

# Urbane Energiemodellierung als Grundlage für eine zukunftsorientierte Stadtplanung

H. Edtmayer, F. Mauthner, I. Leusbrock

*AEE - Institut für Nachhaltige Technologien, Gleisdorf, Österreich*

T. Mach, R. Heimrath

*Institut für Wärmetechnik, Technische Universität Graz, Österreich*

**Keywords:** Wärmewende, räumliche Energieplanung, Urban Building Energy Modeling (UBEM)

**ABSTRACT:** Our energy systems are developing rapidly, as are our cities. Climate protection must also be vigorously promoted. In order to shape the necessary energy supply of tomorrow in our cities and regions, all stakeholders must work together within the framework of "spatial energy planning" to tackle the technical and organisational challenges. The research project *EnergyCityConcepts* ([www.ecc.aee-intec.at](http://www.ecc.aee-intec.at)), which is presented in this paper, has dealt with this complex of topics in recent years. In the project work important contributions to the introduction and further development of spatial energy planning in the cities of Gleisdorf and Salzburg was made through the project partners AEE INTEC, Institute of Thermal Engineering at Graz University of Technology, SIR - Salzburg Institute for Spatial Planning and Housing, Research Studios iSPACE / RSA FG, Stadtwerke Gleisdorf and Salzburg AG.

## 1. WARUM ENERGIE IN DER STADTPLANUNG?

Durch die Unterzeichnung des Pariser Klima-Abkommens sind die Zielsetzungen aus Energiesicht auf internationaler Ebene festgelegt. Nun gilt es zu überlegen, mit welchen Maßnahmen diese Zielsetzungen auf Gemeinde- und Stadtebene bis 2050 umgesetzt werden können. Parallel dazu werden die lokalen Planungsorgane mit Herausforderungen konfrontiert, welche der Klimawandel und die zunehmende Urbanisierung mit sich bringen. Daher ist ein koordiniertes Vorgehen im Bereich der Stadt- sowie Energieplanung notwendig. Ein wichtiges und innovatives Instrument hierfür ist die Energieraumplanung. Im Projekt *EnergyCityConcepts (ECC, 2019)* wurde Energieraumplanung in der Stadtgemeinde Gleisdorf und im Stadtteil Salzburg-Schallmoos pilothaft umgesetzt. Hierfür war die Kombination wissenschaftlicher Expertise mit praktischem Wissen aus Gemeinde und Stadt notwendig, um den transdisziplinären Prozess zur Weiterentwicklung der Energieraumplanung voranzutreiben.

## 2. WISSENSCHAFTLICHE METHODEN KOMBINIEREN

Zur Bearbeitung von energietechnischen Fragestellungen gibt es eine Vielzahl an Werkzeugen und Methoden mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden und Anwendungsgebieten. Für die Energieraumplanung bringt die Kombination von Geoinformationssystemen, räumlicher Modellierung und ausgewählten Simulationsmethoden vielfache Vorteile.

Mit Hilfe von GI-Systemen (GIS, 2019) wurden im Projekt große raumbezogene Datenmengen zu lokalen Energiebedarfen, Energiepotentialen und Infrastrukturen erfasst, eine detaillierte Geodatenbasis erstellt. Daraus wurden in Kombination mit raumplanerischen Informationen in

weiterer Folge Analysekarten abgeleitet, die die relevanten Aussagen zu Energieverbrauch, Gebäudestatus grafisch und räumlich aufgelöst darstellen (Mauthner et al., 2017).

Für detailliertere Planungen, sowohl für den Status-quo als auch für Zukunftsszenarien, wurden die räumlichen Modelle mit physikalischen Modellen gekoppelt. Auf der Ebene von Gebäuden sowie Arealen wurde eine dynamische Gebäude- und Anlagensimulation zur Kopplung verwendet (Nageler, 2017). Des Weiteren wurde eine Methodik entwickelt, mit deren Hilfe auf Basis von gemessenen Energieverbräuchen zukünftige Verbräuche über Simulationen abgeschätzt werden können (Nageler, 2018). Um Entwicklungen im Wärmebedarf von Wohngebäuden für unterschiedliche Szenarien zu untersuchen, wurden Modelle aus dem Projekt *TABULA* (2019) und den europäischen Normen *EN ISO 13790* (ISO, 2008) zur Berechnung des Heizwärmebedarfes sowie der *ÖNORM EN 15316* (ON, 2017) zur Berechnung des Heizenergiebedarfes mit der erarbeiteten Geodatenbasis verknüpft (Ribas, 2016). Ein weiterer Ansatz bestand darin, über ein agentenbasiertes Simulationsmodell (HEPPENSTALL, 2012) den Einfluss von soziodemografischen Faktoren (Bildungsstand, Alter, Einkommen, etc.) auf die Entwicklung des Wärmeversorgungssystems zu untersuchen (Stanzel, 2019; Edtmayer, 2019).

### 3. ERGEBNISSE SIND GRUNDLAGE FÜR DIE WEITERE STADTPLANUNG

*Die Ergebnisse aus der räumlichen Modellierung und Simulation liegen nicht nur in reiner Zahlen- bzw. Diagrammform vor (siehe*

Abb. 1), sondern auch anschaulich und intuitiv erfassbar in Form von digitalen Karten, wie in Abb. 2 zu sehen ist. Diese Ergebnisse zeigen unter anderem

- den Renovierungsstand der Gebäude
- die Verteilung und Art der Heizungssysteme
- die Art der eingesetzten Energieträger
- den Heizwärmebedarf und den CO<sub>2</sub> Ausstoß im betrachteten Gebiet
- Eignungs- und Vorranggebiete für die Fernwärmeversorgung
- Potenziale für den Ausbau und die Integration von Biomasse, Wärmepumpen, Solarthermie und PV-Anlagen, Abwärmenutzung

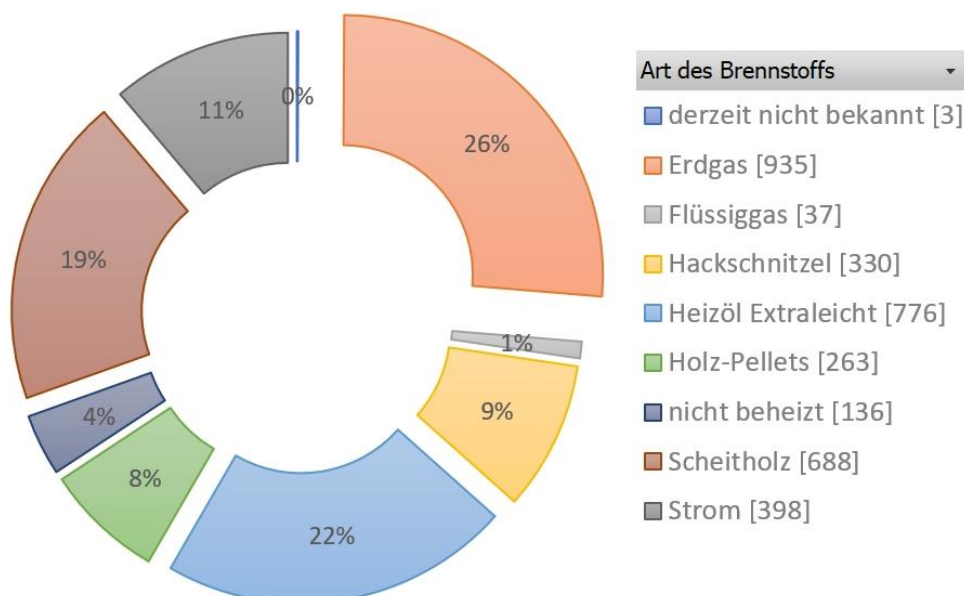


Abb. 1: Anzahl Wärmebereitstellungssysteme nach Art des Brennstoffes; Gemeinde Gleisdorf Mai 2019. (Datenquelle: Energieregion Weiz-Gleisdorf; Darstellung: AEE INTEC)

Ein weiteres Resultat aus dem Projekt *EnergyCityConcepts* ist der angestoßene Prozess zur Energieraumplanung in den beteiligten Gemeinden. Über die Beteiligung der wichtigsten Stakeholder wie Bürgermeister, Stadtbauamt, Raumplaner und Raumplanungsausschuss, Energieversorger, etc. konnten engagierte Personen für das Thema gewonnen und weiterführende Projekte in unterschiedlichsten Bereichen angestoßen werden.

Im aktuell laufenden Projekt *Sachbereichskonzept Energie (SKE, 2019)* wurden beispielsweise Wärmeversorgungszone und Ausbaumöglichkeiten für das Fernwärmenetz in der Stadt Gleisdorf definiert (siehe Abb. 2), die auch als Fernwärmevorranggebiete in die lokale Raumplanung aufgenommen wurden.

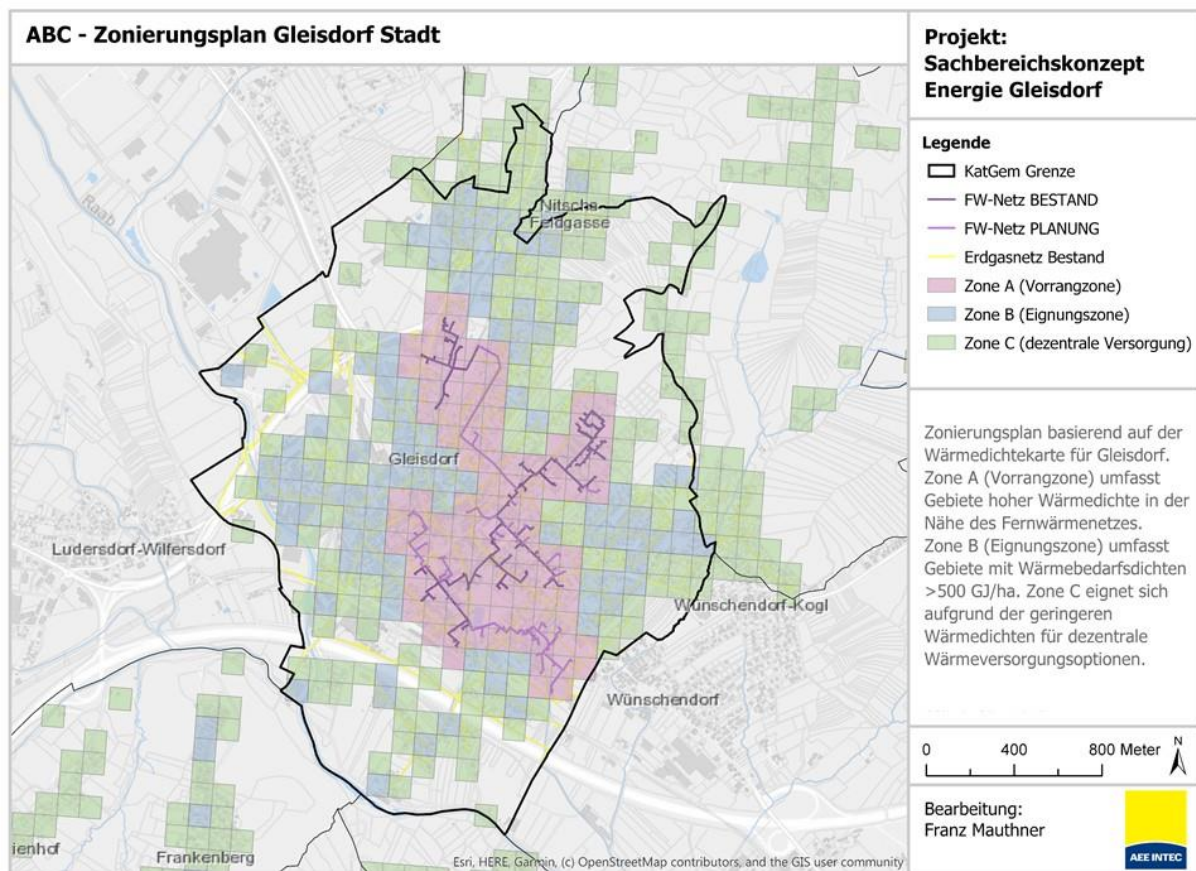


Abb. 2: Planungsgrundlage für die zukünftige Fernwärmeversorgung in der Stadt Gleisdorf (Quelle: AEE INTEC)

Auch für Salzburg-Schallmoos wurden Umsetzungsfahrpläne, für den gesamten Stadtteil, für ein Quartier und auch für ein einzelnes Bauvorhaben, erarbeitet. Die aus diesem Prozess gewonnenen Erkenntnisse lieferten zusammen mit anderen Projekten in Salzburg einen Input in die Wärmestrategie von Land und Stadt Salzburg und dem beteiligten Energieversorger, der Salzburg AG. In dieser Bearbeitung wurde, wie auch im *SKE*, die im Projekt entwickelte Methodik zur Ausweisung von Fernwärmegebieten über abgestufte Eignungszonen auf Basis von ermittelten Wärmedichtekarten angewandt.

Weitere Projektergebnisse sind konkrete Maßnahmenfahrpläne und Vorschläge für rechtlich verbindliche Vorgaben um die räumliche Energieplanung in den rechtlich verbindlichen Instrumenten der Raumplanung zu verankern. Parallel wurden Standards für die Erstellung von GIS-basierten Wärme- und Potentialkarten definiert, damit diese in Folge an die öffentliche

Geodateninfrastruktur („Open Government Data“) und an die jeweils geeignete Verwaltungsebene (Stadt, Bundesland, Bund) andocken können.

Das Folgeprojekt *Spatial Energy Planning (SEP 2018)* beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit der Entwicklung eines webbasierten Analyse- und Planungstools („HeatApp“) zur Anzeige und Auswertung von Wärmedichtekarten und wurde durch die in *ECC* entwickelten Webservice-Prototypen beider Städte inspiriert. Abb. 3 zeigt einen Ausschnitt der entwickelten Webseite zur Datenvisualisierung und Auswertung für die Stadtgemeinde Gleisdorf.

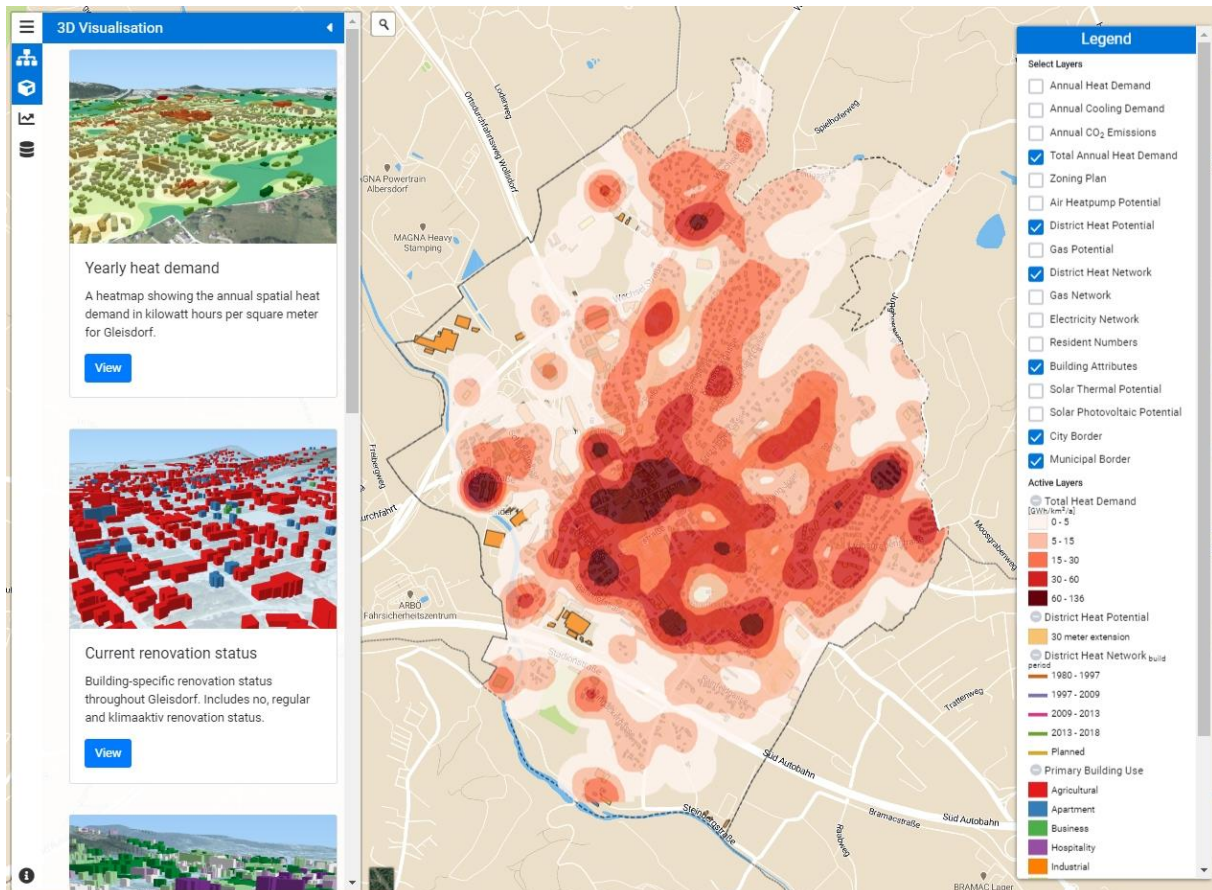


Abb. 3: WebGIS Oberfläche zur browserbasierten Visualisierung von energierelevanten Daten (Quelle: AEE INTEC)

#### 4. WO GEHT DIE REISE HIN?

Aus den Ergebnissen der Energieraumplanung lassen sich wichtige Erkenntnisse für die langfristige Stadtplanung ableiten, welche wiederum für Investoren und Energieversorger von Bedeutung sind. Sie können zukünftig die räumliche Eignung einer Energieversorgungsoption mit weiteren Kriterien wie Nachhaltigkeit oder Kosten kombinieren und zielgerichtet Entscheidungen für geeignete Energieversorgungssysteme, Förderinstrumente oder Flächenwidmungen treffen. Hierdurch findet das Thema Energieraumplanung mehr und mehr Gehör bei den zuständigen Entscheidungsträgern, so dass eine landes- und bundesweite Ausrollung auch politisch unterstützt wird.

Die Partner des Projekts *EnergyCityConcepts* sind auch weiterhin in der Weiterentwicklung der Energieraumplanung aktiv. Sowohl im Rahmen laufender Forschungsprojekte wie *Spatial Energy Planning* als auch in der unmittelbaren Umsetzung in der örtlichen Planung und Entwicklung (*Sachbereichskonzept Energie*). Des Weiteren arbeitet das Konsortium bereits an

weiteren Aspekten der Energieraumplanung, wie die Themen Strom und Mobilität und Methoden und Tools für die Siedlungs- und Quartiersentwicklung. Im Bereich Umsetzung wurde mit der Erweiterung des Stadtentwicklungskonzeptes um das Sachbereichskonzept Energie ein wichtiger Meilenstein gesetzt. Nach Genehmigung bildet das *Sachbereichskonzept Energie (SKE)* die rechtsverbindliche Basis für die weiterführende, anwendungsorientierte Integration der Energieraumplanung mit Förderungsmöglichkeit seitens des Landes Steiermark. Beide Projekteschienen bieten für die Akteure in den Gemeinden, Städten und Ländern eine sehr gute Möglichkeit, das Thema Energieraumplanung aktiv weiterzuführen und die Umsetzung zu forcieren.

Eine Anerkennung der Forschungsaktivitäten des Projekts *EnergyCityConcepts* war die Verleihung des ÖGUT-Umweltpreises (2018) in der Kategorie „Nachhaltige Kommune“.

Dieses Projekt wird durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert.

 Bundesministerium  
Verkehr, Innovation  
und Technologie



## LITERATUR

ECC (2019): Forschungsprojekt „EnergyCityConcepts - Methoden- und Konzeptentwicklung zur Implementierung nachhaltiger Energiesysteme in Städten am Beispiel von Gleisdorf und Salzburg“, Februar 2016 bis Mai 2019 , Fördergeber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) (FFG Projektnummer 850129) <http://www.ecc.aee-intec.at>

Edtmayer, H., Mauthner, F., Stanzel, L., Leusbrock, I. (2019): Agent-based modelling of thermal energy transition pathways in urban environments; abstract and oral presentation, 5<sup>th</sup> International Conference on Smart Energy Systems, 09/2019, Copenhagen, Denmark

GIS (2019): Geografische Informationssysteme: Informationssysteme zur Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation räumlicher Daten, <https://de.wikipedia.org/wiki/Geoinformationssystem>

HEPPENSTALL, A. J. (2012): Agent-Based Models of Geographical Systems. Springer Science+Business Media B.V., DOI 10.1007/978-90-481-8927-4

ISO (2008): ISO 13790:2008. Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling. International Organization for Standardization.

Mauthner, F., Leusbrock, I., Heimrath, R., Nageler, P., Biberacher, M., & Schardinger, I. (2017): Holistic urban energy planning in spatial and temporal resolution - Workflow coupling spatial modeling with dynamic building simulation. Oral presentation. 3rd International Conference on Smart Energy Systems and 4th Generation District Heating, September 2017, Copenhagen, Denmark, [http://www.4dh.eu/images/3-Franz\\_Mauthner.pdf](http://www.4dh.eu/images/3-Franz_Mauthner.pdf)

Nageler P., Zahrer G., Heimrath R., Mach T., Mauthner F., Leusbrock I., Schranzhofer H. & Hochenauer C. (2017): Novel validated method for GIS based automated dynamic urban

building energy simulations. *Energy* (139), 142 - 154. Elsevier Ltd., <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036054421731335X> , 11/2017

Nageler P., Koch A., Mauthner F., Leusbrock I., Mach T., Hochenauer C., & Heimrath R. (2018): Comparison of dynamic urban building energy models (UBEM): Sigmoid energy signature and physical modelling approach. *Energy and Buildings*(179), 333 - 343. Elsevier B.V. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.09.034> , 11/2018

ON (2017): ÖNORM EN 15316-1: 2017 12 01. Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen - Teil 1: Allgemeines und Darstellung der Energieeffizienz, Module M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4. Austrian Standards International.

ÖGUT-Umweltpreis (2019): ÖGUT Umweltpreis 2018, <https://www.oegut.at/de/initiativ/umweltpreis/2018/nh-kommune.php>

Ribas M. (2016): Holistic urban energy planning in temporal and spatial resolution for the city of Gleisdorf. Master Thesis; Grenoble Institute of Engineering, France

SKE (2019): Förderung zum Sachbereichskonzept Energie des Landes Steiermark, <http://www.ich-tus.steiermark.at/cms/beitrag/12671775/145710274/>

SEP (2019): Projekt Spatial Energy Planning (SEP), Green Energy Lab, Vorzeigeregion Energie, <https://waermeplanung.at>

Stanzel L., Scholz J, Mauthner F. (2019): A Spatial Data Analysis Approach for Public Policy Simulation in Thermal Energy Transition Scenarios; paper and oral presentation, 2<sup>nd</sup> International Data Science Conference, 05/2019, Salzburg, Austria

TABULA (2019): IEE Project TABULA, Typologieansatz für die Energiebewertung von Gebäuden, <http://episcope.eu/iee-project/tabula/>

### **Kontakt Daten Autor(en):**

Hermann Edtmayer

Feldgasse 19

8200 Gleisdorf

Email: [h.edtmayer@aee.at](mailto:h.edtmayer@aee.at)

Tel.: +43 3112 5886 244

Franz Mauthner

Feldgasse 19

8200 Gleisdorf

Email: [f.mauthner@aee.at](mailto:f.mauthner@aee.at)

Tel.: +43 3112 5886 0

Ingo Leusbrock

Feldgasse 19

8200 Gleisdorf

Email: [i.leusbrock@aee.at](mailto:i.leusbrock@aee.at)

Tel.: +43 3112 5886 0

Thomas Mach  
Inffeldgasse 25/B/III  
8010 Graz  
Email: [thomas.mach@tugraz.at](mailto:thomas.mach@tugraz.at)  
Tel.: +43 316 873 7814

Richard Heimrath  
Inffeldgasse 25/B/III  
8010 Graz  
Email: [heimrath@tugraz.at](mailto:heimrath@tugraz.at)  
Tel.: +43 316 873 7317