

Ein Entwurf für das Zusammenspiel von E-Government und BIM zur Unterstützung der Wärmewende

Jürgen Knies

Zusammenfassung

Auf Grundlage des Klimaschutzplans wird die Transformation der Wärmeversorgung in Städten auf erneuerbare Energien eine besondere Herausforderung darstellen, die sehr unterschiedliche Ebenen der Planung und Beteiligung berührt. Neben den Maßnahmen zur Wärmebedarfsreduktion auf Gebäudeebene stellt sich auch die Frage, welche Rolle ein Gebäude auf Ebene einer räumlich expliziten Energieplanung einnehmen kann. Eine Form der Kommunikation zwischen dem Gebäude und der strategischen Planung muss gefunden werden, um diese Frage zu beantworten. Der Beitrag skizziert mögliche Prozesse und Kommunikationswege zwischen BIM und E-Governmentstandards (XBau, XFall, XPlanung) und zeigt weiteren F&E-Bedarf auf. In der Kombination und Modifikation der vorhandenen Standards und Verfahren kann langfristig etwas Neues entstehen: eine unentbehrliche Datengrundlage für die Wärmewende in den Kommunen.

Summary

Based on the climate protection plan the transformation of heat supply in cities to renewable energy is a particular challenge, involving different levels of planning and participation. In addition to measures to reduce heat demand of a building, the question arises what role a single building can play in a strategic energy planning. A strategic energy planning enables a framework, so communication between the building and the planning process has to be established. The paper outlines processes and communication between BIM and e-government standards in Germany (XBau, XFall, XPlanung) and shows further research and development needs. The combination and modification of the existing standards and procedures can lead to something new in the long term: an indispensable data basis for the heat planning in municipalities.

Schlüsselwörter: BIM, E-Government, XPlanung, XBau, XFall, Wärmeplanung, Energiewende

1 Motivation

Die Erreichung der Klimaschutzziele stellt eine besondere Herausforderung dar, zumal das Problem drängender und dringender wird. Ungefähr ein Drittel des Energieverbrauchs in Deutschland entfällt auf die Bereiche Raumwärme und Warmwasseraufbereitung (BMWi 2018). Die seitens der Bundesregierung im Klimaschutzplan beschlossenen Zielvorgaben (BMUB 2016) sehen Reduktionsziele für die einzelnen Sektoren vor.

Für den Gebäudesektor wird ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand angestrebt, wobei die »Energie-Effizienz Strategie Gebäude« der Bundesregierung den Rahmen vorgibt (Thamling et al. 2015). In der Strategie werden die Reduktion des Wärmebedarfs und die Integration erneuerbarer Energien in die Wärmeversorgung als sich ergänzende Ansätze beschrieben und je nach Szenario mit unterschiedlichen Anteilen versehen. Der dabei entwickelte Korridor sieht eine Reduktion des Wärmebedarfs (Brauchwasser und Raumwärme) auf 40 % bis 60 % im Vergleich zu 2008 für Wohnen, Verwaltung und GHD vor. Die Industrie ist mit einer Reduktion um 20 % vorgesehen. Der Ansatz berücksichtigt gebäude- und planungsrechtliche Hemmnisse bei der Sanierung, den demografischen Wandel und die Reduktion des Wärmebedarfs durch den Klimawandel. Wärmenetzen wird das Potenzial zugesprochen, im besonderen Maße erneuerbare Energien in die Wärmeversorgung integrieren zu können. Allerdings wird davon ausgegangen, dass vor dem Hintergrund der bisherigen Maßnahmen zur Reduktion die Ziele nicht erreicht werden (Graichen et al. 2017).

Die derzeitigen Entwicklungen der Digitalisierung in der Baubranche in Form von Building Information Modelling (BIM), der Verwaltungsabläufe (E-Government) und die Weiterentwicklung von Standards und Verfahren in Bezug auf Geodaten können, bei entsprechender Bündelung und Abstimmung, einen wesentlichen Beitrag leisten, die Herausforderungen bei der Energiewende im urbanen Raum zu meistern.

Dieser Leitgedanke fügt sich in die derzeitigen Diskussionen um den Begriff Smart City. Auf Grund der vielfältigen Definitionen und Sichtweisen, was Smart City ausmacht (Albino et al. 2015), wird an dieser Stelle auf eine weitere Einordnung verzichtet.

2 Energieplanung

Die zuvor vor allem im Außenbereich stattfindende strombezogene Energiewende wird in naher Zukunft verstärkt in den Städten stattfinden und die Wärmeversorgung in den Fokus nehmen, die sog. Wärmewende. Die Transformation der Energieversorgung ganzer Städte wird eine neue Dimension der Planungs- und Partizipationsformen sowie des Technologieeinsatzes bedeuten.

Mit Hilfe einer kommunalen Energieplanung können Aussagen über die zukünftige Entwicklung getroffen werden, die nicht nur von aktuellen Fördertatbeständen abhängig sind, sondern sowohl die lokalen Potenziale an erneuerbaren Energien berücksichtigen als auch städtebauliche Entwicklungen (Siedlungsflächen, Demografie, Mobilität etc.) im Blick haben. So schlagen Habermann-Nieße et al. (2012) eine Kombination aus Städtebauförderung und energetischer Förderung vor, die in Form von z.B. KfW-Vorranggebieten räumlich differenziert wird.

Die kommunale Wärmeplanung wird als wichtiges Handlungsfeld der Zukunft gesehen (Schubert 2015). Die bisherigen Förderprogramme werden allerdings als nicht ausreichend angesehen, um Städte energetisch zu transformieren. »Häufig fehlt es auf kommunaler Ebene an der langfristig-strategischen Ausrichtung beim Umbau städtischer Energiesysteme« (Riechel et al. 2016, S. 25), wobei ein planerischer Ordnungs- und Gestaltungsrahmen fehlt. Wärmeplanung ist dabei mehr als nur eine Wärmenetzplanung. Sie umfasst lokal passende Wärmeversorgungsoptionen (z.B. Einzelversorgung von Gebäuden auf Basis von Wärmepumpen, LowEx-Wärmenetze etc.) unterschiedlicher Ausprägung (Knies 2018).

Anreize können geschaffen werden, indem in Sanierungsgebieten (z.B. energetische Stadtanierung nach KfW 432) eine umfassende Planung und Beratung durchgeführt und, in Kombination mit § 136 BauGB, Effizienzmaßnahmen steuerlich gefördert werden (Langenbrinck et al. 2017). Satzungen können herangezogen, um einen Anschluss- und Benutzungzwang für FernwärmeverSORGUNG auszusprechen. Von diesem Mittel wurde im Rahmen der energetischen Stadtanierung allerdings nur selten Gebrauch gemacht und der Einsatz wird sehr kontrovers diskutiert (Langenbrinck et al. 2017, S. 84).

Derzeit sind fördergetriebene Individualentscheidungen nur schwer vorherzusagen und in ihrer Flächenwirkung kaum abzuschätzen, da Förderungen und die damit einhergehenden Auswirkungen auf das energetische Verhalten eines Gebäudes nicht als Attribute einem Gebäude zugeordnet werden.

3 Relevante Standards

Für die Gebäudeebene, die Stadtplanungsebene und die Verfahrensebene liegen unterschiedliche Standards vor.

Für Bauwerke wird Building Information Modeling (BIM) sowohl als ein System auf Daten- und Prozessebene als auch eine neue Form einer transparenten Baukultur verstanden. Die einzelnen Bestandteile eines Bauwerks (Hülle, Ver- und Entsorgungssysteme etc.) werden gemäß der Systematik der Industry Foundation Classes (IFC) beschrieben. Den Elementen können sehr detaillierte Informationen zugeführt werden, die für die

energetische Gesamtbetrachtung eines Gebäudes wichtig sind (z. B. u-Werte für Wände, Fenster und Türen, weitere Details unter www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/ifc4-add2). Eine ausführliche Beschreibung findet sich z. B. im »Anwenderbuch Datenaustausch BIM/IFC« (Liebich und Hoffeller 2006).

Einzelne Parameter wiederum stellen wichtige Eingangsgrößen für die Darstellung in geografischen Informationssystemen dar, wobei das Zusammenspiel von BIM und GIS bisher auf den Datenaustausch im Hochbau und den Visualisierungsmöglichkeiten im 3D-GIS fokussierte (vgl. Barbato et al. 2018), was zu sehr komplexen Ansätzen in Richtung eines City Information Modeling führte (Xu et al. 2014). Agugiaro et al. (2018) führen die räumlichen Zusammenhänge zwischen BIM, CityGML und INSPIRE aus, wobei die großen Überschneidungen zwischen BIM und CityGML auffallen. Die vorgestellte Energy Application Domain Extension für CityGML (Energy ADE) hat u. a. das Ziel, energierelevante Daten stadtweit zu speichern und für Simulationen bereitzustellen (ebd.).

Aktuell gibt es Bestrebungen, die Prozesssicht auf stadtplanerischer Ebene miteinzubeziehen, wobei weitere Standards, allen voran XBau und XPlanung, in Betracht gezogen werden (Krause und Munske 2016, IT-Planungsrat 2017). In Bauantragsverfahren, deren Prozesse und Nachrichten in XBau standardisiert sind und auf dem Verfahrensstandard von XÖV basieren, können BIM-Informationen genutzt werden, um ein durchgängig digitales Verfahren zu ermöglichen (Krause 2018).

Um die Brücke zu den oben genannten energetischen Förderungen zu schlagen, bietet sich eine Weiterentwicklung von XFall für Antragsverfahren an (<http://xfall.eu>). XFall wird als universeller Interoperabilitätsstandard für Antragsdaten verstanden und dient dem Aufbau zentraler Antragsplattformen für die Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie (2006/123/EG). Mit XFall werden Antragsdokumente und deren Anlagen, Signaturen, Statusinformationen, Informations- und Kontrollmitteilungen etc. übermittelt. XFall könnte somit nicht nur Anträge für KfW-geförderte Maßnahmen am Gebäude, sondern auch Förderungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und dem Marktanreizprogramm für den Wäremarkt (MAP) umfassen.

XPlanung wiederum ermöglicht einen verlustfreien Datenaustausch räumlicher Daten aus der räumlichen Planung zwischen unterschiedlichen Systemen und z. B. im Zusammenspiel mit XBau die Nutzung von Lagegeometrien in den Antragsverfahren (Krause und Munske 2016). XPlanung ermöglicht außerdem eine Repräsentation der Darstellungen gemäß Planzeichenverordnung mit ergänzenden Nutzungsschablonen und weiteren unstrukturierten, aber erforderlichen Informationen wie Begründung, Satzung etc.

XFall, XBau und XPlanung sind seit Oktober 2017 verpflichtender Standard für die Planungsbehörden.

4 Kombination und Prozess

Die digitale Durchgängigkeit von Bauanträgen unter Verwendung von BIM, XBau und XPlanung kann als Vorbild genommen werden, eine Durchgängigkeit auch für die Energieplanung herzustellen.

Energetische Sanierungsgebiete oder auch Eignungsbereiche unterschiedlicher Wärmeversorgungsoptionen sollten hierzu als Objekte in XPlanung aufgenommen, inhaltlich weiter differenziert und deren Zielvorgaben formalisiert werden. Sie werden als Gebietskulisse im weiteren Ablauf berücksichtigt. Sollte sich ein Gebäude außerhalb eines Gebietes befinden oder Eignungsbereiche für zukünftige Wärmeversorgungsoptionen nicht flächendeckend vorliegen, wird der Prozess dennoch durchlaufen.

Zudem sollten für Bestandsgebäude einfache BIM-Modelle vorliegen. Diese können auf Grund der Vielzahl an Bestandsgebäuden nicht besonders ausdifferenziert werden. Ziel ist es, einen flächendeckenden Grundstock aller Bestandsgebäude zu erhalten. Eine Möglichkeit besteht darin, diese Informationen aus Wärmebedarfsdaten, Stadtmodellen etc. zu extrahieren. Hierzu bietet sich die oben erwähnte Energy-ADE an. Sobald ein Antrag z. B. auf Förderung von Sanierungsmaßnahmen bei der KfW eingeht, kann dieser Datensatz weiter spezifiziert und fortgeschrieben werden. Je nach Maßnahme werden dadurch die Daten zu den jeweiligen Bauteilen (Fenster, Außenwände, Dach etc.) oder über Versorgungseinrichtungen (Heizungsart, PV-Anlage etc.) ergänzt und überarbeitet. Im gesamtstädtischen Kontext verdichten sich somit die Informationen im Laufe der Zeit.

Die Einzelmaßnahmen verändern nicht nur die energetische Performanz eines Gebäudes. Bei einer ausreichend räumlichen Verdichtung können diese Veränderungen auch die jeweilige Gebietskulisse verändern, in dem z. B. durch die Senkung von Wärmebedarf eine ausreichende Anzahl von Gebäuden für die Nutzung von Niedrigtemperatur-Wärmenetzen in Frage kommen. Energieversorger können auf dieser Informationsgrundlage eine Angebotsplanung in die Wege leiten. Zusätzlich können Kommunen bestimmte Entwicklungen mit Hilfe gezielter Informationskampagnen lokal fördern.

Folgende Weiterentwicklungen werden aus Sicht einer kommunalen Wärmeplanung für sinnvoll erachtet (die Nummerierung in der Liste folgt der in Abb. 1), wobei die Reihenfolge einen Prozess aus Sicht der Förderung energetischer Maßnahmen darstellt:

1. Gebäudeeigentümer stellen über XFall Anträge für energetische Sanierungsmaßnahmen (Gebäudebestandteile, EEG, MAP). Dabei wird automatisch die Gebietskulisse des Gebäudes berücksichtigt (Lage in einem Sanierungsgebiet, in einem Eignungsbereich für best. Wärmeversorgungsoptionen etc.).
2. Es erfolgt eine Kommunikation zwischen XFall und XBau, um energetische Maßnahmen in die Bauantragsunterlagen zu integrieren sowie um über XBau

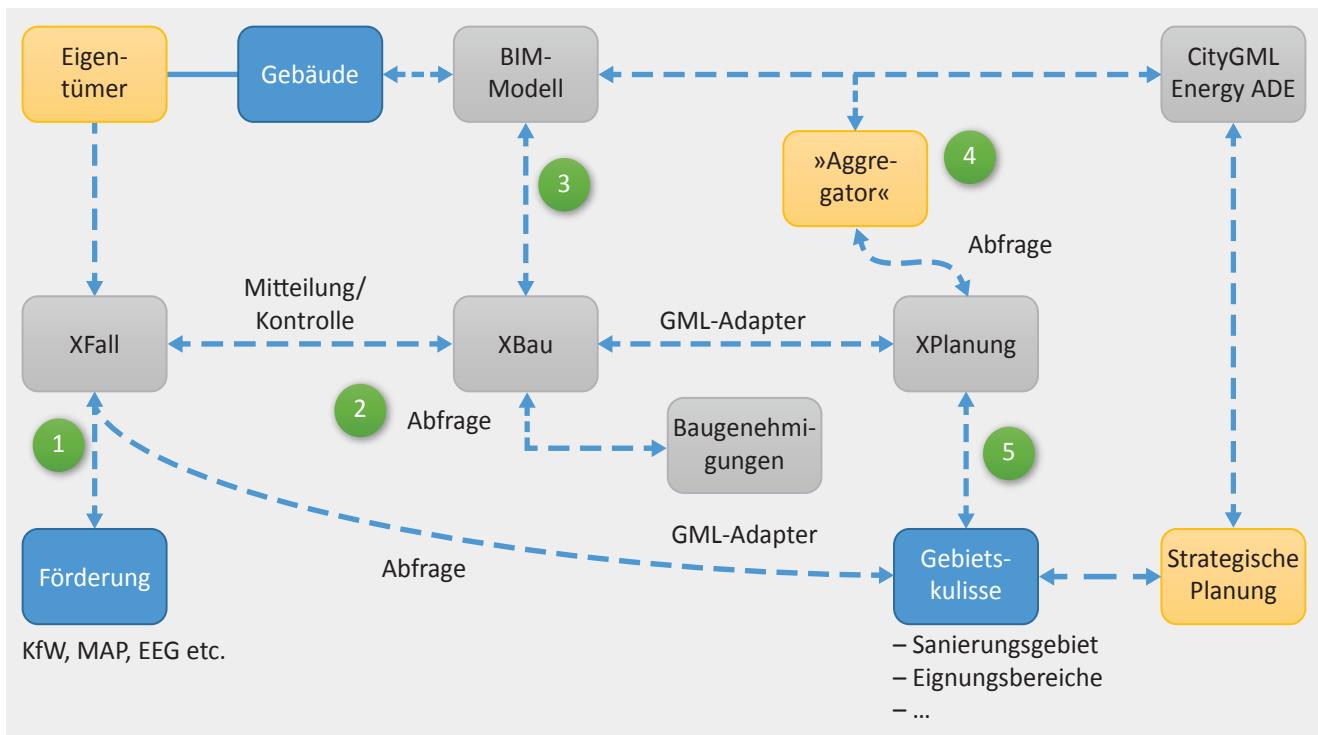


Abb. 1: Vorschlag einer Prozesskette

vorhandene Baugenehmigungen abfragen zu können. Hier sind v.a. energetisch relevante Informationen z.B. über Wärmedämmung der Hülle und Fenster zum Zeitpunkt der Genehmigung relevant, die mit den beantragten Sanierungsmaßnahmen abgeglichen werden können.

3. Es erfolgt eine Kommunikation zwischen XBau und dem (einfachen) BIM-Modell des Gebäudes, um Änderungen am Gebäude und energetischer Kennwerte nach erfolgter Maßnahmendurchführung nachzuhalten zu können. Das setzt voraus, dass für jedes Bestandsgebäude ein einfaches BIM-Modell vorliegt, das aus 3D-Stadtmodellen (CityGML) generiert wurde und sukzessive fortgeschrieben werden kann.

4. Aus dem Gebäudemodell werden aggregierte energetische Kennwerte abgeleitet (»Aggregator«), die es ermöglichen, das Gebäude einer nachhaltigen Wärmeversorgungsoption zuzuordnen. So kann z.B. auf Grund von Sanierungsmaßnahmen ein derzeit erdgasversorgtes Gebäude bei weiteren kleinen Änderungen bei der Brauchwasseraufbereitung für ein Niedrigtemperaturnetz geeignet sein. Bei einer hohen räumlichen Dichte solcher Gebäude können neue Abgrenzungen für Sanierungsgebiete abgeleitet und Simulationen auf Gebietsebene z.B. mittels Energy-ADE (Agugiaro et al. 2018) durchgeführt werden.

5. Unter Berücksichtigung der Simulationsergebnisse erfolgt eine Formalisierung von energetischen Zielen innerhalb von Sanierungsgebieten, Eignungsbereichen etc., die über XPlanung kommuniziert werden und wiederum im Prozess der Förderung energetischer Maßnahmen Berücksichtigung finden.

Besondere Bedeutung kommt dem in der Abbildung bezeichneten »Aggregator« zu. Da für die weitere strategische Planung keine Detailinformationen des Gebäudes erforderlich sind und eine Verwendung aus Datenschutzgründen durchaus problematisch sein kann, sind die Detailinformationen aus dem BIM-Modell so zu aggregieren, dass sie für die strategische Planung nutzbar sind. Das bedeutet, dass das Gebäude letztendlich nur mit wenigen energetischen Kennziffern in der strategischen Planung berücksichtigt wird. Aktuell böte sich an, den »Aggregator« über eine entsprechende MVD (Model View Definition) zu definieren, über die in aggregierter Form die Informationen herausgezogen und dann z.B. der Energy-ADE übergeben werden kann.

Dies würde auch dazu führen, dass das Zusammenspiel, aber auch die Trennung von BIM und CityGML klar definiert wird, sowie eine durchgängige Kommunikation von der Förderung über das Gebäude (BIM) bis zur strategischen Energieplanung erfolgen kann.

Bei einer anschließenden technischen Detailplanung werden die Detailinformationen aus den BIM-Modellen herangezogen. Die Trennung zwischen den Datenerfordernissen für eine strategische Energieplanung und eine umsetzungsorientierte Detailplanung ist sehr sensibel und bedarf noch weiterer Untersuchungen.

5 Ausblick

Der Ansatz stellt einen groben Entwurf und einen Diskussionsvorschlag dar, wie die vorhandenen Standards weiter ergänzt und für die kommunale Energieplanung genutzt werden können.

Das grundsätzliche Problem, dass fehlende Daten eine strategische Energieplanung erschweren, kann nur über einen sukzessiven Ausbau der Datengrundlage gelöst werden. Um dies zu erreichen, ist ein Zusammenspiel verschiedener Standards und Datenflüsse mit einer explizit räumlichen Komponente erforderlich.

Das Zusammenspiel zwischen BIM und CityGML bedarf noch weiterer Klärung. Aus dem aus Fördersicht skizzierten Blickwinkel wird insbesondere die BIM-Ebene adressiert. Hier werden wertvolle Datenbestände über die Zeit aufgebaut, die von CityGML übernommen und einer stadtweiten Betrachtung und Simulation zugeführt werden können. Die Umsetzung energetischer Maßnahmen erfolgt gebiets- und objektspezifisch, so dass im Zuge der technischen Detailplanung wieder auf BIM-Ebene gearbeitet wird. Um Redundanzen und Inkonsistenzen zu vermeiden, stellt sich die Frage, an welcher Stelle Daten aktualisierungen und -haltung angesiedelt werden. Dies ist nicht nur ein technisches Schnittstellenproblem, sondern vor allem eine Frage der Zuständigkeiten.

Der Gebäudebestand wird sich mit Hilfe von Sanierungsmaßnahmen über die Zeit verändern, die in BIM-Modellen hinterlegt werden. Es ist entscheidend, dass mit Hilfe von energetischen Kennwerten ein Transformationspotenzial auf Gebietsebene (Quartier, Stadtteil, Eignungsbereich etc.) hin zu einer erneuerbaren Wärmeversorgung erkannt und eine Angebotsplanung initiiert wird. Die räumliche Konstellation der Einzelgebäude kann dann zu energetisch sinnvollen Abgrenzungen von z.B. Sanierungsgebieten führen.

Die vielleicht wichtigste Frage ist die, inwieweit Fördermechanismen die jeweilige Gebietskulisse des Gebäudes berücksichtigen können. Angedacht war dies z.B. im Referentenentwurf 2018 des Gebäude-Energie-Gesetzes (§ 107 GEG Entwurf). Das würde eine umfassende, aber sinnvolle Änderung der derzeitigen Förderpolitik hin zu einer räumlichen Differenzierung voraussetzen, um die Stärken der jeweiligen Technologien auch räumlich zu bündeln und aufeinander abzustimmen.

Planungsrechtlich sind die kommunale Wärmeplanung und die damit verbundenen Abgrenzungen (Sanierungsgebiete, Eignungsbereiche etc.) derzeit nicht verankert, außer in Kombination mit der städtebaulichen Sanierung (§ 136 BauGB). Hier zeichnet sich ein juristisches Forschungsfeld ab, wie das Planungsrecht weiterentwickelt werden müsste (s.a. Planungshemmnisse bei Riechel et al. 2016), was sich auch auf weitere Spezifikationen in XPlanung auswirken wird.

Aus der Kombination und Modifikation der vorhandenen Standards und Verfahren kann etwas Neues entstehen: eine durchgängige Kommunikation von der Förderung über das Gebäude bis zur strategischen Energieplanung und die Schaffung einer unentbehrlichen Daten- und Entscheidungsgrundlage für die Wärmewende in den Kommunen.

Literatur

- Agugiaro, G., et al. (2018): The Energy Application Domain Extension for CityGML: enhancing interoperability for urban energy simulations. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 3(1), p. 30. DOI: 10.1186/s40965-018-0042-y.
- Albino, V., Berardi, U., Dangelico, R. M. (2015): Smart Cities : Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), pp. 3–21. DOI: 10.1080/10630732.2014.942092.
- Barbato, D., Pristeri, G., De Marchi, M. (2018): GIS-BIM Interoperability for Regeneration of Transurban Areas. In: Schrenk, M., et al. (eds.): REAL CORP 2018 – EXPANDING CITIES – DIMINISHING SPACE. Wien, pp. 243–250.
- BMUB (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Kabinettbeschluss vom 14. November 2016. S. 91. www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf, letzter Zugriff 11/2016.
- BMW (2018): Verteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungsbereich in Deutschland im Jahresvergleich 2008 und 2016. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/253748/umfrage/anteil-der-anwendungsbereiche-am-gesamtenergieverbrauch-in-deutschland>, letzter Zugriff 06/2018.
- Graichen, P., Peter, F., Litz, P. (2017): Das Klimaschutzziel von –40 Prozent bis 2020: Wo landen wir ohne weitere Maßnahmen?, 07.09.2017, S. 10. www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2015/Kohlekonsens/Agora_Analyse_Klimaschutzziel_2020_07092016.pdf, letzter Zugriff 12/2017.
- Habermann-Nieße, K., et al. (2012): Strategien zur Modernisierung: Mit EKO-Quartieren zu mehr Energieeffizienz. Eine Studie. Band 24 der Schriftenreihe Ökologie, S. 86. www.boell.de/sites/default/files/Endf_Strategien_zur_Moderalisierung_2_kommentierbar.pdf und <http://opus.kobv.de/zlb/volltexte/2012/15001>, letzter Zugriff 03/2018.
- IT-Planungsrat (2017): Betriebskonzept XBau/XPlanung. 28.04.2017, Version 1.0 final, S. 20. www.it-planungsrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/Entscheidungen/23_Sitzung/StandardisierungsagendaAnlage2.pdf?__blob=publicationFile&tv=2, letzter Zugriff 05/2018.
- Knies, J. (2018): A spatial approach for future-oriented heat planning in urban areas. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 16, pp. 3–30. DOI: 10.5278/ijsep.2018.16.2.
- Krause, K.-U. (2018): Xplanung/Xbau Standards des IT-Planungsrates für den Bau- und Planungsbereich: BIM ready. www.innovationsforenbauen40.de/wp-content/uploads/2018/03/XPlanung-XBau-BIM-Ready.pdf, letzter Zugriff 05/2018.
- Krause, K. U., Munske, M. (2016): Geostandards XPlanung und XBau. zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, 141(5), S. 336–342. DOI: 10.12902/zfv-0137-2016.
- Langenbrinck, G., et al. (2017): KfW-Programm 432 »Energetische Stadt-sanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager«. Ergebnisse der Begleitforschung. BBSR-Online-Publikation 25/2017, S. 98. www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2017/bbsr-online-25-2017-dl.pdf, letzter Zugriff 05/2018.
- Liebich, T., Hoffeller, T. (2006): Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/ IFC 1.1. IAI – Industriallianz für Interoperabilität e. V. (ed.), München. www.dds-cad.de/fileadmin/redaktion/PDF-Dateien/buildingSMART-IFC_Anwenderhandbuch_Version1.0_4MB.pdf.
- Riechel, R., et al. (2016): Wärmewende im Quartier – Hemmnisse bei der Umsetzung am Beispiel energetischer Quartierskonzepte. S. 28. <http://edoc.difu.de/edoc.php?id=FZRP4QJM>, letzter Zugriff 11/2016.
- Schubert, S. (2015): Die Rolle räumlicher Planung zur Förderung klimaschonender Wärme- und Kälteversorgung in Deutschland und der Schweiz. Dissertation. Lemgo: Verlag Dorothea Rohn.
- Thamling, N., Pehnt, M., Kirchner, J. (2015): Hintergrundpapier zur Energieeffizienzstrategie Gebäude. S. 131. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energieeffizienzstrategie-hintergrundinformation-gebaeude.pdf?__blob=publicationFile&tv=5, letzter Zugriff 08/2016.
- Xu, X., et al. (2014): From Building Information Modeling to City Information Modeling. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 19 (December 2013), pp. 292–307.

Kontakt

Jürgen Knies

Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG)
Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Ofener Straße 16/19, 26121 Oldenburg, juergen.knies@jade-hs.de