

GIS-gestützte Potenzialanalyse des Wärmebedarfs als Grundlage für die Planung von Nahwärmenetzen

Katharina RAMSBACHER, Gernot PAULUS,
Melanie REGENFELDER und André ARNOLD

FH KÄRNTEN, Villach · katharina.ramsbacher@edu.fh-kaernten.ac.at

Dieser Beitrag wurde durch das Programmkomitee als „reviewed paper“ angenommen.

Zusammenfassung

Der Klimawandel, die steigenden Energiepreise und die zunehmende Verknappung fossiler Ressourcen sind die großen Herausforderungen unserer Zeit. Preissteigerungen für fossile Energieträger wirken sich nicht nur negativ auf die wirtschaftliche Entwicklung aus, sondern stellen auch für Privathaushalte eine wachsende Belastung dar. Deshalb bieten sich selbstständigere Energieversorgungsmöglichkeiten, wie etwa Nahwärmenetze durch erneuerbare Energieträger, an. Um erneuerbare Energien aber mit ihrem vollen Potenzial nutzen zu können, bedarf es der Hilfe von Geographischen Informationssystemen (GIS) sowie hochauflösender Geodaten. So nimmt beispielsweise der Gemeindeverband Karnische Region in Kärnten am europäischen INTERREG IV-A Energieprojekt „AlterVIS“ teil, um regionale Energiepotenziale zu erfassen, zu analysieren und kartographisch auszuwerten. In Zusammenhang mit diesem Energieprojekt wird durch den Einsatz von innovativen GIS-Methoden eine Potenzialanalyse des Wärmebedarfs speziell für Nahwärmenetze im Untersuchungsgebiet Hermagor-Preseggersee erzielt. Durch die Verwendung von zwei unterschiedlichen räumlichen Analysemethoden können auf regionaler und lokaler Ebene potenzielle Standorte für Nahwärmenetze bestimmt werden. Zum einen werden Dichte- und Clusterberechnungsmethoden verwendet, um Gebiete mit einer hohen Wärmebedarfsdichte zu lokalisieren. Zum anderen werden Netzwerkanalysen durchgeführt, um bestimmte, ausgewählte Standorte hinsichtlich ihres umliegenden Potenzials, begrenzt durch eine maximale Leitungsnetzwerkdistanz, zu analysieren. Angeführte Ergebnisse der beiden Methoden dienen als Grundlage für die Priorisierung von potenziellen Standorten für eine weiterführende Detailplanung von Nahwärmenetzen.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Ganz nach dem Motto „Global denken, lokal handeln“ setzt sich der Bezirk Hermagor in Kärnten gemeinsam mit der angrenzenden italienischen Region Friaul-Julisch Venetien zum Ziel, einen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Prozess in die Wege zu leiten, um eine umweltverträglichere Selbstversorgung mit Energie auf lokaler und regionaler Ebene führen zu können. Bei diesem bestehenden Energieprojekt, „Selbstversorgung mit erneuer-

baren Energien – AlterVIS“ werden alle erneuerbaren Energiequellen erfasst, analysiert und kartographisch ausgewertet (ALTER VIS 2013). Durch dieses Projekt kann ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet und Energiekosten sowohl auf Gemeinde- als auch Haushaltsebene verbessert werden. Im Vordergrund dieser Arbeit steht die Unterstützung und Weiterführung des AlterVIS Projektes anhand der GIS-gestützten Potenzialanalyse von zukünftigen Nahwärmenetzen. Nahwärme kann aus ökologischer Sicht und als Teil der kommunalen Wärmeversorgung eine Alternative zur individuellen Versorgung von Einzelobjekten darstellen. Eine wichtige Voraussetzung und Planungsgrundlage zur Potenzialabschätzung eines Nahwärmenetzstandortes stellen aktuelle Daten über den Wärmebedarf auf Haushaltsebene dar (KOSAR et al. 2013).

1.2 Zielsetzung und Hypothesen

Als Herausforderung gilt einerseits die flächendeckende, regionale Verteilung des Wärmebedarfs von Privathaushalten zu analysieren, um so Aussagen über potenzielle Nahwärmenetzbereiche zu treffen und andererseits, ausgehend von einem ausgewählten lokalen Standort (i. e. „Großverbraucher“ innerhalb eines Hotspotbereiches, die umliegenden Abnehmer zu bestimmen, um so quantitative Angaben über das wirtschaftliche Potenzial dieses lokalen Standortes treffen zu können. Als Zielsetzung wird diese Lösung in Form eines adaptierbaren Workflows im ArcGIS ModelBuilder mit flexiblen Inputdaten auf Grundlage der folgenden drei Hypothesen umgesetzt:

1. Ein Nahwärmenetz ist potenziell kostendeckend, wenn mindestens ein Großverbraucher an das Nahwärmenetz anschließt.
2. Der Standort eines Großverbrauchers ist mit dem potenziellen Standort eines Nahwärme-Heizkraftwerkes gleichgesetzt.
3. Das Leitungsnetzwerk orientiert sich am Verlauf des Straßennetzes, da es sich beim Straßenraum um öffentliches Gut handelt und damit Grabungen durchgeführt werden dürfen.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Raumrelevante Aspekte eines Nahwärmenetzes

Der Begriff Nahwärmenetz wird in der Literatur als technische Infrastruktur zur leitungsgebundenen Verteilung thermischer Energie zwischen einer zentralen Wärmequelle und einer mehr oder minder umfassenden Anzahl an Verbrauchern bezeichnet (ESCH et al. 2011). Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Nutzung von Nahwärme ist ein hoher und möglichst dichter Wärmebedarf in einem Netz mit begrenzter Ausdehnung (EGGSTEIN et al. 2010). Daher versorgt ein Nahwärmeheizkraftwerk oft nur einzelne Siedlungen und Gebäudegruppen (MIKSCH 2010). Besonders die bestehende Siedlungsstruktur und die Anzahl an Großabnehmern sind entscheidend. Als raumrelevante Aspekte eines Nahwärmenetzes gelten somit Standorte und zugleich eine bestimmte Anzahl an Wärmeabnehmern, (dies können Klein- oder Großverbraucher sein), der Standort des zentralen Heizkraftwerks und die räumliche Ausdehnung des unterirdisch verlaufenden Leitungsnetzes, welches mit begrenzter Ausdehnung das Heizkraftwerk mit den Abnehmern verbindet und diese mit Wärme versorgt.

2.2 Differenzierung Kleinverbraucher und Großverbraucher

Für die Analysen wird zwischen Klein- und Großverbraucher differenziert. Als Kleinverbraucher werden private Haushalte bezeichnet, welche einen durchschnittlich niedrigeren Wärmebedarf aufweisen als Großverbraucher. Großverbraucher können Büros, Hotels, Schulen, Einkaufszentren, Krankenhäuser oder öffentliche Veranstaltungszentren sein, dies ist vom jeweiligen Untersuchungsgebiet abhängig. In Tabelle 1 sind exemplarisch typische Jahresenergiebedarfszahlen in Megawattstunden (MWh) exklusive Strom aufgelistet. Diese Werte konnten von der Initiative Nahwärme Baden Württemberg ermittelt werden und beziehen sich auf Hochrechnungen und Verbrauchsdaten aus kommunalen Energieberichten. (EGGSTEIN et al. 2010)

Tabelle 1: Typische durchschnittliche Wärmebedarfe

Abnehmerart	Typischer-Jahresenergiebedarf (in MWh), ohne Strom
Einfamilienhaus	20-50
Mehrfamilienhaus	100-300
Schule	100-1.500
Einkaufszentrum	1.000-2.000
Gewerbe	5.000-15.000
Krankenhaus	10.000-30.000

2.3 Ausgewählte Best Practise Projekte

Das „GIS Projektbeispiel Wärmeinseln“ von der Initiative Nahwärme Baden-Württemberg zeigt die wirtschaftlichen Chancen für Stadtwerke durch Nahwärme auf. Dafür werden Geodaten und GIS Technologien eingesetzt, um Wärmetatlanten zur Potenzialanalyse für Nahwärmenetze zu generieren. Ein Wärmetatlas ist eine Karte, die für den Siedlungsbestand gebäudescharf farbig den aktuellen Wärmebedarf darstellt (EGGSTEIN et al. 2010).

Das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement in Trier (Rheinland-Pfalz) führt anhand eines Wärmekatasters eine großflächige Analyse der Wärmebedarfsstruktur mittels GIS durch, um damit nötige Wärmeversorgungsmaßnahmen ableiten zu können. In einem ersten Schritt wurden Wärmeabsatzpotenziale ermittelt und dargestellt, wobei bereits bestehende Wärmenetze berücksichtigt wurden. Eine Siedlungstypenclustering nach Gebäudetyp und Baujahr wurde angewendet und der Wärmebedarf anhand der Wärmebedarfskennzahlen, Stockwerkzahl und Grundfläche ermittelt. Bereiche mit besonders hohem Wärmebedarf können identifiziert werden und dementsprechend Wärmenetze ausgelegt werden. Die GIS Daten für ein bestimmtes Netz können nach verschiedenen Anschlussquoten ausgewertet werden und geben Netzlänge, Anzahl der Gebäudeanschlüsse, Leistung und Verbrauch an (ULBIG 2010).

Ein im Zuge des AlterVIS-Projekts entwickeltes WebGIS-Portal für die Erfassung von Energiekenndaten auf Haushaltsebene für Gemeinden ermöglicht es den BürgerInnen, auf Grundlage eines standardisierten Fragebogens Energiekenndaten zu Gebäude, Strom, Heizung und Mobilität zu erfassen, verwalten und analysieren (KOSAR et al. 2013).

Das Forschungsstudio iSPACE stellt sich im Projekt „Virtuelle Kraftwerke für Autarke Regionen“ die Aufgabe mit analytischen Methoden der Geoinformatik die theoretischen

und effektiven Potenziale zur Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, wie Biomasse, Photovoltaik, Wasserkraft und Windkraft innerhalb eines exemplarischen Untersuchungsgebiets (Salzburg/Bayern) räumlich zu ermitteln. Ermittelte Erzeugungspotenziale beispielsweise von virtuellen Kraftwerken werden mit entsprechenden Verbrauchsstrukturen kombiniert, woraus ein Bilanzraster resultiert, welcher den Energieüberschuss bzw. -mangel pro Rasterzelle darstellt. (MITTLBÖCK et al. 2013)

3 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet für die Entwicklung der Potenzialanalyse ist die Gemeinde Hermagor-Pressseggersee, welche geographisch gesehen im südwestlichen Teil Kärntens liegt. Der Bezirk Hermagor besitzt eine Fläche von 205 Quadratkilometern und hat 7270 Einwohner. Das städtische Gebiet der gesamten Gemeinde beschränkt sich auf die Stadt Hermagor. Besonders die Gemeinde Hermagor-Pressseggersee hat im zweisaisonalen Tourismus einen wichtigen Stellenwert. Im Winter lockt das Nassfeld, eines der größten Skigebiete Kärntens, die Touristen an und im Sommer der Pressseggersee. Weiteres befinden sich auch zahlreiche Hotelanlagen rund um das Skigebiet und den Pressseggersee.

4 Geodatenanalyse

Für das festgelegte Untersuchungsgebiet Hermagor-Pressseggersee sind die angeführten Geodaten für die regionale und lokale Potenzialanalyse relevant:

- *Standorte von Privathaushalten mit Wärmebedarfsdaten*
Um auf kleinräumiger Ebene Aussagen zum Potenzial von Nahwärmenetzen treffen zu können, ist die Kenntnis über die Verteilung des Wärmebedarfs unumgänglich. Unter Zuhilfenahme des Adress-, Gebäude- und Wohnregister (Adress-GWR) der Statistik Austria, wurde daher der Wärmebedarf für Privathaushalte statistisch hochgerechnet. Grundlage hierfür waren aus dem Adress-GWR bezogene Angaben zu Gebäudebaujahr und -grundfläche, Wärmebereitstellungsarten (z. B. Öl, Gas, etc.), sowie Anzahl an gemeldeten Personen. In Kombination mit den Wirkungsgraden der einzelnen Wärmebereitstellungsarten wurden auf diese Weise adressgenaue Wärmebedarfsdaten generiert, die in weiterer Folge in die Potenzialabschätzung als Grundlage für die Planung von Nahwärmenetzen einfließen konnten.
- *Standorte potenzieller Großverbraucher*
Diese Adresspunkte repräsentieren potenzielle Großverbraucher, wie z. B. 3-4 Sternhotels, Großgasthäuser, Gewerbebetriebe oder Schulen.
- *Standorte bestehender Nahwärmenetze*
Um ein effizienteres Ergebnis der Analyse zu gewährleisten, werden bereits bestehende Nahwärmenetze berücksichtigt. Einige Standorte wurden aus der Heizwerkdatenbank des AlterVIS-Projektes herausgefiltert.
- *Straßendaten*
Einen zentralen Datensatz zur Berechnung der Einzugsgebiete für ein Nahwärmenetz stellen Straßendaten dar. Diese werden vor allem für die Netzwerkanalyse benötigt, da davon ausgegangen wird, dass entlang des Straßenverlaufs Grabungen für das Rohrlei-

tungsnetzwerk durchgeführt werden dürfen. Für dieses Projekt wurden als „Proof-of-concept“ von OpenStreetMap verwendet (Quelle: <http://download.geofabrik.de/europe/austria.sn>). Um diese Daten für die Potenzialanalyse nutzen zu können, muss ein routingfähiges Straßennetzwerk generiert werden.

- *Geographische Hintergrund- und Lageinformation*

Des Weiteren ist für die Visualisierung der Ergebnisse ein Polygondatensatz mit den Gemeindegrenzen beigefügt. Gemeinsam mit der ÖK50-Karte, die vom Kärntner Geographischen Informationssystem KAGIS als Webservice zur Verfügung gestellt wird, ist eine geographische Hintergrundinformation gegeben.

5 Hierarchisches Analysemodell

Für die Bestimmung von potenziellen Nahwärmestandorten wird ein hierarchischer Analyseansatz vorgeschlagen (Abb. 1).

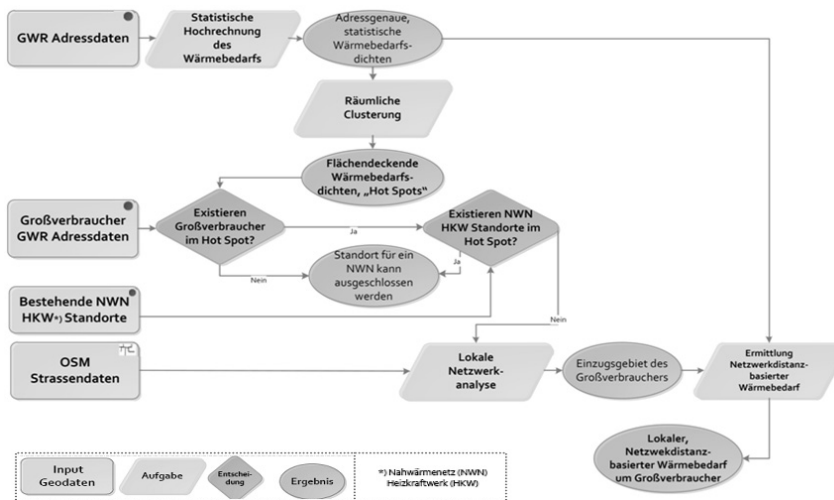


Abb. 1: Hierarchisches Analysemodell für die regionale und lokale Potenzialanalyse

In einem ersten Schritt werden aus adressgenauen, statistisch hochgerechneten Wärmepotenzialen, regionale Wärmebedarfsdichten mittels einer Dichte- und Clusteranalyse (LEVINE et al. 2004) ermittelt. Durch berechnete Hotspots, also jene Bereiche in denen eine hohe regionale Dichte an Privathaushalten und ein hoher Wärmebedarf gegeben ist, können potenzielle Bereiche hinsichtlich des Wärmebedarfs priorisiert werden. Im nächsten Schritt werden Netzwerkanalysen für diese qualifizierten Gebiete durchgeführt. Voraussetzung ist, dass sich in diesem Gebiet mindestens ein Großverbraucher befindet und kein bereits bestehendes Nahwärmeheizkraftwerk in unmittelbarer Nähe vorhanden ist. Für den ausgewählten Großverbraucher wird das Einzugsgebiet berechnet und der Wärmebedarf ermittelt. In diesem Zugang wird der Standort eines Nahwärmeheizkraftwerkes mit dem Adresspunkt des Großverbraucher gleichgesetzt. Bei der Netzwerkanalyse wird lokal ein bestimmter Standort auf Rentabilität für ein Nahwärmenetz überprüft. Da ein Nahwärmenetz

besonders dann sinnvoll ist, wenn ein hoher Wärmebedarf in einem Netz mit begrenzter Ausdehnung existiert, ist nicht nur die Ermittlung des umliegenden Wärmebedarfs (Einzugsgebiet in der Umgebung des Großverbrauchers) wichtig, sondern auch die Fixierung bestimmter Netzwerkdistanzen bzw. der Reichweite eines Leitungsnetzwerkes, von besonderer Bedeutung. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Grabungen für das Leitungsnetzwerk entlang des Straßenverlaufs durchgeführt werden. Dadurch ergibt sich ein lokaler, netzwerkdistanzbasierter Wärmebedarf rund um den ausgewählten Großverbraucher.

5.1 Implementierung der regionalen Dichte- und Clusteranalyse

Im ersten Schritt der regionalen Dichte- und Clusteranalyse werden die benötigten Geodaten aufbereitet. Besonders ausschlaggebend ist hierbei die statistische Hochrechnung des adressgenauen Wärmebedarfs der Privathaushalte (in Megawattstunden pro Jahr). Die Implementierung der Daten und die Umsetzung der Analysen erfolgt durch die beiden Softwareanwendungen ArcMap und CrimeStat III. Mit dem aufbereiteten Punktmuster der privaten Haushalte wurde zuerst die Dichteberechnung mittels des *Point Density Tools* in ArcMap durchgeführt. Dieses Tool berechnet die Dichte von Punktmustern um jede einzelne Punkt-Raster-Zelle herum, somit werden umliegende Punkte addiert und durch die Fläche der Nachbarschaft geteilt. Diese resultierende Dichteberechnung (für jede einzelne Rasterzelle wird ein Dichtewert für Wärme ermittelt) wurde anschließend mit der Klassifizierungsmethode *Natural Breaks* neu klassifiziert und eine flächendeckende Dichtekarte erstellt. Mittels CrimeStat III wurden ebenfalls mit den adressgenauen Punktdaten die räumlichen Cluster analysiert. Zur Ermittlung von Hotspots wird die *Nearest Neighbor Hierarchical Spatial Clustering* Methode von CrimeStat III verwendet, welche eine von vielen Möglichkeiten ist, um Cluster zu berechnen. Hierbei werden die euklidischen Distanzen zwischen den einzelnen Punkten berechnet und Gruppen mit möglichst geringen Abständen gesucht. Anschließend wird das erzeugte File in das Softwareprodukt ArcGIS importiert und mit der durchgeführten Dichteberechnung abgeglichen, sodass aussagekräftigere Cluster bzw. Hotspots resultieren. Dieser Abgleich wurde über das *Zonal Statistic* Tool durchgeführt, welches einen Abgleich des Zonenrasters (Resultat der ermittelten Cluster von CrimeStat III) mit dem Wert raster (Resultat der Dichteberechnung von ArcGIS) ermöglicht. Als Statistiktyp wurde der *Mean* verwendet und somit für alle Zellen in einer Zone ein Wertedurchschnitt zugewiesen. Als letzten Schritt können die resultierenden Cluster neu klassifiziert und anhand der Wärmedichten eingefärbt werden. Ein Cluster definiert sich in diesem Zusammenhang also einerseits nach der räumlichen Nähe von einzelnen Privathaushalten, und andererseits nach deren ermittelten Dichtewert für Wärme. Qualifizierte Regionen für ein Nahwärmenetz können also anhand der Wärmebedarfsdichten und der Voraussetzung für mindestens einen Großverbraucher innerhalb des ermittelten Hotspots bestimmt werden.

5.2 Implementierung der lokalen Netzwerkanalyse

Als Ergebnis der räumlichen Clusteranalyse resultieren erste qualifizierte Gebiete, welche einen hohen regionalen Wärmebedarf aufweisen. Um das Potenzial für ein Nahwärmenetz an einem bestimmten Standort zu bestimmen, wird die lokale Netzwerkanalyse durchgeführt. Erneut müssen auch bei der Netzwerkanalyse vorerst die genannten Geodaten aufbereitet und insbesondere das Straßennetzwerk auf Routingfähigkeit überprüft werden. Erst nach Überprüfung des Straßennetzwerkes kann die Erweiterung, Network Analyst (im

speziellen das Tool *Make Service Area Layer*) in den ArcGIS ModelBuilder eingebunden werden. Hier sind auch passende Netzwerkdistanzen bestimmbar, im Projekt werden Distanzen von 250, 500, 750 und 1000 Metern verwendet. Im dritten Schritt ist dem ModelBuilder ein passender Ausgangsstandort in Form eines Shapefiles hinzuzufügen. Dieser Standort repräsentiert einen Großverbraucher im bereits analysierten Hotspot. Dieser Input Datensatz sollte flexibel sein und ist daher als Parameter gesetzt. Anschließend müssen die berechneten Einzugsgebiete mit den jeweiligen Netzwerkdistanzen von 250, 500, 750, 1000 ausgewählt und die umliegenden Haushalte innerhalb der angegebenen Distanzen selektiert (*Select Layer By Location*) werden. Dabei werden sowohl die Wärmebedarfsdaten der Haushalte pro Einzugsgebiet aufsummiert, als auch die Anzahl der Abnehmer pro Einzugsgebiet addiert. Diese Zahlen beschreiben somit das Potenzial für ein lokales Nahwärmenetz.

6 Ergebnisse und Interpretation

6.1 Ergebnis der regionalen Dichte- und Clusterberechnung

Durch die Dichte- und Clusteranalyse können erste Aussagen über regional potenzielle Standorte eines Nahwärmenetzes getroffen werden und jene Gebiete aufgrund der Wärmebedarfsdichten pro Rasterzelle ausgeschlossen oder bestätigt werden. Die adressgenauen Wärmepotenzialdichten einzelner Privathaushalte stellen Hotspots in der Gemeinde Hermagor-Presseeggersee dar (Abb. 2).

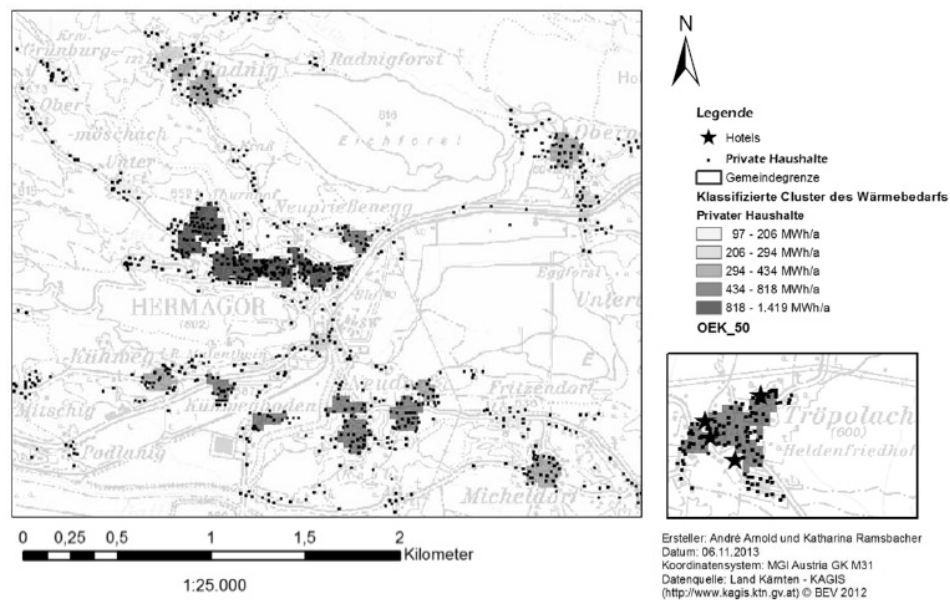


Abb. 2: Ergebniskarte der Dichte- und Clusterberechnung anhand adressgenauer Privathaushalte mit Wärmebedarfsdaten

Sowohl das Punktmuster der privaten Haushalte (kleine Rechtecke) als auch die klassifizierten Cluster (5 Klassen) zeigen Hotspots der Gemeinde auf. Besonders die fünfte Klasse visualisiert einen hohen jährlichen Wärmebedarf der Privathaushalte von 818 bis 1.419 MWh/a. Befindet sich also in diesen Hotspots (auch dritte oder vierte Klasse) mindestens ein Großverbraucher (siehe Hotels im Detailausschnitt Tröpolach) und ist kein bereits bestehendes Nahwärmenetz in unmittelbarer Nähe vorhanden, so könnte dies ein potenzieller Standort für ein Nahwärmenetz sein und mit der lokalen Netzwerkanalyse fortgesetzt werden. In der Karte ist klar ersichtlich, dass sich das größte Potenzial direkt im Stadtgebiet Hermagor, Möderndorf, Fritzendorf, Neudorf und Tröpolach befindet.

6.2 Ergebnis der lokalen Netzwerkanalyse

Durch die berechneten Hotspots können erste Bereiche sowohl ausgeschlossen als auch bestätigt werden. Im Detail wird nun die lokale Netzwerkanalyse für diese qualifizierten Gebiete durchgeführt. Abbildung 3 zeigt ein Ergebnis der lokalen Netzwerkanalyse im Untersuchungsgebiet Tröpolach. Für diese Analyse wurde Tröpolach ausgewählt, da sich hier ein räumlicher Hotspot und ein potenzieller Großverbraucher befindet. Ausgehend vom Gebäudezentrum dieses Großverbrauchers werden sowohl der umliegende Wärmebedarf pro Privathaushalt als auch verschiedene Netzausdehnungen für ein Nahwärmenetz in visueller und tabellarischer Form ermittelt (Tabelle 2). In der Abbildung 3 ist ersichtlich, dass die einzelnen Gebäude passend zur Höhe des jeweiligen Wärmebedarfs klassifiziert sind. Die Tabelle 2 zeigt das Potenzial für ein Nahwärmenetz, ausgehend von einer hundertprozentigen Anschlussrate der 50 Haushalte mit dem berechneten Wärmebedarf von 130 MWh/a und einer Netzausdehnung von 1000 Metern entlang des Straßenverlaufs. Auch die jeweiligen Netzerweiterungen um weitere 250 m zeigen in der Tabelle, wie viele zusätzliche Haushalte bzw. wie viel Wärmebedarf dadurch hinzukommen würden. Dieses Resultat präsentiert das lokale Potenzial für ein Nahwärmenetz in Tröpolach und erfordert fachwissenschaftliche Beurteilung bevor es der Gemeinde vorgeschlagen werden kann.

Tabelle 2: Lokale Analyse: Tabellarisches Resultat der Netzwerkanalyse

Berechnetes Potenzial pro Netzwerkdistanz	Anzahl Haushalte	Summe Wärmebedarf
250 Meter	10	23 MWh/a
500 Meter	10	27 MWh/a
750 Meter	21	58 MWh/a
1000 Meter	9	22 MWh/a
Gesamt	50	130 MWh/a

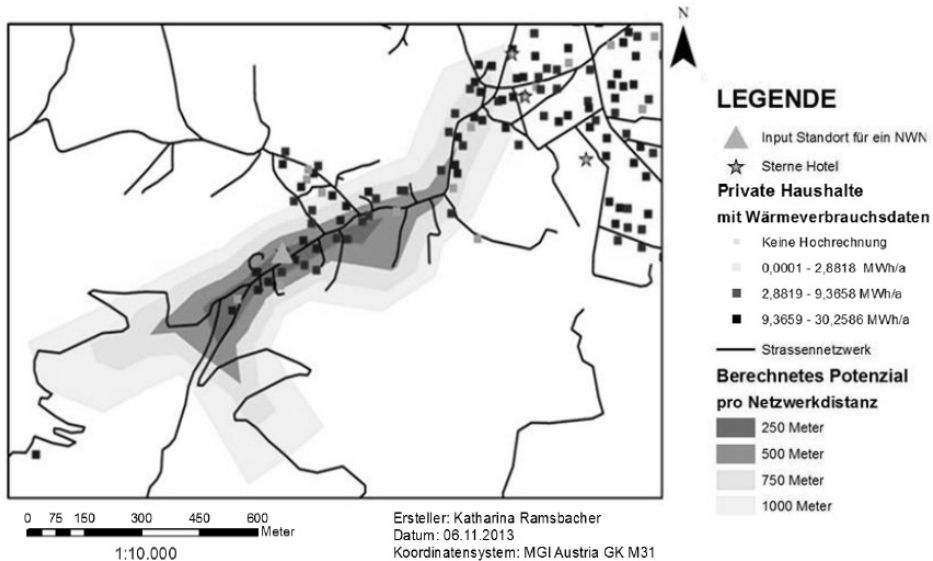


Abb. 3: Im Untersuchungsgebiet Tröpolach wird das umliegende Potenzial für ein Nahwärmenetz ausgehend von einem potenziellen Großverbraucher berechnet

7 Fazit und Ausblick

Da Nahwärme aus ökologischer Sicht eine Alternative zur individuellen Versorgung von Einzelobjekten darstellt, wurde ein hierarchisches, GIS-gestütztes Potenzialanalysemodell für Nahwärmenetze sowohl auf regionaler als auch lokaler Ebene behandelt. Die ausgewerteten Ergebnisse der beiden angewendeten GIS Methoden zeigen eine lukrative Grundlage für die Potenzialbestimmung von Nahwärmenetzen und sollten möglichst in Kombination angewendet werden. Kritisch zu hinterfragen ist allerdings die Aussagekraft der verwendeten Datengrundlage, da die Adress-GWR-Daten mit hochgerechneten Wärmedaten nur einen grundsätzlichen Trend des Wärmebedarfs visualisieren. Auch bei der Auswahl des Großverbrauchers können räumliche Unschärfen vorkommen, da Gebäudekomplexe nicht berücksichtigt und vom Zentroid des Einzelobjektes ausgegangen wird. Als sinnvolle Weiterführungsarbeiten des Projektes gelten hinsichtlich der Daten die Miteinbeziehung von vollständigen und aktuellen Wärmebedarfsdaten einzelner Privathaushalte und Großverbraucher sowie die Verwendung von amtlichen Straßennetzwerkdaten des Landes Kärnten, hier insbesondere des ländlichen Wegeneztdatensatzes. Zur Optimierung der Qualität dieser Daten sind erfasste online Energiedatenblätter eines Web-Portals anwendbar, um mit tatsächlichen Wärmeverbrauchsdaten zu arbeiten (KOSAR et al. 2013). Des Weiteren wurden bezüglich der regionalen Dichte- und Clusteranalyse keine weiterführenden Methoden für qualitative Cluster durchgeführt. Somit ist das verwendete Clustering Werkzeug eine mögliche Identifizierungsmethode der Cluster, wobei diese in Zukunft noch anhand der angegebenen Parameter zu verbessern sind. Für die zukünftige Weiterführung dieses Projektes ist auch ein Annäherungsverfahren mit Kostenaspekt vorstellbar, um dem Endverbraucher ein realitätsnahes Potenzial inklusive Kosten liefern zu können. In Relation dazu sind erlaubte

Baumaßnahmen, kostengünstigste Distanzen und die Bodenbeschaffenheit für das Leitungsnetz zu berücksichtigen. Diese weiterführenden Ansätze gelten als zukünftiges Erweiterungspotenzial der beiden implementierten Methoden. Mit derzeitigem Stand stellt das Projekt eine aussagekräftige Grundlage für die Potenzialbestimmung von Nahwärmenetzen dar, indem eine schnelle und effiziente Analyse des Wärmebedarfs sowohl auf regionaler als auch lokaler Ebene ermöglicht wird.

Danksagung

Wir danken dem Kärntner Geographischen Informationssystem KAGIS für die Bereitstellung der verwendeten Geodaten sowie Herrn DI Christoph Aste für wertvolle Informationen zur Nahwärmenetzplanung.

Literatur

- ALTER VIS (2012), Interreg IV Italien-Österreich AlterVIS. Autonome Provinz Bozen-Südtirol Abteilung Europa. http://www.ktn.gv.at/199587_DE (27.10.2012).
- EGGSTEN, M. & MITSCH-WERTHWEIN, C. (2011), Wirtschaftliche Chancen für Stadtwerke durch Nahwärme Studie und Endbericht zur Initiative Nahwärme Baden-Württemberg. http://www.nahwaerme-bw.de/fileadmin/img/Meilensteine/Abschluss_Ergebnisse/Endbericht_NahwaermeBW_KGROUP.pdf (22.12.2013).
- ESCH, T., GEIß, C. & HELDENS, W. (2011), Potenzialanalyse zum Aufbau von Wärmenetzen unter Auswertung siedlungsstruktureller Merkmale. http://www.schleswig-holstein.de/Waermenetzkarte/DE/Service/Links/DownloadLinks/potenzialanalyse_blob=publicationFile.pdf (20.01.2013).
- KOSAR, B., PAULUS, G. & ERLACHER, C. (2013), Entwicklung eines WebGIS Portals für Energiekenndaten auf Gemeindeebene, AGIT Paper, Fachhochschule Kärnten, Studiengang Spatial Information Management, Villach, 1-5.
- LEVINE, N., BLOCK, R. & BLOCK, C. (2004), Chapter 6 Hotspot Analysis I. <https://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/files/CrimeStatChapter.6.pdf> (02.04.2014).
- MIKSCH, M. (2010), Prototypische Umsetzung einer GIS-gestützten Nahwärmenetzkonzeption mit Netzwerkerstellung und -Analyse, Diplomarbeit, Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, Studiengang Kartographie und Geomatik, Karlsruhe, 12-32.
- MITTLBÖCK, M., BIBERACHER, M. & PRINZ, T. (2006), Virtuelle Kraftwerke für Autarke Regionen. http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw_pdf/0658_virtuelle_kw_autarke_regionen.pdf (02.04.2014).
- ULBIG, B. (2010), Energiepotenziale und Bedarfsanalysen auf Basis von Geoinformationssystemen, Methodik und Anwendungsmöglichkeiten. http://www.stoffstrom.org/fileadmin/userdaten/dokumente/Veranstaltungen/Solartagung/ST_2013_9ST13/vortraege/02/T0203_Ulbig.pdf (22.12.2013).