Berlin.
- Mey, G.; Mruck, K. (2010): Interviews. In: Mey, G.; Mruck, K. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Springer VS, Wiesbaden, S. 423-435.
- Müller, W. (2017): Zusammenfassung. Vortrag im Rahmen der 3. BMUB-Fachtagung Klimaschutz durch Abwärmenutzung, VKU-Forum, 7. November 2017.
- NKI (2018): Projektliste der Nationalen Klimaschutzinitiative, Förderschwerpunkt: Erstellung Klimaschutzteilkonzept, Förderbereich: h) Integrierte Wärmenutzung in Kommunen. <http://www.klimaschutz.de>, Zugriff 06/2018.
- Peters, I. (2015): Short portrait of the GEWISS-Project in Hamburg. HafenCity Universität Hamburg.
- StMUG (2011): Leitfaden Energienutzungsplan. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, München.
- Sørensen (2016): Cooperative companies running district heating grids: The Danish experience. Vortrag im Rahmen des ISES Webinars: Renewable district heating – Small local grids and cooperative utilities, 26. Oktober 2016.
- Tecnoteca (2017): CMD Build: The open source solution for Asset Management. <http://www.cmdbuild.org/en/documentazione/manuali/technical-manual>, Zugriff 06/2018.
- Weinzierl, T. (2019): Aktuelle 2D- und 3D-Gebäudegeometrien als Basis kommunaler Energiekarten. In: Bill, R.; Zehner, M. L. (Hrsg.): GeoForum MV 2019 – Geoinformation in allen Lebenslagen. GITO, Berlin.